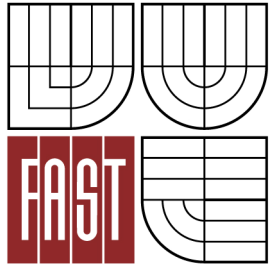


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## **MOST NAD POTOKEM BYSTRICE**

BRIDGE ACROSS BYSTRICA CREEK

### **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

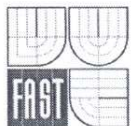
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. PAVEL NANI**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. MILOŠ ZICH, 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. Pavel Nani  
**Název** Most nad potokem Bystrice  
**Vedoucí diplomové práce** doc. Ing. Miloš Zich, 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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Pro zadaný problém proveďte podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu včetně zohlednění 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

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Předmětem diplomové práce je podrobný statický výpočet dodatečně předpjatého betonového silničního mostu přes potok Bystrica u Banské Bystrice na Slovensku. Most je součástí odbočné větve rychlostní komunikace R1. Prostorově zakřivený spojitý most má 9 polí. Pro statickou analýzu byl použit prostorově zakřivený výpočtový model mostu. Model byl porovnán s přímým výpočtovým modelem mostu. Je také provedeno porovnání vlivu fázované výstavby mostu na velikost vnitřních sil. Nosná konstrukce mostu byla posouzena dle ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 1992 – 2 a ČSN 73 6214.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

trémový most, spojitý nosník, vliv výstavby, vliv modelování, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti, kroucení, zatížení, dodatečné předpětí, fázovaná výstavba, dotvarování betonu, smršťování betonu, časově závislá analýza, T-průřez

## **ABSTRACT**

The subject of my diploma thesis is a detailed static calculation of the post-tensioned concrete road bridge across Bystrica creek near Banska Bystrica in Slovakia. The bridge is element of turning ramp a motorway R1. The spatial curvature continuous bridge has 9 fields. It was made a spatial curvature computational model of the bridge for a structural analysis. The model was comparison with a straight computational model of the bridge. It is made comparison effect of the construction bridge in stages on the size of the internal forces too. The load-bearing structure was checked according to CSN EN 1992-1-1, CSN EN 1992-2 and CSN 73 6214.

## **KEYWORDS**

beam bridge, continuous bridge, effect of stage, effect of modelling, service limit state, ultimate limit state, torsion, load, post-tensioned, stage construction, creep of concrete, shrinkage of concrete, time dependent analysis, T-section

### **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Pavel Nani *Most nad potokem Bystrice*. Brno, 2014. 30 s., 265 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 16.1.2015

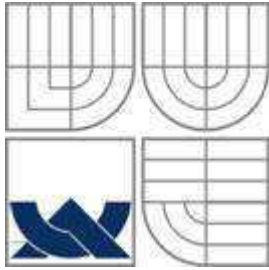
.....  
podpis autora  
Bc. Pavel Nani

**Poděkování:**

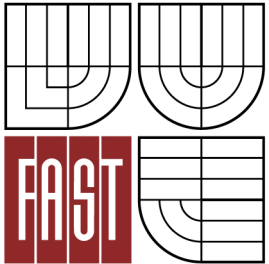
Chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu doc. ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

V Brně dne 16.1.2015

.....  
podpis autora  
Bc. Pavel Nani



**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 NAD POTOKEM BYSTRICE**

BRIDGE ACROSS BYSTRICA CREEK

**TEXTOVÁ ČÁST**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. PAVEL NANI**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.**

BRNO 2015

## OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA</b> .....	<b>11</b>
2.1 POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU .....	11
2.2 NÁVRHOVÉ CHARAKTERISTIKY MOSTU .....	12
2.3 NAVRŽENÉ MATERIÁLY .....	14
2.4 ZATÍŽENÍ MOSTU .....	15
2.4.1 Stálé zatížení .....	15
2.4.2 Proměnné zatížení .....	16
2.5 PŘEDPĚTÍ MOSTU .....	17
2.6 POSTUP VÝSTAVBY .....	18
2.6.1 Technologie výstavby.....	18
2.6.2 Fáze výstavby.....	18
2.7 MOSTNÍ SVRŠEK .....	19
2.7.1 Vozovka.....	19
2.7.2 Římsy .....	19
2.7.3 Záchytné bezpečnostní zařízení a zábradlí.....	19
2.8 LOŽISKA .....	20
2.9 MOSTNÍ ZÁVĚR .....	21
2.10 ODVODNĚNÍ VOZOVKY .....	21
2.11 SPODNÍ STAVBA .....	21
2.11.1 Opěry .....	21
2.11.2 Mostní křídla .....	22
2.11.3 Pilíře .....	22
2.11.4 Přejížděvací oblast .....	23
2.11.5 Odvodnění.....	23
<b>3. ZÁVĚR</b> .....	<b>24</b>
<b>4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A PROGRAMŮ</b> .....	<b>25</b>
<b>5. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ</b> .....	<b>28</b>
<b>6. SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>30</b>

## 1. ÚVOD

Předmětem diplomové práce je podrobné statické posouzení vybrané varianty silničního mostu přes potok Bystrica na Slovenku u Bánské Bystice na Slovensku. Most se nachází na přípojně větvi na rychlostní komunikaci R1.

