



# 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

# NOSNÁ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

LOAD-BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF A FAMILY HOUSE

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

Bc. Michael Borovec

AUTHOR

### VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. MARTIN ZLÁMAL, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2022



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	NPC-SIS Stavební inženýrství – pozemní stavby
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Specializace</b>	bez specializace
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Michael Borovec
<b>Název</b>	Nosná železobetonová konstrukce rodinného domu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Martin Zlámal, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2021
<b>Datum odevzdání</b>	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

---

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

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

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 konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhnete nosnou konstrukci železobetonové konstrukce dle zadání.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně případné kontroly zjednodušenou metodou). Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové 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 diplomové práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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. Martin Zlámal, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem železobetonových nosných prvků rodinného domu o dvou nadzemních a jednom podzemním podlaží. V podzemním podlaží jsou navrženy skladovací prostory, technické zázemí a vinotéka. V 1. nadzemním podlaží se nachází garáž pro dva automobily, obývací pokoj s kuchyňským koutem a pracovna. V 2. nadzemním podlaží nalezneme ložnici a dva dětské pokoje. Prvky určené k výpočtu jsou stropní deska nad 2.NP, stropní deska nad 1.NP, stropní deska nad 1.PP. točité schodiště, dvouramenné schodiště a základové desky společně se stěnami 1. podzemního podlaží, které byly řešeny jako vodonepropustné konstrukce. Pro výpočet vnitřních sil byl program SCIA Engineer 21.1 a Dlubal RFEM. Pro ověření správnosti výsledků byl použit ruční výpočet. Součástí práce jsou výkresy tvaru a výztuží všech navrhovaných konstrukcí. Konstrukce jsou navrženy a posouzeny dle ČESN EN 1992-1-1.

## KLÍČOVÁ SLOVA

rodiný dům, základová deska, obvodové stěny, bílá vana, stropní deska, točité schodiště, dvouramenné schodiště, sloup, vodonepropustnost, nosná konstrukce, železobeton, scia engineer, dlubal, beton, výztuž, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, průhyb, trhliny, výkresová dokumentace, zatížení, zatěžovací stavy, ohybové momenty, dimenzování

## **ABSTRACT**

The final thesis is focused on designing reinforced concrete load-bearing structures of a detached house on two floors and one basement. In the basement will be located the storages, utility room and wine bar. On the ground floor will be located garage for two cars, living room with kitchen and study. On the second floor will be located bedroom and two child's rooms. The ceiling slab of the second floor, the ceiling slab of the ground floor, the ceiling slab of the basement, spiral staircase, half-turn staircase and walls of the first underground floor with solution as water-resistant construction. Programs SCIA Engineer 21.1 and Dlubal RFEM are used to calculate the internal forces. To verify the accuracy of the results is used manual calculation. The work includes drawings of formwork and reinforcement of the all designing structures. The building is designed according to ČSN EN 1992-1-1.

## **KEYWORDS**

detached house, foundation slab, external wall, white tank, floor slab, spiral staircase, half-turn stairs, column, waterproofness, load-bearing structure, reinforced concrete, scia engineer, dlubal, concrete, reinforcement, ultimate limit state, ultimate and serviceability limit state, deflection, cracks, drawing documentation. load cases, bending moment, desing of reinforcement

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Michael Borovec *Nosná železobetonová konstrukce rodinného domu*. Brno, 2022. 11 s., 340 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Martin Zlámal, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Nosná železobetonová konstrukce rodinného domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 1. 2022

---

Bc. Michael Borovec

autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Nosná železobetonová konstrukce rodinného domu* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 1. 2022

---

Bc. Michael Borovec

autor práce



## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Martinu Zlámalovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, pomoc, ochotu, čas a cenné rady při psaní diplomové práce. Dále bych rád poděkoval rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu celého studia.

