



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

NÁVRH SILNIČNÍHO MOSTU

DESIGN OF A ROAD BRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Erik Barkáč

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2020



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

Student	Bc. Erik Barkáč
Název	Návrh silničního mostu
Vedoucí práce	Ing. Josef Panáček
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

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 73 6201 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 doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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

Podrobný statický výpočet nosné konstrukce vybrané studie mostu provedte podle mezních stavů.

Upřednostněte řešení s postupnou výstavbou po jednotlivých polích.

Most můžete oproti podkladům prodloužit na úkor násypu. Překážky pod mostem můžete přesunout.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a studie 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)

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

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Josef Panáček
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Táto diplomová práca sa zaoberá návrhom premostenia na obchvate R48 cez rieku Ostravica. Za týmto účelom boli vypracované tri varianty riešenia nosnej konštrukcie z ktorej bol vybraný variant dodatočne predopnutého komorového nosníku s kolmými stenami. Hlavnou úlohou je posúdiť konštrukciu na postupnú výstavbu, medzný stav použiteľnosti a medzný stav únosnosti. Statický výpočet bol vypracovaný podľa európskych noriem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Komorový most, tda, predpätý betón, železobetón, most, statický výpočet, medzný stav použiteľnosti, medzný stav únosnosti, vizualizácia

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is the design and analysis of a bridge at the R48 bypass over the Ostravica River. For this purpose, three variants of the supporting structure solution were developed from which a variant of additionally prestressed chamber girder with perpendicular walls was selected. The main task is to assess the construction for phased construction. The static calculation was drawn up according to European standards.

KEYWORDS

Girder box bridge, tda, prestressed concrete, reinforced concrete, bridge, static calculation, serviceability limit state, ultimate limit state, visualisation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Erik Barkáč *Návrh silničního mostu*. Brno, 2020. 33s., 279s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Návrh silničního mostu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Erik Barkáč
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Návrh silničního mostu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Erik Barkáč

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Týmto by som sa chcel poďakovať vedúcemu diplomovej práce Ing. Josefovi Panáčkovi, za jeho odborné vedenie a cenné pripomienky v priebehu spracovania tejto diplomovej práce.

Ďalej by som chcel poďakovať svojej rodine, Ľubošovi Haluškovi za neutíchajúcu podporu počas štúdia a Tomášovi Novotnému za jeho vecné pripomienky počas spracovania tejto diplomovej práce.

OBSAH

ÚVOD	11
1 VSTUPNÉ PARAMETRE VYBRANEJ NOSNEJ KONŠTRUKCIE.....	12
1.1 Identifikačné údaje	12
1.2 Základné parametre mostu a nosnej konštrukcie.....	13
2 MOST A JEHO UMIESTNENIE	14
2.1 Šírkové usporiadanie na moste.....	14
2.2 Údaje o križujúcej prekážke	15
2.3 Územné podmienky	15
2.4 Geotechnické podmienky	15
3 VARIANTY RIEŠENIA.....	16
3.1 Variant A	16
3.2 Variant B	17
3.3 Variant C	18
4 TECHNICKÉ RIEŠENIA	19
4.1 Popis konštrukcie mostu.....	19
4.1.1 Zemné práce	19
4.1.2 Založenie	19
4.1.3 Spodná stavba.....	20
4.1.4 Nosná konštrukcia	22
4.1.5 Ložiska	22
4.1.6 Mostný záver.....	22
4.1.7 Vozovka	23
4.1.8 Rímsy	23
4.1.9 Odvodnenie	24
4.1.10 Zvodidlá	24
4.1.11 Zábradlie	24

4.1.12	Schodisko	25
4.1.13	Značenie	25
5	POŽIADAVKY NA MATERIÁL	26
5.1	Betón.....	26
5.2	Výstuž.....	26
5.2.1	Betonárska výstuž	26
5.2.2	Predpínacia výstuž	26
6	VÝSTAVBA NOSNEJ KONŠTRUKCIE.....	27
6.1	Postup výstavby nosnej konštrukcie.....	27
7	STATICKE POSÚDENIE	28
7.1	Pozdĺžny smer	28
7.2	Priečny smer	29
8	BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI	30
	ZÁVER	31
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	32
	Literatúra	32
	Internet	32
	Normy	32
	ZOZNAM PRÍLOH	33

ÚVOD

Táto diplomová práca sa zaoberá návrhom premostenia na obchvate R 48 cez rieku Ostravica. Za týmto účelom boli vypracované tri varianty riešenia nosnej konštrukcie z ktorej bol vybraná variant dodatočne predopnutého komorového nosníku s kolmými stenami. Hlavnou úlohou je posúdiť konštrukciu na fázovanú výstavbu, medzný stav použiteľnosti a únosnosti.

1 VSTUPNÉ PARAMETRE VYBRANEJ NOSNEJ KONŠTRUKCIE

1.1 Identifikačné údaje

Stavba:	R 48 Frýdek-Místek, obchvat
ISPROFIN:	327 126 7018
Názov objektu:	Most cez Ostravic v km 4,080
Katastrálne územie	Místek
Okres:	Frýdek-Místek
Kraj:	Moravskoslezský
Objednávateľ:	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 56 145 05 Praha 4
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, Správa Ostrava Mojmírovců 5,709 81 Ostrava Trocnovská 794/9, 702 00 Ostrava, IČO 646 16 886
Uvažovaný správca mostu:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, Správa Ostrava
Projektant:	Bc. Erik Barkáč Pivovarská 420/67 Ilava 01901
Pozemná komunikácia:	R 28,5/120
Premosťovaná prekážka:	Cesta I/48 (SO 101)
Staničenie:	km 3,973
Uhol kríženia:	100,000g
Premosťovaná prekážka:	rieka Ostravice I/48 (SO 101)
Staničenie:	km 4,101