Nosnou konstrukci tvoří předpjatý monolitický trémový most o 9 polích, který v příčném řezu tvoří T-průřez. Most je výškově i půdorysně zakřiven.

V programu midas Civil 2014 byl vytvořen prostorově zakřivený výpočtový model mostu, který byl použit pro statickou analýzu nosné konstrukce. Byl též vypracován přímý model mostu, se kterým byly porovnány výsledky získané z prostorově zakřiveného modelu.

Most bude staven v 5 fázích. Je provedeno porovnání vlivu fázované výstavby na velikost vnitřních sil.

Celá nosná konstrukce mostu je posouzena na 2. mezní stav a vybrané prvky nosné konstrukce jsou posouzeny na 1. mezní stav dle ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 1992-2 a ČSN 73 6214.

Byla vypracována vizualizace dokončeného mostu v programu Rhinoceros 5.0.

## 2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

### 2.1 POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Silniční most na přípojně větvi na rychlostní komunikaci R1 tvoří předpjatý trémový most o 9 polích. Nosná konstrukce mostu je půdorysně i výškově zakřivena. Nejmenší poloměr půdorysného zakřivení mostu je 93m (v ose větve). Výškové převýšení začátku a konce mostu je 4.810m.

Příčný řez mostu tvoří průřez tvaru T symetrický kolem svislé osy. Hlavní nosný trám má výšku 1.400m a šířku 3.150m. Každá příruba T-průřezu má délku 3.725m a výšku na konci 0.250m. Na konci příruby je navržen okapní nos 20x20mm. Šířka nosné konstrukce mostu je 10.600m.

Celá nosná konstrukce mostu se příčně natáčí podle klopení vozovky. Na začátku mostu je příčný sklon 4% směrem k levé rímse a na konci mostu se tento sklon mění na pravostranný sklon 1.5%.

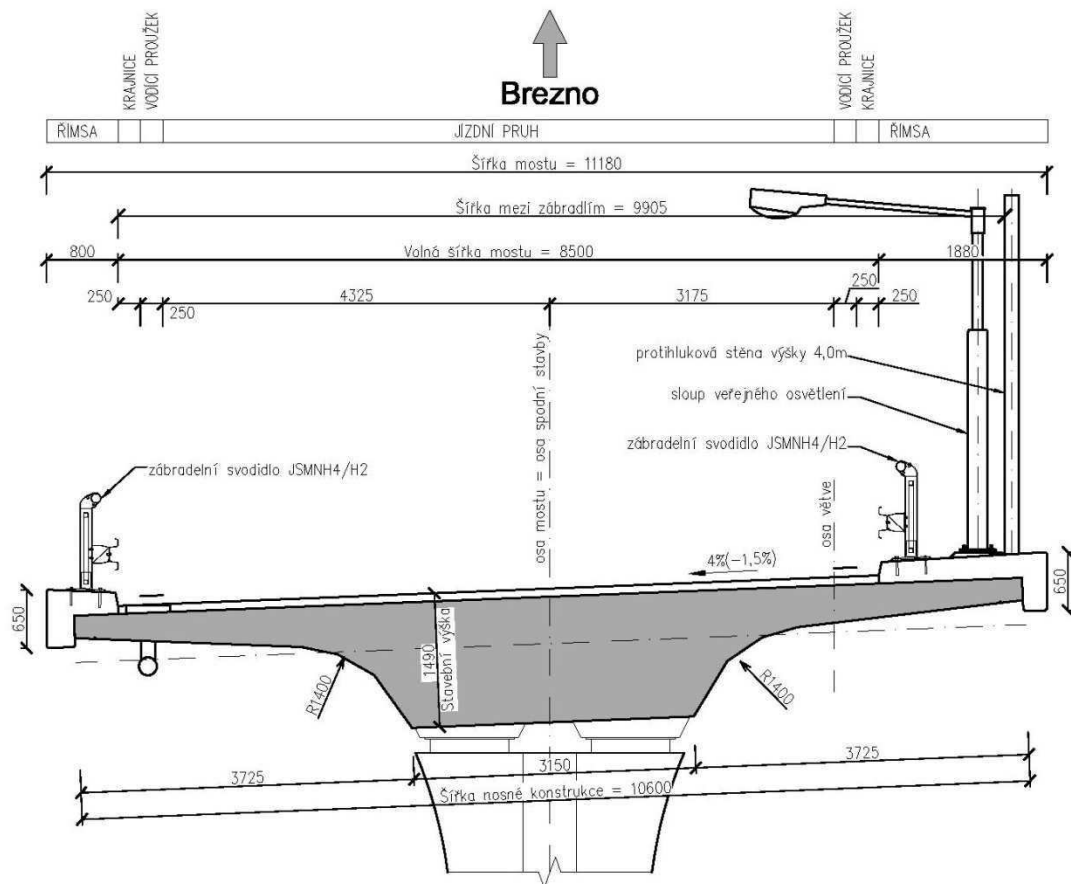
Osa nosné konstrukce mostu je totožná s osou spodní stavby.

