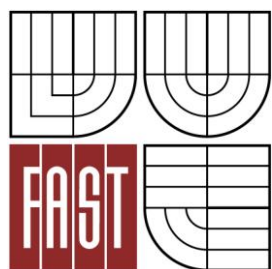




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## NÁVRH ŽELEZOBETONOVÉHO PODCHODU DESIGN OF REINFORCED CONCRETE SUBWAY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN KOPŘIVA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Jan Kopřiva

**Název** Návrh železobetonového podchodu

**Vedoucí bakalářské práce** doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2012

**Datum odevzdání bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

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

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

1. Stavební podklady (půdorys mostu, podélný řez, příčný řez, fotodokumentace mostu)
2. Platné ČSN a EN normy.
3. Vhodné výpočetní programy (např. Nexis, Scia, Ansys apod.)

## **Zásady pro vypracování**

Vypracovat stavební a konstrukční návrh železobetonového podchodu dle předaných rozměrových, materiálových a zatěžovacích parametrů. Provést návrh nosných prvků, včetně založení.

Rozsah bakalářské práce stanoví vedoucí práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) .....

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x), Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

## **Předepsané přílohy**

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

## **Abstrakt**

Cílem práce je navrhnout nosnou konstrukci železobetonového podchodu pod dálnicí. Délka přemostění je 4m. Konstrukce je uvažována jako rám vetknutý do základů. V práci bude navržena horní deska rámu, stěna a základový pás.

## **Klíčová slova**

beton, železobeton, rám, most, podchod, zatížení, návrh, únosnost, použitelnost, založení

## **Abstract**

The purpose of this thesis is to design structure of reinforced concrete subway under the highway. Length of the bridge is 4 meters. The structure is considered as a frame clamped into basis. In this thesis will be designed a slab, wall and the base bend.

## **Keywords**

concrete, reinforced concrete, frame, bridge, subway, load, design, bearing capacity, serviceability, foundation

...

### **Bibliografická citace VŠKP**

KOPŘIVA, Jan. *Návrh železobetonového podchodu*. Brno, 2013. 18 s., 87 s. příl. Bakalářská 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 bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18.5.2013

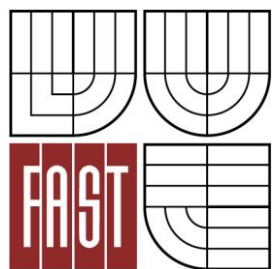
.....  
podpis autora  
Jan Kopřiva

**Poděkování:**

Na tomhle místě bych rád poděkoval vedoucímu mojí 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

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Jan Kopřiva

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2013

# 1 OBSAH

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2     | Úvod .....                              | 10 |
| 3     | Identifikační údaje mostu .....         | 10 |
| 3.1   | Druh konstrukce .....                   | 10 |
| 3.2   | Nosná konstrukce .....                  | 11 |
| 3.3   | Převáděná komunikace .....              | 11 |
| 3.4   | Chodník v podchodu .....                | 11 |
| 4     | Nosná konstrukce .....                  | 12 |
| 4.1   | Použité materiály .....                 | 12 |
| 4.1.1 | Beton C30/37: .....                     | 12 |
| 4.1.2 | Betonářská ocel B500B .....             | 12 |
| 4.2   | Příčel .....                            | 13 |
| 4.3   | Stěna .....                             | 13 |
| 4.4   | Spodní stavba .....                     | 13 |
| 5     | Mostní svršek .....                     | 14 |
| 6     | Odvodnění .....                         | 14 |
| 7     | Závěr .....                             | 15 |
| 9     | Seznam použitých zdrojů .....           | 16 |
| 10    | Seznam použitých zkratk a symbolů ..... | 17 |
| 11    | Seznam příloh .....                     | 18 |

## 2 Úvod

Úkolem práce bude navrhnout železobetonový podchod pod dálnicí D1 v Ostravě. Stávající podchod byl postaven před zavedením Eurokódů. Výpočet bude proveden podle platných předpisů. Vnitřní síly budou vypočteny na deskostěnovém modelu programu Scia Engineer 2012.0. Cílem práce bude ověřit, zda konstrukční uspořádání vyhoví i podle nových předpisů. Výztuž stávajícího objektu se nepodařilo zjistit.



