



**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 LOKÁLNE PODEPŘENÁ DESKA**

CONCRETE FLAT SLAB SUPPORTED BY COLUMNS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Roman Lehořák**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. JAN PERLA**

**BRNO 2019**



**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 LOKÁLNE PODEPRENÁ DOSKA**

**SPRIEVODNÁ SPRÁVA**

**BAKALÁRSKA PRÁCA**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Roman Lehoťák**

**VEDÚCI PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. JAN PERLA**

**BRNO 2019**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Roman Lehořák
Název	Stropní deska nemocniční budovy
Vedoucí práce	Ing. Jan Perla
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

---

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

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

Podklady:

Půdorysy a řezy objektu.

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

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

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího bakalářské práce.

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Návrh stropní desky vícepodlažní nemocniční budovy - při návrhu bude respektováno dispoziční využití půdorysu vyššího podlaží a provedeno posouzení přetvoření stropní konstrukce s ohledem na celistvost vynášených výplňových konstrukcí. Statický výpočet bude obsahovat i ověření účinků přibližnými metodami řešení.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti dle 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).

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1×).

Popisný soubor závěrečné práce (1×).

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

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Jan Perla  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Bakalárska práca sa zaoberá analýzou vnútorných síl a návrhom tvaru a výstuže železobetónovej monolitckej dosky, stropu nad 6. NP Fakultnej nemocnice v Bohunicích. Výpočet vnútorných síl bol prevedený metódou náhradných rámov a metódou konečných prvkov v programe Nemetschek Scia Engineer 18.0. Práca sa zaoberá návrhom a posúdením dosky a príľahlých schodísk.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

lokálne podoprená doska, železobetón, metóda náhradných rámov, metóda konečných prvkov, doska konštantnej hrúbky, vnútorné sily, ohyb, šmyk, priehyb, dilatačné trne, schodisko

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the analysis of internal forces and the design of the shape and reinforcement of the reinforced concrete monolithic slab, the ceiling above the 6th floor of the University Hospital in Bohunice. The calculation of internal forces was performed by the substitute frame method and the finite element method in the Nemetschek Scia Engineer 18.0 program. The work deals with the design and assessment of the board and adjacent stairs.

## **KEYWORDS**

Point-supported slab, reinforced concrete, replacement frame method, Finite Element Method, flat slab with drop panel, flat slab, internal forces, bending, shear, deflection, expansion thorn stairs

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

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Stropní deska nemocniční budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 18. 5. 2019

---

Roman Lehoťák  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Stropní deska nemocniční budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 5. 2019

---

Roman Lehoťák  
autor práce

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Roman Lehoťák *Stropní deska nemocniční budovy*. Brno, 2019. 16 s., 299 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou by som sa rád poďakoval môjmu vedúcemu práce pánovi inžinierovi Janu Perlovi za čas , cenné rady , ústretovosť , pomoc a hlavne trpezlivosť pri vysvetľovaní problematiky . Ďalej by som sa rád poďakoval rodine za podporu počas celého štúdia.



# 1 Obsah

2	Úvod .....	2
3	Popis konštrukcie.....	2
3.1	Obecne .....	2
3.2	Konštrukčný systém.....	2
3.2.1	Vodorovné konštrukcie .....	2
3.2.2	Zvislé konštrukcie .....	2
4	Materiálové charakteristiky.....	3
4.1	Betón .....	3
4.2	Oceľ.....	3
4.3	Pracovné diagramy .....	4
5	Výpočtové metódy .....	4
5.1	Metóda náhradných rámov.....	4
5.2	Metóda konečných prvkov .....	4
6	Zaťaženie .....	5
6.1	Stále .....	5
6.2	Premenné .....	5
6.3	Kombinácie .....	5
7	Vystužovanie .....	6
8	Schodisko.....	6
9	Záver .....	7
10	Zdroje.....	7
10.1	Normy a literatúra .....	7
10.2	Technické listy .....	8
10.3	Použitý software.....	8
11	Skratky a symboly.....	8
12	Zoznam príloh.....	9

## 2 Úvod

Bakalárska práca sa zaoberá návrhom železobetónovej lokálne podoprenej monolitckej dosky situovanej nad šiestym podlažím Fakultnej nemocnice v Bohunicích v Brne. Cieľom práce bolo analyzovať konštrukciu pomocou dvoch výpočtových metód a to metódou náhradných rámov (MNR) a metódou konečných prvkov (MKP) na doskovom modeli. Ďalej bolo cieľom posúdenie a návrh výstuže na výsledky z MKP, ktorá je presnejšia ako MNR. Doska bola posúdená a nadimenzovaná s použitím programov Nemetschek SCIA Engineer 18.0 a Microsoft Excel 16 vrátane návrhu šmykových a dilatačných trŕnov.

