



# 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

## ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ KONSTRUKCE REKREAČNÍHO OBJEKTU

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A COTTAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Fuit

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2021



# 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>	Daniel Fuit
<b>Název</b>	Železobetonová nosná konstrukce rekreačního objektu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2020
<b>Datum odevzdání</b>	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

---

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

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

Schematické výkresy zadaného objektu (půdorysy, řezy)

EC a ČSN z oboru betonových, zděných a ocelových staveb, geotechniky atd. (včetně změn a doplňků)

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Proved'te návrh a posouzení betonových prvků, uvedených ve studii nového objektu pro individuální rekreaci. K jednotlivým prvkům vypracujte statický výpočet a výkresy tvaru a výztuže.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti v souladu s platnými směrnici)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 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. Jiří Strnad, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem monolitické železobetonové nosné konstrukce rekreačního objektu a posouzením vybraných nosných částí konstrukce. Objekt je osazen ve svahu. Všechny nosné části konstrukce jsou vzájemně provázány a tvoří tak tuhý celek. Výpočet účinku zatížení byl proveden pomocí softwaru SCIA Engineer 18.1. Vybrané nosné části konstrukce byly posouzeny na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti pomocí tabulkového editoru MS Excel. Konečným výstupem je výkresová dokumentace posuzovaných nosných částí konstrukce.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Opěrná zeď, křížem vyztužená deska, železobeton, interakční diagram, monolitická konstrukce, stěna, deska

## ABSTRACT

The bachelor thesis deals with design of a monolithic bearing structure recreational object and the assessment of selected bearing parts of the structure. The object is placed in the hillside. All bearing parts of the structure are interconnected and thus form a rigid unit. Calculation of load effect was made in SCIA Engineer 18.1. Selected bearing parts of the structure were assessed for the ultimate limit state and the serviceability limit state using the MS Excel spreadsheet editor. The final output is the drawing documentation of the assessed bearing parts of the structure.

## KEYWORDS

Retaining wall, two way slab, reinforced concrete, interaction diagram, cast-in-place structure, wall, slab

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Daniel Fuit *Železobetonová nosná konstrukce rekreačního objektu*. Brno, 2021. 19 s., 105 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a ochotu. Dále bych chtěl poděkovat rodině, přátelům a kolegům z práce za podporu během celé doby studia.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Železobetonová nosná konstrukce rekreačního objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2021

---

Daniel Fuit  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Železobetonová nosná konstrukce rekreačního objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2021

---

Daniel Fuit  
autor práce



# 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

## TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Fuit

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2021



# Obsah

<b>Úvod</b> .....	11
<b>Technická zpráva</b> .....	12
Popis konstrukce .....	12
Materiály .....	12
Základové poměry .....	13
Postup statického výpočtu .....	13
Kombinace vnitřních sil .....	13
Základové konstrukce + opěrné stěny .....	14
Svislé konstrukce .....	14
Vodorovné konstrukce .....	14
Postup betonáže .....	15
<b>Závěr</b> .....	16
<b>Použitá literatura</b> .....	17
Literatura .....	17
Internetové zdroje .....	17
Normy .....	17
Použité software .....	17
Seznam použitých značek .....	18
<b>Seznam příloh</b> .....	20

## Úvod

Úkolem bakalářské práce je návrh železobetonové nosné konstrukce rekreačního objektu a posouzení vybraných částí konstrukce. Konstrukce je uložena na základových pasech a opěrných stěnách.

Konstrukce má tvar rovnoběžníku o půdorysných rozměrech 12 x 5,75m. Objekt je osazen ve svahu, největší výška objektu od upraveného terénu 6,5m.

Příprava výpočtu zatížení byla provedena pomocí tabulkového editoru a následně vložena do výpočetního softwaru SCIA Engineer 18.1, kde byl proveden výpočet vnitřních sil.

Vybrané části konstrukce jsou posuzovány na mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti. Jsou zpracovány výkres tvaru a výkresy výztuže posuzovaných prvků.

# Technická zpráva

## Popis konstrukce

Jedná se o jednopodlažní železobetonovou monolitickou konstrukci sloužící jako rekreační objekt. Objekt má tvar rovnoběžníku o půdorysných rozměrech 12 x 5,75m a největší výška objektu je 6,5m od upraveného terénu.

Objekt je založen na železobetonových základových pasech, na které navazují svislé opěrné stěny šířky 300mm. Nejvyšší opěrná stěna je provedena jako úhlová stěna z důvodu snahy o dosažení co největší třecí síly v základové spáře. Následuje železobetonová základová deska o tloušťce 200mm. Na kterou navazují svislé železobetonové monolitické stěny o výšce 3,15m, které jsou uvažovány jako vetknuté na obou koncích. Nosná konstrukce střechy je tvořena stropní železobetonovou deskou tloušťky 180mm. Do stropní desky jsou vetknuty konzoly na dvou stranách objektu. Na stropní desce je osazena po obvodu konstrukce atika. Všechny nosné prvky konstrukce jsou vzájemně provázány a tvoří tak tuhý celek. Vzhledem k velikosti objektu nejsou uvažovány dilatační spáry.

