



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

STROPNÍ DESKA BYTOVÉHO DOMU

CONCRETE SLAB OF A RESIDENTIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Mária Benčíková

VEDOUCÍ 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 | Mária Benčíková |
| Název | Stropní deska bytového domu |
| 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 vícepodlažního bytového domu v části se zděnými stěnami - při návrhu bude respektováno dispoziční využití půdorysu vyššího podlaží a provedeno posouzení přetvoření stropní konstrukce s ohledem na celistvost vynášených výplňových konstrukcí. Při návrhu bude rovněž zohledněno omezené vedení kročejového hluku konstrukcí a přerušení tepelných mostů u balkónů. 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).

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem stropní konstrukce vícepodlažního bytového domu v podlaží ze zděnými stěnami. Zvláštní důraz je kladen na přerušení tepelných mostů u balkónových desek a omezení šíření kročejového hluku ze schodiště do okolitých konstrukcí. Ověřené přetvoření konstrukce vzhledem k celistvosti vynášených keramických příček. K řešení vnitřních sil je využito výpočetního software RFEM 5.18. Výpočty jsou provedeny dle ČSN EN 1992-1-1 a ČSN 73 1201.

KLÍČOVÁ SLOVA

stropní deska, bytový dům, monolitická konstrukce, železobeton, schodiště, ohybový moment, výztuž, mezní stav použitelnosti

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the design of the floor structure of a multi-storey apartment building on the floor with masonry walls. Particular emphasis is placed on the interruption of the thermal bridges at the balcony boards and the reduction of the impact sound propagation from the staircase to the surrounding structures. Verified deformation of the structure due to the integrity of the discharged ceramic partitions. RFEM 5.18 computational software is used to model the structure and solution of internal forces. Calculations are made according to ČSN EN 1992-1-1 and ČSN 73 1201.

KEYWORDS

floor slab, apartment building, cast-in-place structure, reinforced concrete, staircase, bending moment, reinforcement, serviceability limit state

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Mária Benčíková *Stropní deska bytového domu*. Brno, 2019. 24 s., 156 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 24. 5. 2019

Mária Benčíková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 24. 5. 2019

Mária Benčíková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji mému vedoucímu práce panu Ing. Janu Perlovi za ochotu, trpělivost, cenné informace a poznatky z praxe a taky za čas, který mi věnoval při vypracování této práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině za jejich podporu během studia.

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD | 10 |
| 2. POPIS OBJEKTU | 11 |
| 2.1 STAVEBNÉ RIEŠENIE OBJEKTU | 11 |
| 2.2 VODOROVNÉ KONŠTRUKCIE | 12 |
| 2.3 ZVISLÉ KONŠTRUKCIE | 12 |
| 2.4 SCHODISKO | 12 |
| 3. MATERIÁLY | 13 |
| 4. ZAŤAŽENIE | 14 |
| 4.1 STÁLE ZAŤAŽENIE | 14 |
| 4.2 PREMENNÉ ZAŤAŽENIE | 14 |
| 5. KOMBINÁCIA VÝSLEDKOV | 15 |
| 6. VNÚTORNÉ SILY | 16 |
| 6.1 RUČNÝ VÝPOČET | 16 |
| 6.2 VÝPOČTOVÝ SOFTWARE | 16 |
| 6.3 POROVNANIE MOMENTOV NA NOSNÍKU 1 | 17 |
| 7. POSTUP VYSTUŽOVANIA | 18 |
| 7.1 VYSTUŽENIE DOSKY | 18 |
| 7.2 VYSTUŽENIE BALKÓNOVÝCH DOSIEK | 18 |
| 7.3 VYSTUŽENIE PREKLADU | 18 |
| 7.4 VYSTUŽENIE SCHODISKA | 18 |
| 8. POSÚDENIE MEDZNÉHO STAVU POUŽITEĽNOSTI | 19 |
| 9. ZÁVER | 20 |
| 10. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV | 21 |
| 11. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A ZNAKOV | 22 |
| 12. PRÍLOHY | 24 |

1.ÚVOD

V mojej bakalárskej práci sa zaoberám návrhom železobetónovej stropnej konštrukcie nad 3. nadzemným podlažím bytového domu v ktorom sú zvislé nosné konštrukcie riešené murovanými stenami, návrhom schodiska a rohového prekladu.

Cieľom práce je vytvorenie vhodného statického modelu, výpočet vnútorných síl rôznymi metódami výpočtu a ich následné porovnanie, nadimenzovanie výstuže, spracovanie výkresovej dokumentácie a posúdenie pretvorenia stropnej konštrukcie s ohľadom na celistvosť vynášaných výplňových konštrukcií.

Pri návrhu je rešpektované prerušenie tepelných mostov v miestach napojenia balkónových dosiek a prerušenie vedenia kročajového hluku zo schodiskového priestoru do okolitých konštrukcií.

Statický model konštrukcie a výpočet vnútorných síl na konštrukcií je prevedený pomocou výpočtového softwaru RFEM 5.18, ktorý je založený na metóde konečných prvkov, pri čom práve z hodnôt vnútorných síl z daného programu som vychádzala pri návrhu výstuže.