Druhým bodom bakalárskej práce je návrh a posúdenie schodísk príľahlých k doske počítaného pomocou metódy konečných prvkov s použitím 3D modelu v programe SCIA Engineer 18.0.

Ku všetkým výstupom patrí odpovedajúca výkresová dokumentácia.

## 3 Popis konštrukcie

Analyzovaná konštrukcia je súčasťou FN v Bohunicích v Brne. Nad riešeným stropom sa nachádza gynekologické oddelenie.

### 3.1 Obecné

Jedná sa o objekt s ôsmimi nadzemnými a dvomi podzemnými podlažiami. Riešená doska sa nachádza nad 6.NP. Pôdorys dosky je štvorcový 21,1 m x 58,0 m s príľahlými podestami a schodišťami. Tuhosť objektu zabezpečujú 3 železobetónové stužujúce jadrá. Z nich 2 slúžia zároveň ako výťahové šachty.

Objekt bol v dlhšom rozmere rozdelený na dva dilatačné celky.

Výškové usporiadanie objektu sa odvíja od hodnoty

0,000 m = 280,70 m n. m. B. p. v..

Horná úroveň riešenej dosky je v relatívnej výške +23,250

### 3.2 Konštrukčný systém

#### 3.2.1 Vodorovné konštrukcie

Železobetónová monolitická lokálne podoprená doska bola pre účely práce navrhnutá ako doska s konštantnou hrúbkou  $h_s = 200$  mm. Doska bola rozdelená na 2 dilatačné celky približne v polovici väčšieho rozmeru s ohľadom na priaznivý medzný stav použiteľnosti. V mieste dilatácie boli navrhnuté dilatačné trne.

Schodiská priliehajúce k doske boli navrhnuté ako doskové ( $h = 200$  mm), a uložené na podestových nosníkoch. Zároveň bolo riešené kompletne odhlučnenie schodiska.

#### 3.2.2 Zvislé konštrukcie

V konštrukcii sa vyskytujú iba stĺpy štvorcového prierezu s rozmermi 0,35 m x 0,35 m a s výškou 3,1 m. Stĺpy sú usporiadané nepravidelne a to v rastoch 6 x 6 [m] a 4 x 6 [m].

Celkovo sa v jednom podlaží nachádza 48 stĺpov, z toho:

Vnútorý stĺp: 20 ks

Vonkajší stĺp: 24 ks

Rohový stĺp: 4 ks

Objekt stužujú 3 železobetónové jadrá s rozmermi:

J1: 3,50 x 6,00 [m]

J2: 4,05 x 2,40 [m]

J3: 12,30 x 3,35 [m]

## 4 Materiálové charakteristiky

### 4.1 Betón

Čerstvý betón: C30/37 – XC3 (CZ, F.1) – Cl 0,4 – D<sub>max</sub> 16 – S3  
– podľa ČSN EN 206

Pevnostná trieda		C30/37
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku	$f_{ck}$	= 30,0 MPa
Dielčí súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_c$	= 1,5
Návrhová pevnosť betónu v tlaku	$f_{cd}$	= 20,0 MPa
Charakteristická pevnosť betónu v ťahu	$f_{ctm}$	= 2,9 MPa
Modul pružnosti betónu	$E_{cm}$	= 33,0 GPa
Medzné pomerné pretvorenie betónu	$\epsilon_{cu3}$	= 3,5 ‰

### 4.2 Oceľ

Výstuž		B500B
Dielčí súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	$\gamma_s$	= 1,15
Návrhová medza klzu	$f_{yd}$	= 434,78 MPa
Modul pružnosti oceli	$E_s$	= 200,0 GPa



## 6 Zataženie

### 6.1 Stále

Ako stále zataženie pôsobí vlastná tiež konštrukcie a skladba podláh. Boli uvažované dva typy skladieb vnútorná skladba a vonkajšia balkónová skladba.

### 6.2 Premenné

Strop patrí do kategórie C3 podľa ČSN EN 1991-1-1 tabuľky 6.1, na základe toho bolo stanovené úžitné zataženie  $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$ . Priečky sú uvažované ako murované, zjednodušene  $2 \text{ kN/m}^2$  vzhľadom k tomu, že ich poloha sa môže v priebehu životnosti konštrukcie meniť.

### 6.3 Kombinácie

Pre metódu náhradných rámov boli ručne zostavené všetky kombinácie, ktoré môžu nastať a z nich boli vybrané extrémne prípady pre rez podporou a polom. Boli použité kombinačné rovnice 6.10a a 6.10b.

