



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

POSOUZENÍ ŽB NOSNÝCH PRVKŮ OBJEKTU

ASSESSMENT OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Pecháček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2020

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	Martin Pecháček
Název	Posouzení ŽB nosných prvků objektu
Vedoucí práce	Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	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 – situace, půdorysy, řezy, geologie

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 kcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro zadaný objekt rodinného domu navrhnete ŽB stropní konstrukci, průvlak a schodiště. Proveďte statické řešení a dimenzování v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru stropní konstrukce a podrobné výkresy výztuže.

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. Ivana Švaříčková, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je analýza vnitřních sil, návrh a posouzení ŽB nosných prvků. V práci jsou navrženy schodišťová deska, stropní deska a nadokenní překlad rodinného domu se zděnými nosnými stěnami. V návrhu stropní desky je zohledněn vznik tepelného mostu. Na zabránění tepelného mostu jsou používány systémové prvky. K řešení vnitřních sil na konstrukci je využita metoda konečných prvků v softwaru SCIA Engineer 19.1. Výsledky na vybraných úsecích a pro vybrané kombinace zatížení jsou ověřeny metodou náhradních nosníků. Vnitřní síly schodiště jsou vypočteny metodou náhradních nosníků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Monolitický železobeton, rodinný dům, metoda konečných prvků, metoda náhradních nosníků, tepelný most, stropní deska, balkón, schodiště, překlad, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is the analysis of internal forces design and assessment of the reinforced concrete loadbearing elements. Staircase, floor slab and window header of a detached house with supporting masonry walls are designed in the thesis. In the project of the floor slab the occur of a thermal bridge is taken into account. To prevention of thermal bridge are used systematic elements. To analysis internal forces on the structure Finite Element Method in the SCIA Engineer 19.1 software is used. The results of selected sections and selected load combinations are verified by method of replacement beams. Internal forces on the staircase are calculated by method of replacement beams.

KEYWORDS

Cast-in-place reinforced concrete, detached house, Finite Element Method, method of replacement beams, thermal bridge, floor slab, balcony, staircase, window header, ultimate limit state, serviceability limit state

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Martin Pecháček *Posouzení vybraných ŽB nosných prvků objektu*. Brno, 2020, 25 s., 154 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Posouzení vybraných ŽB nosných prvků objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2020

Martin Pecháček
Autor bakalářské práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Posouzení vybraných ŽB nosných prvků objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2020

Martin Pecháček
Autor bakalářské práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Ivaně Švaříčkové, Ph.D. za odborné vedení, ochotu vysvětlit problematiku, podklady pro práci a poskytnutý čas při konzultacích. Děkuji doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. a Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za rady pro návrh vyztužení konstrukce, Ing. Jiřímu Mrkvovi za rady při návrhu systémových prvků pro přerušení tepelných mostů a Ing. Vítězslavu Trojanovi za rady při specifikaci betonových směsí.



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 ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Pecháček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Popis konstrukce	11
2.1	Popis objektu.....	11
2.2	Konstrukční systém	11
2.2.1	Základové konstrukce	11
2.2.2	Svislé konstrukce	11
2.2.3	Vodorovné konstrukce.....	11
3	Materiály	11
3.1	Beton.....	11
3.2	Výztuž – pruty	11
3.3	Výztuž – sítě	12
4	Model konstrukce	12
4.1	Zatížení	12
4.1.1	Stálé zatížení	12
4.1.2	Proměnné zatížení.....	12
4.2	Okrajové podmínky.....	12
4.3	Zatěžovací stavy	12
4.4	Kombinace zatížení.....	12
4.5	Ověření výsledků	12
5	Řešené prvky objektu.....	13
5.1	Schodišťová deska.....	13
5.2	Stropní deska.....	13
5.3	Překlad.....	13
5.4	Stropní věnec.....	13
6	Vyztužování konstrukce.....	13
6.1	Obecné informace.....	13
6.2	Vyztužování schodišťové desky.....	13
6.3	Vyztužování stropní desky.....	14
6.4	Vyztužování překladu	14
6.5	Vyztužování stropního věnce.....	14
6.6	Systémové prvky pro přerušení tepelného mostu	14
7	Srovnání finančních nákladů na konstrukci.....	15
7.1	Betonárny	15
7.2	Závěr srovnání	17
8	Závěr	17
9	Použitá literatura.....	18
9.1	Skripta a studijní opory.....	18
9.2	Normy.....	18
9.3	Internetové stránky	18
9.4	Výpočetní a grafický software	19
10	Seznam použitých symbolů	20
10.1	Velká latinská písmena.....	20
10.2	Malá latinská písmena	22
10.3	Písmena řecké abecedy	24
11	Seznam Příloh	25

1 Úvod

Cílem práce je analyzovat a posoudit konstrukci stropní desky rodinného domu nad 1. NP. Konstrukce je analyzována metodou konečných prvků 2D výpočetního modelu v programu SCIA Engineer. Ověření výsledků je na vybraných konstrukcích provedeno metodou náhradních nosníků. Výsledkem práce je návrh a posouzení schodišťové desky a stropní desky na mezní stav únosnosti a nadokenního překladu na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti.

2 Popis konstrukce

2.1 Popis objektu

Jedná se o dvoupodlažní objekt rodinného domu. V 1. NP se nachází denní část domu – obývací pokoj s kuchyní a jídelnou, pracovna, technické zázemí domu, hygienické zázemí a schodiště vedoucí do 2. NP, kde se nachází noční část domu – jednotlivé ložnice a hygienické zázemí. Střecha je navržena jako jednoplášťová plochá. Horní hrana objektu se nachází ve výšce +7,050 m nad terénem a v úrovni -0,200 m pod terénem se nachází horní hrana základových pasů. Horní hrana řešené stropní desky je v úrovni +3,000 m nad úrovní podlahy v 1. NP.

