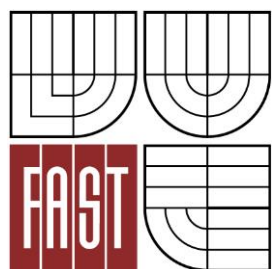




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH MOSTU NA DÁLNICI D1 (JÁNOVCE-JABLOŇOV)

DESIGN OF BRIDGE ON HIGHWAY D1

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAN KOPŘIVA

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. Jan Kopřiva
Název	Návrh mostu na dálnici D1 (Jánovce - Jabloňov)
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.

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.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedete 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.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

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

Abstrakt

Cílem práce je navrhnout most přes údolí na dálnici D1. Délka nosné konstrukce je 170m. Nosná konstrukce je tvořena předpjatým nosníkem o 4 polích. Délka polí je 36+48+48+36m. Konstrukce je vyšetřena v provozních stádiích i ve fázích výstavby dle platných norem.

Klíčová slova

most, nosník, předpjatý beton, beton, 4 pole, dálnice, fáze výstavby, železobeton, ocel, únosnost, použitelnost

Abstract

The purpose of this thesis is to design bridge over the valley on D1 highway. Length of the structure is 170 meters. Main structure is four spans prestressed beam. The length of fields is 36+48+48+36 meters. The structure is examined in all phases of construction, including the operating phase according to valid standards.

Keywords

bridge, beam, prestressed concrete, concrete, four spans, highway, phases of construction, reinforced concrete, steel, bearing capacity, serviceability

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jan Kopřiva *Návrh mostu na dálnici D1 (Jánovce - Jabloňov)*. Brno, 2015. 22 s., 140 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

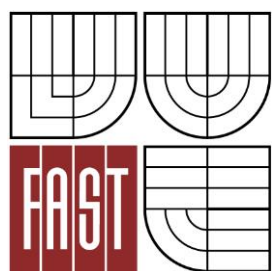
.....
podpis autora
Bc. Jan Kopřiva

Poděkování:

Na tomhle místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce panu doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za cenné rady v průběhu zpracovávání práce a za připomínky, které mě dovedly ke zdárnému dokončení práce.