2. POPIS OBJEKTU

2.1 STAVEBNÉ RIEŠENIE OBJEKTU

Bytový dom ktorým sa zaoberám v bakalárskej práci je budova „B“ ktorá je jedným z dvoch objektov polyfunkčného komplexu Houbalova - Brno – Lišeň. Objekt je rozdelený do troch dilatačných celkov o dĺžkach: celok C – 26,15m; celok D – 26,05m a celok E – 35,0m. Z daných hodnôt vyplýva, že je dodržaná maximálna dĺžka dilatačných celkov l_{dil} , ktorej hodnota je pre stenové konštrukcie s nosnými trojvrstvovými alebo dvojvrstvovými obvodovými stenami – chránenými rovná 51m.

| Druh konštrukcie | | Maximálna dĺžka l_{dil} [m] pri nosnej konštrukcii. | | | |
|--|--|---|------------|---------------------------|------------|
| | | monolitické | | montované | |
| | | chránené ^{1) 2)} | nechránené | chránené ^{1) 2)} | nechránené |
| Skeletové konštrukcie so ztužujúcimi prvkami ³⁾ | uprostred dilatačného celku ⁴⁾ | 54 | 36 | 60 | 42 |
| | na jednom konci dilat. celku | 42 | 27 | 45 | 30 |
| | v mezilehlé poloze | podle vztahů (7.1), popř. (7.2) | | | |
| | na obou koncích dilat. celku | 33 | 21 | 36 | 27 |
| | na dvou a více místech dilatačného celku | podle vztahů (7.3), popř. (7.4) | | | |
| Stenové konštrukcie s nosnými obvodovými stenami | třívrstevnými nebo dvouvrstevnými | 51 ⁵⁾ | 33 | 54 ⁵⁾ | 36 |
| | jednovrstevnými z lehkých betonů, samonosnými nebo nosnými | - | 39 | - | 45 |

Ďalej bude moja práca zameraná len na jeden dilatačný celok a to konkrétne C. Objekt má v tejto časti 2 podzemné podlažia, 5 nadzemných podlaží a je ukončený plochou strechou. Pôdorysné rozmery tejto časti objektu sú 26,25m x 17,7m. V 2.PP sú umiestnené komerčné priestory, pivničné kóje a hromadné garáže. Pôdorysy 1.PP, 1.NP, 2.NP, 3.NP a 4.NP sa výrazným spôsobom nemenia a každý z nich obsahuje 5 bytových jednotiek s výnimkou 6 balkónov, ktoré sa v 1.PP nenachádzajú a vo zvyšných podlažiach mienia svoj pôdorysný tvar. 5.NP má menšie pôdorysné rozmery a preto sa v ňom nachádzajú iba 2 bytové jednotky. Všetky podlažia sú prepojené železobetónovým schodiskom umiestneným v približne v strede východnej strany objektu, kde sa tiež nachádza vstup do objektu.

2.2 VODOROVNÉ KONŠTRUKCIE

Stropné konštrukcie sú v časti so stĺpovým nosným systémom riešené formou bodovo podopretej stropnej dosky – v podzemných podlažiach. V mnou riešenej oblasti - v časti s murovaným stenovým nosným systémom je konštrukcia navrhnutá ako 13 vzájomne nadväzujúcich dosiek po obvode podopretých nosnými stenami. 12 z daných dosiek je konštantnej hrúbky 180mm a 1 má hrúbku 120mm, ich pôdorysné rozmery sa odvíjajú od zadaného tvaru pôdorysu.

Pre vnútorné prostredie so stupňom vplyvu prostredia XC1 je navrhnutá trieda betónu C20/25, pre balkóny a teda prostredie vonkajšie so stupňom vplyvu prostredia XC3 je navrhnutá trieda betónu C30/37. Betonárska výstuž navrhnutá B500B.

Výstuž vnútorných dosiek je z dôvodu zamedzenia zámeny pri kladení navrhnutá pri oboch povrchoch jednotného priemeru R10. Výstuž balkónových dosiek je navrhnutá priemeru R8, ktorá nadväzuje na výstuž navrhnutých nosných prvkov pre prerušenie tepelného mostu Isokorb XT.

2.3 ZVISLÉ KONŠTRUKCIE

Zvislé konštrukcie sú po 2.NP železobetónové monolitické. V mnou riešenej časti sú zvislé konštrukcie murované z keramických tvárnic POROTHERM. Obvodové steny sú zhotovené z tvárnic POROTHERM 24 P+D, vnútorné nosné steny z tvárnic POROTHERM 24 AKU SYM. Priečky sú navrhnuté 2 hrúbok a to POROTHERM 8 Profi a PORTHERM 11,5 Profi. Výťahová šachta je po celej výške železobetónová monolitická a od zvyšku objektu oddilatovaná izolačnými doskami Isover AKUPLAT hr.50mm. Nad navrhnutými otvormi s vyhovujúcou svetlou šírkou otvoru sa nachádzajú systémové preklady POROTHERM, ktoré však nie sú predmetom tejto práce a ich typ ako aj počet rieši projektant v stavebnej časti projektu. Rohový preklad P1, ktorý nemožno vyriešiť systémovými prekladmi som navrhla železobetónový s triedou betónu C20/25 s výškou 450mm a šírkou 250mm . Vystuženie prekladu je riešené nosnou výstužou triedy B500B priemeru R14 a šmykovou výstužou priemeru R6.

