



# 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 ŽELEZOBETONOVÉ NOSNÉ KONSTRUKCE SKLADIŠTĚ

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Vašina

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Michal Vašina
<b>Název</b>	Návrh železobetonové nosné konstrukce skladiště
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

---

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

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Podklady:

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Pro železobetonovou nosnou konstrukci skladiště proveďte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: desku, průvlak a sloup (případně další prvky po konzultaci s vedoucím práce) v rozsahu odpovídajícímu znalostem bakalářského studia. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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. Pavel Šulák, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Závěrečná práce se zabývá návrhem a následným posouzením jednotlivých nejvíce namáhaných nosných částí monolitické železobetonové skeletové konstrukce skladiště. Vybrané části jsou stropní konstrukce nad 1. nadzemním podlažím, přesněji stropní trémová deska a příčel, která je součástí řešené vnitřní příčné vazby, dále vnitřní sloup a základová patka pod řešeným sloupem. Statická analýza konstrukce byla provedena ve výpočetním programu IDEA StatiCa, případná kontrola je provedena zjednodušenými ručními metodami. Součástí práce je výkresová dokumentace tvarů řešené části konstrukce a podrobné výkresy výztuže řešených prvků. Konstrukce byla posouzena na mezní stav únosnosti (MSÚ) a mezní stav použitelnosti (MSP). Posudek je proveden podle příslušných platných norem.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Železobeton, monolitická skeletová konstrukce, trémová stropní deska, příčel, sloup, základová patka, návrh, posouzení, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti,

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis deals with structural design and assessment of most loaded parts of cast-in-place concrete frame warehouse structure. Selected parts of structure are floor structures above first storey, more precisely joist slab and primary beam, which is part of inner main frame, also inner column and foundation pad under the designed column. Structural analysis was provided by computational software IDEA StatiCa, eventual results check is done by simplified hand calculation. Last part of thesis is formwork drawing designed parts of structure and reinforcement drawing of selected elements. The structure was assessed according to the ultimate limit states (ULS) and serviceability limit states (SLS). Assessment was provided according to valid standards.

## **KEYWORDS**

Reinforced concrete, cast-in-place concrete frame, joist slab, primary beam, column, foundation pad, design, assessment, ultimate limit state, serviceability limit state

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Michal Vašina *Návrh železobetonové nosné konstrukce skladiště*. Brno, 2020. 15 s., 70 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh železobetonové nosné konstrukce skladiště* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 6. 2020

---

Michal Vašina  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh železobetonové nosné konstrukce skladiště* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 5. 6. 2020

---

Michal Vašina  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu závěrečné práce panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu i trpělivost při studiu a tvorbě této závěrečné práce.

Dále bych chtěl také poděkovat své rodině a blízkým přátelům, kteří mě vždy v průběhu studia pomáhali a podporovali.

# OBSAH

1. ÚVOD.....	-9-
2. POPIS KONSTRUKCE OBJEKTU .....	-9-
3. UMÍSTĚNÍ OBJEKTU .....	-10-
4. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE .....	-10-
4.1. Zatížení stálá .....	-10-
4.2. Zatížení proměnné – užitné .....	-10-
4.3. Zatížení proměnné – sníh .....	-10-
4.4. Zatížení proměnné – vítr .....	-11-
5. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY.....	-11-
5.1. Beton.....	-11-
5.2. Betonářská ocel .....	-12-
6. MODEL KONSTRUKCE.....	-12-
6.1. Obecně.....	-12-
6.2. Příčný rám .....	-12-
6.3. Podélné stropní trámy .....	-12-
6.4. Spojitá stropní deska.....	-12-
6.5. Železobetonové sloupy .....	-13-
6.6. Základové patky .....	-13-
7. MEZNÍ STAVY .....	-13-

# 1. ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem a následným posouzením nejvíce namáhaných nosných prvků monolitické železobetonové skeletové konstrukce skladiště. Řešené prvky jsou prvky stropní konstrukce nad prvním nadzemním podlažím, přesněji spojitá stropní trémová deska podepřená průvlaky, které jsou součástí příčných rámu, dále vnitřní nejvíce zatížený sloup a základová patka pod tímto sloupem. Cílem práce je návrh dimenzí těchto prvků a jejich vyztužení, aby vyhovovaly na mezní stav únosnosti (ULS) a mezní stavy použitelnosti (SLS) podle jejich předpokladů a vlivu na použitelnost. Model konstrukce a statická analýza je provedena pomocí výpočetního programu IDEA StatiCa. Výpočet je proveden podle aktuálních norem.