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

TEXTOVÁ ČÁST

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Jan Kopřiva

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

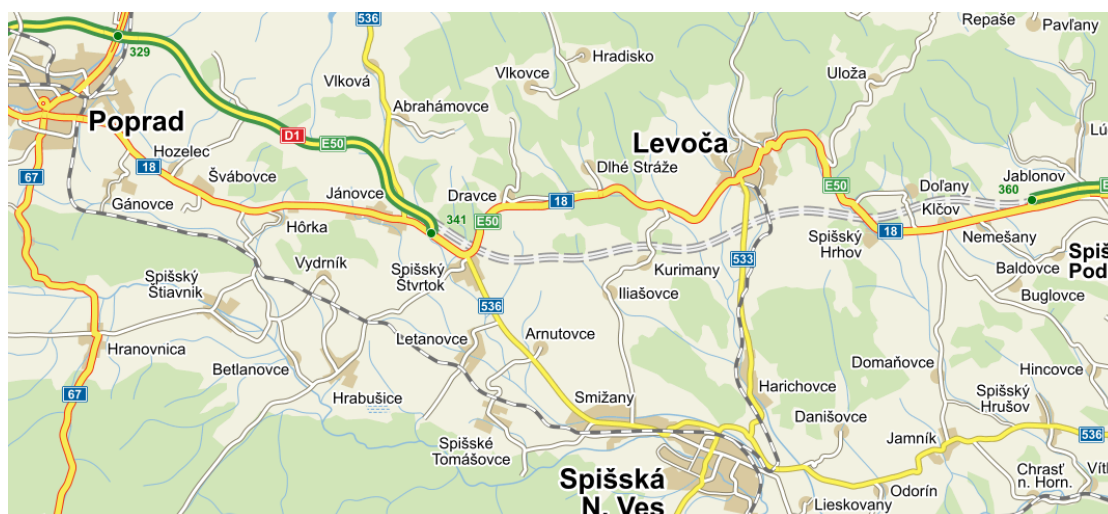
BRNO 2015

1 OBSAH

2	Úvod	10
3	Identifikační údaje mostu	11
3.1	Druh konstrukce	11
3.2	Nosná konstrukce	11
3.3	Šířkové uspořádání vozovky na mostě	12
3.4	Skladba vrstev vozovky	12
4	Varianty řešení	13
4.1	Varianta 1	13
4.1.1	Příčný řez	13
4.1.2	Zhodnocení	13
4.2	Varianta 2	13
4.2.1	Příčný řez	14
4.2.2	Zhodnocení	14
4.3	Varianta 3	14
4.3.1	Příčný řez	14
4.3.2	Zhodnocení	15
5	Technická zpráva.....	15
5.1	Charakteristika území stavby	15
5.1.1	Zhodnocení staveniště.....	15
5.1.2	Geologické poměry.....	15
5.2	Stavebně technické řešení stavby	16
5.2.1	Podélné uspořádání.....	16
5.2.2	Tvar příčného řezu	16
5.2.3	Statické řešení.....	16
5.2.4	Mostní vybavení	17
5.2.5	Odvodnění konstrukce.....	18
6	Seznam použitých zdrojů.....	19
7	Seznam použitých zkratk a symbolů	20
8	Seznam obrázků.....	21
9	Seznam příloh	22

2 Úvod

Úkolem práce je navrhnout most na dálnici D1 na Slovensku. Stavba dálnice probíhá v několika etapách, mostní objekt se nachází na navrhnutém úseku, mezi obcemi Jánovce a Jablonov, v okrese Levoča. Most je zde navržen z důvodu překonání údolí a přemostění stávající cesty. Pro návrh mostu byly vypracovány 3 varianty.



Obr. 2-1 Mapa okolí stavebního objektu



Obr. 2-2 Satelitní snímek budoucího staveniště

3 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Stavba:	Dálniční most
Typ objektu:	Most
Název objektu:	Statické řešení mostu na dálnici D1
Investor:	Slovenská správa ciest
Kraj:	Prešovský
Okres:	Levoča

3.1 Druh konstrukce

Podle materiálu	Předpjatý železobetonový
Podle druhu dopravy	Dálniční
Podle druhu překážky	Nadjezd
Podle určené doby trvání	Trvalý
Podle možnosti přemísťování	Pevný
Podle geometrie v půdorysu	Šikmý, úhel křížení 79,99°
Podle průběhu trasy na mostě	Most v přímé

3.2 Nosná konstrukce

Typ konstrukce:	Komorový nosník výšky 2,800 m
Typ konstrukce:	spojitá konstrukce o 4 polích
Délka přemostění:	165,600 m
Délka nosné konstrukce:	170,000 m
Délka mostu:	185,600 m
Délka polí:	36+48+48+36 m
Výška nosné konstrukce	2,800 m

Světlá výška nad překážkou	15,090 m
Konstrukční výška	2,800 m
Šířka nosné konstrukce	2 x 13,550 m
Šířka mostu	$2 \times 14,050 + 1,400 = 29,500$ m
Úhel křížení	79,99°

3.3 Šířkové uspořádání vozovky na mostě

Třída komunikace **D 26,5/120**:

Vodící proužek vnitřní	0,750 m
Jízdní pruhy	$2 \times 3,750$ m = 7,500 m
Vodící proužek vnější	0,250 m
Zpevněná krajnice	3,250 m
Celková šířka 1 jízdního pásu	11,750 m
Střední dělicí pás	3,000 m
Celková šířka	$2 \times 11,750 + 3,000 = 26,500$ m