2.2 Konstrukční systém

2.2.1 Základové konstrukce

Základy jsou tvořeny soustavou základových pasů vytvořených z betonových tvárnic ztraceného bednění vzájemně provázaných betonářskou výztuží $\varnothing 8$ a vyplněny betonovou směsí z betonu C 25/30. Na základové pasy je nadbetonována podkladní betonová vrstva vyztužená svařovanými sítěmi $\varnothing 6$ s velikostí oka 100x100 mm. Podkladní deska je pomocí vyčnívajících trnů betonářské výztuže spojena se základy a zmonolitněna vrstvou betonu třídy C 25/30, specifikace betonu je dle návrhu statika.

2.2.2 Svislé konstrukce

Stěny jsou vyzděny z keramických broušených cihelných bloků zděných na montážní pěnu. Obvodové stěny jsou z keramických cihelných bloků tloušťky 500 mm. Vnitřní nosné stěny jsou z keramických cihelných bloků tloušťky 250 mm.

2.2.3 Vodorovné konstrukce

Vodorovné konstrukce objektu jsou řešeny jako monolitické železobetonové stropní desky po obvodu podepřené nosnými zděnými stěnami z keramických broušených cihelných bloků. Stropní deska je navržena konstantní tloušťkou 250 mm. Napojení balkónové desky na stropní desku je řešeno osazením systémových prvků pro přerušení tepelného mostu š. 120 mm.

3 Materiály

3.1 Beton

Schodišťová deska – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{\max} 16 mm – S4

Schodišťové stupně – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{\max} 16 mm – S4

Stropní deska – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{\max} 16 mm – S4

Překlad – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{\max} 16 mm – S4

Balkónová deska – C 30/37 – XC4, XF3 – Cl 0.2 – D_{\max} 16 mm – S4

3.2 Výztuž – pruty

B500B

3.3 Výztuž – síť

B500A

Návrhové charakteristiky jednotlivých materiálů jsou uvedeny v příloze P3. STATICKÝ VÝPOČET. Výkazy počtu kusů jsou uvedeny na příslušných výkresech výztuže a v souhrnném výkazu výztuže, který je součástí přílohy P2. VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE.

4 Model konstrukce

4.1 Zatížení

4.1.1 Stálé zatížení

Do stálého zatížení je uvažováno plošné zatížení od vlastní tíhy stropní desky a skladby podlah. Spojité rovnoměrné zatížení od obvodové stěny, příček, předstěn, svislé reakce od schodišťové desky a zábradlí na balkónech. Dále je uvažováno spojitě rovnoměrné momentové zatížení vetknutí schodišťové desky.

4.1.2 Proměnné zatížení

Proměnné zatížení je uvažováno dle ČSN EN 1991-1-1 pro objekty kategorie A – plochy pro domácí a obytné činnosti. Pro daný objekt je do výpočtu uvažováno plošné proměnné zatížení: stropní desky $2,0 \text{ kN/m}^2$

balkónové desky $3,0 \text{ kN/m}^2$,

schodišťové desky $3,0 \text{ kN/m}^2$

vodorovné síly na zábradlí balkónu $0,5 \text{ kN/m}$

4.2 Okrajové podmínky

Stropní deska je rozdělena na jednotlivé dílčí desky a je vymodelována jako 2D konstrukce ve výpočetním softwaru SCIA Engineer. Podporující stěny jsou do výpočtu zavedeny jako liniové podpory na hraně plošného prvku. Nadokenní překlad je vymodelován jako ztužující žebro desky. Spolupůsobící šířka žebra je vypočítána na základě ČSN EN 1992-1-1 a výsledky jsou zadány do výpočetního modelu.

4.3 Zatěžovací stavy

Jednotlivá zatížení jsou rozdělena do samostatných zatěžovacích stavů. Proměnná zatížení stropní desky jsou uvažována jako plná užitná zatížení na všech částech konstrukce a dále jako plošná užitná zatížení jednotlivých stropních a balkónových desek v různých kombinacích.

4.4 Kombinace zatížení

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci i jejich ověření jsou uvažovány kombinace zatížení na mezní stav únosnosti dle rovnic 6.10a a 6.10b. Z těchto kombinací poté jsou vybrány největší hodnoty zatížení. Na mezní stav použitelnosti je použita charakteristická a kvazistálá kombinace zatížení dle rovnic 6.14b a 6.16b. Při návrhu systémových prvků pro přerušování tepelných mostů jsou uvažovány kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti dle rovnice 6.10.

4.5 Ověření výsledků

Pro ověření výsledků je použita kombinace na mezní stav únosnosti dle rovnic 6.10a a 6.10b ze zatěžovacích stavů vlastní tíhy stropní desky a plného proměnného zatížení.

5 Řešené prvky objektu

5.1 Schodišťová deska

Schodiště je realizováno jako přímá monolitická železobetonová deska s konstantní tloušťkou 170 mm a nadbetonovanými stupni. Betonové stupně jsou vybetonovány společně se schodišťovou deskou stejnou betonovou směsí.

5.2 Stropní deska

Stropní deska je realizována jako monolitická stropní deska podepřená obvodovými a vnitřními nosnými zděnými stěnami. Stropní deska je navržena s konstantní tloušťkou 250 mm. V místě obvodových stěn je stropní deska izolována tepelnou izolací z fasádního šedého EPS polystyrenu tl. 120 mm s maximálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. V místě přechodu stropní desky na balkónovou deskou je nutné zabránit vzniku tepelných mostů. K tomuto účelu jsou navrženy systémové prvky pro přerušení tepelného mostu u konzolově vyložených železobetonových desek. Pro přerušení tepelného mostu u balkónových desek jsou voleny systémové prvky Schöck Isokorb® XT. Návrh a posouzení těchto prvků je uveden v příloze P3. STATICKÝ VÝPOČET. Specifikace prvků a jejich osazení v konstrukci je zaneseno do výkresu tvaru stropní desky nad 1. NP v příloze P2. VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE.