Uhol kríženia:	79,654g
Premosťovaná prekážka:	Lesná cesta I/48 (SO 101)
Staničenie:	km 4,187
Uhol kríženia:	83,377g

1.2 Základné parametre mostu a nosnej konštrukcie.

Dĺžka mostu:	285,00m
Dĺžka nosnej konštrukcie:	273,60m
Dĺžka premostenia:	270,00m
Rozpätie polí:	39,00 + 7x 48,00 + 39,00m
Šikmosť mostu:	v oblúku R = 2100m
Výška mostu nad terénom:	11,91m
Celková šírka mostu:	28,50m
Šírka nosnej konštrukcie:	28,00m
Voľná šírka mostu:	2 x 11,25m
Šírka núdzového chodníka:	2x 0,75m
Zaťaženie mostu:	pozemná komunikácia 1. skupiny podľa ČSN EN 1991-2

2 MOST A JEHO UMIESTNENIE

Prevádzanou komunikáciou je rýchlostná cesta R48. Komunikácia je vedená po mostnej konštrukcii vo smerovom oblúku s polomerom $R = 2100$ m. Pozdĺžny sklon je po celej dĺžke 0,68%. Priečny sklon vozovky na pravom i ľavom moste je jednostranný pravý 3,0%.

2.1 Šírkové usporiadanie na moste

Šírka medzi vnútornými okrajmi ríms

Spevnená časť nezp. krajnice	0,50	m
prídavný pruh	2,50	m
vodiace prúžok	0,25	m
jazdné pruhy	2 x 3,50	m
vodiace prúžok	0,50	m
spevnená časť nezp. krajnice	0,50	m
Celkom	11,25	m

Šírka mostu

vonkajšie rímsa na ľavom moste	1,50	m
šírka medzi vonkajšími zvodidlami ľavého mosta	11,25	m
vnútorná rímsa na ľavom moste	0,80	m
zrkadlo medzi vnútornými rímsami	1,4	m
vnútorná rímsa na pravom moste	0,80	m
šírka medzi vonkajším zvodidlom pravého mosta a vonkajším okrajom strednej rímsy	11,25	m
vonkajšie rímsa na pravom moste	1,50	m
Celkom	28,5	m

2.2 Údaje o križujúcej prekážke

Prekážku tvorí inundácia rieky Ostravice. Hladina Q 100 prechádza cca 7,50 m pod nosnou konštrukciou mosta. Ďalšími prekážkami sú miestne komunikácie v mostnom otvore prvého poľa a lesná cesta v otvore posledného poľa mosta.

2.3 Územné podmienky

Mostný objekt prekračuje záplavové územie rieky Ostravice. Miestom navrhovaného mosta prechádza vzdušné vedenie 22 kV, ktoré bude preložené v rámci objektu SO 409. Spôsob výstavby spodnej stavby a navrhnuté založenie na pilótach a opevnenia brehov rieky vychádza z požiadaviek správcu toku Povodie Odry. Hlbinné založenie je navrhnuté pre prípad zmeny koryta rieky vplyvom povodňových prietokov.

2.4 Geotechnické podmienky

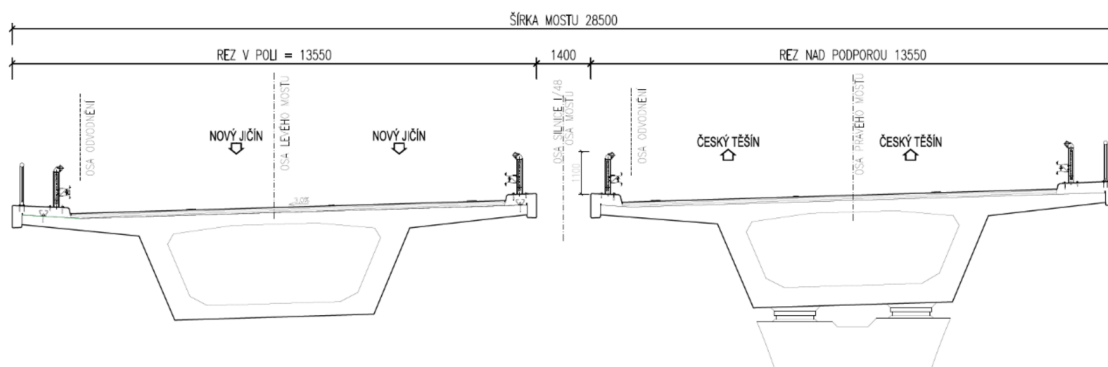
Pre potreby opisu IG a HG pomerov lokality a stanovenie príslušných geotechnických charakteristík uvažovaných zemín/hornín boli využité závery doplnkové etapy GTP (v predchádzajúcich etapách tu sondážne práce vykonané neboli). Konkrétne sa jednalo o päť vrtoch J1002 až J1006 hl. 8 a 12 m.

Pod nevýraznú vrstvu ornice sa nachádzajú stredne uľahnuté štrky zle zrnené G2 GP o mocnosti 2,2 až 3,1 m, ktorý pri báze prechádza do tuhého až mäkkého štrkovitého ílu F2 CG.

Predkvartérne súvrstvia sú od hĺbky 2,6 až 3,2 m pod pôvodným terénom budované paleogennými ílovcami v rôznom stupni zvetrania. Doplňujúce GTP klasifikoval vo vrtoch J1005 a J1006 ílovce zvrchu rozložené na tuhý až pevný íl/íl piesčitý (R6 - F8 CH, F4 CS), mocnosť vrstvy 0,6 až 1,2 m. Nižšie sú ílovce silne zvetrané tr. R5, opísané ako pevný íl strednej plasticity. V ostatných vrtoch vrstva úplne zvetraných ílovcov chýba, paleogén je v celej svojej mocnosti opísaný ako silne zvetraný ílovec tr. R5 charakteru pevného až polotvrdého ílu vysoké plasticity, pri vrte J1004 s vložkou ílovce mierne zvetraného tr. R5 - R4 (hl. 5,0 až 7,7 m).