3.4 Skladba vrstev vozovky

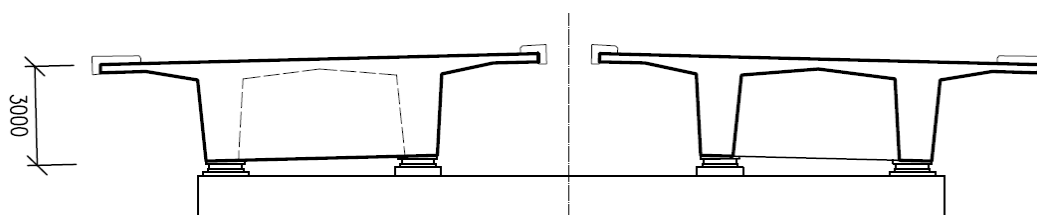
Asfaltový beton ohrusný ACO11+	40 mm
Spojovací postřik	0,3 kg/m ²
Asfaltový beton ložní	60 mm
Spojovací postřik	0,3 kg/m ²
Ochrana izolace	20 mm
Izolace NAIP	10 mm
Celkem	130 mm

4 VARIANTY ŘEŠENÍ

4.1 Varianta 1

Dvoutrámový nosník konstantní výšky 3,000 m

4.1.1 Příčný řez



Obr. 4-1 Varianta 1 - příčný řez

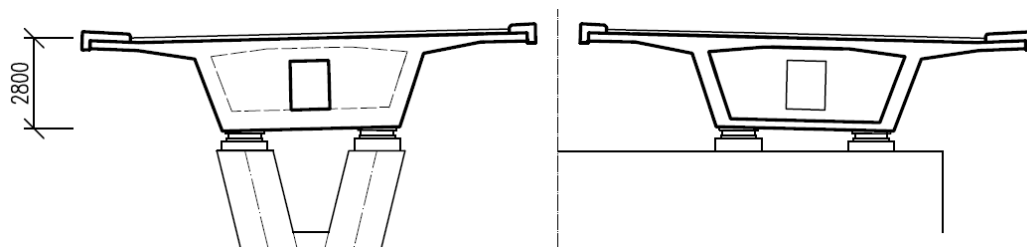
4.1.2 Zhodnocení

Každý jízdní pás je veden na samostatné nosné konstrukci, budou tedy muset být vybudovány 2 spodní stavby, což může působit nevzhledně. V případě poruchy nebo rekonstrukce mostu může být pro převedení dopravy využit druhý jízdní pás. Další výhodou trámového nosníku je jednoduchost bednění. Příčný řez mostu ovšem vykazuje nízkou krouticí tuhost, proto tato varianta nebyla použita.

4.2 Varianta 2

Komorový nosník se šikmými stěnami konstantní výšky s náběhy dolní desky

4.2.1 Příčný řez



Obr. 4-2 Varianta 2 - příčný řez

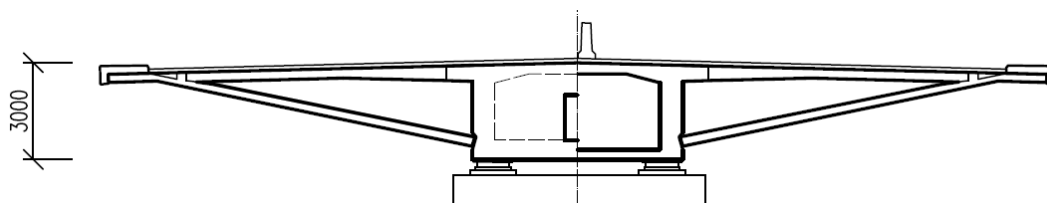
4.2.2 Zhodnocení

Každý jízdní pás je veden na samostatné nosné konstrukci, budou tedy muset být vybudovány 2 spodní stavby. Šikmé stěny zajistí plynulou návaznost nosné konstrukce a spodní stavby, což nepůsobí esteticky tak nevzhledně, jako u dvoutrámové konstrukce. V případě poruchy nebo rekonstrukce mostu může být pro převedení dopravy využit druhý jízdní pás. Komorové nosníky vykazují vysokou tuhost v kroucení. Celkově se tato varianta jeví jako nejvhodnější, proto byla vybrána pro návrh mostu.

