



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 Lehoťák

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 trŕňov.

Druhým bodom bakalárskej práce je návrh a posúdenie schodísk prilahlých 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 prilahlými podestami a schodištami. 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_{max} 16 – S3
– podľa ČSN EN 206

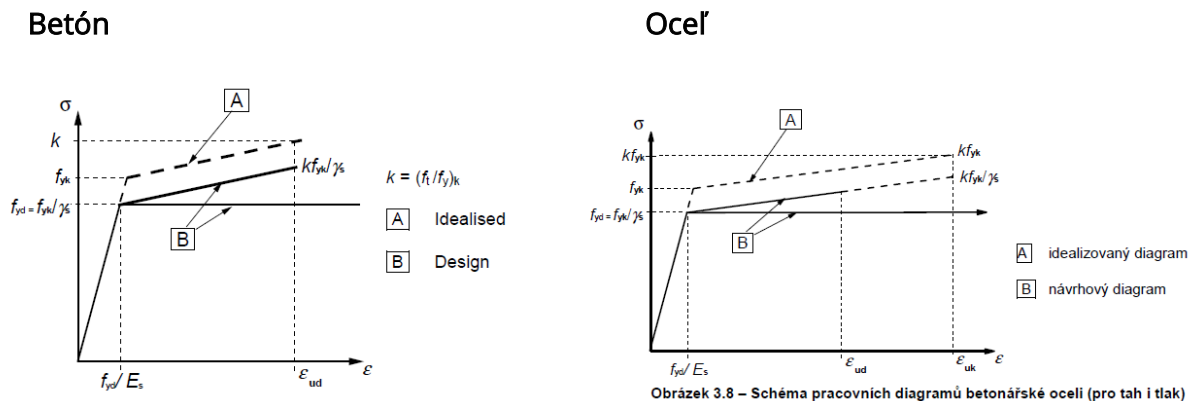
Pevnostná trieda		C30/37
Charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku	f_{ck}	= 30,0 MPa
Dielčí súčiniteľ spoľahlivosti materiálu	γ_c	= 1,5
Návrhová pevnosť betónu v tlaku	f_{cd}	= 20,0 MPa
Charakteristická pevnosť betónu v ťahu	f_{ctm}	= 2,9 MPa
Modul pružnosti betónu	E_{cm}	= 33,0 GPa
Medzné pomerné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

4.2 Oceľ

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

4.3 Pracovné diagramy

Boli uvažované pracovné diagramy podľa ČSN EN 1992-1-1



[obr. 3.4, ČSN EN 1992-1-1]

[obr. 3.8, ČSN EN 1992-1-1]

5 Výpočtové metódy

Vnútorne sily a hodnoty deformácií boli získané z doskového modelu v MKP programe. Pre kontrolu boli hodnoty momentov spočítané zjednodušenou metódou náhradných rámov.

5.1 Metóda náhradných rámov

Pre túto metódu boli vybrané 2 pásy (pozdĺžny a priečny) doskových polí o rovnakej šírke 6,0 m. Oba boli rozdelené na stĺpové a stredné pruhy. Rámy boli modelované v programe Nemetschek SCIA Engineer 18.0. Boli vytvorené kombinácie vyvodzujúce maximálne vnútorné sily ktoré boli následne rozdelené pomocou širok pruhov a súčiniteľa ω .

5.2 Metóda konečných prvkov

Riešená doska bola modelovaná ako dosková konštrukcia v programe SCIA Engineer 18.0. Jedná sa doskové modely v priestore a je uvažovaná Kirchhoffova teória dosiek. Stĺpy a stužujúce jadrá sú uvažované ako 3D podpory pričom je zohľadňovaná ich tuhosť v jednotlivých smeroch. Dilatačná špára je modelovaná ako líniová „podpora“ zabraňujúca posuvu v zvislom smere.

6 Zaťaženie

6.1 Stále

Ako stále zaťaženie 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 zaťaženie $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$. Priečky sú uvažované ako murované, zjednodušene 2 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 zaťažovacích 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), časť (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 časť

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

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 zaťaženie – 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 blízky 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 nerovnoběžnosti 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 líšt
<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
ϵ_{cu}	medzné pomerné pretvorenie betónu v tlaku
ϵ_s	pomerné pretvorenie betonárskej výstuže
γ_c	dielčí súčiniteľ spoľahlivosti betónu
γ_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
ψ	kombinačný súčiniteľ
ξ	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
η_1	súčiniteľ podmienok betonáže
η_2	súčiniteľ zohľadňujúci veľkosť zrna kameniva
α_1	súčiniteľ tvaru prútov
α_2	súčiniteľ pre kryciu vrstvu
α_3	súčiniteľ ovinutia priečnou výstužou
α_4	súčiniteľ ovinutia privarenou priečnou výstužou
α_5	súčiniteľ ovinutia priečnym tlakom
α_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
ρ	stupeň vystuženia
f	priehyb
w	šírka dilatačnej špáry

12 Zoznam príloh

A_POUŽITÉ PODKLADY

B_VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA

C_STATICÝ VÝPOČET