



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

---

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
DEPARTMENT OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

POŽÁRNÍ ŘEŠENÍ VILA DŮM NA HŘEBENKÁCH  
FIRE DESIGN OF HOUSE NA HŘEBENKÁCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

STUDIJNÍ PROGRAM  
STUDY PROGRAMM

STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
CIVIL ENGINEERING

STUDIJNÍ OBOR  
BRANCES OF STUDY

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB  
FIRE SAFETY OF CONSTRUCTIONS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAKUB GREAR

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. RADEK ŠTEFAN, Ph.D.



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Grenar Jméno: Jakub Osobní číslo: 437958

Zadávací katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární řešení Vila dům Na Hřebenkách

Název bakalářské práce anglicky: Fire design of house Na Hřebenkách

Pokyny pro vypracování:

revize statické části

požárně bezpečnostní řešení

návrh a posouzení vybrané části konstrukce

posouzení požární odolnosti vybrané části konstrukce

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0802 Nevýrobní objekty

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

ČSN EN 1992-1-2: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Radek Štefan, PhD.

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

22.2.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá požárním řešením obytné budovy. V první části je řešeno požárně bezpečnostní řešení stavby, jsou určeny požární úseky, provedeno posouzení požární odolnosti všech konstrukcí a posouzení evakuace osob z budovy. Je vymezen požárně nebezpečný prostor. Dále je navrženo zásobování požární vodou, a zařízení pro protipožární zásah. Nakonec jsou určeny požadavky na technická zařízení budovy a požárně bezpečnostní zařízení. V druhé části jsou navrženy předběžné rozměry železobetonových prvků a je proveden návrh a posouzení výztuže pro desku, průvlak a sloup. Dále je určena teplotní analýza požárního úseku a teplotní profil jednotlivých prvků a poté určena požární odolnost tabulkovou metodou, metodou izotermy 500°C a zónovou metodou. Výpočty jsou provedeny podle evropských norem zavedených do systému českých norem ČSN EN. Část PBS je v souladu s požárním kodexem.

## Klíčová slova

obytný dům, železobetonová konstrukce, rámová konstrukce, průvlak, sloup, vnitřní síly, dimenzování, požární odolnost, požární bezpečnost staveb, požární úseky, evakuace osob, požárně nebezpečný prostor, hasičský záchranný sbor, požární ochrana

## Abstract

This thesis deals with fire design of residential house. In the first part is solved the fire safety design of the building. It is determined fire sections, then it is assessed the fire resistance of structures and it is assessed evacuation of the building. It's defined the fire danger zone. Further it is designed fire water supply and devices for firefighting. Finally, there are define requirements for technical building equipment and fire safety equipment. In the second part is designed preliminary dimensions of reinforced concrete elements and it is made design and assessment of reinforcement floor slab, girder and column. Then is determined thermal analysis of the fire section and temperature profile of individual elements and after that is determined the fire resistance by table method, using the isotherms of 500 ° C and zone method. Design is made according to European standards integrated in system of Czech standards ČSN EN. The part of PBS is made according to czech fire codex.

## Key words

residential house, reinforced structure, frame structure, beam, column, internal forces, design of structure, fire resistance, fire protection of buildings, fire section, evacuation, fire danger zone, fire brigade, fire protection

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informace a zdroje.

V Praze dne .....

.....  
Podpis autora práce

### Poděkování:

Především bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce panu ing. Radku Štefanovi, Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady, věnovaný čas, trpělivost a vlídné slovo. Dále pak své rodině za pří-  
větivé zázemí a shovívavost při práci.