Kombinácie boli ručne vytvorené rovnako aj pre doskový model, aby boli hodnoty v skúmaných rezoch porovnateľné. Pre doskové modely boli ďalej vytvorené kombinačné pravidlá s nastavením súčasnosti a striedavosti zatažovacích stavov ktoré vytvorili kombináciu výsledkov pre medzný stav únosnosti z rovníc 6.10a a 6.10b. Pre medzný stav použiteľnosti boli vytvorené kombinácie charakteristická (6.14b), častá (6.15b) a kvazistála (6.16b)

Kombinačné rovnice podľa ČSN EN 1990

Rovnica 6.10a; 6.10b – MSÚ

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10b)$$

Rovnica 6.14b – MSP charakteristická

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.14b)$$

Rovnica 6.15b – MSP častá

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.15b)$$

Rovnica 6.16b – MSP kvazistála

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.16b)$$

Pri výpočte boli použité kombinačné súčinitele podľa ČSN EN 1990:

Dielčie súčiniteľ spoľahlivosti:

stále zataženie – nepriaznivé účinky

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1,35$$

stále zaťaženie – priaznivé účinky	$\gamma_{G,sup} = 1,0$
premenné zaťaženie – nepriaznivé účinky	$\gamma_{G,sup} = 1,5$
premenné zaťaženie – priaznivé účinky	$\gamma_{G,sup} = 0$

Kombinačné súčinitele:

úžitné – kategória C3

$$\Psi_0 = 0,7 \quad \Psi_1 = 0,7 \quad \Psi_2 = 0,6$$

redukčný súčiniteľ stálych nepriaznivých účinkov  $\xi = 0,85$

## 7 Vystužovanie

Riešená doska i príslušné schodiská boli vystužené v BIM programe Nemetschek Allplan 2018.0. Bol vytvorený 3D model debnenia, do ktorého bola vložená 3D výstuž. Hodnoty návrhových vnútorných síl, na ktoré sa dimenzovala výstuž boli prevzaté z programu Nemetschek SCIA Engineer 18.0. Na základe priebehu vnútorných síl vo výpočtovom modeli bola zvolená základná sieť pri oboch povrchoch Ø10/240. V miestach kde základná sieť nevyhovuje, boli navrhnuté príložky do medzier základnej siete.

Ďalej boli navrhnuté šmykové lišty. Pre jeden stĺp bez blízkeho otvoru a pre jeden s blízokým otvorom boli návrh a posúdenie prevedené ručným výpočtom. Ručný výpočet zároveň slúžil ako kontrola s výstupmi z programu firmy dodávajúcej šmykové lišty. Pro návrh líšt ostatných stĺpov bol použitý program Halfen HDB 13.30. V stĺpoch typu 2 a 7 muselo byť navýšené vystuženie príložkami, aby bol splnený minimálny stupeň vystuženia pre možnosť návrhu šmykových líšt. Ďalej boli za pomoci technických listov a certifikácií výrobcu navrhnuté axiálne dilatačné trne. Ďalej bola navrhnutá výstuž na reťazové zruštenie, do ktorej boli započítané i prúty správne nastykovanej základnej siete v posudzovaných miestach. Bolo navrhnuté dovystuženie dvomi prútmi Ø16.

## 8 Schodisko

V rámci práce sú riešené 2 príslušné schodišťa. Obe schodišťa sú navrhnuté ako doskové dvojramenné s hrúbkou dosky 200 mm. Jednotlivé ramená sú uložené na podestových nosníkoch. Medzipodesty sú navrhnuté pôdorysne do oblúkového tvaru s hrúbkou dosky 200 mm. Konštrukčná výška schodiska je 3,3 m, výška stupňov 150 mm a šírka stupňov 330 mm, šírka schodišťového ramena je 1,2 m. Kročajové odhlučnenie schodiska je riešené v systéme Schöck. Medzipodesty sú uložené na prvkoch Schöck Tronsole typ Z a jednotlivé ramená sú uložené na podestových nosníkoch a odhlučnené prvkami Schöck typ L.

Schodišťa boli analyzované ako 3D model v programe Nemetschek SCIA Engineer 18.0. S ohľadom na priebeh vnútorných síl bola navrhnutá základná sieť výstuže Ø8/100.

## 9 Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť a posúdiť železobetónovú monolitickú lokálne podoprenú dosku a železobetónové monolitické schodisko. Ďalej bolo vykonané zrovnanie výpočtových metód monolitickej dosky. Približná metóda súčtových momentov nemohla byť vôbec použitá nakoľko raster stĺpov nezodpovedá podmienkam tejto metódy. Na približnú kontrolu bola použitá metóda náhradných rámov, ktorá však vykazovala väčšie odchýlky od metódy konečných prvkov. A to najmä v miestach kde sa k skúmaným náhradným rámom približovali stužujúce jadrá, a tiež v miestach kde dochádzalo k nerovnobežnosti rastrov 6x6 m a 4x6 m. V týchto oblastiach dokáže 3D doskový model lepšie zohľadniť roznos zaťaženia a tým vychádzajú presnejšie výsledky. Z týchto dôvodov je použitie metódy náhradných rámov vhodné iba na rámcovú kontrolu.