3 VARIANTY RIEŠENIA

3.1 Variant A



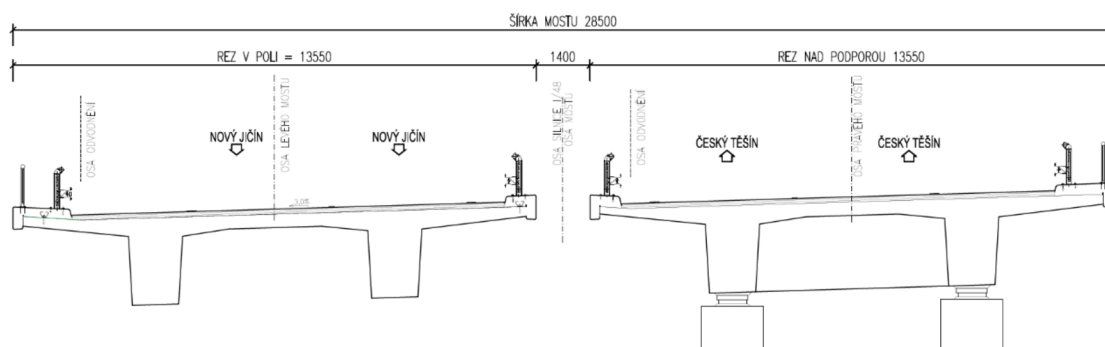
Obr. 1- Variant A

Prvý variant premostenia cestnej komunikácie je navrhnutý ako dodatočne predopnutý komorový nosník so šikmými stenami a s nábehmi. Komorový most má 5 polí $45,00 + 3 \times 54,00 + 45,00$. Celková dĺžka premostenia činí 252,00 m. Výška komorového nosníku je po celej dĺžke konštantná 2,7 m. Povrch hornej dosky je vyspádovaný v sklone vozovky. Káble sú koncipované ako súdržné a sú vedené v stenách komorového nosníku. Z dôvodu dobre prístupného terénu výstavba prebehne na pevnej skruži postupnou výstavbou.

Veľkou výhodou je, že každý smer dopravného prúdu je prevedený po vlastnej mostnej konštrukcii. V prípade havárie jednej mostnej konštrukcie bude doprava prevedená po konštrukcii druhej. Komorový nosník je výhodný svojou dobrou torznou stabilitou a je vhodný aj na väčšie rozpätia mostných konštrukcií.

Viz	P.1.4 VARIANT A – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
	P.1.5 VARIANT A – PRIEČNY REZ	M 1:50

3.2 Variant B



Obr. 2- Variant B

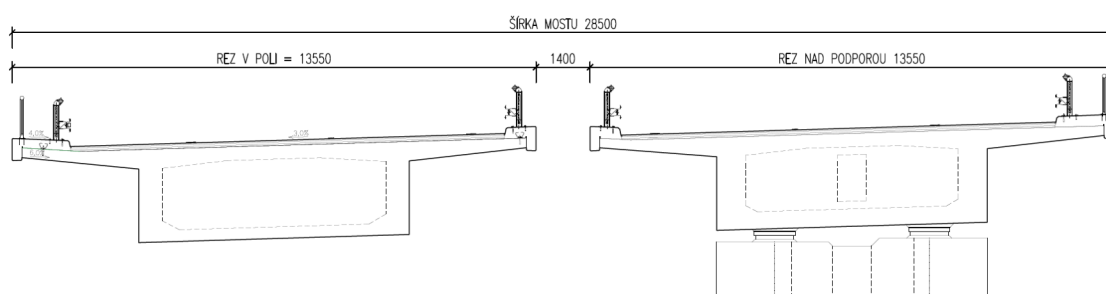
Druhou variantou premostenia je dvojtrámový nosník zložený zo 7 polí s rozpätí polí $33,00 + 5 \times 42,00 + 33,00$ m. Celková dĺžka premostenia je 276,00 m. Nosnú konštrukciu tvorí dvojtrám o výške 2,25 m. Horná doska bude sklopená do priečného sklonu vozovky. Kably sú koncipované ako súdržné a sú vedené v trámoch. Betonáž bude prebiehať na pevnej skruži postupnou výstavbou.

Dvojtrám do 45 m sa javí ako ekonomicky veľmi výhodné riešenie, ďalšou výhodou je jednoduchá geometria prierezu a s tým spojená jednoduchá realizácia nosnej konštrukcie. Veľkou výhodou je, že každý smer dopravného prúdu je prevedený po vlastnej mostnej konštrukcii. V prípade havárie jednej mostnej konštrukcie bude doprava prevedená po konštrukcii druhej.

Nevýhoda tejto konštrukcie je to, že často býva zhotovená na štyroch stĺpoch v priečnom reze podpery aj tam, kde sa to javí ako nevhodné. Takto navrhnutý most môže krajinu znehodnotiť neprehľadným lesom stojok, preto bol tento variant veľmi nevhodný.

Viz	P.1.6 VARIANT B – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
	P.1.7 VARIANT B – PRIEČNY REZ	M 1:50

3.3 Variant C



Obr. 3- Variant C

Tretím a posledným variantom je dodatočne predopnutý komorový nosník s kolnými stenami a nábehmi. Komorový most má 6 polí $39,00 + 4 \times 48,00 + 48,00$ m. Celková dĺžka premostenia činí 270,00 m. Výška komorového nosníku je po celej dĺžke konštantná 2,4 m. Povrch hornej dosky je vyspádovaný v sklone vozovky. Káble sú koncipované ako súdržné a sú vedené v stenách komorového nosníku. Z dôvodu dobre prístupného terénu výstavba prebehne na pevnej skruži.

Výhodou tejto varianty je, že pekne zapadla do členitosti krajiny a premostovaných prekážok. Svojím tvarom nám ponúka jednoduchší statický návrh ako komora so šikmými stenami a preto pre podrobnejšie spracovanie bola zvolená práve tento variant.