5.3 Překlad

Překlad je realizován jako monolitický a je vybetonovaný zároveň se stropní deskou. Překlad je navržen s konstantním obdélníkovým průřezem 300x500 mm. Překlad je izolován ze strany exteriéru fasádním šedým EPS polystyrenem tl. 200 mm s maximálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$.

5.4 Stropní věnec

Stropní věnec je realizován na obvodové stěně podél otvoru ve stropní desce, ve kterém bude umístěno schodiště. Stropní věnec je navržen s konstantní výškou 250 mm. Věnec je vybetonován společně se stropní deskou. Stropní věnec je izolován ze strany exteriéru tepelnou izolací z fasádního šedého EPS polystyrenu tl. 120 mm s maximálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$.

6 Vyztužování konstrukce

6.1 Obecné informace

Vyztužení všech konstrukcí je uvažováno s ohledem na bezproblémové provádění na stavbě. Takže je zohledněno použití takových profilů výztuže, aby se na staveništi nenacházely rozměrově podobné položky výztuže s profily, které lze jednoduše při provádění zaměnit a nevznikaly tím problémy se záměnou položek výztuže. Z tohoto důvodu jsou na vyztužení konstrukce použity výztuže $\varnothing 6$, $\varnothing 10$, $\varnothing 12$ a $\varnothing 14$, které mají takový tvar a rozmístění v konstrukci, aby nebylo možné vzájemně zaměnit tyto pruty mezi sebou.

6.2 Vyztužování schodišťové desky

Hodnoty vnitřních sil pro vyztužení schodišťové desky jsou vypočítány na základě kombinace zatížení na mezní stav únosnosti podle rovnic 6.10a a 6.10b a statických tabulek pro jednostranně vetknutý nosník zatížený spojitým rovnoměrným zatížením. Krycí vrstva výztuže je uvažována s ohledem na napojení výztuže schodišťové desky na stropní desku a zároveň byla možnost využít distanční výztuže pro umístění horní výztuž. S ohledem na vyztužení stropní desky jsou voleny profily nosné výztuže $\varnothing 10/200$. Následně je tato výztuž posouzena na konstrukční zásady a únosnost. V místě nedostatečné únosnosti jsou navrženy příložky umístěné vždy do poloviny vzdálenosti mezi profily základní sítě.

Při horním povrchu je uvažována přídatná výztuž $\varnothing 12/200$. S těmito přídatnými výztužemi je základní výztuž opětovně posouzena na konstrukční zásady a únosnost.

6.3 Vyztužování stropní desky

Hodnoty vnitřních sil pro vyztužení stropní desky jsou převzaty ze softwaru SCIA Engineer. Pro dimenzování jsou hodnoty vypočtených vnitřních sil redukovány vhodně volenou šířkou průměrovacích pásů v místech podpor. Krycí vrstva výztuže je uvažována i s ohledem na použití distančních výztuží pro umístění horní výztuže. Z důvodu napojení výztuže na výztuž systémových prvků pro přerušování tepelných mostů je volena výztuž ze směru Y jako vnější a výztuž ze směru X jako vnitřní. Výztuž stropní desky je provedena u obou povrchů desky. Nejprve je vždy navržena základní výztuž s ohledem na minimální plochu i s ohledem na snahu co nejvíce omezit trhliny od nepověřovaných účinků v místech, kde je dostačující pouze základní výztuž. Jako základní síť jsou voleny výztuže $\varnothing 10/200$. Pro základní výztuž je provedeno posouzení na konstrukční zásady a únosnost. Po vypočtení únosnosti konstrukce se základní výztuží je tato hodnota únosnosti zavedena do výpočtu v softwaru SCIA Engineer a zjištěna místa, kde únosnost základní výztuže je nedostatečná. V těchto místech je základní výztuž doplněna přídatnou výztuží z různých profilů, která je umístěna vždy do poloviny vzdálenosti výztuže základní sítě. Při dolním povrchu je uvažováno s přídatnou výztuží $\varnothing 6/200$ a při horním povrchu je uvažováno s přídatnou výztuží $\varnothing 12/200$. S těmito přídatnými výztužemi je základní výztuž opětovně posouzena na konstrukční zásady a únosnost. Poté je v softwaru znovu ověřeno, že tyto únosnosti konstrukce jsou již dostatečné.

6.4 Vyztužování překladu

Hodnoty pro vyztužení stropní desky jsou převzaty ze softwaru SCIA Engineer. Krycí vrstva výztuže je uvažována i s ohledem na zabránění kolize výztuže stropní desky, systémových prvků pro přerušování tepelného mostu a výztuže překladu. Ohybová výztuž je navržena jako rovné pruty $\varnothing 14$, veškeré smykové namáhání tak přebírá smyková výztuž navržená z výztuže $\varnothing 6$. Při návrhu výztuže je nejprve navržena výztuž na kombinaci namáhání ohybem a smykem. Následně tato výztuž je posouzena na konstrukční zásady a únosnost. Dále je zohledněno i namáhání překladu na kroucení. Ohybová a smyková výztuž je v některých místech doplněna podélnou výztuží navrženou na kroucení a současně je rozteč konstrukční smykové výztuže zmenšena na rozteč navrženou na kroucení.