## Obsah

1. Úvod.....	11
2. Popis objektu .....	11
3. Popis konstrukce .....	12
3.1 Železobetonové točité schodiště .....	12
3.2 Železobetonové dvouramenné schodiště.....	12
3.3 Železobetonová deska nad 2. NP .....	12
3.4 Železobetonová deska nad 1. NP.....	12
3.5 Železobetonová deska nad 1. PP .....	12
3.6 Bílá vana.....	13
3.7 Svislé nadzemní konstrukční prvky .....	13
4. Použité materiály .....	13
5. Zatížení.....	14
6. Kombinace .....	15
7. Vnitřní síly .....	15
8. Návrh výztuže.....	16
8.1 Železobetonová točité schodiště .....	16
8.2 Železobetonové dvouramenné schodiště.....	16
8.3 Železobetonová deska nad 2. NP.....	16
8.4 Železobetonová deska nad 1. NP.....	16
8.5 Železobetonová deska nad 1. PP .....	17
8.6 Bílá vana.....	17
8.7 Sloup .....	18
9. Mezní stav použitelnosti.....	18
10. Závěr.....	19

## 1. Úvod

Diplomová práce se zabývá statickým řešením železobetonových nosných konstrukcí rodinného domu. Cílem práce bylo navrhnout a posoudit železobetonové konstrukce stropních desek, točitého schodiště, dvouramenného schodiště a základové desky společně se stěnami 1. podzemního podlaží, které byly řešeny jako vodonepropustné konstrukce. Pro výpočet vnitřních sil byl použit 3D model v programu SCIA Engineer 21.1. Pro výpočet vnitřních sil na točitém schodišti byl použit 3D model v programu Dlubal RFEM. Výsledky byly ověřeny pomocí ručních výpočtů. Výztuž železobetonových desek, točité schodiště a dvouramenné schodiště je dimenzována na účinky ohybových momentů, zároveň byli konstrukce posouzeny pomocí mezního stavu použitelnosti. Výztuž vodonepropustných konstrukcí, základové desky a stěn 1.PP, je dimenzována na silové a nesilové účinky. Navržená výztuž je zakreslena do přiložených výkresů. Všechny konstrukce byly navrženy dle norem ČSN EN.

## 2. Popis objektu

Řešený objekt je rodinný dům s jedním podzemním a dvěma nadzemními podlažími. V podzemním podlaží jsou navrženy skladovací prostory, technické zázemí a vinotéka. V 1. nadzemním podlaží se nachází garáž pro dva automobily, obývací pokoj s kuchyňským koutem a pracovna. V 2. nadzemním podlaží je umístěna ložnice a dva dětské pokoje. Půdorys objektu tvoří čtverec o délce strany 12,6 m. Konstrukční výška podzemního podlaží je 2,88 m, konstrukční výška 1. nadzemního podlaží je 3,15 m a konstrukční výška 2. nadzemního podlaží je 3,0 m. Tloušťka jednotlivých desek je 180 mm. Jedná se o stěnový konstrukční systém z keramických tvárnic, u spodní stavby jsou navrženy železobetonové stěny. Zastřešení tvoří jednoplášťová, plochá střecha. Vertikální spojení mezi prvním podzemním a prvním nadzemním podlažím je zajištěno pomocí železobetonového dvouramenného schodiště, první nadzemní podlaží s druhým je spojeno pomocí schodiště točitého.

## 3. Popis konstrukce

### 3.1 Železobetonové točité schodiště

Železobetonové točité schodiště spojující 1. a 2. nadzemní podlaží je levotočivé, vetknuté do obou desek.

### 3.2 Železobetonové dvouramenné schodiště

Železobetonové dvouramenné schodiště spojující 1. podzemní podlaží s 1. nadzemním podlažím je navrženo ve tvaru písmene U. Schodiště je prostě podepřeno deskou na výstupním rameni, prostě podepřeno základovou deskou a vetknuto do obvodové, železobetonové stěny bílé vany.