2.4 SCHODISKO

3 ramenné schodisko je tvorené jednou niekoľko krát zalomenou monolitickou železobetónovou doskou s hrúbkou 180mm. Celý priestor schodiska je oddilatovaný od zvyšku objektu s dôvodu prerušenia šírenia hluku. Toto je docielené uložením schodiska do zabudovaných nosných prvkov s typovým armokošom a elastomerovými ložiskami pre izoláciu proti kročajovému hluku - Schöck Tronsole® typ Z doplnené škárovými doskami Schöck Tronsole® typ L umiestnenými po celom obvode schodiska v styku s okolitými konštrukciami. Oddelená monolitická výťahová šachta je využitá na prosté uloženie v mieste hlavnej podesty a na zabudovanie prvkov so spätné ohýbanou výstužou v mieste medzipodesty. Navrhnutá trieda betónu C20/25 so stupňom vplyvu prostredia XC1 a betonárska výstuž triedy B500B priemeru R8.

3.MATERIÁLY

BETÓN

C20/25

Charakteristická valcová pevnosť v tlaku:

Dielčí súčiniteľ vlastností materiálu:

Návrhová pevnosť betónu v tlaku:

Priemerná hodnota pevnosti v dostrednom ťahu:

Sečnový modul pružnosti:

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,50$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,50} = 13,33 \text{ MPa}$$

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

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

C30/37

Charakteristická valcová pevnosť v tlaku:

Dielčí súčiniteľ vlastností materiálu:

Návrhová pevnosť v tlaku:

Priemerná hodnota pevnosti v dostrednom ťahu:

Sečnový modul pružnosti:

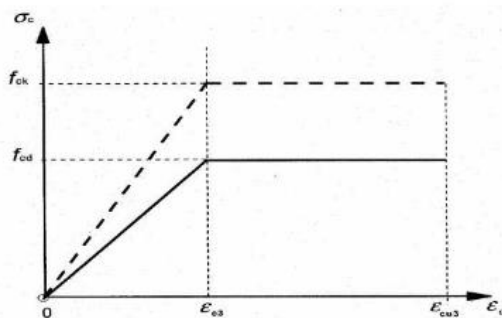
$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,50$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,50} = 20 \text{ MPa}$$

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

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



Pracovný diagram betónu v tlaku – pre dimenzovanie bilineárne. [1] – str.125

OCEĽ

B500B

Charakteristická medza klzu:

Dielčí súčiniteľ vlastností materiálu:

Návrhová pevnosť v tlaku:

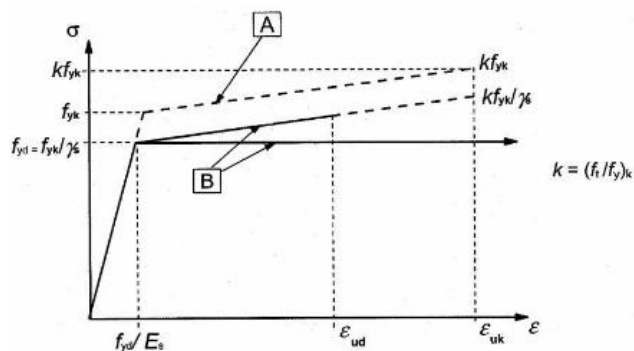
Návrhová hodnota modulu pružnosti:

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

$$\gamma_s = 1,15$$

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

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



Pracovný diagram betonárskej oceli v tlaku i ťahu pre dimenzovanie . [1] – str.125

4. ZAŤAŽENIE

4.1 STÁLE ZAŤAŽENIE

Stále zaťaženie je rozdelené do 3 zaťažovacích stavov pre jednoduchšie vyšetrenie prieťahov jednotlivých dosiek.

Prvý zaťažovací stav je tvorený čisto vlastnou tiažou konštrukcie - plošné zaťaženie.

Druhý zaťažovací stav tvorí zaťaženie skladbami podláh, ktoré sa v rôznych častiach konštrukcie mení vzhľadom k 4 rôznym skladbám podlahy – plošné zaťaženie.

Z dôvodu uvažovania priečok ako pevných konštrukcií, ktoré nebudú premiestňované tvorí tretí zaťažovací stav zaťaženie od priečok, ktoré sú konštrukciou vynášané. Pre uľahčenie ručného výpočtu je zaťaženie od priečok rozpočítané na plochu jednotlivých dosiek, vo výpočtovom softwari je však toto zaťaženie zadané líniovo v miestach uvažovaných priečok. Do tohto zaťažovacieho stavu je taktiež zahrnuté zaťaženie od zábradlia na balkónových doskách, ktoré tiež pôsobí líniovo.

4.2 PREMENNÉ ZAŤAŽENIE

Jediné premenné zaťaženie s ktorým je uvažované vo výpočte je zaťaženie úžitkové.

Hodnoty úžitkového zaťaženia pre kategóriu A – obytné plochy a plochy pre domáce činnosti:

- stropné konštrukcie: $q_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
- schodisko: $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$
- balkóny: $q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Pri úžitkovom zaťažení balkónov boli zvažované 2 varianty zaťaženia a to varianta plného plošného zaťaženia a varianta s plošným zaťaženým okrajovej časti dosky v kombinácii so zvislou silou pôsobiacou na zábradlí, ktorá predstavuje zaťaženie osobami stojacimi na okraji dosky . Hodnota zvislej sily $Q_k = 2,00 \text{ kN}$. Verzia s čiastočným plošným zaťažením v kombinácii so zvislou silou sa preukázala ako nepriaznivejšia a z tohto dôvodu bola použitá pre ďalšie výpočty vnútorných síl a pre zadanie do výpočtového softwaru.