6.5 Vyztužování stropního věnce

V místě obvodové stěny, kde je umístěno schodiště, je nutné navrhnout ztužující stropní věnec. Krycí vrstva tahové výztuže věnce je stanovena s ohledem na zamezení kolize výztuže věnce s výztuží stropní desky za otvorem schodiště. Tahové síly ve výztuži věnce jsou stanoveny na základě výpočtu dle ČSN EN 1992-1-1. Smyková výztuž věnce je navržena s ohledem na splnění konstrukčních zásad.

6.6 Systémové prvky pro přerušování tepelného mostu

Na návrh systémových prvků pro přerušování tepelného mostu na přechodu balkónové desky na stropní desky jsou použity prvky Schöck Isokorb® XT. Návrh nosníků je proveden v návrhovém softwaru firmy Schöck – Wittek. Pro ověření výstupů je vymodelován balkón délky 1 m s odpovídajícími vstupními daty jako v případě posuzované konstrukce a výsledky tohoto balkónu jsou ověřeny pomocí ručního výpočtu. Kontrola výsledků návrhového softwaru výrobce je uvedena v příloze P3. STATICKÝ VÝPOČET. V této příloze se také nachází skutečné prvky navržené na přerušování tepelného mostu. Specifikace prvků a jejich osazení v konstrukci je zaneseno do výkresu tvaru stropní desky nad 1. NP v příloze P2. VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE.

7 Srovnání finančních nákladů na konstrukci

V původním návrhu je uvažováno s betonáží stropní desky s konstantní tloušťkou 250 mm betonovou směsí C 25/30. Takto navržená deska je ovšem z hlediska smykové únosnosti při posouzení shledána jako nevhodná. Pro zvýšení únosnosti jsou uvažovány 2 varianty řešení. Zvýšit stropní desku např. na 300 mm, nebo zvýšit betonovou směs na C 30/37. Do výpočtu je uvažována varianta se zvýšením třídy betonu na C 30/37. Dále je provedena analýza finančních nákladů na materiál obou variant řešení. K tomuto účely jsou na internetových stránkách dodavatelů betonových směsí v okolí stavby vyhledány ceníky pro jednotlivé betonové směsi a je provedeno srovnání finančních nákladů na zvýšení únosnosti konstrukce pro daný objekt rodinného domu.

7.1 Betonárny

Stavba rodinného domu je plánována v Brně – Přízřenicích. V okolí této lokality jsou vyhledány vhodné betonárny s ohledem na vzdálenost staveniště a betonárny.

Uvažované betonárny

CEMEX Czech Republic, s.r.o.

Betonárna Brno, CEMEX Czech Republic, s.r.o., Masná 110, 602 00 Brno-jih
vzdálenost betonárny od staveniště: cca 6 km

STAPPA mix, spol. s r.o.

Betonárna STAPPA mix Brno, spol. s r.o., Heršpická 993/11b, 639 00 Brno-střed-Štýřice
vzdálenost betonárny od staveniště: cca 6 km

ZAPA beton a.s.

ZAPA UNISTAV, s.r.o., Moravanská 224/98, 619 00 Brno, Přízřenice
vzdálenost betonárny od staveniště: cca 1 km

TBG BETONMIX a.s.

TBG BETONMIX a.s. - betonárna Bosonohy, Jihlavská 709/51, 642 00 Brno-Bosonohy
vzdálenost betonárny od staveniště: cca 10 km

Předpoklad pro srovnání

Tloušťka balkónových desek se při zvětšení tloušťky stropní desky nebude zvyšovat.

Směsi betonu

Zvýšení tloušťky stropní desky

Schodišťová deska – C 25/30 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Schodišťové stupně – C 25/30 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Stropní deska – C 25/30 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Překlad – C 25/30 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Balkónové desky – C 30/37 – XC4, XF3 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Zvýšení třídy betonu

Schodišťová deska – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Schodišťové stupně – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Stropní deska – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Překlad – C 30/37 – XC1 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Balkónové desky – C 30/37 – XC4, XF3 – Cl 0.2 – D_{max} 16 mm – S4

Ceny betonových směsí jsou uvažovány s cenou dle podkladů jednotlivých betonáren pro stupně vlivu prostředí dle specifikace. U balkónových desek se specifikací stupně vlivu prostředí XC4, XF3 je cena z podkladů uvažována pro směs stupně vlivu prostředí XF3. U některých výrobců je cena za 1 m³ betonové směsi upravena dle podkladů připočtením příplatku při použití kameniva s maximální frakci 16 mm.

Tabulka 7.1-1 – Finanční náklady na materiál při zvýšení desky na 300 mm

betonárna	směs	prostředí	objem	cena bez DPH	cena s 21 % DPH	cena bez DPH	cena s 21 % DPH	celková cena bez DPH	celková cena s 21 % DPH
			[m ³]	[Kč/m ³]	[Kč/m ³]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
CEMEX	C 25/30	XC1-S4	43,06	2415	2922	103990	125821	111989	135499
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2930	3545	7999	9678		
STAPPA	C 25/30	XC1-S4	43,06	2360	2856	101622	122979	109348	132329
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2830	3425	7726	9350		
ZAPA	C 25/30	XC1-S4	43,06	2360	2855	101622	122936	109591	132578
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2919	3532	7969	9642		
TBG BETONMIX	C 25/30	XC1-S4	43,06	2360	2855	101622	122936	108829	131656
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2640	3194	7207	8720		

Tabulka 7.1-2 – Finanční náklady na materiál při zlepšení betonu na C 30/37

betonárna	směs	prostředí	objem	cena bez DPH	cena s 21 % DPH	cena bez DPH	cena s 21 % DPH	celková cena bez DPH	celková cena s 21 % DPH
			[m ³]	[Kč/m ³]	[Kč/m ³]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
CEMEX	C 30/37	XC1-S4	36,26	2620	3170	95001	114944	103000	124622
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2930	3545	7999	9678		
STAPPA	C 30/37	XC1-S4	36,26	2590	3134	93913	113639	101639	122989
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2830	3425	7726	9350		
ZAPA	C 30/37	XC1-S4	36,26	2679	3241	97141	117519	105110	127161
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2919	3532	7969	9642		
TBG BETONMIX	C 30/37	XC1-S4	36,26	2530	3061	91738	110992	98945	119712
	C 30/37	XF3-S4	2,73	2640	3194	7207	8720		