### 3.3 Železobetonová deska nad 2. NP

Stropní deska je řešena stejně jako po obvodu, tzn. podepřená železobetonová deska. Zároveň tvoří nosnou vrstvu pro jednoplášťovou plochou střechu. Její celkový rozměr je 12,9 m x 12,9 m. Tloušťka desky je 0,18 m a její součástí jsou i skryté překlady pro okenní otvory.

### 3.4 Železobetonová deska nad 1. NP

Stropní deska je rovněž řešena jako po obvodu, to znamená, že ji tvoří podepřená železobetonová deska s vystupující částí. Celkový rozměr desky je 12,9 m x 12,9 m. Tloušťka desky je 0,18 m, jejíž součástí jsou obrácené nosníky, které tvoří překlad pro okenní otvory. Přerušování tepelných mostů u vystupující konstrukce je zajištěno pomocí systémového prvku Schöck Isokorb® XT typ KL – M6 – V1 – REI120 – CV1 – H180 – 6.0.

### 3.5 Železobetonová deska nad 1. PP

Stropní deska je řešena stejně, jako po obvodu, podepřenou železobetonovou deskou s vystupující částí. Celkový rozměr desky je 12,9 m x 12,9 m s tloušťkou desky 0,18 m.

### 3.6 Bílá vana

Konstrukci bílé vany tvoří základová deska o půdorysných rozměrech 12,9 m x 12,9 m a tloušťce desky 0,25 m, dále je tvořena obvodovými stěnami o výšce 2,77 m a tloušťce 0,3 m.

### 3.7 Svislé nadzemní konstrukční prvky

Svislé nosné konstrukce nadzemních podlaží tvoří keramické tvárnice o tloušťce 0,3 m. Ty doplňuje železobetonový sloup v 1. nadzemním podlaží s půdorysnými rozměry 0,3 m x 0,3 m.

## 4. Použité materiály

### Beton

C25/30 – XC1	točité schodiště, dvouramenné schodiště, deska nad 2. NP, deska nad 1.NP, deska nad 1. PP
C25/30 – XC4, XF3	vystupující konstrukce 1. NP
C25/30 – XC2, XD1	základová deska, stěny 1. PP
C12/15 – X0	podkladní beton

### Ocel

Jako hlavní nosná výztuž je použita betonářská výztuž B500B.

## 5. Zatížení

Do stálého zatížení byla započítána vlastní tíha železobetonové desky, podlahy, střešní plášť, atika a zatížení zeminou. Proměnné zatížení je složeno z užitého zatížení<sup>1</sup> a ze zatížení sněhem i větrem.

### Stálé zatížení:

- Vlastní tíha točitého schodiště...3,125 kN/m<sup>2</sup>
- Podlaha točitého schodiště...0,0934 kN/m<sup>2</sup>
- Jeden stupeň točitého schodiště...2,188 kN/m<sup>2</sup>
- Skleněné zábradlí...0,008 kN/m
- Vlastní tíha dvouramenného schodiště...2,75 kN/m<sup>2</sup>
- Podlaha dvouramenného schodiště...0,31 kN/m<sup>2</sup>
- Jeden stupeň dvouramenného schodiště...2,263 kN/m<sup>2</sup>
- Vinylová podlaha...2,439 kN/m<sup>2</sup>
- Podlaha z keramické dlažby...2,434 kN/m<sup>2</sup>
- Podlaha v garáži...2,540 kN/m<sup>2</sup>
- Střešní plášť...0,812 kN/m<sup>2</sup>
- Atika...2,708 kN/m<sup>2</sup>
- Obvodová stěna...9,341 kN/m<sup>2</sup>
- Vnitřní nosná stěna...9,158 kN/m<sup>2</sup>
- Zatížení zeminou...od 0 do 19,9535 kN/m<sup>2</sup>

### Proměnné zatížení:

- Užité zatížení schodiště – Kat. B...3 kN/m<sup>2</sup>
- Užité – příčky...1,2 kN/m<sup>2</sup>
- Sníh...sněhová oblast II. ... 0,8kN/m<sup>2</sup>
- Větr...větrná oblast II. ... viz příloha P3) statický výpočet