Viz	P.1.8 VARIANT C – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
	P.1.9 VARIANT C – PRIEČNY REZ	M 1:50

4 TECHNICKÉ RIEŠENIA

4.1 Popis konštrukcie mostu

4.1.1 Zemné práce

Na celom území bude sňatá humózna vrstva v minimálnej hrúbke 0,15 m. Zemina bude skladovaná na mezideponii a po dokončení stavebných prác bude použitá na spätné ohumusovanie priľahlých plôch.

Zemina v priestore stavebnej jamy podpier a pilót sa bude odťazovať postupne po úroveň pilótovacej roviny a po navrtanie pilot po úroveň základovej škáry. Dno pilótovacej roviny sa nachádza nad úrovňou podzemnej vody, jeho rozmery sú volené tak, aby bol zaistený manipulačný priestor pre vrtnú súpravu pilot. Prístup do stavebnej jamy je zaistený pomocou nájazdové rampy s pozdĺžnym sklonom max. 20%.

V rohu základovej škáry na strane priľahlej ku koryte rieky bude zabudovaná oceľová skruž priemere 1,0 m (v prípade nutnosti bude umiestnených viac skruží) a bude odčerpávaná prípadná spodná voda tak, aby nedošlo k zaplavovaniu stavebnej jamy.

Všetky vzniknuté stavebné jamy budú spätne zasypávané vhodným materiálom a hutnené po vrstvách max. 300 mm. Vhodnosť zemín do zásypov je určená podľa ČSN 73 6244 a ČSN 73 6133.

4.1.2 Založenie

Návrh založenie mosta vyplýva zo zložitosti mostnej konštrukcie a možnosťou zmeny toku rieky Ostravice v priebehu povodní. Z tohoto dôvodu bude most založený na skupine vrtaných veľkopriemerových pilót (priemer pilóty 1,2 m). Piloty budú vykonané z pilótovacej roviny hluchým vrtaním (dĺžka cca 4,0 m) cez dočasnú šablónu podkladového betónu hr. min. 0,15 m. Na jeden základ bude vrtané 3 pilóty v dvoch radoch (3-3).

Po zriadení pilot a odkrytí základovej škáry budú hlavy pilot vybúrané po úroveň základovej škáry.

Pilóty budú vykonané z betónu triedy C30/37 - XA1, vystužené betonárskou výstužou B 550B.

Základová päťka bude vykonaná výšky 1,50 m na vrstve podkladového betónu tl. 0,15 m. Šírka základové päťky pod oporou 1 a 7 je 2,6 m. Šírka päťky pod pilierom 2 a 6 je 4,0 m dĺžky 10 m.

Pätky budú vykonané z betónu triedy C30/37 - XC3, XD1, XF2, vystužené betonárskou výstužou B 550B.

4.1.3 Spodná stavba

4.1.3.1 Opory

Opory 1 a 7 sú navrhnuté š. 2,6 m a dl. 28,3 m. Opora č. 1 je vysoká 2,25 m opora č. 2 je vysoká 2,2 m. Úložné prahy opôr sú vyspádované 4% smerom k závernému múriku hr. 0,7 m. Opory budú vykonané z betónu triedy C30/37 - XC3, XD1, XF2, vystužené betonárskou výstužou B 550B.

4.1.3.2 Podpery

Pre pole je navrhnuté celkom 5 ks pilierov hr. 2 m, dĺžkou 7 m a premennú výškou 9,38 m z betónu triedy C30/37 - XC3, XD1, XF2, vystužené betonárska výstuž B 550B.

4.1.3.3 Krídla

Mostné krídla sa vykonajú ako zavesené o dĺžke 5,7 m a budú spolupôsobiť s jednou radou pilót u OP1 a OP7 ako priestorová krabica. Spodná hrana kopíruje sklon priľahlého svahu 1: 1,5, krídla budú umiestnená min. 0,8 m pod úrovňou terénu. Hrúbka krídel je zhodne 0,75 m. Krídla budú vykonaná z betónu zhodného s betónom nosnej konštrukcie.

4.1.3.4 Izolácia a ochrana spodnej stavby

Povrch spodnej stavby bude izolovaný podľa TP 124 proti zemnej vlhkosti a stekajúcej vode pomocou NAIP hr. 5 mm s ochrannou geotextíliou (min. 600 g/m²) v súlade s ČSN 73 6244.

Povrch rovnobežných krídel v mieste styku s okolitým terénom (lícna strana) bude opatrený ALP + 2xALN. Pracovné škáry sú riešené podľa detailu vo VL-4 (208,03) s pretiahnutím NAIP danej šírky a ochrannú izolácie.

4.1.3.5 Odvodnenie rubu opier

Rub opôr bude odvodnenia pomocou potrubné rubovej drenáže DN 150 mm, ktorá bude uložená na podkladový betón triedy C12/15-X0 v minimálnej šírke 300 mm. Výška podkladového betónu je premenná, potrubné drenáž bude vykonaná vo strechovitý sklone s pozdĺžnym sklonom 3,0% smerom od osi mosta. Na podkladový betón bude pretiahnutá časť rubovej izolácie proti stekajúcej vode spodnej stavby vrátane jej ochrany z geotextílie. Tu bude takisto zakončená tesniace fólie (podľa ČSN 73 6244) zasypu za operami. Tá bude položená na vrstvu preťažené izolácie. Detail podľa VL-4 (204.01a).

Trúbná drenáž je vedená pod zavesenými mostnými krídlami, bude ústiť do koryta rieky. Trúbný profil bude obsypaný medzerovitým betónom.

4.1.3.6 Prechodová oblasť

Prechodová oblasť je navrhnutá podľa VL-4 s prechodovou doskou z betónu triedy C30 / 37-XF2, XD1 vystuženého betonárskou výstužou B500 B. Doska bude uložená na krátke konzoly. Spojenie s doskou je zabezpečené predpripravenými zabetónovanými kotviacimi trňami z hladkej ocele priemeru 25 mm.