Tabulka 7.1-3 – Srovnání finančních nákladů na betonové směsi

betonárna	zvýšení desky		zlepšení betonu		cenový rozdíl	
	celková cena bez DPH	celková cena s 21 % DPH	celková cena bez DPH	celková cena s 21 % DPH	cenový rozdíl bez DPH	cenový rozdíl s 21 % DPH
	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
CEMEX	111989	135499	103000	124622	8989	10877
STAPPA	109348	132329	101639	122989	7709	9340
ZAPA	109591	132578	105110	127161	4481	5417
TBG BETONMIX	108829	131656	98945	119712	9884	11944

7.2 Závěr srovnání

Ze srovnání finančních nákladů plyne, že náročnost takto navržených desek není příliš rozdílná a nepovede tedy k výraznější úspoře při výstavbě. Jelikož v práci není stropní konstrukce posuzována na mezní stav použitelnosti, lze říct, že zvýšením třídy betonu je konstrukce finančně výhodnější. Zvýšením výšky desky je zvýšena finanční náročnost, ale dochází tím ke zlepšení statických vlastností. Tyto vlastnosti se příznivě projeví při posouzení konstrukce na mezní stav použitelnosti, jelikož při zvýšení výšky se současně zvětší moment setrvačnosti průřezu, moment na mezi vzniku trhlin atd. Takže vyšší deska je odolnější vůči přetvoření od zatížení. Je tedy nutné posoudit mezní stav použitelnosti stropní desky k jednoznačnému rozhodnutí, zda se z finančního hlediska více vyplatí lepší třída betonu nebo vyšší tloušťka stropní desky.

8 Závěr

Na konstrukci je provedena analýza pomocí metody konečných prvků a výsledky této metody jsou ověřeny ručním výpočtem metodou náhradních nosníků. Konstrukce je vymodelována jako deska ve 2D. Srovnání výpočtových metod je provedeno v příloze P3. STATICKÝ VÝPOČET, kde je přehled výsledků jednotlivých metod uveden v tabulkách. Z výsledků lze konstatovat, že ruční metoda se hodí spíše pro řádovou kontrolu metody konečných prvků, jelikož metoda náhradních nosníků není vždy schopná zcela vystihnout chování konstrukce ve všech místech. Největší rozdíl obou metod je v místě nadokenního překladu. Odchylna je pravděpodobně způsobena neschopností metody náhradních nosníků zohlednit při výpočtu podepření stropní desky v místě překladu.

9 Použitá literatura

9.1 Skripta a studijní opory

- [1] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Praha: Dashöfer, 2010., 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [2] PANÁČEK, Josef. *Prvky betonových konstrukcí – Dimenzování betonových prvků – část 1*. Brno: VUT v Brně, 2005., 66 s.
- [3] BAŽANT, Zdeněk. *Betonové konstrukce I – Betonové konstrukce plošné – část 1*. Brno: VUT v Brně, 2005., 56 s.
- [4] ŠTEPÁNEK, Petr a ZMEK, Bohuslav. *Prvky betonových konstrukcí: Navrhování dle ULS – kombinace ohyb – síla, místní namáhání, prostý beton navrhování dle SLS*. Brno: VUT v Brně, 2005., 81 s.
- [5] DOČKAL, Karel. *Technologie staveb I – Technologie provádění betonových a železobetonových konstrukcí*. Brno: VUT v Brně, 2005., 46 s.
- [6] NOVÁK, Josef; FLÁDR, Josef a kolektiv. *Zásady kreslení pro výkres tvaru, sestavy dílců a výztuže*. Praha: ČVUT v Praze, 2015., 23 s.

9.2 Normy

- [7] ČSN EN 206+A1. *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018, 88 s. Třídící znak 73 2403.
- [8] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 76 s. Třídící znak 73 0002.
- [9] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 44 s. Třídící znak 73 0035.
- [10] 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, 210 s. Třídící znak 73 1201.
- [11] ČSN EN 13670. *Provádění betonových konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 56 s. Třídící znak 73 2400.

9.3 Internetové stránky

- [12] BÍLÝ, Petr. *Návrh stropní desky v programu SCIA Engineer: Výukové texty, příklady a pomůcky* [online]. [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~stefarad/vyuka/133YBKC>
- [13] ŠVAŘÍČKOVÁ, Ivana. *Pomůcky do cvičení* [online]. [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm
- [14] ŠTEPÁNEK, Petr; TERZIJSKI, Ivailo; LANÍKOVÁ, Ivana; PANÁČEK Josef a ŠIMŮNEK, Petr. *Prvky betonových konstrukcí: Výukové texty, příklady a pomůcky* [online]. [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.bzk.fce.vutbr.cz/studenti/>
- [15] *Dimenzační tabulky Schöck Isokorb®* [online]. 2019 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/download-cz>
- [16] *Technické informace Schöck Isokorb® XT železobeton/železobeton* [online]. 2019 [cit. 2020-03-06]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/download-cz>
- [17] ZVOLANEK, Lukáš. *Pomůcky do cvičení* [online]. [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/BZK/zvolanek.l/bzk_BL05.html
- [18] *Ceník- CEMEX- betonarna- Brno* [online]. 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.cemex.cz/dokumenty-ke-stazeni>
- [19] *Ceník betonu STAPPA mix Brno 2020* [online]. 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.stappa.cz/cenik-betonovych-smesi.html>