Následne boli ručne vytvorené zaťažovacie stavy šachov v oboch smeroch konštrukcie pre vznik maximálnych momentov v charakteristických miestach konštrukcie, teda v jednotlivých poliach a nad podporami.

5. KOMBINÁCIA VÝSLEDKOV

Na výsledné kombinácie účinkov zaťaženia boli použité kombinácie výsledkov. Ako prvá bola vytvorená rozhodujúca kombinácia pre pôsobenie úžitkového zaťaženia, ktorá bola následne skombinovaná zo zaťažením stálym podľa nasledujúcich rovníc:

Pre medzný stav únosnosti:

- rovnica 6.10a

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \Psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- rovnica 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pre medzný stav použiteľnosti:

- rovnica 6.14b (charakteristická)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

-rovnica 6.16b (kvazistála)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dielčie súčinitele spoľahlivosti pre medzné stavy únosnosti podľa ČSN EN 1991:

| | | |
|------------------|---------------|--------------------------|
| Stále zaťaženie: | - priaznivé | $\gamma_{Gj,inf} = 1,00$ |
| | - nepriaznivé | $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$ |
| | - nepriaznivé | $\xi = 0,85$ |

| | | |
|---------------------|---------------|-----------------------|
| Premenné zaťaženie: | - priaznivé | $\gamma_{Q,1} = 0,00$ |
| | - nepriaznivé | $\gamma_{Q,1} = 1,50$ |

Dielčie súčinitele spoľahlivosti pre medzné stavy použiteľnosti uvažované 1,00.

Hodnoty súčiniteľu Ψ pre kombinácie zaťažení:

- úžitkové zaťaženie podľa kategórie zaťažených plôch

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Kategória A: obytné plochy: | $\Psi_0 = 0,7$ |
| | $\Psi_1 = 0,5$ |
| | $\Psi_2 = 0,3$ |

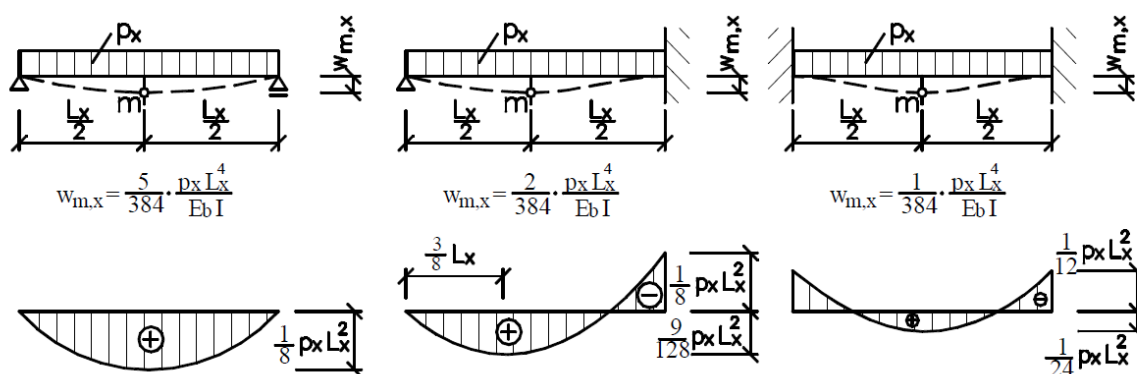
6. VNÚTORNÉ SILY

Výpočet vnútorných síl bol prevedený dvoma metódami a to ručným výpočtom metódou náhradných nosníkov a vo výpočtovom softwari RFEM 5.18 metódou konečných prvkov. Pre porovnanie bol použitý 1. zaťažovací stav – zaťaženie vlastnou tiažou. Zaťažovací stav bol zvolený z dôvodu obmedzenia odchýlok, ktoré by mohli vzniknúť rozdielnym zadaním zaťaženia vyvođeným od priechok.

6.1 RUČNÝ VÝPOČET

Z daného rozpätia stropných dosiek bol na základe empirických vzťahov určený spôsob pôsobenia dosiek a teda spôsob prenášania zaťaženia. Pri doskách splňujúcich podmienku $L_2/L_1 < 2$ bolo uvažované, že doska je pôsobiaca a prenášajúca zaťaženie v jednom smere. Pričom L_2 je vždy braný dlhší smer rozpätia. Ak bola hodnota $L_2/L_1 \geq 2$ bola doska riešená ako obojsmerne pôsobiaca. Pre tieto dosky bol následne spočítaný rozdeľovací súčiniteľ zaťaženia C , kde $p_x = pC_x$; $p_y = pC_y = p(1-C_x)$.

Vytvorený náhradný nosník bol rozdelený na dielčie samostatné nosníky kde bola vždy vnútorná podpora nahradená votknutím a na takto vytvorených nosníkoch zrátané dimenzačné momenty.