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Úvod</b> .....   | <b>7</b>  |
| 1. Motivace.....  | 7         |
| 2. Cíle.....  | 7         |
| <b>Část A – Podklady a revize stavební části</b> .....                                | <b>8</b>  |
| 1. Technická zpráva.....  | 8         |
| 2. Revize z konstrukčního hlediska.....   | 8         |
| 3. Revize z hlediska požární bezpečnosti staveb.....                                  | 8         |
| <b>Část B – Požárně bezpečnostní řešení</b> .....                                     | <b>9</b>  |
| 1. Koncept.....   | 9         |
| 2. Požární úseky.....   | 9         |
| 3. Evakuace.....  | 9         |
| 4. Odstupové vzdálenosti.....   | 9         |
| 5. Zásobování požární vodou.....  | 9         |
| 6. Zařízení pro protipožární zásah.....   | 9         |
| 7. Hasicí přístroje.....  | 9         |
| <b>Část C – Návrh betonových konstrukcí za běžné teploty a na účinky požáru</b> ..... | <b>10</b> |
| 1. Část C.1.....  | 10        |
| 1.1 Technické řešení stavby.....  | 10        |
| 1.2 Zatížení.....   | 10        |
| 2. Část C.2.....  | 10        |
| 2.1 Nosný systém.....   | 10        |
| 2.2 Materiály.....  | 10        |
| 2.3 Svislé konstrukce.....  | 11        |
| 2.4 Vodorovné konstrukce.....   | 11        |
| 2.5 Závěr.....  | 11        |
| 3. Část C.3.....  | 11        |
| <b>Seznam příloh</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>Základní literatura</b> .....  | <b>13</b> |

# Úvod

## 1. Motivace

Beton je v současné době široce používaný materiál. Většina budov občanského vybavení, budov pro bydlení, ale i průmyslových hal má navržený konstrukční systém ze železobetonu, nebo se v jejich konstrukčním systému železobeton alespoň částečně vyskytuje. Současně s tím se zpřísňují požadavky na požární bezpečnost staveb. Jedním z důležitých faktorů dobře navržených budov z hlediska požární bezpečnosti je pasivní požární ochrana. Ta vyjadřuje schopnost budovy vzdorovat požáru jako celku. Jednou z jeho složek je požární odolnost stavebních konstrukcí. Při požáru v betonu probíhá přeměna mechanických a fyzikálních vlastností. To znamená, že při požáru se nosnost betonových konstrukcí mění v čase a je tedy důležité správně posoudit odolnost těchto konstrukcí.

## 2. Cíle

Cílem práce je navrhnout co nejefektivněji požárně bezpečnostní řešení stavby v souladu s pravidly danými požárním kodexem a přitom navrhnout nosnou konstrukci a posoudit ji z hlediska působení požáru.

# Část A – Podklady a revize stavební části

## 1. Technická zpráva

Bytový dům nazývaný Vila dům Na Hřebenkách, se nachází v Praze 5 – Smíchově. Autorem návrhu stavby je architektonický ateliér Ateliér A4, s.r.o. se sídlem v ulici Ruská 971/92, 100 00 Praha 10. Autor návrhu poskytl podklady ve formě architektonicko-stavební studie. A tímto mu patří velký dík.

### **Urbanistické řešení**

Nacházejí se zde byty a prostory domovního vybavení. Stavební parcela je umístěna v Praze 5 v ulici Pod Hájem. Navrhovaný objekt disponuje čtyřmi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Výška objektu je 16,8 metrů. Vstup je z ulice do 1. PP. Rozměry nadzemního podlaží jsou 11 x 19 m, podzemního podlaží 22 x 19 m. Zastavěná plocha činí 360 m<sup>2</sup>. Dům působí jako dvojdům, neboť západní stěna koresponduje s vedlejším domem, avšak oba domy jsou jak dispozičně tak konstrukčně odděleny. Přístupová komunikace šířky 9 metrů, situována jižně od domu, umožňuje vjezd do garáží objektu.

### **Dispoziční řešení**

Objekt je pětipodlažní, 1. - 4. NP slouží k bydlení. Všechny bytové jednotky mají výměru 160 m<sup>2</sup>, pouze podlahová plocha bytu v podkrovní části činí 130 m<sup>2</sup>. Objektem prochází pět instalačních šachet. Každý byt nabízí tři koupelny, záchod, kuchyň, tři ložnice, pracovnu a obývací pokoj. V 1. PP se nacházejí tři samostatné garáže s výjezdem přímo do ulice. Dále jsou součástí bytového domu prostory pro skladování pro domácnost a také technická místnost, v níž se nachází vodoměry, plynoměry a elektroměry. Schodiště je navrženo jako trojramenné.