-
- [20] *Ceník Brno – Bosonohy – transportbetony, značkové produkty a služby* [online]. 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <http://www.transportbeton.cz/tbg-betonmix-a-s/betonarna-brno-bosonohy.html>
- [21] *Ceník 2020 Brno bez DPH* [online]. 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.zapa.cz/cs/brno-zapa-unistav-sro>
- [22] *Ceník 2020 Brno DPH 21 %* [online]. 2020 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z: <https://www.zapa.cz/cs/brno-zapa-unistav-sro>

9.4 Výpočetní a grafický software

AutoCAD 2018 – *Autodesk*

AutoCAD 2020 – *Autodesk*

CADKON – RCD 2020 – *Graitec*

Word 365 – *Microsoft*

Excel 365 – *Microsoft*

SCIA Engineer 19.1 – *SCIA a Nemetschek company*

Schöck Isokorb® beton–beton – *Schöck – Wittek*

10 Seznam použitých symbolů

10.1 Velká latinská písmena

A_c	průřezová plocha betonového průřezu
$A_{c,1}$	částečná průřezová plocha betonového průřezu
$A_{c,2}$	částečná průřezová plocha betonového průřezu
A_i	průřezová plocha ideálního průřezu neporušeného trhlinou
A_k	průřezová plocha betonového průřezu v kroucení
A_s	průřezová betonářské výztuže
A_{sl}	průřezová plocha podélné výztuže
$A_{s,i}$	průřezová betonářské výztuže připadající na jeden prut výztuže
$A_{s,max}$	maximální průřezová plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha výztuže
$A_{s,podpora}$	průřezová plocha výztuže zatažená do podpory
$A_{s,prov}$	navržená průřezová plocha výztuže
$A_{s,prov,add}$	navržená průřezová plocha přídatné výztuže
$A_{s,req}$	nutná průřezová plocha výztuže
$A_{s,req,add}$	nutná průřezová plocha přídatné výztuže
$A_{s,req,ohyb}$	nutná průřezová plocha výztuže na ohyb
$A_{s,req,kroucení}$	nutná průřezová plocha výztuže na kroucení
$A_{ss,req}$	nutná průřezová plocha rozdělovací výztuže
$A_{ss,prov}$	navržená průřezová plocha rozdělovací výztuže
$A_{sw,max}$	maximální průřezová plocha smykové výztuže
$A_{sw,min}$	minimální průřezová plocha smykové výztuže
$A_{sw,prov}$	navržená průřezová plocha smykové výztuže
A_w	průřezová plocha betonového průřezu
$C_{Rd,c}$	součinitel smykového namáhání
$E_{c,eff}$	efektivní modul pružnosti betonu
E_{cm}	střední hodnota modulu pružnosti betonu
E_s	modul pružnosti betonářské výztuže
EI	ohybový tuhost průřezu
$F_{cc}(x_0)$	tahová síla v průřezu x_0
$F_{cc}(x_1)$	tahová síla v průřezu x_1
$F_{cc}(x_2)$	tahová síla v průřezu x_2
$\Delta F_{cc,1}$	rozdíl tahových sil mezi průřezy x_0 a x_1
$\Delta F_{cc,2}$	rozdíl tahových sil mezi průřezy x_1 a x_2
ΔF_{cc}	maximální rozdíl tahových sil mezi průřezy x_0 , x_1 a x_2
ΔF_d	tahová síla na 1 přírubu betonového žebra
$F_{td,i}$	tahová síla připadající na jeden prut betonářské výztuže
$F_{td,max}$	maximální tahové síly
$F_{tie,per}$	tahová síla ve výztuži stropního věnce
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
I_c	moment setrvačnosti betonového průřezu neporušeného trhlinami
I_{cr}	moment setrvačnosti betonového průřezu porušeného trhlinami
I_i	moment setrvačnosti ideálního průřezu neporušeného trhlinami
I_{ir}	moment setrvačnosti ideálního průřezu porušeného trhlinami

K	součinitel nosného systému
M_{cr}	moment na mezi vniku trhlin v betonovém průřezu
MKP	metoda konečných prvků
MNN	metoda náhradních nosníků
M_{Rd}	ohybový moment únosnosti na mezi únosnosti
$M'_{x,d-}$	ohybový moment od zatížení při spodním povrchu bez krouticích momentů
$M_{x,d-}$	ohybový moment od zatížení při spodním povrchu
$M_{x,d+}$	ohybový moment od zatížení při horním povrchu
$M_{x,d-,max}$	maximální ohybový moment od zatížení při spodním povrchu
$M_{x,d+,max}$	maximální ohybový moment od zatížení při horním povrchu
M_y	ohybový moment od zatížení betonového žebra
$M'_{y,d-}$	ohybový moment od zatížení při spodním povrchu bez krouticích momentů
$M_{y,d-}$	ohybový moment od zatížení při spodním povrchu
$M_{y,d+}$	ohybový moment od zatížení při horním povrchu
$M_{y,d-,max}$	maximální ohybový moment od zatížení při spodním povrchu
$M_{y,d+,max}$	maximální ohybový moment od zatížení při horním povrchu
$M_{y(x0)}$	ohybový moment od zatížení v průřezu x_0
$M_{y(x1)}$	ohybový moment od zatížení v průřezu x_1
$M_{y(x2)}$	ohybový moment od zatížení v průřezu x_2
$M_{y,char}$	ohybový moment od zatížení z charakteristické kombinace zatížení
$M_{y,kvazi}$	ohybový moment od zatížení z kvazistálé kombinace zatížení
M_z	krouticí ohybový moment
$M_{z,pole}$	krouticí ohybový moment v poli betonového žebra
$M_{z,podpora}$	krouticí ohybový moment v podpoře betonového žebra
$N_{ed,L}$	návrhová normálová síla v levé podpoře
$N_{ed,P}$	návrhová normálová síla v pravé podpoře
Q_k	charakteristické hodnota proměnného zatížení
RH	relativní vlhkost prostředí
RH_0	počáteční relativní vlhkost prostředí
R_L	reakce v levé podpoře
R_P	reakce v pravé podpoře
S_i	statický moment neporušeného průřezu
S_{ir}	statický moment porušeného průřezu
$T_{Rd,c}$	únosnost betonového průřezu namáhaného na kroucení
$T_{Rd,max}$	únosnost tlačené diagonály betonového průřezu při kroucení
$V_{ed,L}$	návrhová posouvající síla v levé podpoře
$V_{ed,R}$	návrhová posouvající síla v pravé podpoře
$V_{ed,max}$	maximální návrhová posouvající síla
$V_{Rd,c}$	smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže
$V_{Rd,c,min}$	minimální smyková únosnost průřezu bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	únosnost tlačené diagonály betonového průřezu ve smyku
$V_{Rd,s}$	smyková únosnost průřezu se smykovou výztuží
V_z	návrhová smyková síla betonového žebra