Doska bude hr. 250 mm uložená v pozdĺžnom sklone 10,0%, priečny sklon dosky kopíruje priečny sklon úložnej plochy konzoly 3,5% (zhodný s priečnym sklonom mostovky). Doska bude uložená na šablónu z podkladového betónu triedy C12/15-X0 hr. 100 mm.

V mieste styku prechodové dosky a rube nosnej konštrukcie sa vykoná zdvojenie celoplošné izolácie vrstvou NAIP s minimálnou prietťažnosťou 30%. Izolácia mostovky z NAIP bude pretiahnutá cez hranu nosnej konštrukcie a vytiahnutá na povrch prechodovej dosky do vzdialenosti minimálne 1000 mm od líca nosnej konštrukcie. Horný povrch prechodové dosky bude opatrený penetračným náterom, v mieste bez izolácie asfaltovými pásmi sa vykonanie izolácie zhodne s izoláciou spodnej stavby (ALP + 2ALN).

Konce vonkajšej strany prechodových dosiek budú opatrené pružnou vložkou z EPS hr. 50 mm po celej hrúbke dosky. Pre zamedzenie porúch vozovkového súvrstvia bude pod obrusnú vrstvu vozovky umiestnená ťahová vložka - dvojsová geomreža. Geomreža bude pretiahnutá cez styk prechodové dosky a rámovej stojky o kotevnú dĺžku min. 1,0 m, cez celú dĺžku prechodové dosky a 5,37 m za vonkajšiu hranu prechodové dosky. Celková dĺžka geomreže bude min. 6,37 m.

4.1.3.7 Úprava pod mostom

Kamenná dlažba bude v hr. 0,30 m do betónového lôžka hr. 0,10-0,15 m z betónu. Lôžko dlažby je navrhnuté C16/20nXF1 so sklonom nad 10% alebo C20/25nXF3 so sklonom do 10% s vyškárovaním z malty cementovej M25 XF4. Kamennú dlažbou budú podľa rokovania opevnené svahové kužele vytiahnutím min. 1,5 m od vonkajších bokov opôr. Kamennú dlažbou do betónu bude vykonané rampové napojenie ríms na krajnice, revízne schodisko aj sklzy. Kraje rampových napojenie budú lemované u strany prilahlej ku

vozovke betónovými obrubníkmi ABO 150x1000x250, ostatné hrany budú lemované vhodnými betónovými obrubníkmi.

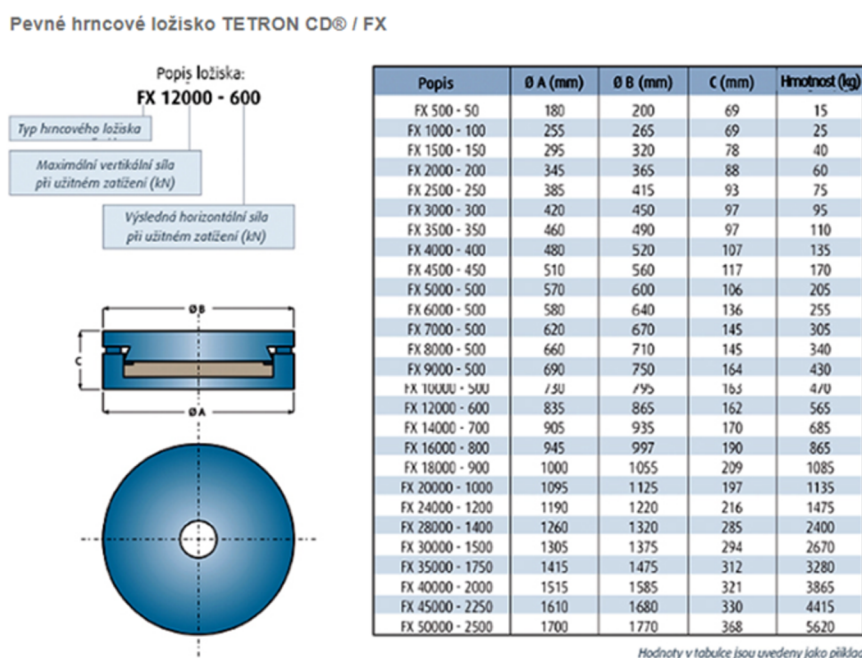
Lemy svahových kužeľov a všetky plochy spevnené kamennou dlažbou do betónu pod mostom budú olemované stabilizačným betónovým prahom šírky 0,4 m, výšky 0,8 m. Betónové stabilizačný prahy budú z betónu C25/30-XF2.

4.1.4 Nosná konštrukcia

Nosnú konštrukciu tvorí dodatočne predopnutý komorový nosník s kolmými stenami a nábehmi. Nosná konštrukcia bude z betónu C35/45 – XC4, XD3, XF4

4.1.5 Ložiska

Mostná konštrukcia je uložená na dvojiciach ložisiek od firmy Freyssinet.



Obr. 4- Ložisko od firmy Freyssinet [1]

4.1.6 Mostný záver

No oboch koncoch mostnej konštrukcie sú navrhnuté hrebeňové závery, ktoré budú umiestnené vo vreckách medzi nosnou konštrukciou a záverným múrikom.