## Materiály

### BETON

Konstrukce je provedena z betonu pevnostní třídy C30/37, stupeň vlivu prostředí XC3, třída konstrukce S4.

Válcová pevnost v tlaku:	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 20 \text{ MPa}$
Střední hodnota pevnosti v tahu:	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
5% kvantil pevnosti v tahu:	$f_{ctk,0,05} = 2 \text{ MPa}$
Modul pružnosti:	$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$
Mezní poměrné přetvoření:	$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
Stupeň vlivu prostředí:	XC3
Součinitel spolehlivosti:	$\gamma_c = 1,5$
Součinitel účinků zatížení pro tlak:	$\alpha_{cc} = 1,0$
Součinitel účinků zatížení pro tah:	$\alpha_{ct} = 1,0$
Návrhová pevnost betonu v tahu:	$f_{ctd} = \alpha_{ct} * f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 2 \text{ MPa}$

### OCEL

V konstrukci je použita betonářská ocel B550B

Charakteristická pevnost v tahu:	$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$
Modul pružnosti:	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Součinitel spolehlivosti:	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová pevnost v tahu:	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 478,26 \text{ MPa}$
Mezní poměrné přetvoření oceli:	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2,39 \text{ ‰}$

## Základové poměry

Konstrukce je založena ve dvou různých typech zeminy, kde první vrstva zeminy je tvořena spraší žlutohnědou, vápnitou, tuhou až pevnou F6 Cl, jenž dosahuje do hloubky -5,1m od horní úrovně podlahy. Druhá vrstva zeminy je cenoman, rozložený pískovec (eluvium) třídy R6, hloubky -5,1m – -5,5m od horní úrovně podlahy.

Hladina podzemní vody se nachází v hloubce -5,5m od úrovně horní hrany podlahy, vzhledem k tomu není uvažovaná tlaková voda.

Výkopové práce budou prováděny strojně. Je nutno chránit základovou spáru před promočením, obzvláště u základových pasů založených v první vrstvě zeminy. Pod základovou spárou bude vylita vrstva podkladního betonu v tloušťce 100mm.

## Postup statického výpočtu

Pro výpočet zatížení byly uvažovány tyto zatěžovací stavy:

ZS1 – vlastní tíha (automaticky generovaná softwarem SCIA) – objemová tíha betonu 25kN/m<sup>3</sup>

ZS2- ostatní stálé zatížení + zatížení zeminou

ZS3 – proměnné (kat. A obytné plochy)

ZS4 – zatížení sněhem (sněhová oblast II. – lokalita Boskovice)

ZS5 – zatížení větrem (větrná oblast II. – lokalita Boskovice)

Výše uvedené zatěžovací stavy byly zadány do výpočtové softwaru SCIA Engineer 18.1 do 2D modelu. Pro posuzované prvky byly použity vnitřní síly z 2D modelu, kromě stropní desky, pro kterou byl navíc vytvořen 3D deskový model, na který byly aplikovány zatěžovací stavy. Následně byla provedena statická analýza.

## Kombinace vnitřních sil

Kombinace pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti jsou použity podle normy ČSN EN 1991. Pro mezní stav únosnosti jsou použity rovnice 6.1.a a 6.10b. Do programu SCIA Engineer 18.1 jsou hodnoty zatížení vkládány jako charakteristické a v kombinaci jim jsou přiřazeny součinitele  $\gamma_G = 1,35$  pro stálá zatížení a  $\gamma_Q = 1,5$  pro proměnná zatížení. Pro mezní stavy použitelnosti je použita charakteristická kombinace a kvazistálá kombinace.

## Základové konstrukce + opěrné stěny

Základy jsou železobetonové šířky 1,44m a výšky 0,4m. Základ posuzované opěrné stěny je šířky 2,15m a výšky 0,4m. Samotná navazující opěrná stěna je šířky 300mm a výšky 3,25m. Objekt není podsklepen a všechny základové konstrukce jsou vzájemně provázány. Hrana základové spáry je vždy min. 1,0m pod terénem v nezámrazné hloubce.

Základová deska bude provedena v konstantní tloušťce 200mm. Horní hrana deska je ve výšce -0.250m od horní úrovně podlahy (+0.000). Deska je po obvodě vetknuta. Krytí výztuže je 35mm. Výztuž v příčném směru je Ø12mm při obou lících. V podélném směru je navržena výztuž Ø6mm při horním i dolním okraji. Základová deska funguje jako táhlo, z toho důvodu byla posouzena pomocí interakčního diagramu. Dle mezního stavu použitelnosti byl ověřen vznik trhlin, které nevznikají.