---

<sup>1</sup> Proměnné zatížení je složeno z užitého zatížení, tzn. provoz a příčky

## 6. Kombinace

Mezní stav únosnosti

- typ kombinace: EN – MSÚ (STR/GEO) soubor B
- tato kombinace odpovídá rovnicím 6.10a, 6.10b podle ČSN EN 1990

$$6.10a): \Sigma \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

$$6.10b): \Sigma \xi * \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

Mezní stav použitelnosti

- charakteristická kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

- častá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

- kvazistálá kombinace

$$\Sigma G_{k,j} + P_k + \Sigma \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

## 7. Vnitřní síly

Zjištění vnitřních sil na železobetonových deskách demonstruje 3D model.<sup>2</sup> V něm byly vytvořeny zatěžovací stavy a následně jejich kombinace.<sup>3</sup> Výsledné hodnoty dimenzačních ohybových momentů byly porovnány s ručními výpočty.<sup>4</sup>

Ke zjištění vnitřních sil na železobetonovém pvouramenném schodišti byl taktéž vytvořen 3D model.<sup>5</sup> Vnitřní síly působící na bílé vaně vycházejí ze stejného 3D modelu, ze kterého byly získány vnitřní síly na desce.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> 3D model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 21.1.

<sup>3</sup> Kombinace byly řešeny v programu SCIA Engineer 21.1 a odpovídají kombinačním rovnicím 6.10a, 6.10b dle ČSN EN 1990.

<sup>4</sup> Porovnávané hodnoty v rámci jednoho zatěžovacího stavu, a to ZS1 vlastní tíha

<sup>5</sup> 3D model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 21.1.

<sup>6</sup> Pro získání vnitřních sil na točitém železobetonovém schodišti byl využit 3D model vytvořený v programu Dlubal RFEM.

## 8. Návrh výztuže

### 8.1 Železobetonová točité schodiště

Železobetonové točité schodiště je dimenzováno na účinky ohybových momentů. Výztuž tohoto schodiště je navržena z výztuže průměru  $\varnothing 10$  mm po 100 mm.

### 8.2 Železobetonové dvouramenné schodiště

Železobetonové dvouramenné schodiště je dimenzováno na účinky ohybových momentů. Vyztužení tohoto schodiště je tvořeno výztuží o průměru  $\varnothing 8$  mm po 200 mm.

### 8.3 Železobetonová deska nad 2. NP

Železobetonová stropní deska nad 2.NP je dimenzována na účinky ohybových momentů.

Deska je vyztužena v obou, na sebe kolmých směrech. Při obou površích je navržena síť z profilů  $\varnothing 8$  mm po 200 mm, která je podle potřeby doplněna o výztuž  $\varnothing 8$  mm.

Vyztužení věnce, umístěného v rámci železobetonové desky, je navrženo ze čtyř profilů  $\varnothing 10$  mm. Třmínky věnce tvoří profily  $\varnothing 6$  mm ve vzdálenosti 400 mm. Věnc zároveň tvoří skryté překlady pro okenní a dveřní otvory. Dle potřeby věnc doplňují profily  $\varnothing 8$  mm a snížená rozteč třmínků.

### 8.4 Železobetonová deska nad 1. NP

Železobetonová stropní deska nad 1.NP je dimenzována na účinky ohybových momentů.

Deska je vyztužena v obou, na sebe kolmých, směrech. Při obou površích je navržena síť z profilů  $\varnothing 8$  mm po 200 mm. Tato síť je dle potřeby doplněna o výztuž  $\varnothing 8$  mm při spodním povrchu a  $\varnothing 12$  mm při horním povrchu.