10.2 Malá latinská písmena

a_1	vzdálenost teoretické podpory od líce obvodové stěny
a_2	vzdálenost teoretické podpory od líce obvodové stěny
a_3	vzdálenost teoretické podpory od líce vnitřní nosné stěny
b	šířka betonového průřezu
b_{eff}	spolupůsobící šířka betonového žebra
$b_{eff,1}$	spolupůsobící šířka příruby betonového žebra
$b_{eff,2}$	spolupůsobící šířka příruby betonového žebra
b_k	šířka betonového průřezu namáhaného kroucením
b_w	šířka betonového žebra
c	navržená hodnota krytí výztuže
ΔC_{dev}	návrhová odchylka krytí výztuže
$\Delta C_{dur,add}$	redukce krytí při provedení dodatečné ochrany proti korozi výztuže
$\Delta C_{dur,st}$	redukce krytí při použití nerezavějící výztuže
$\Delta C_{dur,y}$	přirážka na krytí z hlediska spolehlivosti
c_{min}	minimální hodnota krytí výztuže bez zohlednění odchylky při výstavbě
$c_{min,b}$	minimální hodnota krytí výztuže dle profilu
$c_{min,dur}$	minimální hodnota krytí výztuže dle třídy prostředí a konzistence směsi
c_{nom}	nominální hodnota krytí výztuže
$c_{nom,sl}$	nominální hodnota krytí ohybové výztuže
$c_{nom,st}$	nominální hodnota krytí smykové výztuže
d	účinná výška výztuže
d_g	největší jmenovitý rozměr kameniva použitého v betonové směsi
d_1	vzdálenost osy výztuže k povrchu konstrukce
f_{bd}	návrhové napětí na mezi soudržnosti
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{cm}	střední hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{cm(7)}$	střední hodnota pevnosti betonu v tlaku při stáří 7 dnů
f_{ctd}	návrhová pevnost betonu v tahu
$f_{ctk;0,05}$	5 % kvantil charakteristické pevnosti betonu v tahu
f_{ctm}	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
$f_{ctm(7)}$	střední hodnota pevnosti betonu v tahu při stáří 7 dnů
f_{yd}	návrhová pevnost betonářské výztuže v tahu
f_{yk}	charakteristická pevnost betonářské výztuže v tahu
g_d	návrhová hodnota stálého zatížení
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
g_x	návrhová hodnota zatížení ve směru X
g_y	návrhová hodnota zatížení ve směru Y
h_s	výška průřezu desky
h_k	výška betonového žebra kroucení
h_w	výška betonového žebra
h_0	náhradní výška betonového žebra
k	součinitel výšky průřezu
k_h	koeficient náhradní výšky průřezu

$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,prov}$	navržená kotevní délka
$l_{b,rqd}$	nutná kotevní délka
l_{eff}	efektivní rozpětí
l_k	vyložení konzoly
$l_{k,max}$	maximální vyložení konzoly
l_n	světlé rozpětí
$l_{n,x}$	rozpětí ve směru X
$l_{n,y}$	rozpětí ve směru Y
$l_{n,z}$	rozpětí ve směru Z
$l_{o,d}$	návrhová styková délka
$l_{o,prov}$	navržená styková délka
m_x	ohybové momenty ve směru X bez zohlednění kroutících momentů
m_{xy}	kroutící ohybové momenty
$m_{x,d-}$	ohybové momenty ve směru X při spodním povrchu
$m_{x,d+}$	ohybové momenty ve směru X při horním povrchu
m_y	ohybové momenty ve směru Y bez zohlednění kroutících momentů
$m_{y,d-}$	ohybové momenty ve směru Y při spodním povrchu
$m_{y,d+}$	ohybové momenty ve směru Y při horním povrchu
q_d	návrhová hodnota proměnného zatížení
q_k	charakteristická hodnota proměnného zatížení
s	osová vzdálenost výztuže
s	podélná vzdálenost smykové výztuže
s_{max}	maximální rozteč výztuže
s_{min}	minimální rozteč výztuže
s_{prov}	navržená rozteč výztuže
s_t	příčná rozteč větví smykové výztuže
$s_{t,max}$	maximální příčná rozteč větví smykové výztuže
t_{Ac}	těžiště betonového průřezu
$t_{Ac,1}$	těžiště dílčí plochy betonového průřezu $A_{c,1}$
$t_{Ac,2}$	těžiště dílčí plochy betonového průřezu $A_{c,2}$
t_{ef}	efektivní tloušťka prvku namáhaného na kroucení
t_i	těžiště ideálního průřezu neporušeného trhlinami
t_{ir}	těžiště ideálního průřezu porušeného trhlinami
$t_{s,1}$	tloušťka obvodové stěny
$t_{s,2}$	tloušťka vnitřní nosné stěny
u	obvod betonového žebra
u_k	obvod průřezu namáhaného na kroucení
u_{sl}	obvod části průřezu namáhaného na kroucení
w	celkový průhyb od kvazistálé kombinace zatížení
w_{cs}	přídavný průhyb od smršťování
w_{lim}	limitní průhyb
w_{lin}	lineární průhyb od kvazistálé kombinace zatížení
x	výška tlačené oblasti průřezu
x_c	poloha těžiště betonového průřezu

