

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBÍ**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**2020**

**Jan Mertl**

Studijní program: Stavební inženýrství

Specializace: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mertl Jméno: Jan Osobní číslo: 468314

Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství - B3651

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zásobování požární vodou a základy modelování požáru

Název bakalářské práce anglicky: Fire Water Supply and Basics of Fire Modeling

Pokyny pro vypracování:

V teoretické části zpracujte rešerši zaměřenou na modely požárů. V praktické části zpracujte požárně bezpečnostní řešení vybraného objektu. Dále pro daný objekt navrhnete vodovodní přípojku a zásobování požární vodou. Pomocí počítačového modelu zjistíte jaké teplotě bude vystaveno potrubí, pokud ve stejném požárním úseku vznikne požár.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou, 2003.

PyroSim User Manual, Thunderhead Engineering, 2014.


SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th Edition, 2015.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2020

Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020


*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*


  
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“.*

  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Obě tyto části jsou zaměřeny na modely požáru. Teoretická část je zaměřena na modely požáru, jejich použití a možnosti dělení. V praktické části byl zvolen bytový dům, pro který bylo vytvořeno požárně bezpečnostní řešení v rozsahu nezbytném pro další části bakalářské práce. Byla navržena vodovodní přípojka a zásobování požární vodou pomocí hydrantového systému. Pro aplikaci informací z teoretické části byl vytvořen počítačový model požáru v jedné ze sklepních kójí tohoto objektu. Byl vytvořen CFD (Computational Fluid Dynamics) model v programu Pyrosim. Na modelu byl sledován vliv požáru na potrubí požární vody procházející touto sklepní kójí.

## **Abstract**

This bachelor thesis is divided into theoretical and practical part. Both of these parts are focused on fire models. The theoretical part is focused on fire models, their use and the possibility of division. In the practical part, an apartment building was chosen, for which a fire safety solution was created to the extent necessary for other parts of the bachelor's thesis. A water supply connection and fire water supply using a hydrant system were designed. To apply the information from the theoretical part, a computer model of a fire was created in one of the cellar cubicles of this building. A CFD (Computational Fluid Dynamics) model was created in Pyrosim. The effect of the fire on the fire water pipeline passing through this cellar was monitored on the model.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. O právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne .....

.....

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Pavle Pechové, Ph.D., za poskytnutí odborných informací a času, který mi věnovala na konzultacích. Děkuji Ing. Jiřímu Litošovi za poskytnutí stavební části projektu, která byla podkladem pro mou bakalářskou práci. Celé mé rodině za poskytnutí skvělého zázemí a psychické pohodě.

## **Klíčová slova**

Model požáru, pyrolýza, matematické modely, fyzikální modely, zjednodušené modely požáru

## **Keywords**

Fire model, pyrolysis, mathematical models, physical models, simplified fire models

# **Obsah bakalářské práce**

## **Teoretická část**

- část I – Rešerše modelů požáru

## **Praktická část**

- část II – Příklad – model požáru ve sklepní kóji
- část III – Požárně bezpečnostní řešení bytového domu v ulici Družební
- část IV – Výpočet vodovodní přípojky a návrh požární vody
- část V – Závěr bakalářské práce
- část VI – Výkresová část