Vyztužení věnce, umístěného v rámci železobetonové desky, je navrženo ze čtyř profilů  $\varnothing 10$  mm. Třmínky věnce jsou tvořeny z profilů  $\varnothing 6$  mm umístěných po 400 mm. Věnc zároveň tvoří obrácený nosník, který má funkci překladu pro okenní a dveřní otvory. Dle potřeby je věnc doplněn o profily  $\varnothing 14$  mm a  $\varnothing 20$  mm a snížená rozteč třmínků.



## 8.5 Železobetonová deska nad 1. PP

Železobetonová stropní deska nad 1. PP je dimenzována na účinky ohybových momentů.

Deska je vyztužena v obou, na sebe kolmých, směrech. Při obou površích je navržena síť z profilů  $\varnothing 8$  mm po 150 mm. Tato síť je dle potřeby doplněna o výztuž  $\varnothing 8$  mm a  $\varnothing 12$  mm při spodním povrchu a  $\varnothing 12$  mm při horním povrchu. Vyztužení desky navazuje na vyztužení železobetonových stěn bílé vany.

Vyztužení věnce, umístěného v rámci železobetonové desky, je navrženo ze čtyř profilů  $\varnothing 10$  mm. Třmínky tohoto věnce jsou tvořeny z profilů  $\varnothing 6$  mm.

## 8.6 Bílá vana

Základová deska a stěny jsou řešeny jako bílá vana. Vyztužení těchto konstrukcí je dimenzováno na silové a nesilové účinky.

Základová deska je vyztužena v obou, na sebe kolmých směrech. Při obou površích je navržena síť z profilů  $\varnothing 14$  mm po 100 mm. Tato síť je dle potřeby doplněna o výztuž  $\varnothing 8$  mm.<sup>7</sup>

Železobetonové stěny bílé vany jsou vyztužené v obou směrech. Svislá výztuž byla navržena na silové účinky, přesněji na účinky ohybových momentů. Je tvořena profily  $\varnothing 14$  mm po 150 mm při vnějších površích stěn a profily  $\varnothing 10$  mm po 200 mm při vnitřních površích stěn.

Vodorovná výztuž byla navržena na nesilové účinky.<sup>8</sup> Dle výpočtu byly navrženy řízené spáry po maximální vzdálenosti 3,5 m. Pokud budou dodrženy maximální vzdálenosti řízených spár, nedojde ke vzniku trhlin mezi spárami. Vodorovná výztuž je navržena z profilů  $\varnothing 10$  mm po 100 mm při obou površích stěn.

Těsnění pracovních spár, mezi základovou deskou a stěnou, je zajištěna pomocí systémového prvku od společnosti Sika.<sup>9</sup> Tyto pásy kombinují systém PVC pásu a bobtnajícího kruhového profilu. Jedná se o labyrintní systém v horní části a bobtnající pryžový pruh v dolní části pásu. U tohoto systému není potřeba upravovat výztuže v místě pracovní spáry.

---

<sup>7</sup> Výztuž dimenzovaná na nesilové účinky byla posouzena jak podle nepřímého výpočtu, tak i podle přímého výpočtu.

<sup>8</sup> K tomu použit přímý výpočet dle Lomayera.

<sup>9</sup> Systémový prvek od společnosti Sika, konkrétně těsnící pás KAB 150.

Řízené spáry ve stěnách jsou navrženy jako systémové prvky od společnosti Sika.<sup>10</sup>

## 8.7 Sloup

Železobetonový sloup je vyztužen pomocí čtyř prutů o průměru  $\varnothing 14$  mm. Třmínky jsou navrženy z profilů  $\varnothing 6$  mm po 200 mm

## 9. Mezní stav použitelnosti

Veškeré železobetonové konstrukce byly zároveň posouzeny i na mezní stav použitelnosti.<sup>11</sup> Cílem posudků na druhý mezní stav je určit, zda bude konstrukce schopna plnit funkci, pro kterou byla navržena, a to po celou dobu životnosti.