Obr. 2-1: Fotka uvažovaného objektu

## 3 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| Stavba:        | D1 km 362,028 513           |
| Objekt číslo:  | 232                         |
| Typ objektu:   | Podchod                     |
| Název objektu: | Podchod k veslařskému klubu |
| Správce mostu: | ŘSD ČR, správa Ostrava      |
| Kraj:          | Moravskoslezský             |

### 3.1 Druh konstrukce

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Podle materiálu     | Železobetonový |
| Podle druhu dopravy | Silniční       |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Podle druhu překážky         | Nadjezd (podchod)  |
| Podle určené doby trvání     | Trvalý   |
| Podle možnosti přemísťování  | Pevný  |
| Podle geometrie v půdorysu   | Kolmý  |
| Podle průběhu trasy na mostě | Trasa v přechodnici oblouku $R = 1300$ m<br>poloměr v místě křížení - 1850 m |

### 3.2 Nosná konstrukce

|                         |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Typ konstrukce:         | Konstrukce s přestávkou výšky 0,62 m |
| Typ konstrukce:         | Rámová                               |
| Délka přemostění:       | 4,000 m                              |
| Délka nosné konstrukce: | 4,800 m                              |
| Délka mostu:            | 10,763 m                             |
| Výška mostu             | 3,945 m                              |
| Světlá výška            | 2,900 m                              |
| Šířka nosné konstrukce  | 33,750 m                             |
| Šířka mostu             | 34,250 m                             |
| Úhel křížení            | 90°                                  |

### 3.3 Převáděná komunikace

Třída komunikace D 27,5/120

### 3.4 Chodník v podchodu

|              |         |
|--------------|---------|
| Volná šířka  | 4,000 m |
| Světlá výška | 2,900 m |

Povrch chodníku je navržen ze zámkové dlažby položené na šterkopískové lože fr. 4/8. Chodníkové obrubníky budou osazeny v betonovém loži C16/20 tloušťky 200 mm. Rozměry obrubníku budou 1000x100x200 mm. Osvětlení chodníku bude zajištěno pěti

zářivkami, rozmístěnými symetricky po délce v horním rohu podchodu. Větrání bude zajištěno přirozenou cestou.

## 4 NOSNÁ KONSTRUKCE

Příčel i stěny budou navrženy ze železobetonu. Pevnostní třída betonu bude 30/37, XD1, použitá betonářská ocel bude B500B. Profily použité na výstavbu mostu budou  $\phi 8$ ,  $\phi 10$ ,  $\phi 12$  a  $\phi 16$ . Návrhová životnost mostu bude 100 let, proto bude uvažováno s konstrukční třídou 5. V polovině šířky mostu bude navržena podélná dilatační spára šířky 50 mm, vyplněná extrudovaným polystyrenem, která bude proti pronikání vody chráněna těsnícím silikonovým tmelem, trvale pružným.

### 4.1 Použité materiály

#### 4.1.1 Beton C30/37:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 * \frac{30}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

#### 4.1.2 Betonářská ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} * 1000 = \frac{434,78}{200000} * 1000 = 2,17 \text{ ‰}$$

## 4.2 Příčel

Výška příčle bude po délce mostu proměnná s nejnižší výškou 400 mm nad podporou, rostoucí sklonem 3% na maximální hodnotu 472 mm, nacházející se v polovině rozpětí.

Příčel bude betonován na již zatvrdlou konstrukci stěny.

Navržená spodní výztuž bude  $\phi 16 \text{á} 150$ . Veškerá výztuž bude zatažena až za podpory.

Horní výztuž bude  $\phi 10 \text{á} 150$ , která bude střídavě stykována s výztuží stěny.

Rozmístění spon  $\phi 8$  je patrné z výkresové dokumentace.

Příčná výztuž bude navržena z profilů 10 a 12.

## 4.3 Stěna

Tloušťka stěny bude po výšce konstantní 400 mm.

Stěna bude betonována na základový pás, vyztužena bude symetricky  $\phi 16 \text{á} 150$ . výztuž na vnější straně bude protažena a bude pokračovat jako horní výztuž příčle.

Spony jsou po celé výšce stěny navrženy pouze jako konstrukční. Jejich rozmístění je patrné z výkresové dokumentace.

## 4.4 Spodní stavba

Stavba bude založena na základovém pásu šířky 2,0 m a celkové délky 33,750 m. Sklon základového pásu bude jednostranný 2,52%. Na místě stavby se nepředpokládají zeminy s vysokou hodnotou únosnosti, proto bude pod základem navržena vrstva štěrku a celkové tloušťce 500 mm a hodnotou únosnosti  $R_{dt} = 420$  kPa. Oproti původnímu návrhu byl základový pás rozšířen ze stávajících 1700 mm na 2000 mm z důvodu nevyhovující maximální přípustné excentricity mimostředného tlaku na základovou spáru. Objekt bude založen v nezámrazné hloubce 800 mm pod úrovní dna podchodu.

## 5 MOSTNÍ SVRŠEK

Jedná se o přesypanou konstrukci s přesypávkou výšky 0,62 m. Celkově bude uspořádání mostního svršku pojat tak, aby bylo co nejméně zasaženo do stávajícího stavu. Vzhledem k rozměrům konstrukce a existenci přesypávky nebude použito mostní svodidlo, ale bude pokračovat svodidlo NH4 z komunikace mimo mostní objekt. Nezpevněné krajnice a střední dělicí pás budou také průběžné.