**Bakalářská práce**

**Část I.**

**Rešerše modelů požáru**



# Obsah

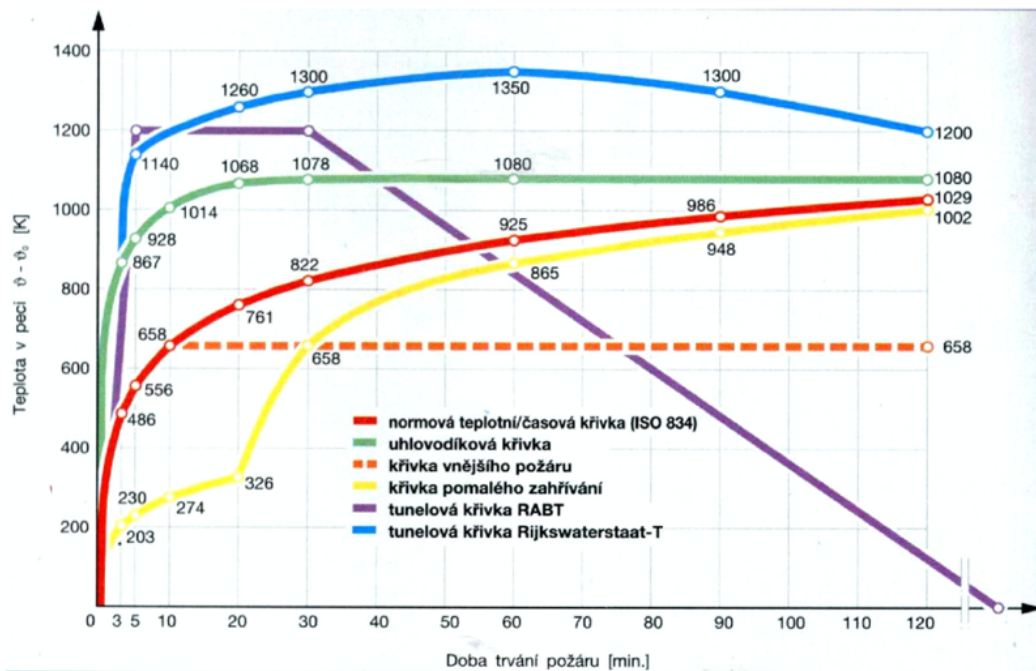
<b>1. POŽÁR</b> .....	<b>7</b>
1.1. POŽÁRNÍ SCÉNÁŘE .....	7
1.2. NÁVRHOVÝ POŽÁR .....	7
1.3. VSTUPNÍ PARAMETRY DO MODELŮ .....	8
1.3.1. <i>Experimenty</i> .....	8
1.4. VALIDACE A VERIFIKACE .....	8
1.5. ROZDĚLENÍ MODELŮ POŽÁRU .....	9
<b>2. ZJEDNODUŠENÉ MODELY POŽÁRU</b> .....	<b>9</b>
2.1. ANALYTICKÉ MODELY PROSTOROVÉHO POŽÁRU .....	9
2.2. LOKÁLNÍ POŽÁRY .....	9
<b>3. FYZIKÁLNÍ MODELY POŽÁRU</b> .....	<b>10</b>
<b>4. MATEMATICKÉ MODELY POŽÁRU</b> .....	<b>10</b>
4.1. MODEL POŽÁRU .....	10
4.1.1. <i>Aplikace (výstupy modelu)</i> .....	11
4.1.2. <i>Způsoby modelování tepelného rozkladu</i> .....	11
4.2. DETERMINISTICKÉ MODELY .....	13
4.2.1. <i>Zónové modely (rozdělují prostor do zón, dle teploty plynů)</i> .....	14
4.2.2. <i>Modely typu pole</i> .....	15
4.3. PRAVDĚPODOBNOSTNÍ MODELY .....	15
<b>5. JAK VYBRAT PYROLÝZNÍ MODEL?</b> .....	<b>16</b>
<b>6. VÝPOČETNÍ ROVNICE PROGRAMU PYROSIM (FDS)</b> .....	<b>17</b>
6.1. TEPELNÁ VODIVOST A DIFÚZE PLYNŮ .....	17
6.2. RYCHLOST UVOLŇOVÁNÍ TEPLA .....	17
6.3. ZÁNİK .....	17
6.4. KRITICKÁ TEPLOTA PLAMENE .....	18
6.5. ZÁNİK ZALOŽEN PŘEDEVŠÍM NA KONCENTRACI KYSLÍKU .....	19
6.6. TEPLOTA SAMOVZNÍCENÍ .....	19
6.7. HRANIČNÍ PODMÍNKY .....	19
6.8. PEVNÁ FÁZE .....	19
6.8.1. <i>Rovnice vedení tepla pro těleso</i> .....	20
6.8.2. <i>Přenos radičního tepla na pevné látky</i> .....	20
6.8.3. <i>Konvekční přenos tepla na pevné látky</i> .....	20
6.9. TEPELNÝ TOK .....	21
6.10. SPECIFICKÁ RYCHLOST UVOLŇOVÁNÍ TEPLA .....	21
<b>7. LITERATURA:</b> .....	<b>22</b>
<b>8. PŘÍLOHY:</b> .....	<b>24</b>
8.1. PRO POSUZOVATELE .....	24