## 10 Zdroje

### 10.1 Normy a literatúra

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [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: Český normalizační institut, 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [5] ČSN EN 1992-1-1 (731201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [6] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [7] ZICH, Miloš a kol. Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.

## 10.2 Technické listy

[8] Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D [online]

Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/>

[9] Schöck [online]

Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/produkty>

[10] Halfen [online]

Dostupné z:

<https://www.halfen.com/cz/1923/product-ranges/stavba/vyztuze/>

## 10.3 Použitý software

<i>Autodesk AutoCAD 2019</i>	- výkresy tvaru, schémy
<i>Nemetschek Allplan 2018.0</i>	- výkresy výstuže
<i>Maxon Cinema 4D 19.0</i>	- 3D model pre účely prezentácie
<i>Nemetschek SCIA Engineer 18.0</i>	- výpočtové modely
<i>Halfen HDB 13.30</i>	- návrh šmykových lišt
<i>Halfen HDS 13.30</i>	- návrh dilatačných trňov
<i>Microsoft Office Word 2016</i>	- textová časť práce
<i>Microsoft Office Excel 2016</i>	- dielčie statické výpočty
<i>Microsoft Office Powerpoint 2016</i>	- prezentácia práce

## 11 Skratky a symboly

$f_{cd}$	návrhová pevnosť betónu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická pevnosť betónu v tlaku
$f_{ctd}$	návrhová pevnosť betónu v ťahu
$f_{ctk; 0,05}$	5% kvantil pevnosti betónu v ťahu
$f_{ctm}$	priemerná pevnosť betónu v ťahu
$f_{cm}$	priemerná pevnosť betónu v tlaku
$f_{yd}$	návrhová medza klzu oceli
$f_{yk}$	charakteristická medza klzu oceli
$E$	modul pružnosti
$\epsilon_{cu}$	medzné pomerné pretvorenie betónu v tlaku
$\epsilon_s$	pomerné pretvorenie betonárskej výstuže
$\gamma_c$	dielčí súčiniteľ spoľahlivosti betónu
$\gamma_s$	dielčí súčiniteľ spoľahlivosti betonárskej výstuže
$G_k$	charakteristická hodnota stáleho zaťaženia
$Q_k$	charakteristická hodnota premenného zaťaženia
$G_d$	návrhová hodnota stáleho zaťaženia
$Q_d$	návrhová hodnota premenného zaťaženia
$s$	návrhové zaťaženie snehom



$S_k$	charakteristické zaťaženie snehom
$\psi$	kombinačný súčiniteľ
$\xi$	redukčný súčiniteľ stálych nepriaznivých účinkov
$h$	výška
$b$	šírka
$l$	rozpätie
$l_n$	svetlé rozpätie
$\emptyset$	priemer výstuže
$c_{nom}$	nominálne krytie výstuže
$d_g$	najväčší menovitý priemer zrna kameniva
$A_c$	plocha betónu
$A_{st}$	plocha výstuže
$A_{st,min}$	minimálna plocha výstuže
$A_{st,max}$	maximálna plocha výstuže
$l_0$	návrhová presahová dĺžka
$l_{0,min}$	minimálna presahová dĺžka
$l_{b,min}$	minimálna kotviaca dĺžka
$l_{bd}$	návrhová kotevná dĺžka
$l_{bd,rqd}$	základná kotevná dĺžka
$\eta_1$	súčiniteľ podmienok betonáže
$\eta_2$	súčiniteľ zohľadňujúci veľkosť zrna kameniva
$\alpha_1$	súčiniteľ tvaru prútov
$\alpha_2$	súčiniteľ pre kryciu vrstvu
$\alpha_3$	súčiniteľ ovinutia priečnou výstužou
$\alpha_4$	súčiniteľ ovinutia privarenou priečnou výstužou
$\alpha_5$	súčiniteľ ovinutia priečnym tlakom
$\alpha_6$	súčiniteľ percenta stykovanej výstuže
$x$	poloha neutrálnej osi
$x_{lim}$	limitná poloha neutrálnej osi
$Z$	rameno vnútorných síl
$M_{Rd}$	moment na medzi únosnosti
$M_{Ed}$	návrhový moment
$M_{crit}$	moment na medzi vzniku trhlín
$V_{Ed}$	maximálne šmykové napätie
$V_{Rd,c}$	šmyková únosnosť prvku bez šmykovej výstuže
$\rho$	stupeň vystuženia
$f$	priehyb
$w$	šírka dilatačnej špáry

## 12 Zoznam príloh

A\_POUŽITÉ PODKLADY  
 B\_VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA  
 C\_STATICKÝ VÝPOČET