Priehyb a ohybové momenty náhradných nosníkov pre zákl. spôsoby uloženia [2] – str.20

Vyrovnanie nadpodporových momentov je vyriešené Crossovou metódou.

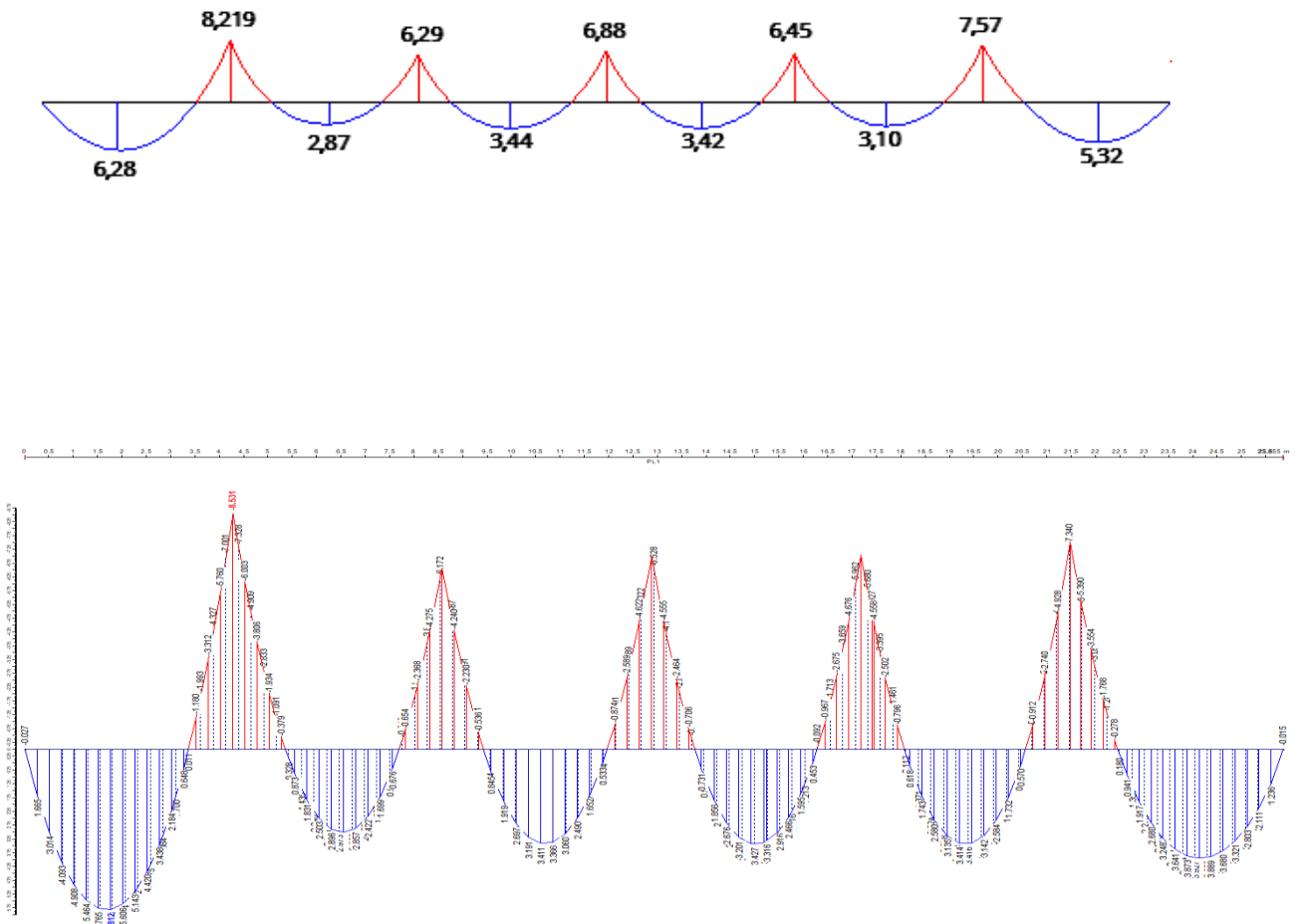
| 1 | 0,499 | 2 | 0,501 | 0,500 | 3 | 0,500 | 0,500 | 4 | 0,500 | 0,500 | 5 | 0,500 | 0,496 | 6 | 0,504 | 7 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---|
| | +9,95 | -6,71 | +6,71 | -6,71 | +6,71 | -6,71 | +6,71 | -6,71 | +6,71 | -6,71 | +6,71 | -6,71 | +6,71 | -8,57 | | |
| | -1,62 | -1,62 | -0,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +0,46 | +0,92 | +0,92 | +0,94 | | | |
| | | +0,203 | +0,405 | +0,405 | +0,203 | -0,115 | -0,23 | -0,23 | -0,23 | -0,23 | -0,115 | | | | | |
| | -0,102 | -0,102 | -0,051 | -0,022 | -0,044 | -0,044 | -0,022 | +0,029 | +0,029 | +0,057 | +0,058 | | | | | |
| | | +0,019 | +0,037 | +0,037 | +0,019 | -0,002 | -0,004 | -0,004 | -0,004 | -0,002 | | | | | | |
| | -0,009 | -0,009 | +6,29 | -6,29 | -0,009 | -0,009 | +6,454 | -6,455 | -6,455 | +0,001 | +0,001 | | | | | |
| | +8,219 | -8,219 | | | +6,88 | -6,88 | | | | +7,571 | -7,571 | | | | | |

6.2 VÝPOČTOVÝ SOFTWARE

V programe vytvorený model vytvára reálnejšie pôsobenie konštrukcie stropných dosiek a predpokladá roznoš zaťaženia do oboch smerov v každom prípade, aj keď sa jedná o malé hodnoty.