Použitý software: IDEA StatiCa, AutoCAD, CADKON, ARCHICAD, Microsoft Office,

## 2. POPIS KONSTRUKCE OBJEKTU

Objekt skladiště je železobetonová monolitická skeletová konstrukce tvořená příčným nosným systémem. Hlavními příčnými nosnými prvky jsou příčné rámy, tvořené sloupy a vodorovnou příčlí o třech polích se shodným rozpětím 6,6 m. Osová vzdálenost příčných vazeb je 6,6 m. V podélném směru jsou příčné vazby monoliticky spojeny trémovou deskou s osovou vzdáleností trámů 2,2 m. Vodorovné ztužení objektu v podélném směru je provedeno zděnými jádry z tvárnic Ytong Statik tloušťky 300 mm v prostoru výtahové šachty a schodiště.

Založení objektu je plošné na obdélníkových patkách o rozměru 2,5 x 2,2 m, delším rozměrem ve směru příčného rámu. Ztužující jádra jsou založena na základových pasech šířky 1,2 m.

Budova je nepodsklepená a má tři nadzemní podlaží. Konstrukční výška typických podlaží jsou 4 m, přízemní podlaží má výšku 4,655 m. Celková výška budovy je 15,225 m. Půdorys objektu je tvaru obdélníka opsaného rozměru 27,0 x 20,5 m. Obvodové opláštění je řešeno jako samostatně zděné zdivo z tvárnic Ytong Statik tloušťky 250 mm se systémovým zateplením pomocí expandovaného pěnového polystyrenu (EPS) tloušťky 150 mm, který bude kotven na zateplovací talířové hmoždinky. Střecha je plochá s atikou, výška atiky je 1,0 m. Nosná konstrukce střechy je prvkově stejná jako konstrukce stropu nižších podlaží.

### 3. UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Z návrhu se uvažuje primární funkce budovy jako skladovací, nebo provozní pro lehký průmysl. Nejvhodnější umístění objektu je tedy ve stávajících, případně rekonstruovaných průmyslových oblastech menších obcí i velkých měst.

Pro posouzení konstrukce v rámci závěrečné práce se uvažuje umístění objektu v některé z průmyslových oblastí v blízkosti statutárního města Brna.

### 4. ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE

#### 4.1. ZATÍŽENÍ STÁLÁ

Pro stálá zatížení jsou použity 2 zatěžovací stavy, ZS - Vlastní tíha a ZS - Ostatní stálé zatížení. V zatěžovacím stavu ZS - Vlastní tíha je uvažována pouze vlastní tíha samotné modelované nosné konstrukce, uvažované gravitační zrychlení je  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$  a objemová hmotnost železobetonu  $\gamma_c = 25 \text{ kNm}^{-3}$ , případně prostého betonu  $\gamma_c = 23 \text{ kNm}^{-3}$ .

Zatěžovací stav ZS - Ostatní stálé zatížení zahrnuje všechny ostatní složky stálých zatížení působících na konstrukci, jmenovitě zatížení od podlahy, zatížení vlastní tíhou konstrukcí, které nejsou právě modelované, zatížení obvodového zdiva včetně jeho zateplení, aj.

#### 4.2. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ – UŽITNÉ

Pro užitné zatížení je podle ČSN EN 1991: Plochy pro skladování a průmyslovou činnost - kategorie E1 zvoleno plošné zatížení  $q_k = 7,5 \text{ kNm}^{-2}$ . V rámci užitného zatížení navíc uvažuji plošné zatížení  $0,5 \text{ kNm}^{-2}$  pro různá možná další zatížení, například od lehkých dodatečných příček, nebo kotvení rozvodů technického zařízení budovy a různé.