# 1. Požár

## 1.1. Požární scénáře

Požární scénáře se určují dle normy ČSN EN 13502-2, ta nám uvádí různé přístupy podle typu provozu, tj. jakou tepelnou rychlostí budeme zatěžovat zkoušené prvky. Na tyto scénáře zkoušíme prvky, po kterých požadujeme požární odolnost.

Pro každý druh požáru máme teplotní křivku, která nejlépe vystihuje danou situaci. Křivka vnějšího požáru, křivka pomalého zahřívání, tunelová křivka, normová teplotní křivka a mnoha dalších. [1]



Obr. 1 Požární scénáře [1]

## 1.2. Návrhový požár

Návrhový požár je idealizovaným modelem reálného požáru v dané situaci. Pro tento požár se volí model, který se může nejlépe očekávat. Návrhový požár se vyjadřuje jako časová závislost tepelného výkonu požáru a obsahuje různé další modely pro vývoj rozhodujících parametrů jako jsou: intenzita uvolňování tepla, velikost požáru, teploty v libovolných místech požáru, uvolňování kouře a jeho zplodin hoření. Zahrnuje etapu rozvoje požáru (zpravidla od okamžiku tepelného výkonu 1kW), etapu rozvinutého požáru (teplota horkých plynů dosahuje 500-600 °C, hodnota flashoveru) a etapu dohořívání (zpravidla od okamžiku, klesání teploty plynů). [2, 3]

### 1.3. Vstupní parametry do modelů

Vstupní data (jako je např. výkon, časová délka požáru, působení požáru atd.) můžeme předurčit pomocí experimentu, empirickou korelací nebo modelem rozvoje požáru.

#### 1.3.1. *Experimenty*

Pokud víme, co v daném požárním úseku (PÚ) bude hořet, pak máme nejpřesnější vstupní podmínky do modelů. Nejvyšší hodnotu mají velkorozměrové požární zkoušky. Bohužel tyto zkoušky jsou velice náročné nejen na prostor a čas, ale hlavně cenově. U velkorozměrových zkoušek můžeme pozorovat kromě rychlosti uvolňování tepla (Heat Release Rate – HRR) a hmotnostního úbytku materiálu (Mass Loss Rate – MLR) také informace o času vzplanutí, kritickém toku pro vzplanutí a povrchové teplotě pro vzplanutí. Nevýhodou těchto zkoušek je, že nejsou vztaženy k ploše a jejich přepočítání je často složité. Zde záleží na geometrii a měřítku zkoušky.

Kromě velkorozměrových experimentů můžeme využít i laboratorní testování.