4.1.7 Vozovka

Navrhnutá skladba vozovky

-Asfaltový betón ČSN EN 13108-1: 2007	ACO11 +	hr. 40 mm
-Spojovacie postrek 0,5kg / m ² / PSE		
-Asfaltový betón ČSN EN 13108-1: 2007	ACL16 +	hr. 50 mm
-Ochrana izolácie z liateho asfaltu	LA	hr. 35 mm
-Celoplošná izolácie z modifikovaných NAIP podľa ČSN 73 6242		hr. 5 mm
Celková hrúbka vozovky		hr. 130 mm

4.1.8 Rímsy

Na moste budú zriadené rímsy z monolitického betónu C30/37-XF4, XD3, XC4 a vystužené 10 505 (R), B 500B. Šírka pravej rímsy je 0,8 m, šírka ľavej rímsy je 1,5 m. Šírka odkvapového nosa oboch ríms je 250 mm, výška potom 600 mm. Sklon povrchu rímsy je smerom k vozovke 4,0%. Výška hrany priľahlej ku vozovke je 170 mm, hrana je neprejazdná a je naklonená v sklone 5:1. Vnútoraná hrana, priľahlá ku vozovke, bude skosená 30/30 mm, ostatné hrany budú skosené 20/20 mm. Skosenie bude vykonané vložím lišty do debnenia. Rímsy budú opatrené ochranným náterom S4 na vrchnej a bočnej hrane podľa TP 31.

Rímsy budú kotvené do konštrukcie dosky a do konštrukcie mostných krídiel pomocou kotiev vlepých do vrtu priemerom 28 mm, minimálna dĺžka vrtu je 220 mm. Kotvy budú rozmiestnené po cca 1,00 m.

Rímsy budú po dĺžke delené na dilatačné celky (dĺžka dilatačného celku je max. 12,0 m). Dilatačná špára bude vykonaná na hornom a vnútornom povrchu bez skosenia, na vonkajšej strane sa skosením 15/15 mm, dilatácia bude tvorená penovým alebo extrudovaným polystyrénom hr. max. 20 mm, opatrená predtšňím, penetračným náterom a utesená tesniacim elastickým tmelom.

Izolácia rímsy bude dotiahnutá ku hrane nosnej konštrukcie a ukončená bentonitovým pásikom.

Úprava škár je navrhnutá tesnením zálievkovú hmotou z modifikovaného asfaltu s dlhodobou funkciou a trvalú súdržnosťou, ktoré sú zlučiteľné so všetkými izolačnými systémami a materiály v ich styku. Kvalitatívne požiadavky na zálievkovej hmoty sú

stanovené v ČSN EN 14188-1 s tým, že tesnenie sa použije zálievka za horúca typu N2 a pre exponované škáry N1. Zásady sú navrhnuté v ČSN 73 6242

a to kapitole 7.

Povrchová úprava ríms podľa TKP (kapitola 18):

4.1.9 Odvodnenie

Odvodnenie mostnej konštrukcie je zaistené pozdĺžnym a priečnym sklonom konštrukcie. Pre odvod povrchových vôd budú na moste umiestnené dva odvodňovače s mrežou 500x300 mm a s návrhovým zaťažením D400. Odvodňovače budú zvedené do pozdĺžneho zvodu DN250, ktorý bude zavesený pod mostnou konštrukciou a zvedený u piliera na existujúci terén.

Odvodňovače nebudú vybavené lapačmi splavenín.

Celoplošná izolácia je odvodnená pomocou trubičiek z nerezovej ocele. Trubičky budú umiestnené v osi odvodneniu v úžľabí a vyvedené do podhľadu nosnej konštrukcie. Priemer odkvapové rúry odvodňovacích trubičiek je DN50. Rúra bude vyvedená minimálne 120 mm pod podhľad nosnej konštrukcie, zakončenie bude zrezanie pod uhlom 15°. Priestor v prestupu dosky bude utesnený trvale pružným tmelom s predtšňením.

4.1.10 Zvodidlá

Na mosta budú osadené na oboch stranách zábradlia cestné zvodidlá ZSNH4/H2. Zvodidlá budú kotvené mechanicky do konštrukcie rímsy cez pätnú dosku, stĺpiky po 2 metroch. V predmostí bude cestné zvodidlo plynulo prechádzať na jednostranné cestné zvodidlo s úrovňou zadržania H1 a bude ukončené podľa miestnych podmienok nábehovým dlhými klíny, zaoblením, alebo bude pokračovať ako zvodidlo komunikácie. Kotvenie zvodidiel je detailne popísané v TP 63.

4.1.11 Zábradlie

Na vonkajšom okraji ľavej rímsy bude osadené nové oceľové celozvárané zábradlia so zvislou výplňou výšky 1,1 m podľa TP 186 - Zábradlie na pozemných komunikáciách. PKO bude navrhnutá a doložená dodávateľom podľa TKP 19 - Časť B.

4.1.12 Schodisko

Na moste po pravej strane na levom brehu a na ľavej strane na pravom brehu bude vykonané revízne schodisko. Schodiska budú vykonané v šírke 750 mm, na vonkajšej strane bude osadený betónový chodníkový obrubník š. 100 mm. Pravobrežné aj ľavobrežné schodisko bude vykonané zo stupňov šírky 290 mm, výška jedného stupňa je 180 mm, schodiskové stupne budú vykonané z betónovej dlažby a plynule sa v poslednom stupni budú napájať na lavičku lemujúce opory.

4.1.13 Značenie

Na moste budú osadené nové tabuľky s evidenčným číslom mosta pripevnenie k stĺpikom konštrukcie zvodidiel. Usporiadanie tabuliek s evidenčným číslom mosta je podľa ČSN 73 6220 - Zaťažiteľnosť a evidencia mostov pozemných komunikácií. Vlastná konštrukcia vrátane ich upevnenia je z nehrdzavejúcej ocele. Veľkosť tabuľky je 500x120 mm. Evidenčné číslo sa vyznačí bielou farbou na čiernom bielo orámovanom podklade technickým písmom s výškou 60 mm podľa ČSN 01 0451.

Tabuľa s evidenčným číslom mosta bude doplnená zvislým dopravným značením IS15a o štandardnej veľkosti 700x330 mm s retro reflexívnou fóliou RA2, tabule označuje názov vodného toku - Ostravice.

Na povrchu vozovky bude vykonané vodorovné dopravné značenie vodiaceho prúžku pozdĺžnou vodiacou čiarou V4 hr. 0,125 m a 0,250 m neprerušovane.