## 2.2 NÁVRHOVÉ CHARAKTERISTIKY MOSTU

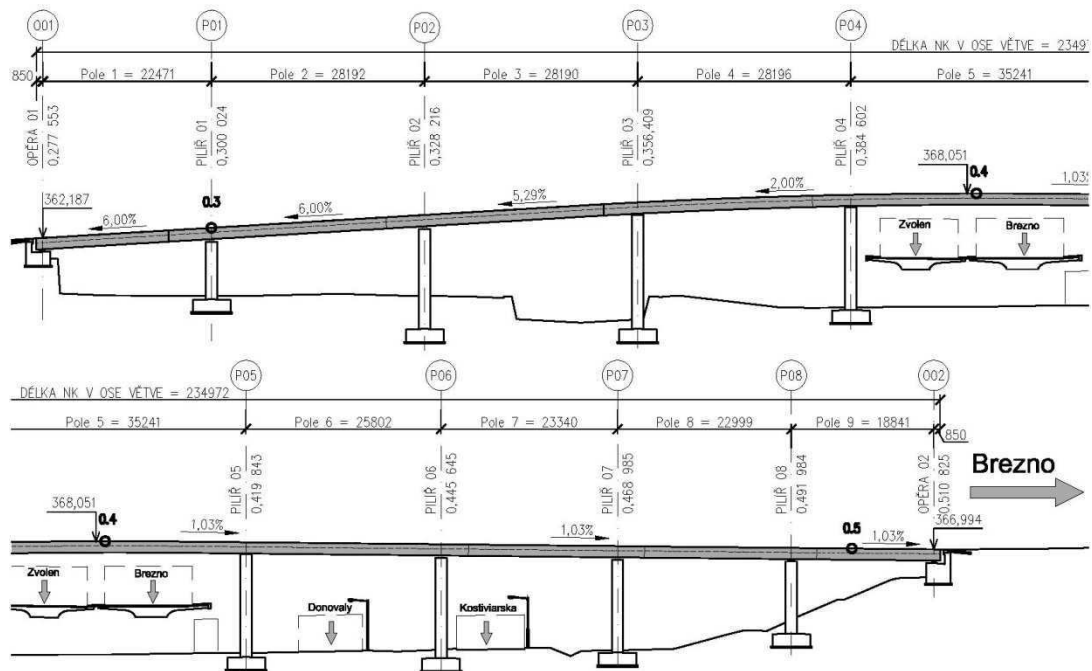
Délka mostu	263.085m
Délka přemostění	233.272m
Délka nosné konstrukce (v ose větve)	234.972m
Počet mostních polí	9
Rozpětí jednotlivých polí (v ose mostu)	21.9 + 27.3 + 27.3 + 27.3 + 34.1 + 25.1 + 23.1 + 23.0 + 19.0
Stavební výška	1.490m
Šířka mostu	11.180m
Šířka nosné konstrukce	10.600m
Volná šířka mostu	8.500m
Příčný sklon mostu	4% až -1.5%
Podélný sklon mostu	-6% až 1.03%
Poloměr půdorysného zakřivení NK	93m
Úhel uložení	100g

Překonávané překážky				
Typ	Staničení	Úhel křížení	Mostní pole	Volná výška
	[km]	[g]		[m]
Přeložka potoka Bystrica	0.348802	34.8909	3	13.96
Rychlostní komunikace I/66	0.398786	64.3389	5	6.87
Přístupová cesta k ORL	0.414566	78.8921	5	12.90
Osa větve Kos B	0.430868	88.4785	6	12.80
Přeložka místní komunikace Medený Bor	0.451898	68.5090	7	12.31

Obrázek 2.1- překonávané překážky



Obrázek 2.2 - příčný řez mostem



Obrázek 2.3 - podélný řez osou větve

## 2.3 NAVRŽENÉ MATERIÁLY

	Část konstrukce	Třída	Vliv prostředí
Beton	Nosná konstrukce	C 40/50	XC4, XF2, XD1
	Římsy	C 30/37	XC4, XD3, XF4
	Závěrné zídky	C 30/37	XC4, XF2, XD2
	Úložné prahy	C 30/37	XC4, XF2, XD2
	Opěry	C 30/37	XC4, XF2, XD2
	Pilíře	C 40/50	XC4, XF2, XD2
	Základy pod pilíři	C 30/37	XC2, XA1
	Podkladní betony	C 16/20	X0
	Přechodové desky	C 30/37	XC4, XF2, XD2
	Betonářská ocel	B500B	
Předpínací ocel	Y-1860-S7-15.2-A		

Materiálové vlastnosti jsou podrobněji popsány v příloze P4) Statický výpočet – část 3. Materiálové vlastnosti.

## 2.4 ZATÍŽENÍ MOSTU

Je uvažováno celkem 14 zatěžovacích stavů (3x stálé zatížení a 11x proměnné zatížení). Zatížení je podrobněji popsáno v příloze P4) Statický výpočet – část 5. Zatížení.

Typ zatížení	Zatěžovací stav	Popis
Stálé zatížení	ZS01	Vlastní tíha $g_{ok}$
	ZS02	Ostatní stálé $g_{1k}$
	ZS03	Pokles podpor
Proměnné zatížení	ZS04	Vítr bez dopravy
	ZS05	Vítr s dopravou
	ZS06	Tep rov +
	ZS07	Tep rov -
	ZS08	Tep ner lin hor
	ZS09	Tep ner lin dol
	ZS10	Předpětí
	ZS11	$g_{r1a}$ (LM1)
	ZS12	$g_{r1a}$ (LM1 bez psi)
	ZS13	$g_{r5}$ (LM3 1800/200)
	ZS14	$g_{r5}$ (LM3 3000/240)

### 2.4.1 Stálé zatížení

Vlastní tíha (ZS01) je generována automaticky programem.