Celkové charakteristické užitné zatížení je tedy uvažováno jako plošné zatížení  $q_k = 8,0 \text{ kNm}^{-2}$ .

Pro užitné zatížení je vytvořeno více zatěžovacích stavů, aby tyto stavy zahrnovaly všechna možná sestavení zatížení v polích pro získání maximálních statických účinků na konstrukci.

#### 4.3. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ – SNÍH

Zatížení sněhem je uvažováno plně přes celou plochu střechy. Objekt se nachází ve druhé sněhové oblasti, charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k = 1,0 \text{ kNm}^{-2}$ . Součinitel expozice i tepelný součinitel je doporučeno dle normy volit za

normálních podmínek jako roven jedné. Pro tvarový součinitel zatížení sněhem je úhel sklonu střechy uvažuje do  $30^\circ$ ,  $\mu = 0,8$ .

#### 4.4. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ - VÍTR

Objekt se nachází ve druhé větrné oblasti, výchozí základní rychlost větru je stanovena dle normy na  $v_{b,0} = 25 \text{ ms}^{-1}$ . Kategorie terénu odpovídá druhé kategorii dle uvažované polohy. Zatížení od větru v příčném směru budovy přenáší příčné vazby, které jsou na tyto účinky dimenzovány. Vítr působící v podélném směru nebyl posuzován v rámci závěrečné práce.

### 5. MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

#### 5.1. BETON

- Všechny svislé i vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy z betonu pevnostní třídy C30/37.

Základní charakteristiky betonu:

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
5% kvantil pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
Sečnový modul pružnosti:	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření v betonu:	$E_{cu3} = -3,5 \text{ ‰}$
Dílčí součinitel spolehlivosti pro beton:	$\gamma_C = 1,5$

- Základové patky a pasy jsou navrženy z betonu třídy C25/30.

Základní charakteristiky betonu:

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
5% kvantil pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,0,05} = 1,8 \text{ MPa}$
Sečnový modul pružnosti:	$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření v betonu:	$E_{cu3} = -3,5 \text{ ‰}$
Dílčí součinitel spolehlivosti pro beton:	$\gamma_C = 1,5$

- Podkladní beton základových patek je navržen z betonu C20/25.

Základní charakteristiky betonu:

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
5% kvantil pevnosti betonu v tahu	$f_{ct,0,05} = 1,5 \text{ MPa}$
Sečnový modul pružnosti:	$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření v betonu:	$E_{cu3} = -3,5 \text{ ‰}$
Dílčí součinitel spolehlivosti pro beton:	$\gamma_C = 1,5$

- Stupně vlivu prostředí působící na konstrukci a další specifikace betonu jsou stanoveny ve výkresové dokumentaci daných prvků.

## 5.2. BETONÁŘSKÁ OCEL

Pro veškeré železobetonové konstrukce je navržena žebírková betonářská výztuž pevnostní třídy B500B.

### Základní charakteristiky výztuže:

Charakteristická pevnost výztuže na mezi kluzu:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Modul pružnosti v tahu:	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Charakteristické mezní přetvoření výztuže:	$e_{yk} = 2,5 \text{ ‰}$
Dílčí součinitel spolehlivosti pro ocel:	$\gamma_s = 1,15$

## 6. MODEL KONSTRUKCE

### 6.1. OBECNĚ

V rámci bakalářské práce se posuzuje typická vnitřní část nosné konstrukce skladiště. Statická analýza byla provedena pomocí rovinných prutových modelů ve výpočetním programu IDEA StatiCa, výpočet byl následně srovnán se zjednodušenými ručními metodami.

### 6.2. PŘÍČNÝ RÁM

Rovinný model příčného rámu je složen z prutových prvků, ze svislých sloupů a vodorovných příčlích, spoje prvků jsou plně tuhé, monolitické. Okrajové podmínky modelu jsou vetknutí sloupů nejnižšího podlaží do základových patek. Svislé zatížení působící na rám je modelováno jako spojitě pro vlastní tíhu a jako bodové síly od reakcí trámů v místě jejich nepřímého uložení do příčle. Vodorovné zatížení od větru je modelováno bodovými silami podle zatěžovacích ploch v místě krajních styčnic sloupů a příčle. Pro posudek únosnosti příčle je uvažováno trémové spolupůsobení se stropní deskou.