Pro zjištění průhybů stropní desky byl použit 3D model.<sup>12</sup> V něm vytvořeny zatěžovací stavy a následně jejich kombinace. Byl zjištěn lineární (pružný) průhyb, okamžitý průhyb, krátkodobý průhyb, dlouhodobý průhyb a celkový průhyb. Tyto průhyby byly posouzeny s limitní hodnotou průhybu a všechny průhyby vyhověly.

Následně byly všechny prvky posouzeny na vznik a šířku trhlin. Pro ověření šířky trhlin byly provedeny ruční výpočty. U převážné části konstrukcí nedochází ke vzniku trhlin, nebo vznikají při horním povrchu konstrukcí. Veškeré vzniklé trhliny byly posouzeny s limitní hodnotou 0,2 mm, a všechny posudky vyhověly.

---

<sup>10</sup> Systémový prvek od společnosti Sika, konkrétně Crack Inducer SR 9.

<sup>11</sup> Dle kapitoly 7 normy ČSN EN 1992-1-1.

<sup>12</sup> 3D model vytvořený v programu SCIA Engineer.

## 10. Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout a posoudit železobetonové konstrukce rodinného domu. Jedná se o desku nad 2.NP, desku nad 1.NP, desku nad 1.PP, podzemní železobetonové stěny a základovou desku, řešenou pomocí takzvané bílé vany, točité schodiště spojující 1.NP s 2.NP, dvouramenné schodiště spojující 1.PP s 1.NP a železobetonový sloup. Tyto prvky byly navrženy a posouzeny podle platných norem a zásad. Průběhy vnitřních sil byly získány pomocí programu SCIA Enginner 21.1 a programu Dlubal RFEM 5.25. Výsledky byly ověřeny pomocí ručních výpočtů. Na momentové účinky byly postupně navrženy veškeré železobetonové desky, součástí těchto desek jsou i skryté průvlaky, točité i dvouramenné schodiště a železobetonový sloup. Bílá vana byla navržena na silové i nesilové zatížení. Zároveň byly veškeré železobetonové konstrukce posouzeny na mezní stav použitelnosti. Výkresová část obsahuje výkresy tvaru a výztuže všech navrhovaných konstrukcí. Veškeré posudky na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti vyhověly.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí –Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [5] ZICH, Miloš a kol. Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, 2010
- [6] podklady firmy Schöck-Wittek s.r.o.
- [7] podklady firmy Sika CZ, s.r.o.

## Použité programy

- [8] SCIA Engineer 21.1
- [9] Dlubal RFEM
- [10] ArchiCAD 19
- [11] AutoCAD 2017
- [12] MS Word 2016
- [13] MS Excel 2016
- [14] Recoc

## Seznam použitých zkratk a symbolů

$A_s$	plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,req}$	nutná plocha výztuže
$A$	součinitel vyjadřující vliv dotvarování
$B$	součinitel vyjadřující vliv vyztužení
$C$	součinitel vyjadřující vliv poměru momentů na koncích sloupu
$c$	délka strany sloupu
$c$	navržená krycí vrstva
$c_{nom}$	nominální krycí vrstva
$c_{min}$	minimální krycí vrstva
$\Delta c_{dev}$	přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky
$c_{min,b}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,dur}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí
$\Delta c_{dur,y}$	přidaná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{dur,add}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$d_1$	vzdálenost těžiště výztuže od taženého okraje
$d$	účinná výška průřezu
$d_g$	maximální frakce kameniva
$e_i$	výstřednost od geometrických imperfekcí
$E_{cm}$	modul pružnosti betonu
$E_s$	modul pružnosti oceli
$F_c$	síla působící v betonu
$F_s$	síla působící ve výztuži
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku
$f_{ctm}$	pevnost betonu v tahu
$f_{yd}$	návrhová pevnost oceli v tahu a tlaku
$f_{yk}$	charakteristická mez kluzu
$f_{ywd}$	pevnost smykové výztuže
$f_{ywd,eff}$	účinná návrhová pevnost smykové výztuže na protlačení
$g_d$	návrhová hodnota zatížení