Ostatní stálé zatížení (ZS02) je rozděleno na dvě části s ohledem na pravou část mostu. V první části mostu je umístěno zábradlí a na druhé části je instalována protihluková stěna. S ohledem na budoucí opravy vozovky je zatížení od vozovky zvětšeno o 40%.

Pokles podpor (ZS03) je uvažováno pro pilíře číslo 4 a 5 o velikosti 10 mm. Jsou zvoleny poklesy těchto dvou pilířů, jelikož podpírají mostní pole číslo 5, které má největší rozpětí.

### 2.4.2 Proměnné zatížení

Zatížení dopravou je stanoveno dle [5], [6] a [7], skupina pozemních komunikací 1. Celkem uvažují dvě sestavy zatížení, které tvoří čtyři zatěžovací stavy od dopravy. Vozovka je rozdělena na 2 zatěžovací pruhy a zbývající plochu o šířce 2.50m.

První sestava zatížení je  $g_{r1a}$ . Tuto sestavu tvoří zatížení od nápravy vozidla (TS), rovnoměrné spojitě zatížení (UDL) a rovnoměrné spojitě zatížení na nouzovém chodníku. Sestava je rozdělena na dva zatěžovací stavy ZS11 a ZS12 (bez součinitele  $\psi$ ).

Druhá sestava zatížení je  $g_{r5}$ . Uvažují dva modely zatížení LM3 1800/200 (ZS13, tento model tvoří 9 náprav ve vzdálenosti 1.50m a rovnoměrné spojitě zatížení) a LM3 3000/240 (ZS14, celkem 13 náprav ve vzdálenosti 1.50m a jedná se o jediné vozidlo na mostě).

Zatížení větrem (ZS04 a ZS05) je stanoveno dle [3].

Zatížení teplotou je stanoveno dle [4]. Typ nosné konstrukce 3 (betonový nosník). Uvažují pouze rovnoměrné oteplení/ochlazení mostu (ZS06 a ZS07) a nerovnoměrnou lineární změnu teploty (ZS8 a ZS09).

## 2.5 PŘEDPĚTÍ MOSTU

Předpětí mostu tvoří soudržné kabely od firmy VSL. Charakteristiky předpínací oceli jsou stanoveny dle [16] a [17]. V jednom kabelu je 22 lan. Kabelové trasy jsou tvořeny plastovými kanálky VSL PT<sup>+</sup> o vnitřním průměru 100mm. Kanálky jsou zainjektovány injektážní cementovou maltou. Injektáž bude probíhat přes injektážní trubice a odvodušnění skrze odvodušňovací trubice. Jsou navrženy předpínací jednotky 6-22 od firmy VSL.

Aktivní kotvení VSL typ E @ 36/45 MPa. Celkem 88 ks.

Kabelové spojky pevné VSL typ K. Celkem 48 ks.

Fáze	Mostní pole	Kotev	Spojek
1.	5.	12 ks	0 ks
	6.	12 ks	0 ks
2.	4.	8 ks	8 ks
	7.	9 ks	8 ks
3.	3.	8 ks	8 ks
	8.	7 ks	6 ks
4.	2.	9 ks	8 ks
	9.	10 ks	4 ks
5.	1.	13 ks	6 ks

V pracovních spárách je kotveno maximálně 50% kabelů.

Předpětí je podrobněji popsáno v příloze P4) Statický výpočet – část 3.3 Předpínací ocel a část 6. Návrh předpětí (ZS10).

## 2.6 POSTUP VÝSTAVBY

### 2.6.1 Technologie výstavby

Most bude stavěn na pevné skruži v 5 fázích. Navrhuji použití bednicího systému VARIOKIT od firmy PERI [22]. Každá fáze se bude skládat z následujících kroků:

- bednění mostních opěr
- armování mostních opěr
- betonáž mostních opěr
- sestavení pevné skruže pole, osazení ložisek
- armování pole
- betonáž pole
- ošetřování pole
- předepnutí pole
- odskržení pole a odbednění pilířů

Fáze	Délka			Aktivování			
	Začátek	Trvání	Konec	Konstrukce	Podpory	Zatížení	
	[dny]					Group	Skupina kabelů
Fáze 1	0	28	28	Pole 05	Pilíř 04	Vlastní tíha	
				Pole 06	Pilíř 05 Pilíř 06	Předpětí fáze 1	K01c, K02a, K05c a K06c
Fáze 2	39	28	67	Pole 04	Pilíř 03	Předpětí fáze 2	K03c, K04c, K08b a K05d
				Pole 07	Pilíř 07		
Fáze 3	78	28	106	Pole 03	Pilíř 02	Předpětí fáze 3	K01b, K05b a K06b
				Pole 08	Pilíř 08		K01d a K06d
Fáze 4	117	28	145	Pole 02	Pilíř 01	Předpětí fáze 4	K03b, K04b, K05a a K08a
				Pole 09	Opěra 02		K01e, K03d, K04d a K06e
Fáze 5	156	28	184	Pole 01	Opěra 01	Předpětí fáze 5	K01a, K03a, K04a, K06a a K07a
Fáze 6	184	56	240			Ostatní stálé	
Fáze 7	240	36260	36500	otevření mostu pro dopravu			
Fáze 8	36500	0	36500	konec životnosti mostu (100 let)			

Podrobnější informace o harmonogramu prací včetně postupu napínání kabelů viz příloha P3.1 Výkres stavebního postupu.