4.3 Varianta 3

Jednokomorový nosník s velmi vyloženými konzolami, podepřenými prefabrikovanými vzpěrami

4.3.1 Příčný řez



Obr. 4-3 Varianta 3 - příčný řez

4.3.2 Zhodnocení

Oba jízdní pásy budou vedeny na 1 konstrukci, což zajistí úsporu materiálu jak na nosné konstrukci, tak i na spodní stavbě. Na dané konstrukci vznikají nejvyšší kroutící momenty. Komorová konstrukce páteřního nosníku má ovšem vysokou kroutící tuhost, proto by tyto účinky neměly dělat výrazné problémy. Tahle varianta ovšem neumožňuje převedení dopravy v případě poruchy nebo rekonstrukce. Doprava by tak musela být vedena po okolních komunikacích, které nemají takovou kapacitu, jako dálnice. Došlo by tak ke vzniku výrazných dopravních komplikací, proto tato varianta nebude použita.

5 TECHNICKÁ ZPRÁVA

5.1 Charakteristika území stavby

5.1.1 Zhodnocení staveniště

Přemostěno bude relativně ploché údolí. Výška konstrukce nad terénem se pohybuje v rozmezí 17 – 19 m. Tato skutečnost výrazně komplikuje použití pevných skruží při výstavbě. Konstrukce bude proto betonována po jednotlivých polích na výsuvné skruži.

Překonávané překážky:

Komunikace třídy S7,5/50

km 13,500 000

5.1.2 Geologické poměry

Provedeno bylo celkem 5 vrtů ke zjištění skladby zeminy. Horní vrstvu tvoří jílovité zeminy o mocnosti 1 – 6,5 m. Pod těmito zeminami se nachází únosné skalní horniny třídy R4 – R5. Vzhledem ke stavbě území bude spodní stavba založena na vrtaných pilotách, které zasahují do únosných hornin v podloží. Piloty jsou navrženy $\phi 1200$ mm, délka pilot se liší pod krajními opěrami (25,0 m) a mezipolovými podpěrami (12,0 m).

5.2 Stavebně technické řešení stavby

5.2.1 Podélné uspořádání

V podélném směru se jedná o spojitý nosník o 4 polích, konstrukce je symetrická s délkami jednotlivých polí 36+48+48+36 m. Podélný sklon konstrukce je konstantní 2,6%. V půdoryse se konstrukce nachází v přímé. Nad podporami bude vybudován příčník délky 1,5 m

5.2.2 Tvar příčného řezu

Konstrukci tvoří 2 samostatné mostní konstrukce komorového průřezu se šikmými stěnami. Celá konstrukce má příčný sklon 2,5%. Výška nosníku je po délce konstantní a dosahuje hodnoty 2,800 m. Na dolní desce komory budou vytvořeny náběhy délky 9,5 m od osy uložení. Náběhy se nachází nad podpěrami, jsou symetrické a výška desky se v nich mění z 250 mm (pole) na 600 mm (podpora). Tloušťka stěn je konstantní – 500 mm. Na spodní straně horní desky budou vytvořeny náběhy pro zvýšení tuhosti v místě styku desky se stěnou. Délka vyložení konzoly je 3,235 m

5.2.3 Statické řešení

Statický model:

Pro návrh výztuže a výpočet únosnosti byl vytvořen prutový model pro ověření konstrukce v podélném směru a deskostěnový model pro řešení v příčném směru. Konstrukce je předpřnuta jak soudržnými kabely, vedenými ve stěnách, tak i volnými kabely uvnitř komory.

Použité materiály:

Betonářská ocel: B500B

Předpínací ocel: Y-1860-S7-15,2-A

Beton:

Nosná konstrukce: C35/45 – XC4, XD1, XF2

Spodní stavba: C25/30 – XC3, XA1, XF1

Staničení jednotlivých podpěr:

Opěra 01	km 13,388 000
Podpěra 02	km 13,424 000
Podpěra 03	km 13,472 000
Podpěra 04	km 13,520 000
Opěra 05	km 13,556 000

5.2.4 Mostní vybavení

Mostní římsy:

Mostní římsy byly navrženy monolitické z betonu C25/30. Přesah za nosnou konstrukci je 0,250 m, vnitřní římsy mají šířku 0,800 m, na vnějších římsách budou umístěny nouzové chodníky šířky 0,750 m. Šířka vnějších říms je 1,500 m.