### **Konstrukční řešení**

Původní řešení kombinuje železobeton a zdivo. Suterén je kompletně železobetonový kvůli zemnímu tlaku působícímu na obvodové stěny. Do prvního nadzemního patra přechází železobetonové jádro s prostorem pro schodiště. Zbytek nosných konstrukcí je zděný cihelnými bloky Porotherm 24 AKU. Vrchní patra mají svíslé konstrukce zděné, vodorovné konstrukce tvoří železobetonové desky, které přecházejí ve formě železobetonového věnce do obvodových stěn a ztužují budovu ve vodorovném směru. Tloušťka stěn včetně izolace činí 420 mm. Vnitřní nosné stěny mají tloušťku 300 mm, zděné příčky 125 mm. Některé příčky jsou zcela prosklené. Střecha budovy je sedlová, z pálených tašek. Nosnou střešní konstrukci tvoří vaznicová soustava.

## 2. Revize z hlediska konstrukčního řešení

Upraven byl celý konstrukční systém. V suterénu byl ponechán železobetonový systém, ale jádrová stěna byla zesílena na 300 mm a také přibyl průvlak mezi schodišťovým prostorem a chodbou z důvodu nesení stropní desky a zděné stěny z vrchního patra. V 1.NP se ponechalo železobetonové jádro, jinak byl ale celý zděný nosný systém změněn za železobetonový. Původní tloušťka stěny byla 420 mm z toho nosná část 300 mm a izolace 120 mm. Tloušťka stěny byla zachována, ale ŽB nosná část byla zúžena na 200 mm a přibýlo izolace 220 mm. Zlepší se tedy i tepelné technické parametry budovy. Uvnitř dispozice byl posunut a zmenšen sloup, který byl předimenzován, nově nyní nese dva průvlaky, v podkladu průvlaky navrženy nebyly. Vrchní patra jsou ponechána konstrukčně zcela stejné. V posledním patře došlo k přesunu instalační šachty tak, aby procházely průběžně skrz celou budovou.

## 3. Revize z hlediska požární bezpečnosti staveb

Budova je z hlediska požární bezpečnosti staveb vyhovující. Pouze byla prodloužena stěna mezi chodbou a koupelou kvůli dosažení minimálního rozměru požárního pásu 900 mm.



# Část B – Požárně bezpečnostní řešení

## 1. Koncept

Objekt je zařazen do kategorie OB2. V těchto budovách musí být každá bytová jednotka samostatným požárním úsekem. Samostatný požární úsek musí tvořit také jednotlivé garáže. Požárně má objekt 5 nadzemních podlaží. V objektu je jedna chráněná úniková cesta. V obytných buňkách jsou instalovány zařízení pro autonomní detekci a signalizaci požáru. Na chodbě jsou pak instalována kouřovo-optická čidla, tlačítkové hlásiče k aktivaci požárního větrání a akustické signalizaci. SHZ ani SOZ není instalováno.

## 2. Požární úseky

Budova je rozdělena celkem do 16 požárních úseků. Nejvyšší stupeň požární bezpečnosti je III. Požadavky požární odolnosti na stavební konstrukce byly stanoveny dle tabulky z normy a pro SPB III. je požadovaná hodnota 45 minut. Všechny stavební konstrukce vyhověli. Dále bylo nutné specifikovat některé požadavky pro uzávěry, požární pásy, zateplení budovy, instalační šachty a požární ucpávky.

## 3. Evakuace

V dalším bodě bylo nutné posoudit evakuaci osob. Byla navržena jedna chráněná úniková cesta typu A. Celkový počet osob unikajících z požárních úseků byl stanoven dle normy a dosáhl počtu 33 osob. Podle základních požadavků na únikové cesty z budov OB2 a normy 73 0802 se neposuzovali únikové cesty uvnitř požárních úseků ale pouze chráněná úniková cesta. Ta vyhověla všem požadavkům na mezní šířku a mezní délku. Pro větší bezpečnost unikajících osob, bude úniková cesta větrána nuceně. Musí být zajištěna desetinásobná výměna vzduchu za hodinu. Přívod vzduchu je zajištěn ventilátorem sáním venkovního vzduchu pomocí VZT. Odvod vzduchu je odtahovým potrubím s regulační klapkou v nejvyšším místě CHÚC. Napájení větrání je zajištěno dvěma nezávislými zdroji a to jak běžnou elektroinstalací, tak náhradním zdrojem UPS, umístěného pod prvním schodišťovým ramenem. Mezi technickým vybavením CHÚC jsou nouzová světla s požadovanou funkčností min 60 minut, fotoluminiscenční tabulky označující směr úniku osob a dále opticko-kouřová čidla, která spolu s tlačítkovými hlásiči aktivují požární větrání v případě požáru.