## 2.7 MOSTNÍ SVRŠEK

### 2.7.1 Vozovka

ACO – modifikovaný	40 mm
Spojovací postřik asfaltovou emulzí	0.2 kg/m <sup>2</sup>
ACL – modifikovaný	45 mm
Spojovací postřik asfaltovou emulzí	0.2 kg/m <sup>2</sup>
Izolace NAIP	5 mm
Pečetící vrstva	

### 2.7.2 Římsy

Jsou navrženy monolitické římsy. Horní povrch říms je v příčném sklonu 4% směrem k vozovce. Hrany říms jsou zkoseny 20x20mm. Na spodní hraně je proveden okapní nos 20x20mm. Výška obruby je 0.150m. Na římsách jsou umístěna bezpečnostní záchytná zařízení. Šířka levé římsy je 0.800m a pravé římsy 1.880m. Římsy jsou k nosné konstrukci kotveny pomocí zabetonovaných třmenů z betonářské oceli, které budou osazeny při betonáži nosné konstrukce mostu. Pracovní spáry na římsách jsou maximálně po 15m. Na římsách jsou v místě každého mostního pole osazeny 3 značky pro sledování přetvoření předpjaté mostní konstrukce. Celkem bude osazeno 27 značek.

Na pravé římsě jsou umístěny sloupy veřejného osvětlení, zábradlí výšky 1.100m (km 0,277 703 - km 0,356 409) a protihluková stěna výšky 4m (km 0,356 409 - km 0,510 825). V římsě je umístěna chránička DN110 pro kabelové vedení veřejného osvětlení.

### 2.7.3 Záchytné bezpečnostní zařízení a zábradlí

Na obou římsách jsou navrženy jednostranná mostní svodidla JSMNH4/H2 se svislou výplní. Na pravé římsě je umístěno pozinkované ocelové zábradlí se svislou tyčovou výplní o výšce 1.100m nad povrchem římsy. Transparentní protihluková stěna je tvořena z extrudovaného plexiskla PLEXIGLAS SOUNDSTOP™ [23].

## 2.8 LOŽISKA

Navrhuji hrncová ložiska. Ložiska se osazují před armováním příslušného mostního pole (viz harmonogram prací). Hrncová ložiska mají elastomer uzavřený v ocelovém hrnci. Postup montáže každého ložiska je následující:

- usazení ložiska na mostní podpěru
- nastavení ložiska
- podlití ložiska speciální cementovou maltou
- sestavení pevné skruže mostního pole
- armování a betonáž mostního pole
- dočasná fixace ložiska

Poloha	Typ ložiska	Levé ložisko	Pravé ložisko
Opěra O01	hrncové	jednosměrné (X)	všesměrné (X,Y)
Pilíř P01	hrncové	všesměrné (X,Y)	všesměrné (X,Y)
Pilíř P02	hrncové	všesměrné (X,Y)	všesměrné (X,Y)
Pilíř P03	vrubový kloub		
Pilíř P04	vrubový kloub		
Pilíř P05	vrubový kloub		
Pilíř P06	hrncové	všesměrné (X,Y)	všesměrné (X,Y)
Pilíř P07	hrncové	všesměrné (X,Y)	všesměrné (X,Y)
Pilíř P08	hrncové	všesměrné (X,Y)	všesměrné (X,Y)
Opěra O02	hrncové	jednosměrné (X)	všesměrné (X,Y)

Symbol v závorce označuje směr volného pohybu nosné konstrukce v ložisku.

Mezi spodní hranou nosné konstrukce a horním povrchem mostní podpěry je navržena vzdálenost 300-350mm. Tento prostor je potřebný pro kontrolu ložisek či jejich případnou výměnu.

Ložiska budou uložena na podložiskové bloky o rozměrech 1.000x1.000x0.170m (na opěrách) a 0.900x0.900x0.170m (na pilířích).

Vrubový kloub (Freyssinetův) má šířku 0.200m a délku 2.320m. Spára mezi horním povrchem pilíře a nosnou konstrukcí je vysoká maximálně 30mm a bude vyplněna trvale pružným tmelem.

## 2.9 MOSTNÍ ZÁVĚR

Předběžně navrhuji mostní závěr Transgrip F200 [20]. Detail mostního závěru viz příloha P2.4 Detail mostního závěru. Detail byl převzat z [20] a upraven. Mostní závěr bude osazen do kotevní kapsy o rozměrech 0.585x0.250x10.600m. Kotvení mostního závěru je pomocí kotvících třmenů průměru 16mm. V nosné konstrukci jsou tyto třmeny od sebe vzdáleny 0.560m (v místě kotev) a 0.250m (mimo kotvy) a na závěrné zídce jsou umístěny po 0.250m. Po osazení mostního závěru bude kotvení kapsa zalita betonem C 30/37 (složení zamezující smršťování).