### 6.3. PODÉLNÉ STROPNÍ TRÁMY

Stropní trámy jsou modelovány jako rovinný nosník spojitě podepřený na příčlích a krajně vetknutý v krajní příčli. Všechna zatížení působící na nosník jsou modelována jako rovnoměrně spojitá. Pro posudek únosnosti trámy je uvažováno trémové spolupůsobení se stropní deskou a redistribuce ohybových momentů.

### 6.4. SPOJITÁ STROPNÍ DESKA

Stropní deska je modelována jako spojitá nosníková deska o šířce 1 bm působící pouze ve směru menšího rozpětí. Deska je podepřena podélnými stropními trámy

a vetknutá do krajních trámů. Model křížem vyztužené desky podepřené po obvodě je z důvodu velkého poměru rozpětí  $l_1/l_2 = 3,0$  neefektivní. Pro posouzení na mezní stav únosnosti byla uvažována redistribuce momentů.

## 6.5. ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY

Sloupy jsou modelovány jakou součástí příčných vazeb. Posouzení kombinací zatížení je provedeno graficky pomocí interakčního diagramu. Posouzení ve směru rámu je pouze na účinky prvního řádu, protože stanovené poměrné štíhlosti jsou menší než limitní, lze účinky druhého řádu zanedbat. Ale při posouzení sloupu v rovině kolmé na rám limitní poměrné štíhlosti nevyhovují a je tedy nutné provést i výpočet na účinky druhého řádu na přetvořené konstrukci.

## 6.6. ZÁKLADOVÉ PATKY

Základové patky jsou provedeny ze železobetonu s návrhem obousměrné výztuže na ohybové namáhání konzolového vyložení rovnoměrným svislým zatížením zeminy. Smyková únosnost v protlačení sloupu je z konstrukčních zásad patky vyhovující. Základ byl posouzen na únosnost základové spáry a posunutí v základové spáře.

## 7. MEZNÍ STAVY

Jednotlivé prvky konstrukce byly posouzeny na mezní stav únosnost (MSÚ) a mezní stavy použitelnosti (MSP). Na první mezní stav únosnosti se posuzují všechny prvky konstrukce a jsou vyhovující s vhodnou rezervou. V mezním stavu se pracuje s návrhovými hodnotami zatížení i materiálových charakteristik, které vycházejí z charakteristických hodnot upravených pomocí součinitelů spolehlivosti. Kombinace zatížení pro řešení porušení konstrukce (STR) jsou kombinační rovnice 6.10a a 6.10b, rozhodující kombinace zatížení pro maximální účinky je rovnice 6.10a.

Řešené prvky stropní konstrukce jsou také posouzeny na mezní stavy použitelnosti => omezení přetvoření a omezení napětí. Pro druhý mezní stav máme kombinace charakteristické, časté a kvazistálé.

Charakteristická kombinace se využívá pro nevratné mezní stavy, v posudku bude využita pro posouzení průřezu na porušení průřezu vlivem ohybových trhlin, výpočet průhybů a při omezení napětí v betonu a v betonářské výztuži. Všechny nejvíce oslabené průřezy řešené konstrukce jsou porušeny ohybovou trhlinou. Častá kombinace se využívá pro vratné mezní stavy a nebyla využita pro posudky. Kvazistálá kombinace se využívá pro mezní stavy týkající se dlouhodobých stavů a

vzhledu konstrukce a bude použita pro výpočet průhybu a omezení napětí v betonu.

Ohybové tuhosti železobetonového prvku byly pro výpočet mezního stavu použitelnosti uvažovány konstantně jako v místě největšího ohybového namáhání (místo nejmenší ohybové tuhosti), posouzení je na stranu bezpečnou.