Most bude vybavený letopočtom s dokončením výstavby. Rok bude aktualizovaný podľa roku dokončenia stavby. Letopočet bude vykonaný vlysom do konštrukcie opory alebo rímsy (podľa možnosti alebo podľa uloženia výstuže).

5 POŽIADAVKY NA MATERIÁL

5.1 Betón

Pre jednotlivé časti konštrukcie mostného objektu boli navrhnuté triedy betónu so stupňom odolnosti proti agresivite prostredia.

KONSTRUKČNÉ BETÓNY:

Základy	C25/30 XC4 XD1 XF2
Monolitický železobetónový pilier	C30/37 XC4 XD2 XF2
Opery a krídla	C30/37 XC4 XD1 XF2
Nosná konštrukcia	C35/45 XC4 XD1 XF4
Rímsy	C30/37 XC4 XD3 XF4
Obslužné schodisko	C30/37 XC4 XD3 XF4

OSTATNÉ BETÓNY:

Podkladný betón a medzerovitý betón	C12/15 X0
Medzerovitý betón v prechodovej oblasti	C12/15 X0
Podklad pod spevnenie kameňom a sklzy	C16/20n XF1

5.2 Výstuž

5.2.1 Betonárska výstuž

Vo všetkých častiach mostu bude použitá betonárska výstuž **B 550B**. U jednotlivých prvkov sa s krytím výstuže uvažuje tak aby boli dodržané požiadavky na odolnosť proti agresivite prostredia.

5.2.2 Predpínacia výstuž

V mostnej konštrukcii je uvažované so súdržnými predpínacími káblami Y – 1770 S7-15,3 – A. Celkový počet káblov je 12 po 19 lán.

6 VÝSTAVBA NOSNEJ KONŠTRUKCIE

6.1 Postup výstavby nosnej konštrukcie

Postupná výstavba bude prebiehať na pevnej skruži v smere staničenia od opery O1 k opere O7. Pole nebude odskružené až pokiaľ nebude predopnutý plný počet káblov. Pri takomto type výstavby budeme potrebovať 2 pevné skruže o rozpätí 48m.

Po vybetónovaní poľa č. 1 dôjde k predopnutiu 50% káblov a po ďalšej fáze, ktorej sa vybetónuje pole č. 2 dôjde k predopnutiu zostávajúcich 50% káblov v poli č.1. Tento proces prebehne za podskruženia oboch polí a po predopnutí dôjde k demontáži skruže v poli č. 1 a pokračovaniu stavebného procesu smerom k O7.

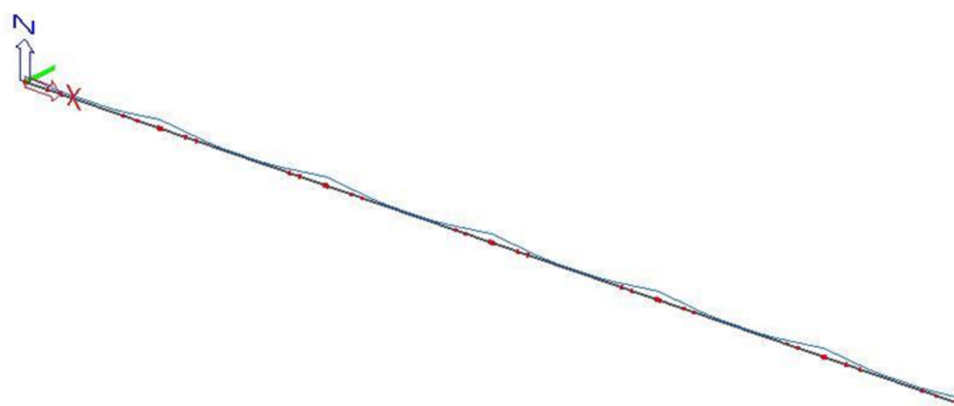
7 STATICKÉ POSÚDENIE

7.1 Pozdĺžny smer

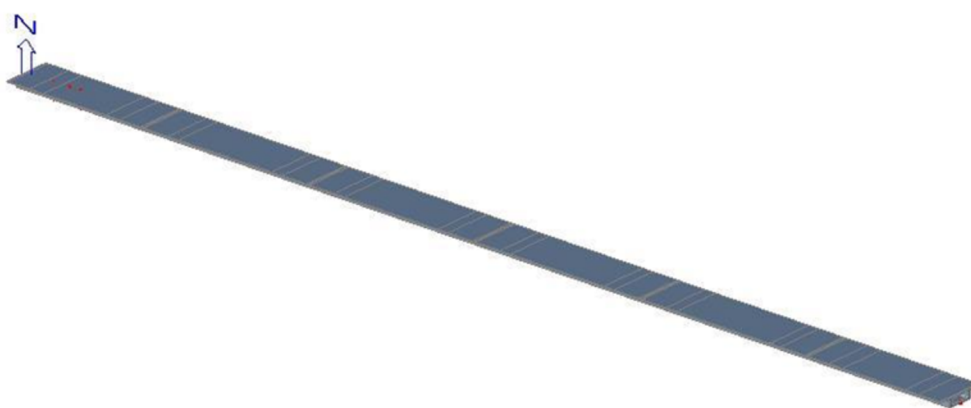
Statická analýza v pozdĺžnom smere je prevedená na dvoch modeloch. Oba modely zohľadňujú zmenu prierezu po dĺžke konštrukcie. Smerové zakrivenie konštrukcie a pozdĺžny sklon je zanedbaný.

Prvý model je prút vytvorený v rovine XYZ, ktorý slúži na vyčíslenie vnútorných síl od zaťaženia, jedná sa najmä o krútiace momenty a pokles podpor.

Druhý model je vytvorený v rovine XZ a je použitý k časovo závislej analýze – TDA a predbežnému návrhu predpätia.