## 2.10 ODVODNĚNÍ VOZOVKY

Vozovka je odvodněna podélným sklonem (-6% a 1.03%) a příčným sklonem, který je proměnný. Od opěry 01 až k pilíři 05 je jednostranný příčný sklon 4%. Od pilíře 05 až opěře 02 se tento sklon mění na pravostranný sklon o hodnotě 1.5%. Vozovka je odvodněna k vodícímu proužku, kde je zachycena mostním odvodňovačem, který má půdorysný rozměr 0.500x0.500m (například ACO mostní odvodňovač Multitop HSD-5, 500x500, třída D 40 [19]). Mostní odvodňovače jsou zaústěny do podélného nerezového svodu DN160, který je veden pod hranou římsy. Svod je za opěrami zaústěn do šachet. V místě koncových příčníků je svodné potrubí opatřeno flexibilními kompenzátory, které kompenzují dilatační pohyby mostu. Před betonáží nosné konstrukce bude do pevné skruže mostního pole osazen talíř odvodňovače [19].

## 2.11 SPODNÍ STAVBA

### 2.11.1 Opěry

Opěra 01 je ve spodní části tvořena opěrnou zdí vyztuženou geomřížemi, která je na lící straně zpevněna betonovými tvarovkami. Tvarovky jsou založeny na šterkopískovém polštáři tl. 0.900m. V horní části vyztužené zdi je vrstva podkladního betonu tl. 0.150m, na které je vybetonován dřík opěry o výšce 0.790m. Před lícem opěry bude provedeno odláždění z lomového kamene šířky 1.000m.

Opěra 02 je založena na šterkopískovém polštáři tl. 1.000m. Na polštáři je podkladní beton tl. 0.150m, na kterém je vybetonován dřík o výšce 1.600m. Před lícem opěry je provedeno odláždění z lomového kamene šířky 6.000m.

Na dříku opěr jsou úložné prahy o výšce 1.000m. Horní povrch úložného prahu je ve sklonu 4% směrem k závěrné zídce. Na úložném prahu jsou vybetonovány podložiskové bloky, které mají horní povrch vodorovný pro osazení ložisek.

Závěrná zídka má tloušťku 0.750m. V horní části směrem k nosné konstrukci je kotevní kapsa o rozměrech 0.585x0.250m pro osazení mostního závěru. Na protilehlé horní hraně závěrné zídky je ozub pro osazení přechodové desky. Délka každé opěry je 10.600m.

Povrch opěr ve styku se zeminou bude opatřen asfaltovým izolačním nátěrem a na každé opěře budou osazeny dvě nivelační značky pro sledování deformací.

### 2.11.2 Mostní křídla

Jsou navržena rovnoběžná mostní křídla, která tvoří opěrná zeď vyztužena geomřížemi. Křídla jsou založena na štěrkopískovém polštáři tl. 1.200m. Na horním povrchu křídel jsou vybetonovány železobetonové římsy, do kterých jsou kotveny sloupky svodidla. U opěry 01 mají křídla délky 27.180m (pravé křídlo) a 18.620m (levé křídlo). U opěry 02 mají křídla délku 9.570m (pravé křídlo) a 9.560 (levé křídlo).

U lince pravého křídla opěry 02 je navrženo obslužné betonové schodiště z betonu C20/25.

### 2.11.3 Pilíře

Most podpírá celkem 8 pilířů, které mají ve spodní části půdorysný rozměr 2.200x1.500m a v horní 3.000x1.500m. Svislé hrany pilířů jsou zkoseny 0.200x0.200m. Na delší hraně pilíře je provedeno vybrání do hloubky 0.100m o šířce 0.600m, které začíná 0.500m nad úrovní upraveného terénu a je až po horní povrch pilíře. Horní povrch pilíře je v příčném sklonu 4%.

Pilíře jsou založeny plošně na železobetonových patkách, které mají půdorysný rozměr 6.000x5.000m. Patky jsou založeny na podkladní beton tl. 0.200m.

Povrch pilířů a patek ve styku se zeminou bude opatřen asfaltovým izolačním nátěrem a na každém pilíři budou osazeny dvě nivelační značky pro sledování deformací.

#### 2.11.4 Přejchodová oblast

S ohledem na rozdílném sedání mostních opěr a násypů jsou navrženy přechodové desky délky 3.000m a tl.0.250m. Pod přechodovou deskou je vytvořen přechodový klín ze štěrkopísku. Deska je uložena na podkladní beton tl.0.150m. Uložení na závěrnou zídku je kloubové. Horní povrch přechodové desky bude opatřen asfaltovým izolačním nátěrem.

#### 2.11.5 Odvodnění

Úložný práh je navržen v příčném sklonu 4% od líce opěry směrem k závěrné zídce. Podél závěrné zídky je veden čedičový žlábek [24] o poloměru 40mm. Podélný sklon žlábků je 1%.

Horní povrch pilířů je v příčném sklonu 4% směrem od středu pilíře.

Přejchodová oblast je odvodněna drenáží DN150, která má podélný sklon 1%.

### **3. ZÁVĚR**

Vypracoval jsem podrobný statický výpočet prostorově zakřiveného přepjatého monolitického trémového mostu přes potok Bystrica na Slovensku. Výpočtový model jsem vytvořil v programu midas Civil 2014. Vizualizace mostu byla zpracována v programu Rhinoceros 5.0.