6.3 POROVNANIE MOMENTOV NA NOSNÍKU 1

| METÓDA | PODP. 1 | POLE 1 | PODP. 2 | POLE 2 | PODP. 3 | POLE 3 | PODP. 4 | POLE 4 | PODP. 5 | POLE 5 | PODP. 6 | POLE 6 | PODP. 7 |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| RUČNÁ | 0,0 | 6,280 | -8,219 | 2,870 | -6,29 | 3,44 | -6,88 | 3,42 | -6,455 | 3,10 | -7,571 | 5,32 | 0,0 |
| RFEM | -0,027 | 5,812 | -8,531 | 3,009 | -6,561 | 3,441 | -6,808 | 3,43 | -7,024 | 3,416 | -7,496 | 3,95 | -0,015 |



VYHODNOTENIE:

Priebeh momentov získaný ručným výpočtom sa od softwarovo zrátaného priebehu momentov líši približne do 10%. Táto odchýlka je spôsobená už spomínaným rozdielnym uvažovaním pôsobení dosiek. Zatiaľ čo v ručnom je uvažované s niektorými doskami prenášajúcimi celé zaťaženie v 1 smere, program RFEM toto zaťaženie rozdeľuje do oboch smerov. Napriek týmto rozdielom možno považovať výsledky za zrovnateľné.

7. POSTUP VYSTUŽOVANIA

Celý návrh výstuže je prevedený na tzv. momenty dimenzačné.

7.1 VYSTUŽENIE DOSKY

Vystuženie dosky bolo navrhnuté pri oboch povrchoch. Pri spodnom povrchu dosky je navrhnutá základná sieť vyhovujúca minimálnemu vystuženiu dosky a konštrukčným zásadám umiestňovania výstuže. Toto vystuženie je doplnené prídavnou výstužou v okolí otvorov, ktoré sa v konštrukcii nachádzajú. Výstuž horná je nadimenzovaná v niekoľkých miestach rozdielne, v závislosti na veľkosti nadpodporových momentov. Uprostred dosiek, kde nedosahuje riadne zakotvená výstuž z podpôr sú umiestnené kari siete, kvôli zamedzeniu vzniku trhlín.

7.2 VYSTUŽENIE BALKÓNOVÝCH DOSIEK

Návrh vystuženia balkónových konštrukcií je prevedený na vznikajúce ohybové momenty v kombinácii s doporučenými hodnotami plochy nadväzujúcej výstuže na nosné prvky Isokorb udávané výrobcom.

7.3 VYSTUŽENIE PREKLADU

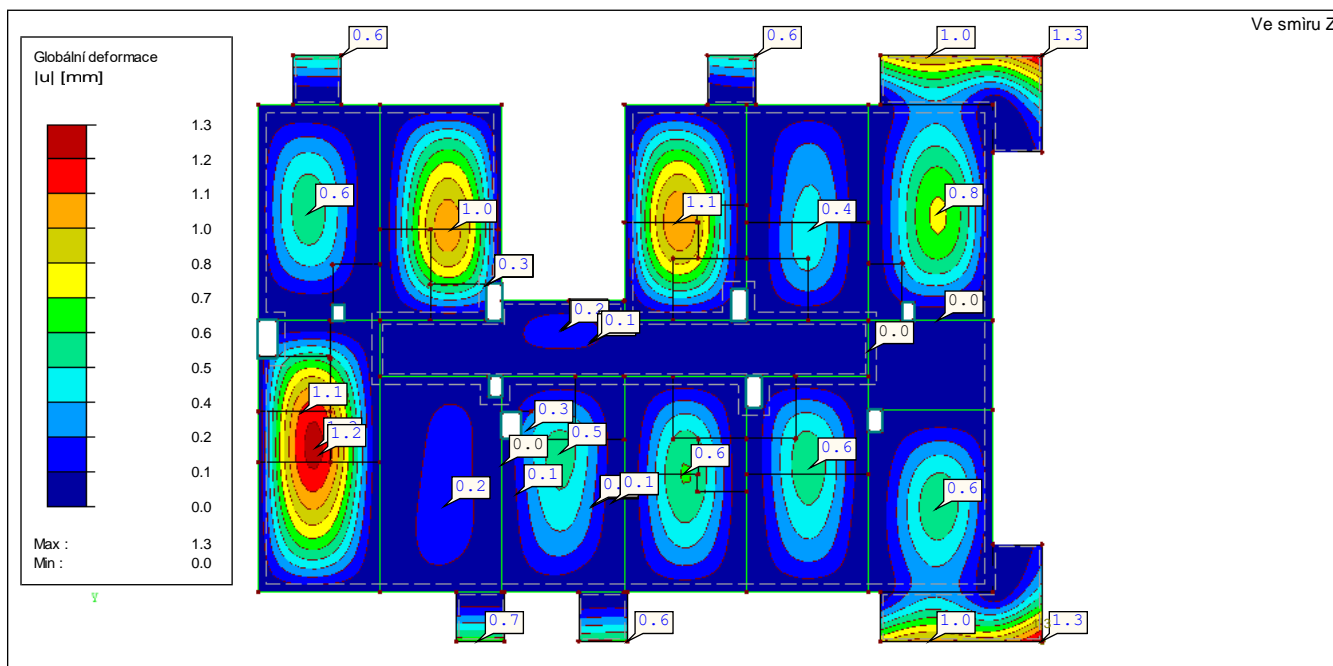
Rohové preklady bolo nutné posúdiť a navrhnúť nielen na vznikajúce ohybové momenty a posúvajúce sily, ale tiež na interakciu týchto veličín s krútiacimi momentami.