## Svislé konstrukce

Stěny jsou železobetonové šířky 200mm, výšky 3,15m. Stěny jsou vetknuté v obou koncích. Krytí výztuže je 35mm. Stěny byly posouzeny pro mezní stav únosnosti interakčním diagramem. Navržená svislá výztuž u obou líců je Ø12mm a příčná výztuž vycházející z konstrukčních zásad je Ø8mm při horním i dolním okraji. Dle mezního stavu použitelnosti byl ověřen vznik trhlin, které nevznikají.

Na stropní desku navazuje železobetonová atika šířky 100mm. Horní hrana atiky je +3,4m nad horní úrovní podlahy. Atika kopíruje celý obvod stropní desky. Atika je provedena jako vetknutá do stropní desky a stěn a je vyztužena svislými třmínky Ø8mm a vodorovnou výztuží Ø12mm.

## Vodorovné konstrukce

Stropní deska bude provedena jako železobetonová v konstantní tloušťce 180mm. Horní hrana desky je ve výšce +2,9m nad horní úrovní podlahy. Deska je po obvodě vetknuta. Krytí výztuže je 35mm. Pro posouzení desky byl vytvořen 3D model, na který byly aplikovány jednotlivé zatěžovací stavy. Byly vytvořeny dvě varianty 3D modelu, jeden model vetknutý po obvodě pro zjištění extrémních hodnot momentů nad podporami, a jeden prostě uložený po obvodě pro zjištění extrémních hodnot momentů v poli. Dle mezního stavu únosnosti byla v příčném směru navržena výztuž Ø8mm při horním i dolním lici. V podélném směru byla navržena výztuž Ø8mm při horním i dolním lici. U horního okraje desky byla navržena výztuž Ø8mm pouze do ¼ rozpětí v příčném i podélném směru. Ve střední části desky bude uložena KARI síť 6/150/150. Dle mezního stavu použitelnosti byl u desky ověřen vznik trhlin, které nevznikají, a zároveň byl ověřen průhyb, který je menší než limitní průhyb.

Konzoly jsou provedeny jako železobetonové konstantní tloušťky 100mm. Konzoly jsou umístěné na dvou stranách objektu a to v příčném směru objektu. Jedna konzola je vyložena 1m a druhá 0,5m. Horní hrana obou konzol je +3,0m od horní úrovně podlahy. Krytí výztuže je 35mm. Obě dvě konzoly byly posouzeny dle mezního stavu únosnosti. Hlavní výztuž u horního okraje byla navržena Ø8mm a rozdělovací výztuž byla navržena Ø6mm u horního povrchu. Dle mezního stavu použitelnosti byl

ověřen vznik trhlin, které nevznikají, a zároveň byl ověřen průhyb konzol, který je menší než limitní průhyb.

## **Postup betonáže**

Po provedení výkopových prací a zatvrdnutí podkladního betonu bude provedeno bednění z OSB desek pro základové pasy. Poloha výztuže bude zajištěna distančními podložkami. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Základové pasy budou odbedněny po 7 dnech.

Opěrné stěny budou betonovány po 14 dnech do systémového bednění. Před betonáží se musí očistit styková plocha a výztuž. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Opěrné stěny budou odbedněny po 7 dnech.

Základová deska bude betonována po 28 dnech od betonáže základových pasů do systémového bednění. Povrch pod deskou musí být řádně zhutněn a srovnán. Před betonáží se musí očistit styková plocha a výztuž. Poloha výztuže bude zajištěna distančními podložkami. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Opěrné stěny budou odbedněny po 35 dnech.

Stěny budou betonovány po 42 dnech do systémového bednění. Před betonáží se musí očistit styková plocha a výztuž. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Opěrné stěny budou odbedněny po 49 dnech.

Stropní deska včetně atik bude betonována po 56 dnech od betonáže základových pasů do systémového bednění. Před betonáží se musí očistit styková plocha a výztuž. Poloha výztuže bude zajištěna distančními podložkami. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Opěrné stěny budou odbedněny po 63 dnech.

Betonáž atiky bude probíhat 70 dní od betonáže základových pasů do systémového bednění. Před betonáží se musí očistit styková plocha a výztuž. Při betonáži je nutno beton hutnit ponornými vibrátory. Povrch betonu se bude muset chránit proti vysychání a riziku vzniku trhlin. Atika bude odbedněna po 75 dnech.

Beton ve všech etapách betonáže je nutno ošetřovat alespoň po dobu tří dnů.