To provádíme v měřítku desítek milimetrů. Tyto vzorky jsou vystaveny definovanému zdroji tepla a iniciačnímu zdroji. Velká výhoda laboratorních testů je velká dostupnost prováděných zkoušek. Naopak nevýhoda spočívá při aplikaci do modelu požáru. Podle tvaru křivky tepelného výkonu nejsme schopni usuzovat fázi rozvoje a fázi dohořívání požáru. Můžeme pouze do modelu zvolit, jestli budeme používat maximální nebo průměrnou hodnotu tepelného výkonu. [3]

### 1.4. Validace a verifikace

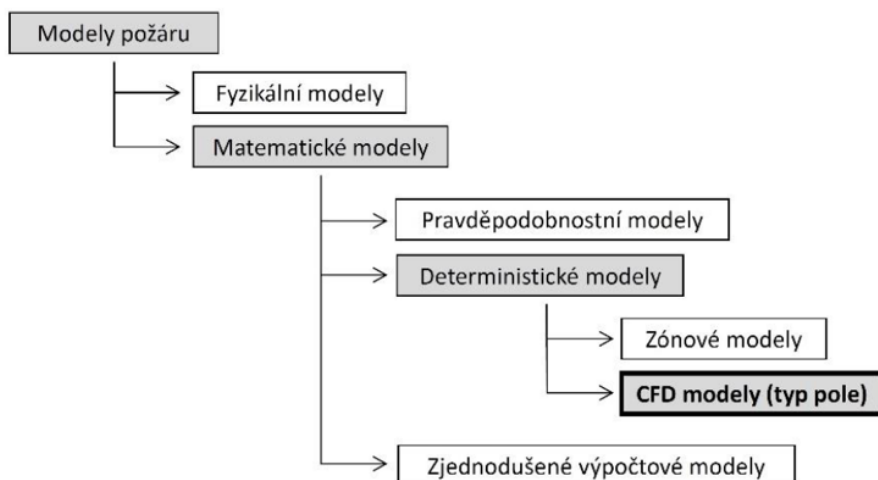
Verifikace (z angl. verification = ověření) je kontrola numerického řešení, algoritmů a správná funkčnost uživatelského prostředí. Hovorově „kontrola matematiky“

Validace (z angl. validation = uvedení v platnost) je porovnávání míry shody mezi numerickým a experimentálním řešením. Tento proces nezajistí zcela bezchybný průběh, ale tvůrce i uživatel dostanou limitní podmínky pro použití tohoto modelu.

Hovorově „Kontrola fyziky“ [4,5]

## 1.5. Rozdělení modelů požáru

V požárním inženýrství jsou používány 2 skupiny modelů požáru. Fyzikální a matematické.



Obr. 2 Rozdělení modelů požáru [11]

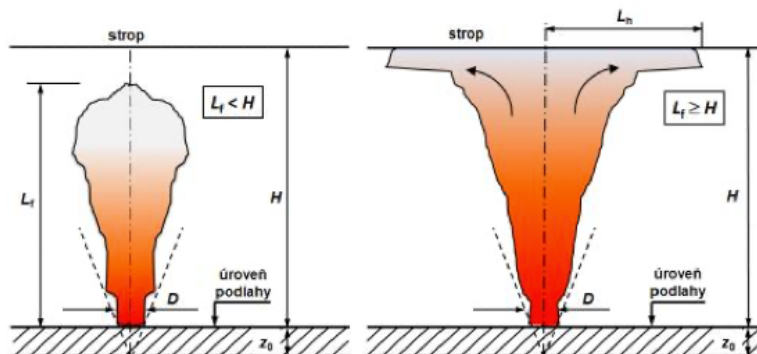
## 2. Zjednodušené modely požáru

### 2.1. Analytické modely prostorového požáru

Tyto modely jsou často nazývány jako parametrické teplotní křivky. V závislosti teploty na čase v požárním úseku lze přidat teplo. Toto teplo, které se uvolní při hoření se popisuje hustotou požárního zatížení na jednotku plochy.