## 4. Odstupové vzdálenosti

Další z důležitých věcí která je pro správně požárně bezpečnostní řešení nezbytná, je posouzení odstupové vzdálenosti. Je vymezen požárně nebezpečný prostor pro všechny požární úseky s požárním zatížením. Nejvíce problematický byl odstup z (požárně) 2.NP, který zasahoval na sousední pozemek a dále odstupová vzdálenost od garáží, která musela být stanovena podrobněji z hlediska sálání tepla. Odstupy od střešního pláště nebylo nutné prokazovat a odpadávání hořících částí se nekonalo, neboť nejsou použity stavební výrobky druhu DP2 nebo DP3.

## 5. Zásobování požární vodou

Pro zásobování požární vodou byla ověřena vzdálenost hydrantů, nejbližší je 16 m od vchodu do budovy. Jako vnitřní odběrná místa byly navrženy hadicové systémy s tvarově stálou hadicí.

## 6. Zařízení pro protipožární zásah

U objektu musela být vymezena nástupní plocha pro požární techniku.

## 7. Hasicí přístroje

V objektu bude instalováno minimální počet navržených hasicích přístrojů.

# Část C – Návrh betonových konstrukcí za běžné teploty a na účinky požáru

## 1. Část C.1

### 1.1 Technické řešení stavby

Objekt je založen na plošných základech (žb pasy, patky). Nosný systém budovy byl navržen jako železobetonový kombinovaný. Jako svislé nosné konstrukce se zde nacházejí převážně stěny a jako vodorovné konstrukce stropní desky, systém je doplněn sloupem v 1.NP až 3.NP a průvlaky, které podporují desky. Objekt má jedno schodiště, které je řešeno jako trojramenné. Dvě ramena působí jako dvakrát zalomená žb deska.

### 1.2 Zatížení

Všechna popsaná zatížení jsou uvedena v charakteristické hodnotě. Pro návrhovou hodnotu se musí přenásobit příslušným součinitelem pro stálé nebo proměnné zatížení.

#### **Stálá zatížení**

První složkou je vlastní tíha konstrukce, u které je uvažována hodnota 25 kN/m. Liniová tíha zděných konstrukcí 8,3 kN/m. Další složkou stálého zatížení je zatížení od podlahy. Hodnota je popsána ve statickém výpočtu v odstavci 2.1.1. Pro celou budovu byla uvažována jedna hodnota a to 3,7 kN/m<sup>2</sup>. V této hodnotě se skrývá i 1,5 kN/m<sup>2</sup>, což představuje hodnotu pro ostatní stálé zatížení.

#### **Užitná zatížení**

Budova spadá do kategorie A dle ČSN EN 1991-1-1. Pro tuto kategorii je stanovena hodnota užitného zatížení pro bytové prostory 1,5 kN/m<sup>2</sup>. Pro balkony 3,0 kN/m<sup>2</sup>. Schodiště není předmětem výpočtu.

#### **Zatížení při požáru**

Hodnota zatížení byla získána součtem charakteristický hodnot stálého zatížení a proměnného vynásobeného součinitelem pro mimořádné situace  $\psi_{fi} = 0,3$ .

#### **Ostatní zatížení**

Další zatížení (vítr, seismická zatížení, apod.) nebyla uvažována.

## 2. Část C.2 – Návrh betonových prvků za požáru

### 2.1 Nosný systém

Rozměry všech prvků jsou stanoveny předběžným návrhem. Pro podrobný výpočet byly vybrány tři prvky: stropní deska nad typickým podlažím, průvlak a sloup. Výpočet vnitřních sil byl získán pomocí programu SCIA Engineer 15.1.

### 2.2 Materiály

Beton C30/37

Ocel B500B

### 2.3 Svislé konstrukce

ŽB stěny v suterénu jsou tl. 200 mm, stěny přiléhající k zemině tl. 250 mm a stěny vnitřního jádra tl. 300 mm. V nadzemních podlažích mají obvodové stěny rozměry 200 mm. Stěny vnitřního jádra

300 mm. Uvnitř dispozice se nachází ŽB sloup o rozměrech 250 x 200 mm. Poloha otvorů (okna, dveře) je dána výkresy tvaru.