$g_k$	charakteristická hodnota zatížení
$H$	výška sloupu
$h_s$	výška desky
$h_{s,min}$	minimální výška desky i poloměr setrvačnosti
$l_{bd}$	návrhová kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_0$	návrhová délka přesahu
$l_{0,min}$	minimální délka přesahu
$l_n$	světélé rozpětí mezi podporami $L$ vzdálenost podpor $l_0$ účinný délka sloupu
$m_{xD-}$	momenty při spodním povrchu desky pro směr $X$
$m_{yD-}$	momenty při spodním povrchu desky pro směr $Y$
$m_{xD+}$	momenty při horním povrchu desky pro směr $X$
$m_{yD+}$	momenty při horním povrchu desky pro směr $Y$
$M_{Ed}$	návrhová hodnota ohybového momentu
$M_{Rd}$	moment na mezi únosnosti
$N_{Ed}$	návrhová hodnota normálové síly
$s$	osová vzdálenost prutů výztuže
$S_k$	charakteristická hodnota zatížení sněhem
$s_r$	vzdálenost svislých prutů smykové výztuže
$u_0$	obvod sloupu
$u_i$	délka $i$ -tého kontrolovaného obvodu
$u_{out}$	délka obvodu, ve kterém již není nutná smyková výztuž
$V_{Rd,cs}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení se smykovou výztuží
$x$	poloha neutrální osy
$z_c$	rameno vnitřních sil ZS zatěžovací stav
$\alpha$	úhel, který svírá smyková výztuž s rovinou desky
$\alpha_1$	vliv tvaru prutu
$\alpha_2$	vliv tloušťky krycí vrstvy
$\alpha_3$	vliv ovinutí příčnou výztuží
$\alpha_4$	vliv příčně přivařené výztuže
$\alpha_5$	vliv tlaku kolmého na plochu odštěpení betonu
$\beta$	součinitel postihující excentricitu zatížení
$\gamma$	součinitel zatížení

$\gamma_M$	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$\epsilon_{cu,3}$	mezní přetvoření betonu
$\epsilon_{yd}$	minimální přetvoření výztuže
$\lambda$	šťíhlost sloupu
$\lambda_{lim}$	limitní šťíhlost sloupu
$V_{Ed}$	maximální smykové napětí
$V_{min}$	minimální smykové napětí
$V_{Rd,c}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku
$\xi_{bal}$	poměr přetvoření oceli a betonu
$\rho_l$	stupeň vyztužení
$\emptyset$	průměr výztuže

## Seznam příloh

P1) Dokladová část

P2) Výkresová dokumentace

- D1.2.1. Výkres tvaru točitého schodiště
- D1.2.2. Výkres výztuže točitého schodiště půdorys
- D1.2.3. Výkres točitého schodiště řezy
- D1.2.4. Výkres výztuže točitého schodiště výpis vložek
- D1.2.5. Výkres tvaru dvouramenného schodiště
- D1.2.6. Výkres dvouramenného schodiště
- D1.2.7. Výkres tvaru desky nad 2.NP
- D1.2.8. Výkres výztuže desky nad 2.NP
- D1.2.9. Výkres věnce desky nad 2.NP
- D1.2.10. Výkres tvaru desky nad 1.NP
- D1.2.11. Výkres výztuže desky nad 1.NP
- D1.2.12. Výkres věnce desky nad 1.NP
- D1.2.13. Výkres tvaru desky nad 1.PP
- D1.2.14. Výkres výztuže desky nad 1.PP
- D1.2.15. Výkres věnce desky nad 1.PP
- D1.2.16. Výkres tvaru základové desky
- D1.2.17. Výkres tvaru stěn bílé vany
- D1.2.18. Výkres výztuže základové desky
- D1.2.19. Výkres výztuže stěn bílé vany
- D1.2.20. Výkres výztuže stěn bílé vany
- D1.2.21. Výkres výztuže sloupu
- D1.2.22. Výpis vložek

P3) Statický výpočet