### 2.2. Lokální požáry

Tento typ požáru nastane, pokud nedojde k rozšíření požáru na plochu celého požárního úseku (nedojde k celkovému vzplanutí). U lokálních požárů rozlišujeme dva typy: plamen dosahuje ke stropu místnosti (metoda Hasemi) a plamen nedosahuje ke stropu místnosti (metoda Heskestad). Podle rychlosti uvolňování tepla a průměru požáru můžeme vypočítat délku plamene. Tento druh požáru lze jednoduše popsat dvouzónovým modelem. [6]



Obr. 3 Model lokálního požáru: a, (vlevo) plameny nezasahující strop b, (vpravo) plameny zasahující strop

### 3. Fyzikální modely požáru

Fyzikální modely jsou zjednodušené uměle vytvořené experimentální objekty v reálném nebo zmenšeném měřítku. Napodobují reálné chování požáru, vlastnosti a rozmístění předmětů musí odpovídat simulované situaci. Sledují se zde doprovodné fyzikální jevy požáru. K získání nových poznatků pro validační procesy. Tyto modely se provádějí za odborného dohledu jak ve vnitřních, tak venkovních podmínkách.

### 4. Matematické modely požáru

Jsou smyšlené objekty popisující požární situaci. Jsou popsány pomocí numerického modelování. Tyto metody se zavádějí v několika krocích.

- 1, zadání vstupních dat
- 2, výpočet soustavy matematických rovnic
- 3, vyhodnocení výsledků

Nejčastěji používáme dva typy těchto modelů, a to modely pravděpodobnostní (statistické, síťové) a deterministické (zónové, typu pole), které lze doplnit o úplnost o zjednodušené výpočetní modely. Základní rozdíl mezi těmito přístupy je uvažování nejistoty během modelace.

#### 4.1. Model požáru

Model požáru se skládá ze dvou částí:

1, Modelu pyrolýzy (pevná fáze) - Výsledkem je rychlost uvolňování hořlavých plynů. Ta závisí na rozkladu látek v závislosti na teplotě a rychlosti dosažení rozkladné teploty daného materiálu. Rychlost rozkladné reakce je v každém místě funkcí její teploty. Tato teplota nemá jen jednu hodnotu, ale probíhá v teplotním intervalu konečné šířky. Pro každou látku je tento interval odlišný.

2, Modelu hoření (plynná fáze) – Výsledkem je rychlost uvolňování tepla a spalných produktů, které se poté šíří dál do okolí. Tato reakce je exotermická a je zde uvolňováno velké množství tepla, které se vyjadřuje výhřevností  $\Delta H_c$  (J/mol nebo J/kg). Výhřevnost se definuje jako množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství látky za standartních podmínek. Zde musíme rozlišovat mezi spalným teplem a výhřevností. Pokud se uvažuje, že reakcí vytvořená voda je skupenství kapalného, hovoříme právě o spalném teple. Toto teplo má vyšší hodnotu než výhřevnost. Při přeměně vodní páry na kapalinu se uvolňuje další teplo.

#### 4.1.1. Aplikace (výstupy modelu)

##### 4.1.1.1. Modelování následků přítomnosti zdroje hoření

Toto modelování je v dnešní době nejčastější. Používá ho převážná část matematických modelů. Tento způsob modelování nevychází z modelování požáru, ale pouze z ověření následků, jeho velikosti a průběhu. Následky přítomnosti hoření máme dvojího druhu: Vývoj teplotního pole a koncentračního pole (vývoj zplodin). Oba tyto vývoje jsou závislé na čase. S použitím těchto dvou druhů a spolu s interakcí okolního prostředí můžeme pozorovat vliv na konstrukce, funkčnost systémů požární ochrany a pohyb osob. [7]

##### 4.1.1.2. Modelování založené na fyzikálním procesu tepelné degradace

Vstupem do těchto modelů jsou požárně technické charakteristiky látek (PTCH) a další materiálové vlastnosti spolu s tzv. reakčními parametry. Tyto modely jsou podrobněji popsány níže v této rešerši.