#### 2.4 Vodorovné konstrukce

Všechny stropní konstrukce jsou monolitické železobetonové. V suterénu jsou navrženy desky mezi jednotlivými stěnami. Desky po vrchní stavbou mají dimenzi 200 mm a největší rozpětí je necelých 5 metrů. Desky zatížené zeminou jsou široké 240 mm o největším rozpětí 6 metrů. Mezi stěnami jádra je průvlak o rozpětí 5 metrů a rozměrech 450 x 250 mm. Téměř všechny desky jsou jednosměrně pnuté, jedna deska u jádra je obousměrně pnutá. V nadzemních podlažích jsou tři desky o tloušťce 200 mm s rozpětím 6, 5 a 4,5 metrů. Všechny tři jsou jednosměrně pnuté. Nachází se zde konzola představující balkón o rozpětí 1,8 metru a dimenzi 200 mm. Desky jsou podporovány dvěma průvlaky. Jeden se nachází mezi stěnami jádra a druhý průvlak je mezi osami 2 až 4. Mají dimenze 450 x 250 mm nebo 350 x 200 mm. Ve všech stropních konstrukcích se budou nacházet prostupy pro rozvody vody, kanalizace rozměry jsou dány výkresem. Nosné i konstrukční vyztužení desek a trámů bude zajištěno betonářskou výztuží B500B v souladu s podrobným statickým výpočtem.

#### 2.5 Závěr

Desky jsou vyztuženy svařovanými sítěmi. Profil hlavní výztuže je Ø8 mm s roztečí 100 nebo 150 mm. Rozdělovací výztuž má Ø6 mm s roztečí 200 nebo 250 mm. Průvlaky jsou vyztuženy profily Ø16 mm. Smykovou únosnost zajišťují dvoustřížné třmínky Ø8 mm a roztečí 220 a 300 mm. Pro sloupy byla navržena minimální výztuž 4x Ø12 mm a třmínky Ø6 po 110 a 180 mm.

### 3. Část C.3

Tato část se zabývá posouzením požární odolnosti hlavních nosných prvků obytné budovy Vila domu Na Hřebenkách. Pro posouzení jsou vybrány tyto prvky: deska, průvlak a sloup. Všechny tyto prvky se nacházejí v požárním úseku N1.02, který obsahuje obytnou buňku. Požadavek na požární odolnost je u všech R 45 (u desky navíc REI 45). Metody, kterými se prvky posuzují, jsou: tabulková metoda, metoda 500°C izotermie, zónová metoda.

Nejprve je třeba zjistit zatížení při požární situaci, následně provést teplotní analýzu požárního úseku a poté teplotní profil prvků. Nakonec je posouzena požární odolnost tabulkovou metodou, metodou izotermie 500°C prvky, a zónovou metodou prvek.

Deska i průvlak vyhověli ve všech posuzovacích metodách. Sloup byl klasifikován jako štíhlý a bylo nutné ho posoudit metodou pro štíhlé sloupy. Na požadovanou požární odolnost nevyhověl, a v dalším kroku byl posouzen metodou izotermie 500°C, kdy touto metodou byla prokázána požární odolnost R 45.



## Základní literatura

### Normy:

ČSN EN 1990. Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: ČNI, 2004

ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: ČNI, 2004

ČSN EN 1991-1-2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížená – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru. Praha: ČNI, 2004

ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI, 2006

ČSN EN 1992-1-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČNI, 2006

ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty. Praha: ÚNMZ, 2015

ČSN 73 0810. Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení. Praha: ÚNMZ 2013

ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty (2010), změna Z1 (2013), změna Z2 (2015)

ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování (2010), změna Z1 (2013)

### Vyhlášky:

Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.

Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění vyhlášky č. 221/2014 Sb.

### Software

Štefan, R. - Procházka, J., FiDeS - Soubor výpočetních programů pro navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru podle Eurokódů [software online]. Verze 1.0 (2010). Praha: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, kat. betonových a zděných konstrukcí, 2010. Poslední aktualizace 1. 9. 2010.

### Ostatní

ZOUFAL, Roman a kolektiv. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů. Praha: PAVUS a.s., 2009. 128 s. ISBN 978-80-904481-0-0.