Nezpevněné části komunikace budou ohumusovány a zatravněny. Ohumusování bude provedeno v tloušťce 150 mm

Mostní rampy budou monolitické z betonu C30/37 XD1. Tloušťka rampy bude 750 mm. horní povrch bude mít dostředný sklon 4%. 250 mm od vnějšího okraje rampy bude osazeno ocelové zábradlí výšky 1100 mm.

Svodidla budou osazeny do monolitických betonových bloků výšky 600 mm a šířky 500 mm z betonu C30/37 XD1, které budou osazeny na nosnou konstrukci mostu.

Vzhledem k rozměrům konstrukce a jejímu uspořádání nebudou povrchové dilatační závěry zřízeny.

## 6 ODVODNĚNÍ

Odvedení srážkové vody z povrchu komunikace bude realizováno jednosměrným dostředným sklonem komunikace o průměrné hodnotě 2,52%. Srážková voda bude odvedena podélným monolitickým žlabem mimo konstrukci mostu. Monolitický žlab se nachází na vnitřní straně každého jízdního pásu. Podélný sklon povrchu komunikace, tedy i odvodňovacího žlabu je klesající ve směru staničení hodnotou 0,76%.

Odvedení vody prosáklé přes konstrukci mostního svršku bude zajištěno drenážním žebrem, nacházejícím se nad vnější stranou základových pásů. Drenážní žebro je vyplněno propustným materiálem a osazeno drenážní trubkou  $\phi$  200 mm. Vývod drenáže bude do přilehlých vsakovacích jímek. Z horního povrchu příčle je voda odvedena podélným střechovitým sklonem 3,0%. Celý povrch konstrukce je proti nepříznivému působení prosakující vody chráněn natavovacími asfaltovými pásy

(NAIP) tloušťky 5 mm. ochrana proti mechanickému poškození pásu je tvořena vrstvou litého asfaltu hrubozrnného tloušťky 35 mm.

Okraje mostu mezi nezpevněnou krajnicí a křídlem budou odvodněny betonovým žlabem vedeným podél mostních křídel až do silničního příkopu.

## **7 ZÁVĚR**

V bakalářské práci byla vypočtena únosnost betonového mostu dle platných norem. Byla navržena výztuž příčle, stěny a základového pásu. Ke všem částem byla také zpracována projektová dokumentace, skládající se z výkresů tvaru a výztuže.

## 9 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] ČSN EN 1997-1. *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla*. Praha: ČNI, 2006
- [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.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

|                  |  |
|------------------|--|
| C30/37           | Beton s válcovou pevností v tlaku 30 MPa                             |
| B500B            | Betonářská ocel s mezí kluzu 500 MPa                                 |
| ŘSD ČR           | Ředitelství silnic a dálnic České Republiky                          |
| R                | Poloměr oblouku [m]  |
| XD1              | Stupeň vlivu prostředí   |
| S5               | Konstrukční třída betonu   |
| D27,5/120        | Dálnice s volnou šířkou 27,5 m a návrhovou rychlostí 120 km/h        |
| $E_{cm}$         | Sečnový modul pružnosti betonu [GPa]                                 |
| $E_s$            | Modul pružnosti betonářské výztuže [GPa]                             |
| $f_{cd}$         | Návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku [MPa]               |
| $f_{ck}$         | Charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku [MPa]       |
| $f_{ctm}$        | Střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu [MPa]              |
| $f_{yd}$         | Návrhová hodnota meze kluzu betonářské výztuže [MPa]                 |
| $f_{yk}$         | Charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže [MPa]         |
| $\gamma_c$       | Dílčí součinitel betonu dle EN1992-1-1 [%o]                          |
| $\gamma_s$       | Dílčí součinitel betonářské oceli dle EN1992-1-1 [%o]                |
| $\alpha_{cc}$    | Součinitel vyjadřující nepříznivé obvykle dlouhodobé účinky zatížení |
| $R_{dt}$         | Tabulková hodnota únosnosti základové půdy                           |
| $\epsilon_{cu3}$ | Mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku                              |
| $\epsilon_{yd}$  | Návrhová hodnota mezního přetvoření oceli na mezi kluzu              |
| $\phi$           | Průměr prutu výztuže [mm]  |

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1: Fotka uvažovaného objektu ..... 10

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| B1   | Použité podklady               |
| B2   | Statický výpočet               |
| B3   | Výkresová dokumentace          |
| B3.1 | Půdorys mostu                  |
| B3.2 | Podélný řez                    |
| B3.3 | Příčný řez                     |
| B3.4 | Výkres výztuže - Příčel        |
| B3.5 | Výkres výztuže - Stěna         |
| B3.6 | Výkres výztuže - Základový pás |