#### 4.1.2. Způsoby modelování tepelného rozkladu

##### 4.1.2.1. Jednoduché pyrolýzní modely

Tyto modely se rozdělují na empirické, semi-empirické, analytické a komplexní modely. Volbu, jaký model máme použít určujeme, dle dostupných vstupních podmínek. Empirické modely, které se silně spoléhají na výsledky požárního testu, až po modely, které podrobně zkoumají fyzikální a chemické procesy v mikroskopu. [8]

- Empirický model:

Pracují s představou fiktivního objektu. Vyžadují minimální vstupní data, pro které máme dostupné způsoby měření. V uživateli daném časem dojde ke vzplanutí objektu, předmětu nebo jejich sestavy a hoří dle uživatelem stanovené výkonné křivky požáru. Tento model zanedbává fyzikálně-chemické procesy rozkladu pevných látek. Lze je aplikovat na všechny typy materiálů bez ohledu na jejich strukturu, chování při hoření a jejich geometrické uspořádání nebo špatné chování při hoření (např. odkapávání, tání), nerovnoměrné rozšiřování. Nevýhodou při použití těchto modelů je to, že empirická data, rychlost uvolňování tepla (HRR) nebo úbytek hmotnosti materiálu získané ze zkoušek přímo aplikujeme na modelaci. Nejsou zde zohledněny vnější vlivy např. z hlediska změny tepelného zdroje v modelu, ventilačních podmínek, proudění, chlazení. Materiál začne hořet v daném čase a hoří takovou rychlostí, jakou jsme na začátku určili. [9]

HRR	Rychlost vývinu tepla	nebo	MLR	Rychlost hmotnostního úbytku
			$\Delta H_{c,eff}$	Efektivní výhřevnost
$t_{ig}$	Čas do vzplanutí			

Obr. 4 Vstupní data do empirických modelů [11]

- Semi-empirický model:

Předpovídají prohřívání látky a vzplanutí, hoření je řízeno uživatelem.

Tento proces začíná v okamžiku, kdy teplota povrchu se nezahřeje na teploty pyrolýzy. Za tuto teplotu se někdy považuje teplota vznícení materiálu. Průběh požáru se stále řídí dle výkonové křivky, kterou jsme na začátku zvolili. Tento model se využívá zejména při sledování průběhu požáru, který se šíří od zdroje hoření. Tento model má dvě fáze. Než začne objekt hořet řídí se podmínky modelu (vystavení tepelného toku, ventilace atd.). V tu chvíli, co začne objekt hořet se model řídí dle specifických podmínek (rychlost, výkon). Jedním z hlavních parametrů, který velice ovlivňuje vývoj modelu je reakční teplo (tedy teplo, které musíme dodat materiálu, aby docházelo k rozkladu pevných látek. [2,10,11])

HRR	Rychlost vývinu tepla	nebo	MLR	Rychlost hmotnostního úbytku
			$\Delta H_{c,eff}$	Efektivní výhřevnost
$T_{ig}$	Povrchová teplota při vzplanutí			
$\Delta H_r$	Reakční teplo			
$\rho$	Hustota/objemová hmotnost			
$\lambda(k)$	Součinitel tepelné vodivosti			
$c_p$	Měrná tepelná kapacita			
$\epsilon$	Emisivita			

Obr. 5 Vstupní data do semi-empirických modelů [11]

- Analytický model:

Předpovídají jak prohřívání látky, tak rychlosti uvolňování hořlavých plynů pomocí matematických vztahů. Tento model začíná, pokud povrchová teplota odpovídá teplotě při vzplanutí. Toto hoření je ustálené a teplota při povrchu zůstane konstantní, teplota vzplanutí. Pyrolýza probíhá pouze při povrchu pevné látky. Tyto modely jsou mezistupněm mezi empirickými a komplexními modely. Velikou nevýhodou je, že musíme hodně vstupních údajů odhadnout, abychom získali správnou interpretaci výsledků. [10,11]