Celá konstrukce mostu byla posouzena na 2. mezní stav a vybrané části nosné konstrukce byly posouzeny na 1. mezní stav.

Provedl jsem porovnání vlivu výstavby mostu na jeho návrh včetně vlivu modelování mostu. Aplikoval jsem znalosti, které jsem získal studiem na vysoké škole.

#### 4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A PROGRAMŮ

- [1] ČSN EN 1990 ed.2. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: UNMZ, únor 2011.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: UNMZ, březen 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-4 ed.2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*. Praha: UNMZ, duben 2013.
- [4] ČSN EN 1991-1-5. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou*. Praha: UNMZ, květen 2005.
- [5] ČSN EN 1991-2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: UNMZ, červenec 2006.
- [6] ČSN EN 1991-2 OPRAVA 1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: UNMZ, leden 2011.
- [7] ČSN EN 1991-2 ZMĚNA Z3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: UNMZ, říjen 2012.
- [8] ČSN EN 1992-1-1 ed.2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: UNMZ, červenec 2011.
- [9] ČSN EN 1992-2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady*. Praha: UNMZ, květen 2007.
- [10] ČSN EN 1992-2 ZMĚNA Z2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady*. Praha: UNMZ, leden 2014.
- [11] ČSN 73 0001-2. *Navrhování stavebních konstrukcí - Slovník: Část 2: Betonové konstrukce*. Praha: UNMZ, květen 2003.
- [12] ČSN 73 6101. *Projektování silnic a dálnic*. Praha: UNMZ, říjen 2004.
- [13] ČSN 73 6214. *Navrhování betonových mostních konstrukcí*. Praha: UNMZ, leden 2014.
- [14] ČSN 73 6201. *Projektování mostních objektů*. Praha: UNMZ, říjen 2008.
- [15] ČSN 73 6201 ZMĚNA Z1. *Projektování mostních objektů*. Praha: UNMZ, leden 2012.
- [16] VSL INTERNATIONAL LTD. *European Technical Approval ETA-06/0006*. Paris, Version of 28th June 2013. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/download/181>
- [17] ŠEVČÍK, Ing. P. VSL SYSTÉMY (CZ) S.R.O. *Předpínací systémy VSL 0,5", 0,6"*. Praha.

- [18] TP 75. *Uložení nosných konstrukcí mostů pozemních komunikací*. Praha: MD OPK, únor 2006.
- [19] ACO STAVEBNÍ PRVKY SPOL. S R.O. *ACO mostni odvodneni - Katalog* [online]. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.aco.cz>
- [20] RW PRIMO - PŘÍSLUŠENSTVÍ MOSTŮ S.R.O. *TRANSGRIP - Hřebenový mostní závěr* [online]. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.reisnerwolff.cz/main.php?cc=cz>
- [21] VSL SYSTEMS /CZ/ LTD. CZECH REPUBLIC. [online]. ©2007-2015 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/>
- [22] PERI, spol. s r.o. *Systém VARIOKIT pro výstavbu mostů* [online]. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.peri.cz>
- [23] TITAN – MULTIPLAST S.R.O. *Plexisklo PLEXIGLAS SOUNDSTOP XT* [online]. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.titan-multiplast.cz>
- [24] EUTIT S. R. O., Slévárna čediče a eucoru. *Žlábek pro odvodnění mostů* [online]. © 2010 | Eutit [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://www.eutit.cz>
- [25] MIDAS INFORMATION TECHNOLOGY CO., Ltd. [online]. Copyright © SINCE 1989 [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <http://en.midasuser.com/>
- [26] HENDY, C. *Designers' guide to EN 1992-2: Eurocode 2 : design of concrete structures*. London, : Thomas Telford, 2007, xii, 378 s. ISBN 978-0-7277-3159-3.
- [27] STRÁSKÝ, Jiří. *Betonové mosty*. 1. vyd. Praha: Šel, 2001, 103 s. ISBN 80-864-2605-X.
- [28] ŠAFÁŘ, Roman. *Betonové mosty 2: návrh předpjatého mostu podle Eurokódů : cvičení*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2009, 231 s. ISBN 9788001044339.
- [29] SEČKÁŘ, Milan. *Betonové mosty I*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 1998, 110 s. ISBN 80-214-1306-9.
- [30] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [31] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. *Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 161 s. ISBN 978-80-7204-693-5.
- [32] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 186 s. ISBN 978-80-7204-561-7.
- [33] PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí I*. 3. vyd. Praha: ČBS Servis, 2009, 316 s. ISBN 978-80-903807-5-2.
- [34] KADLČÁK, Jaroslav a Jiří KYTÝR. *Statika stavebních konstrukcí I*. 3. vyd. Brno: VUTIUM, 2010, 349 s. ISBN 978-80-214-3419-6.