Záchytná zařízení:

Na obou stranách komunikace jsou navržena ocelová svodidla s úrovní zadržení H2. Na krajích vnějších ramp bude ocelové zábradlí výšky 1,100 m.

Ložiska:

Na opěrách 01 a 05 a na podpěrách 02 a 04 bude konstrukce uložena na posuvných hrncových ložiscích (jednosměrné + všesměrné). Podélnému posunu bude zabráněno ložisky na podpěře 03, kde bude instalováno pevné ložisko (pevné + jednosměrně posuvné).

Mostní závěry:

Nad oběma krajními opěrami bude zřízen hřebenový mostní závěr.

Izolace:

Izolace mostovky proti pronikání srážkové vody z komunikace bude provedena pomocí celoplošných natavovacích asfaltových pásů (NAIP).

5.2.5 Odvodnění konstrukce

Povrch komunikace bude odvodněn podélným a příčným sklonem. Osa odvodnění se nachází 1,500 m od vnějších okrajů nosné konstrukce. Podélným sklonem bude voda svedena do vpustí rozmístěných po 40 m a svedena dešťovými svody do podélného odvodňovače, vedeného uvnitř komory. Z tohoto důvodu budou ve stěnách komory vybudovány kruhové prostupy ϕ 150 mm. Vyústění odvodňovačů se nachází u opěry 05. Voda bude svedena mimo nosnou konstrukci. Spodní stavba bude odvodněna pomocí drenážních trubek.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2002
- [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: ČNI, 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-5. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení -Zatížení teplotou*. Praha: ČNI, 2005.
- [4] ČSN EN 1991-2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: ČNI, 2007
- [5] ČSN EN 1992-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006
- [6] ČSN EN 1992-2. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady*. Praha: ČNI, 2007
- [7] STRÁSKÝ, J.: *Betonové mosty*, ČKAIT, Praha, 2001.
- [8] NEČAS, Radim. *Zatížení mostů dle evropských norem (EN)*. Přednáška [online]. Dostupné z: [http://necasradim.cz/BL12/prednasky/TISK02/Zatizenimostu EN.pdf](http://necasradim.cz/BL12/prednasky/TISK02/Zatizenimostu%20EN.pdf)
- [9] Dodatek TP 170. *NAVRHOVÁNÍ VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ: TECHNICKÉ PODMÍNKY*. Praha: Ministerstvo dopravy, odbor silniční infrastruktury, 2010.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

C35/45	Beton s válcovou pevností v tlaku 35 MPa
B500B	Betonářská ocel s mezí kluzu 500 MPa
Y-1860-S7-15,2-A	Předpínací ocel s charakteristickou pevností 1860 MPa
XD1	Stupeň vlivu prostředí
D26,5/120	Dálnice s volnou šířkou 26,5 m a návrhovou rychlostí 120 km/h
ϕ	Průměr prutu výztuže [mm]
R4	Hornina pevnosti 5 – 15 MPa

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 Mapa okolí stavebního objektu.....	10
Obr. 2-2 Satelitní snímek budoucího staveniště	10
Obr. 4-1 Varianta 1 - příčný řez.....	13
Obr. 4-2 Varianta 2 - příčný řez.....	14
Obr. 4-3 Varianta 3 - příčný řez.....	14

9 SEZNAM PŘÍLOH

B1	Použité podklady a varianty řešení
B1.1	Situace
B1.2	Podélný řez a geologické poměry
B1.3	Varianta 1
B1.4	Varianta 2
B1.5	Varianta 3
B2	Výkresová dokumentace
B2.1	Výkresy tvaru
B2.1.1	Půdorys mostu
B2.1.2	Podélný řez
B2.1.3	Příčný řez
B2.2	Výkresy výztuže
B2.2.1	Betonářská výztuž
B2.2.2	Soudržné kabely
B2.2.3	Volné kabely
B3	Stavební postup a vizualizace
B3.1	Postup výstavby
B3.2	Vizualizace
B4	Statický výpočet