x_c	vzdálenost konstrukční smykové výztuže od podpory
$x_{c,1}$	poloha těžiště dílčí plochy betonového průřezu $A_{c,1}$
$x_{c,2}$	poloha těžiště dílčí plochy betonového průřezu $A_{c,2}$
x_i	poloha těžiště ideálního průřezu neporušeného trhlinami
x_{ir}	poloha těžiště ideálního průřezu porušeného trhlinami
z_c	rameno vnitřních sil

10.3 Písmena řecké abecedy

α	součinitel rozdělení zatížení
α	úhel sklonu smykové výztuže
α_{cw}	součinitel napětí v tlačeném pásu
α_e	pracovní součinitel při posouzení okamžitým průhybu
$\alpha_{e,eff}$	efektivní pracovní součinitel při posouzení dlouhodobého průhybu
α_6	součinitel stykovaní výztuže přesahem
β	součinitel délky trvání zatížení
β_{as}	součinitel autogenního smršťování
$\beta_{cc(7)}$	součinitel pevnosti betonu při stáří 7 dnů
$\beta_{ds(t_0;t)}$	součinitel smršťování vlivem vysychání
β_{RH}	součinitel vlhkosti prostředí
γ_c	součinitel spolehlivosti betonu
γ_G	součinitel stálého zatížení
γ_Q	součinitel proměnného zatížení
γ_s	součinitel spolehlivosti betonářské výztuže
$\epsilon_{ca(t)}$	přetvoření od autogenního smršťování
$\epsilon_{ca(\infty)}$	přetvoření od autogenního smršťování
$\epsilon_{cd(t)}$	přetvoření od smršťování vlivem vysychání
$\epsilon_{cd(0)}$	přetvoření od smršťování vlivem vysychání
ϵ_{c3}	poměrné přetvoření betonu
ϵ_{cu3}	mezní poměrné přetvoření betonu
ϵ_{cs}	celkové přetvoření od smršťování
ϵ_s	přetvoření betonářské výztuže
ϵ_{yd}	návrhové přetvoření betonářské výztuže
η_1	součinitel polohy výztuže vůči bednění
η_2	součinitel průměru prutu betonářské výztuže
θ	úhel sklonu smykové trhliny
κ_{c1}	součinitel tvaru průřezu
κ_{c2}	součinitel rozpětí prvku
κ_{c3}	součinitel napětí tahové výztuže
λ	součinitel
λ_d	ohybová štíhlost
$\lambda_{d,tab}$	vymežující ohybová štíhlost
ν_{ed}	smykové napětí
ν_{min}	součinitel smykové únosnosti
ν_1	redukční součinitel pevnosti betonu
ρ	stupeň vyztužení tahovou výztuží
ρ'	stupeň vyztužení tlakovou výztuží

ρ_0	referenční stupeň vyztužení tlakovou výztuží
ρ_1	stupeň vyztužení betonářskou výztuží
$\rho_{1,x}$	stupeň vyztužení betonářskou výztuží ze směru X
$\rho_{1,y}$	stupeň vyztužení betonářskou výztuží ze směru Y
ρ_w	stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\rho_{w,max}$	maximální stupeň vyztužení smykovou výztuží
ξ	rozdělovací součinitel
σ_{sd}	napětí v betonářské výztuži
\emptyset	profil betonářské výztuže
\emptyset_{add}	profil přídatné výztuže
\emptyset_{sl}	profil ohybové výztuže
\emptyset_{st}	profil smykové výztuže
$\varphi(t_0;t)$	součinitel dotvarování
χ	součinitel vlivu krouticích momentů
ψ_0	kombinační součinitel
ψ_1	kombinační součinitel
ψ_2	kombinační součinitel

11 Seznam Příloh

P1. POUŽITÉ PODKLADY

D.1.1.01	PŮDORYS 1.NP	1:50	6xA4
D.1.1.02	PŮDORYS 2.NP	1:50	6xA4
D.1.1.03	ŘEZ A-A	1:50	4xA4
D.1.1.04	SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	1:2000	2xA4

P2. VÝKRESY TVARU A VÝZTUŽE

D.1.2	SPECIFIKACE BETONU A VÝKAZ VÝZTUŽE		10xA4
D.1.2.01	STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – TVAR	1:50	4xA4
D.1.2.02	SCHODIŠTĚ – TVAR	1:50	1xA4
D.1.2.03	STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – DOLNÍ VÝZTUŽ	1:50	8xA4
D.1.2.04	STROPNÍ DESKA NAD 1.NP – HORNÍ VÝZTUŽ	1:50	8xA4
D.1.2.05	PŘEKLAD – VÝZTUŽ	1:25	3xA4
D.1.2.06	SCHODIŠTĚ – VÝZTUŽ	1:25	3xA4

P3. STATICKÝ VÝPOČET

P3.	STATICKÝ VÝPOČET		59xA4
-----	------------------	--	-------

P4. VÝSTUPY Z PROGRAMU SCIA ENGINEER

P4.	VÝSTUPY Z PROGRAMU SCIA ENGINEER		40xA4
-----	----------------------------------	--	-------