## **Závěr**

Byla navržena železobetonová monolitická konstrukce rekreačního objektu a posouzeny vybrané části konstrukce dle mezního stavu použitelnosti a mezního stavu únosnosti. Vybrané části vyhovují platným normám. Byl zpracován statický výpočet a výkresová dokumentace posuzovaných částí konstrukce.

# Použitá Literatura

## Literatura

[1] – ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu. Praha 2010 Dashofer. ISBN 978-80-86897-38-7

## Internetové zdroje

[2] – Švaříčková, Ivana. [online]. Dostupné z:  
<https://www.fce.vutbr.cz/bzk/svarickova.i/>

[3] – ŠTĚPÁNEK, Petr, TERZIJSKI, Ivailo, LÁNÍKOVÁ, Ivana, PANÁČEK, Josef, ŠIMŮNEK, Petr. BL001 Prvky betonových konstrukcí Výukové texty, příklady a pomůcky [online]. Dostupné z:  
[https://www.fce.vutbr.cz/BZK/pozar.m/BL001/BL001\\_vyukove\\_texty.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/BZK/pozar.m/BL001/BL001_vyukove_texty.pdf)

## Normy

[4] - ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

[5] - ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí

[6] - ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí  
– Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

[7] - ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí  
- Část 1: Obecná pravidla

## Použitý software

- Scia Engineer 18.1 - studentská verze
- AutoCAD 2019 - studentská verze
- GEO5 - demo verze
- MS Word
- MS Excel



## Seznam použitých značek

$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku [MPa]
$f_{ck}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku [MPa]
$\gamma_c$	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu pro beton [-]
$f_{ctm}$	střední pevnost betonu v tahu [MPa]
$E_{cm}$	střední hodnota modulu pružnosti betonu v tlaku [GPa]
$\epsilon_{cu3}$	maximální poměrné přetvoření betonu v tlaku [‰]
$f_{yd}$	návrhová pevnost oceli v tahu [MPa]
$f_{yk}$	charakteristická pevnost oceli v tahu [MPa]
$\gamma_s$	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu pro ocel [-]
$\epsilon_{yd}$	poměrné přetvoření oceli [‰]
$E_s$	modul pružnosti oceli v tahu [MPa]
$\gamma_z$	objemová tíha zeminy [kN/m <sup>3</sup> ]
$\nu$	poissonův součinitel [-]
$K_0$	součinitel pro zemní tlak v klidu [-]
$\beta$	převodní součinitel [-]
$E_{def}$	modul deformace [MPa]
$E_{oed}$	oedometrický modul [MPa]
$c_u$	totální soudržnost [kPa]
$\varphi_u$	totální úhel vnitřního tření [°]
$\varphi_{ef}$	efektivní úhel vnitřního tření [°]
$c_{ef}$	efektivní soudržnost [kPa]
$R_{df}$	tabulková výpočtová únosnost [kPa]
$R_d$	třecí síla v základové spáře [kPa]
$\epsilon_{cs}$	poměrné přetvoření betonu od smršťování [-]
$\epsilon_{cd}$	poměrné přetvoření betonu od vysychání [-]
$\epsilon_{ca}$	poměrné přetvoření betonu od autogenní reakce [-]
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže [mm <sup>2</sup> ]
$A_{s1}$	plocha výztuže [m <sup>2</sup> ]
$A_{s2}$	plocha výztuže [m <sup>2</sup> ]
$b$	šířka [m]
$h$	tloušťka [m]
$c_{min}$	minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy [mm]
$c_{min,b}$	minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle profilu výztuže a velikosti kameniva [mm]
$c_{min,dur}$	minimální hodnota tloušťky krycí vrstvy dle konstrukční třídy [mm]
$c_{nom}$	jmenovitá (nominální) hodnota tloušťky betonové krycí vrstvy [mm]
$d$	účinná výška výztuže [mm]
$d_1$	poloha těžiště výztuže [mm]
$d_2$	poloha těžiště druhé vrstvy výztuže [mm]
$A_s$	plocha výztuže [m <sup>2</sup> ]
$\emptyset$	průměr prutu výztuže [mm]
$z_c$	rameno vnitřních sil [mm]
$x$	poloha neutrální osy [mm]
$x_{bal,1}$	vzdálenost neutrální osy od okraje tlačенého průřezu [mm]
$A_c$	plocha tlačенé části betonu [mm <sup>2</sup> ]

$M$	moment [kNm]
$M_{ed}$	návrhový moment od zatížení [kNm]
$N_{ed}$	návrhová normálová síla od zatížení [kNm]
$M_{Rd}$	moment na mezi únosnosti [kNm]
$N_{Rd}$	normálová síla na mezi únosnosti [kNm]
$V_{Rd}$	posouvající síla na mezi únosnosti [kNm]
$V_{ed}$	návrhová posouvající síla [kNm]

## **Seznam příloh**

P1. - Použité podklady

P2. - Výkresy

P3. - Statický výpočet