- [35] KADLČÁK, Jaroslav a Jiří KYTÝR. *Statika stavebních konstrukcí II*. Třetí dostisk druhého vyd. V Brně: VUTIUM, 2009, 431 s. ISBN 978-80-214-3428-8.
- [36] ČAMBULA, Jaroslav a Vladislav HRDOUŠEK. *Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódů*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010, 341 s. ISBN 978-80-87093-90-0.
- [37] HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. *Zatížení stavebních konstrukcí příručka k ČSN EN 1991*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010, 131 s. Technická knihovna. ISBN 978-80-87093-89-4.
- [38] Microsoft ®Office Word 2007, © 2007 Microsoft Corporation
- [39] Microsoft ®Office Excel ®2007, © 2007 Microsoft Corporation
- [40] midas Civil 2014 (v2.2), MIDAS Information Technology Co., Ltd.
- [41] ZWCAD+ 2014 Pro, ©2014 ZWCAD DESIGN CO., LTD.
- [42] Rhinoceros 5.0, Copyright 1993-2014 Robert McNeel & Associates

## 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Jednotlivé významy symbolů jsou vysvětleny přímo v příloze P4) Statický výpočet. Zde jsou zrekapitulovány pouze základní symboly použité při výpočtu 1. MS.

$A_{cc}$	průřezová plocha betonu
$A_k$	plocha uzavřená střednicí analogického dutého průřezu
$A_p$	průřezová plocha předpínací výztuže
$A_s$	průřezová plocha betonářské výztuže
$b_k$	šířka analogického dutého průřezu
$d$	účinná výška průřezu
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{ctd}$	návrhová pevnost betonu v tahu
$f_{ctk;0,05}$	charakteristická pevnost betonu v tahu
$f_{ctm}$	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$f_{p0,1k}$	charakteristická mez kluzu 0.1% předpínací oceli
$f_{pk}$	charakteristická pevnost předpínací oceli v tahu
$f_{yd}$	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
$f_{yk}$	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$h_k$	výška analogického dutého průřezu
$s$	osová vzdálenost prutů betonářské výztuže
$t_{ef}$	účinná tloušťka stěny analogického dutého průřezu
$t_{ef,min}$	minimální účinná tloušťka stěny analogického dutého průřezu
$T_{Rd,c}$	návrhový krouticí moment na mezi únosnosti nevyztuženého betonového průřezu
$T_{Rd,max}$	mezní krouticí moment pro analogický dutý průřez

$T_{Rd,s}$	návrhový krouticí moment na mezi únosnosti vyztuženého betonového průřezu
$u_k$	délka střednice analogického dutého průřezu
$V_{Ed}$	návrhová hodnota posouvající síly
$V_{Rd}$	návrhová únosnost betonového průřezu vyztuženého smykovou výztuží
$V_{Rd,c}$	celková návrhová smyková únosnost betonového prvku
$V_{Rd,c,min}$	minimální návrhová smyková únosnost betonového prvku
$V_{Rd,cm}$	minimální návrhová smyková únosnost slabě vyztuženého betonového prvku bez vlivu tlakového napětí
$V_{Rd,cm}$	minimální návrhová smyková únosnost slabě vyztuženého betonového prvku včetně vlivu tlakového napětí
$V_{Rd,max}$	návrhová únosnost tlačných diagonál
$V_{Rd,s}$	návrhová únosnost betonového průřezu vyztuženého svislými třmínky
$\epsilon_p^0$	základní přetvoření v předpínací výztuži
$\epsilon_{cu3}$	mezní poměrné stlačení betonu
$\epsilon_{pd}$	mezní poměrné protažení předpínací výztuže
$\epsilon_{yd}$	mezní poměrné protažení betonářské výztuže
$\theta$	sklon tlačných diagonál
$v_l$	součinitel zmenšení únosnosti tlakových diagonál
$v_{min}$	minimální smyková pevnost betonového prvku
$\rho_w$	stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\sigma_p^0$	základní napětí v předpínací výztuži
$\sigma_{pm,\infty}$	napětí v předpínací výztuži v čase 100let

## 6. SEZNAM PŘÍLOH

### P1. Použité podklady a varianty řešení

P1.1	Podklad – půdorys	1:650
P1.2	Podklad – podélný řez	1:500
P1.3	Podklad – příčný řez	1:100

### P2. Výkresy

P2.1	Přehledný půdorys	1:200
P2.2	Přehledný podélný řez	1:200
P2.3	Přehledný příčný řez	1:50
P2.4	Detail mostního závěru	1:5
P2.5	Výkresy předpínací výztuže	
1.	Předpínací výztuž 1. fáze - 5. a 6. pole	1:50, 1:100
2.	Předpínací výztuž 2. fáze - 4. pole	1:25, 1:50
3.	Předpínací výztuž 2. fáze - 7. pole	1:50
4.	Předpínací výztuž 3. fáze - 3. pole	1:50
5.	Předpínací výztuž 3. fáze - 8. pole	1:50
6.	Předpínací výztuž 4. fáze - 2. pole	1:50
7.	Předpínací výztuž 4. fáze - 9. pole	1:50
8.	Předpínací výztuž 5. fáze - 1. pole	1:50
P2.6	Výkres betonářské výztuže 5. pole	1:30, 1:50

### P3. Stavební postup a vizualizace

P3.1	Výkres stavebního postupu	1:200
P3.2	Vizualizace mostu	
1.	Vizualizace mostu – pohledy od opěry 01	
2.	Vizualizace mostu – pohledy od opěry 02	
3.	Vizualizace mostu – letecký pohled od opěry 01	
4.	Vizualizace mostu – letecký pohled od opěry 02	
5.	Vizualizace mostu – letecké pohledy na NK	

### P4. Statický výpočet