7.4 VYSTUŽENIE SCHODISKA

Výstuž schodiskovej dosky navrhnutá na spolupôsobenie dimenzačných momentov a vznikajúcich normálových síl. Navrhnuté vystuženie pri oboch povrchoch dosky.

8. POSÚDENIE MEDZNÉHO STAVU POUŽITELNOSTI

Medzný stav použiteľnosti – priehyb, bol posudzovaný na doske s priečkami a maximálnym pružným priehybom spočítaným v softwari RFEM 5.18 pri kvazistálej kombinácii zaťaženia. Hodnota tohto priehybu sa rovnala 1,3mm.



Výsledný priehyb pri návrhovej životnosti konštrukcie 50 rokov s vplyvom dotvarovania a zmršťovania konštrukcie dosiahol hodnotu 8,31mm, čo pri limitnom priehybe $L/250=16,82\text{mm}$ možno považovať za vyhovujúce. Priehyb vyvolávajúci poškodenie priečok $\Delta w = 6,16\text{mm}$ by pri limitnom priehybe $L/650 = 6,46\text{mm}$ nemal spôsobiť poškodenie keramických priečok.

9. ZÁVER

V mojej bakalárskej práci som navrhla výstuž stropnej dosky nad 3.NP jedného dilatačného celku bytového domu a dôležitých súčastí ako sú balkóny, schodisko a rohový preklad a na svoj návrh spracovala výkresovú dokumentáciu.

Ručný výpočet vnútorných síl je v danom zaťažovacom stave možno považovať za vhodnú približnú kontrolu metódy konečných prvkov programu RFEM 5.18 a však v iných zaťažovacích stavoch by vplyvom líniového zaťaženia dochádzalo k značným odchýlkam.

Zároveň som posúdila priehyb stropnej dosky v kritickom mieste pri návrhovej životnosti 50 rokov a posúdila vplyv tohto priehybu na celistvosť vynášaných priečok, ktorý vo veľkej miere vyhovel a z čoho vyplýva, že by bolo možné navrhnúť niektoré dosky menšej hrúbky ako zvolených 180mm, otázne však je či by v takomto prípade vyhovel medzný priehyb poškodenia priečok. Ja som však svoj návrh nemenila z dôvodu jednotnosti konštrukcie a nutnosti danej hrúbky 180mm pri použití rohových nosných prvkov Isokorb XT. Zvýšený priehyb nárožia rohového balkónu bude riešený nadvýšením konštrukcie debnenia v tomto mieste.

10. ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

POUŽITÁ LITERATÚRA:

[1] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010, 145s. ISBN 978-80-86897-38-7

[2] BAŽANT, Zdeněk, *Betonové konstrukce I - Betonové konstrukce plošné - část 1*. Brno: VUT v Brně, 2005, 56s.

[3] BAŽANT, Zdeněk, *Betonové konstrukce I - Betonové konstrukce plošné - část 2*. Brno: VUT v Brně, 2004, 73s.

NORMY:

[4] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Český normalizační institut, březen 2004.

[5] ČSN EN 1991-1-1. (73 0035) *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Český normalizační institut, duben 2004.

[6] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

[7] ČSN 73 120. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2010.

WEBOVÉ STRÁNKY:

[8] *Schöck Isokorb® typ KXT* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/isokorb-typ-kxt>

[9] *Schöck Isokorb® typ EXT* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/isokorb-typ-ext>

[10] *Schöck Tronsole® typ Z* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/tronsole-typ-z>

[11] *Schöck Tronsole® typ L* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/tronsole-typ-l>

[12] ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana. *Pomůcky do cvičení* [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm

SOFTWARE:

ARCHICAD 21 - GRAPHISOFT A Nemetschek Group

AutoCAD 2019 – Autodesk

RFEM 5.18.01 - Dlubal Software s.r.o.