Obr. 5- Prutový model pre analýzu v pozdĺžnom smere



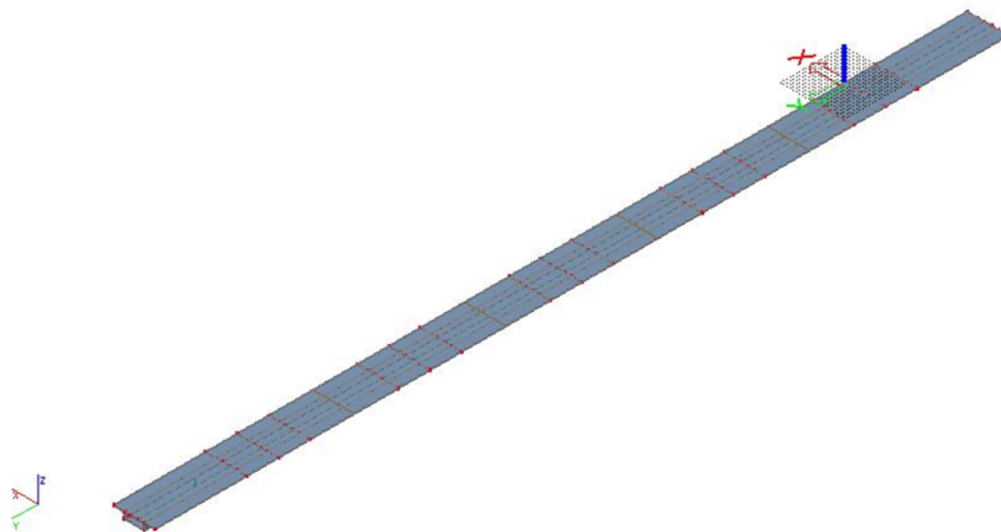
Obr. 6- Prutový model pre analýzu v pozdĺžnom smere



Obr. 7- Uloženie prútové modelu

7.2 Priechny smer

Pre analýzu v priečnom smere bola vytvorená doskostenová konštrukcia.



Obr. 8- Doskostenový model použitý pre analýzu v priečnom smere

Viz P.4 – STATICKÝ VÝPOČET

8 BEZPEČNOST PŘI PRÁCI

Pri realizácii mostných objektov je nutné zoznámenie všetkých zúčastnených osôb s bezpečnostnými zákonmi, vyhláškami, nariadeniami vlády a súvisiacimi právnymi normami v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Základné povinnosti dodávateľa stavebných prác upravuje Zákonník práce v úplnom znení č.262 / 2006 vo svojej hlave "Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci".

ZÁVER

V diplomovej práci boli navrhnuté 3 rôzne varianty premostenia na obchvate R 48 cez rieku Ostravica. Za týmto účelom boli vypracované tri možné riešenia nosnej konštrukcie z ktorej bol vybraný najvhodnejší variant dodatočne predopnutého komorového nosníku s kolmými stenami.

V Brne 10.1.2020

Erik Barkáč

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

Literatúra

- [1] J. Procházka, J. Šmejkal, J.L. Vítek, J. Vašková:
- [2] Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k normám ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2, ČKAIT 2010
- [3] J. Navrátil: Předpjaté betonové konstrukce, CERM 2008
- [4] J. Stráský, R. Nečas, L. Klusáček, J. Panáček:
- [5] Betonové mosty I, opory VUT 2006
- [6] J. Stráský: Betonové mosty, ČKAIT 2006
- [7] IG prieskum ktorý bol súčasťou podkladov

Internet

- [1] Podklady pre ložiska a predpínací systém - <http://www.freyssinet.cz/>
- [2] Prednášky z predmetu BL12 - www.necasradim.cz
- [3] Tabulky k předmětu BL01 - <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/pdf/BL01/Tabulky.pdf>
- [4] Mostné odvodňovače – www.vlcek.cz

Normy

- [1] ČSN 73 6201: Projektování mostních objektů
- [2] ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí
- [3] ČSN EN 1990 A A1: Zásady navrhování konstrukcí
- [4] ČSN EN 1991-1-5: Zatížení teplotou
- [5] ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou
- [6] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady

ZOZNAM PRÍLOH

P.1 Použité podklady a varianty riešenia

P.1.1 VRSTEVNICOVÝ PLÁN ÚZEMIA	M 1:500
P.1.2 POZDĹŽNY REZ ÚZEMÍM	M 1:250
P.1.3 PRIEČNY REZ ZVRŠKOM MOSTU	M 1:50
P.1.4 VARIANT A – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
P.1.5 VARIANT A – PRIEČNY REZ	M 1:50
P.1.6 VARIANT B – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
P.1.7 VARIANT B – PRIEČNY REZ	M 1:50
P.1.8 VARIANT C – POZDĹŽNY REZ	M 1:250
P.1.9 VARIANT C – PRIEČNY REZ	M 1:50

P.2 Výkresy

P.2.1 POZDĹŽNY REZ MOSTOM	M 1:250
P.2.2 PRIEČNY REZ MOSTOM	M 1:50
P.2.3 SITUÁCIA	M 1:250
P.2.4 VÝKRES PREDPÍNACEJ VÝSTUŽE	M 1:100;250
P.2.5 VÝKRES BETONÁRSKEJ VÝSTUŽE	M 1:100;250

P.3 Stavebný postup a vizualizácia

P.3.1 SCHÉMA POSTUPU VÝSTAVBY	M 1:100
P.3.2 VIZUALIZÁCIA POHĽAD 1	
P.3.3 VIZUALIZÁCIA POHĽAD 2	
P.3.4 VIZUALIZÁCIA POHĽAD 3	
P.3.5 VIZUALIZÁCIA POHĽAD 4	
P.3. VIZUALIZÁCIA POHĽAD 5	

P.4 Statický výpočet

P.4 STATICKÝ VÝPOČET	-
----------------------	---