V omezení přetvoření se řeší především svislé deformace (průhyby) konstrukce uprostřed rozpětí, protože nadměrná přetvoření mohou mít negativní i ohrožující vlivy na samotnou konstrukci i její vybavení. Posouzení je provedeno na ideálním železobetonovém průřezu ve stádiu I - průřez bez porušení ohybovými trhlinami a na konci stádia II - průřez porušený ohybovými trhlinami, podle působícího zatížení se průřez nachází v rozmezí těchto stádií porušení. Limitní hodnoty okamžitých průhybů jsou 1/500 rozpětí konstrukce a dlouhodobých průhybů v době životnosti  $t_{00}=50$  let pro kvazistálé zatížení 1/250 rozpětí.

Omezení napětí se provádí pro normálová napětí v betonu a napětí v betonářské výztuži, řeší se 3 kombinace.

=> Napětí v betonu pro charakteristickou kombinaci musí být menší než  $k_1 * f_{ck}$

$$\sigma_{ck}^- \leq k_1 * f_{ck}; k_1 = 0,6$$

=> Napětí v betonu pro kvazistálou kombinaci musí být menší než  $k_2 * f_{ck}$

$$\sigma_{cqk}^- \leq k_2 * f_{ck}; k_2 = 0,45$$

=> Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci musí být menší než  $k_3 * f_{yk}$

$$\sigma_s^+ \leq k_3 * f_{yk}; k_3 = 0,8$$

## ZÁVĚR

Cílem závěrečné práce byl vhodný ekonomický návrh prvků konstrukce a posouzení hlavních nejvíce zatížených částí nosné konstrukce stavebního objektu skladiště. Řešené prvky byly stropní trámová desky, příčel vnitřního příčného rámu, sloup vnitřního příčného rámu a základová patka pod řešeným sloupem. Jednotlivé železobetonové prvky byly posouzeny na mezní stav únosnosti a mezní stavy přetvoření. Všechny posudky mezního stavu únosnosti i přetvoření jsou vyhovující s dostatečnou rezervou a splňují tedy spolehlivost konstrukce pro užívání. Posudky byly provedeny podle aktuálních platných norem.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Normy:

[1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

[2] ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

[3] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

[4] ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

## Literatura:

[5] BL001 - Prvky betonových konstrukcí - Výukové texty, příklady a pomůcky, VUT v Brně

[6] Doc. Ing. Ladislav Čírtek, Csc, - Betonové konstrukce I., Modul CS1: Betonové konstrukce prutové

[7] Doc. Ing. Ladislav Čírtek, Csc, Ing. Miloš Zich, Ph. D - Betonové konstrukce I., Modul CS2: Základové konstrukce

[8] Doc. Ing. Zdeněk Bažant, Csc - Betonové konstrukce I., Modul CS3: Betonové konstrukce plošné – část 1

## Elektronické zdroje:

[9] Ing. Ivana Svaříčková, Ph. D – odkaz Pomůcky

web: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default.htm>

[10] Ing. Petr Šimůnek, Ph. D – Podklady do cvičení a přednášky

web: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/simunek.p/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

B500B pevnostní třída betonářské ocele

C30/37 pevnostní třída betonu

MSÚ mezní stav únosnosti

MSP mezní stav použitelnosti

STR mezní stav porušení konstrukce

ZS zatěžovací stav

## SEZNAM PŘÍLOH:

### P1. – POUŽITÉ PODKLADY

P1.00 – Titulní list

P1.01 – Půdorys 1. NP M 1:100

P1.02 – Řez A – A´ M 1:100

P1.03 – Pohled na vnitřní železobetonovou konstrukci

### P2. – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

P2.00 – Titulní list

P2.01 – Výkres tvaru základů M 1:100

P2.02 – Výkres tvaru stropní konstrukce 1. NP M 1:100

P2.03 – Výkres výztuže sloupu S01 a základové patky ZP01 M 1:20/10

P2.04 – Výkres výztuže příčle P01 M 1:20/10

P2.05 – Rozdělení materiálu příčle P01 M 1:40

P2.06 – Výkres výztuže trámu T01 M 1:50/10

### P3. – STATICKÝ VÝPOČET – 70 stran