Word 2016 - Microsoft

Excel 2016 - Microsoft

11. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A ZNAKOV

| | |
|-------------|--|
| A | prierezová plocha |
| A_c | prierezová plocha betónu |
| A_s | prierezová plocha betonárskej výstuže |
| A_i | prierezová plocha ideálneho prierezu |
| $A_{s,min}$ | minimálna prierezová plocha betonárskej výstuže |
| A_{sw} | prierezová plocha šmykovej výstuže |
| B_i | tuhosť neporušeného prierezu |
| B_{ir} | tuhosť prierezu porušeného trhlinou |
| C_e | súčiniteľ expozície |
| C_t | súčiniteľ vplyvu teploty |
| $E_{c,eff}$ | účinný modul pružnosti betónu |
| E_{cm} | sečnový modul pružnosti betónu |
| E_s | návrhová hodnota modulu pružnosti betonárskej ocele |
| EI | ohybová tuhosť |
| G_k | charakteristická hodnota stáleho zaťaženia |
| G_d | návrhová hodnota stáleho zaťaženia |
| I | moment zotrvačnosti prierezu |
| I_i | moment zotrvačnosti ideálneho prierezu |
| I_{ir} | moment zotrvačnosti prierezu porušeného trhlinou |
| L | dĺžka |
| M_{Ed} | návrhová hodnota pôsobiaceho vnútorného ohybového momentu |
| M_{Rd} | návrhová momentová únosnosť prierezu |
| M_{cr} | moment na medzi vzniku trhlín |
| MKP | Metoda konečných prvkov |
| N_{Ed} | návrhová hodnota pôsobiacej normálovej sily |
| K_s | ohybová tuhosť dosky |
| Q_k | charakteristická hodnota premenného zaťaženia |
| Q_d | návrhová hodnota premenného zaťaženia |
| S_i | statický moment plochy výstuže k ťažisku ideálneho prierezu |
| S_{ir} | statický moment výstuže k ťažisku prierezu porušeného trhlinou |
| T_{ed} | návrhová hodnota pôsobiaceho krútiaceho momentu |
| V_{Ed} | návrhová hodnota posúvajúcej sily |
| a | vzdialenosť |

| | |
|------------------|--|
| b | šírka prierezu |
| c_{nom} | menovitá hrúbka betónovej krycej vrstvy |
| c_{min} | minimálna hrúbka betónovej krycej vrstvy |
| Δc_{dev} | povolená výrobná odchýlka krycej vrstvy od nominálnej hodnoty |
| d | priemer |
| d | účinná výška prierezu |
| d_g | najväčší menovitý rozmer zrna kameniva |
| f_{bd} | návrhové medzné napätie v súdržnosti |
| f_{cd} | návrhová pevnosť betónu v tlaku |
| f_{ck} | charakteristická pevnosť betónu v tlaku (valcová v dobe 28 dní) |
| f_{cm} | priemerná hodnota valcovej pevnosti betónu v tlaku |
| f_{ctm} | priemerná hodnota pevnosti betónu v dostrednom ťahu |
| f_{ctk} | charakteristická pevnosť betónu v dostrednom ťahu |
| f_{yk} | charakteristická medza klzu betonárskej výstuže |
| f_{yd} | návrhová medza klzu betonárskej výstuže |
| g_k | charakteristická hodnota stáleho zaťaženia |
| g_d | návrhová hodnota stáleho zaťaženia |
| h | výška prierezu |
| h_s | hrúbka dosky |
| $h_{s,lim}$ | minimálna hrúbka dosky |
| l | dĺžka alebo rozpätie |
| $l_{b,rqd}$ | základní kotevná dĺžka |
| l_{bd} | kotevná dĺžka |
| $l_{b,min}$ | minimálna kotevná dĺžka |
| l_0 | stykovacia dĺžka |
| s_{max} | maximálna osová vzdialenosť prútov výstuže |
| s_{sn} | minimálna svetlá vzdialenosť medzi prútmi výstuže |
| v_{Ed} | maximálne šmykové napätie |
| $v_{Rd,c}$ | smyková únosnosť prvku bez šmykovej výstuže |
| v_{min} | minimálna šmyková únosnosť prvku bez šmykovej výstuže |
| $v_{Rd,sy,max}$ | maximálna šmyková únosnosť prvku so šmykovou výstužou |
| x | vzdialenosť neutrálnej osy od najviac tlačeneho okraju |
| z_c | rameno vnútorných síl k ťažisku tlačeneho betónu |
| α_e | pomer modulov pružnosti betonárskej výstuže a betónu |
| β | súčiniteľ druhu pôsobenia zaťaženia (krátkodobé/dlhodobé) |
| β_t | súčiniteľ krútenia |
| $\beta_{(t_0)}$ | súčiniteľ vyjadrujúci vplyv staroby betónu v okamihu vnesenia zaťaženia na základní súčiniteľ dotvarovania |
| γ_c | súčiniteľ spoľahlivosti betónu |
| γ_s | súčiniteľ spoľahlivosti výstuže |
| γ_G | súčiniteľ stáleho zaťaženia |
| γ_Q | súčiniteľ premenného zaťaženia |
| ϵ_{cu} | medzné pomerné pretvorenie betónu |
| ϵ_{yd} | pretvorenie betonárskej výstuže |
| ϵ_{cs} | voľné pretvorenie od zmršťovania |
| ρ | stupeň vystuženia |

| | |
|---------------------|--|
| φ | profil výstuže |
| $\varphi_{(t,t_0)}$ | súčiniteľ dotvarovania |
| φ_0 | základní súčiniteľ dotvarovania |
| φ_{RH} | súčiniteľ vyjadrujúci vplyv vlhkosti prostredia na základný súčiniteľ dotvarovania |
| μ | tvarový súčiniteľ |

12. PRÍLOHY

- P1. Použité podklady
- P2. Výkresy tvaru a výstuže
- P3. Statický výpočet
- P4. Výstupy z programu RFEM