$T_{ig}$	Teplota povrchu při vznícení			
$\Delta H_{c,eff}$	Efektivní výhřevnost			
$\Delta H_g$	Teplo na zplynění			
$\rho$	Hustota/objemová hmotnost	nebo	$\lambda\rho c$	Tepelná setrvačnost
$\lambda(k)$	Součinitel tepelná vodivosti			
$c_p$	Měrná tepelná kapacita			
$\epsilon$	Emisivita			
$h_c$	Koeficient přestupu tepla			

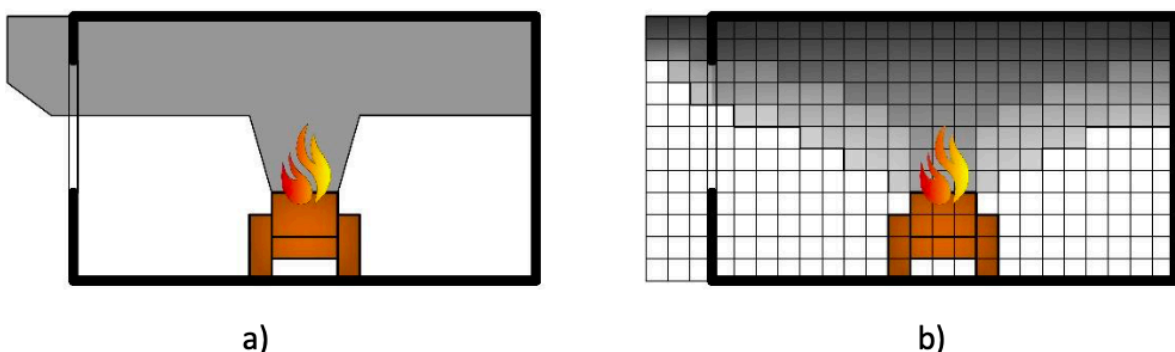
Obr. 6 Vstupní data do analytických modelů [11]

- Komplexní pyrolýzní modely

U těchto modelů má zpracovatel velikou šíři možností, jak může matematicky nastavit problém pyrolýzy. Tyto modely odpovídají fyzikální a chemické reakci požárních charakteristik pevného materiálu. Proces rozkladu tu lze rozdělit na dva přístupy: reakce, které jsou nekonečně rychlé nebo konečně rychlé. U nekonečně rychlého termického rozkladu se stává pyrolýzní fronta nekonečně tenkou. Rychlost reakce je výrazně vyšší než proces sdílení tepla. Reaktanty se tudíž spotřebovávají do produktů s uvolňováním nebo spotřebováním reakčního tepla. Naopak u konečné rychlosti termického rozkladu známe tloušťku pyrolýzní vrstvy. Procesy sdílení tepla jsou výrazně pomalejší než rychlost reakce. Reakční rychlost je funkcí teploty. Prvotní materiál pyrolyzuje úplně (jeden případ v pevném stavu) nebo částečně (více případů v pevném stavu) nám spolu s předpokladem dovolují aproximovat kinetiku pyrolýzy a také přenos tepla v pevném palivu. Data do takto složitých modelů se stanovují experimentálně a metodami numerické optimalizace. Vzhledem ke složitosti vstupních údajů nelze všechna data využít, protože je buď nemáme k dispozici všechna nebo je počet vstupních dat tak vysoký, až je model zbytečně výpočetně náročný. Výstupem těchto modelů je rychlost uvolňování hořlavých plynů. Tyto modely se validují na základě úbytku hmotnosti. [2, 9]

#### 4.2. Deterministické modely

Jsou založeny na řešení fyzikálních dějů pomocí matematických rovnic. Tyto modely se dělí na tři skupiny: analytické modely, zónové modely a computational fluid dynamics model (CFD modely, modely typu pole). První zmíněné modely používají empirické popsání modelu pyrolýzy. Na rozdíl od pravděpodobnostních modelů nesledují, s jakou pravděpodobností může dojít k požáru, ale řeší již konkrétní podmínky rozvoje požáru (požární scénář)

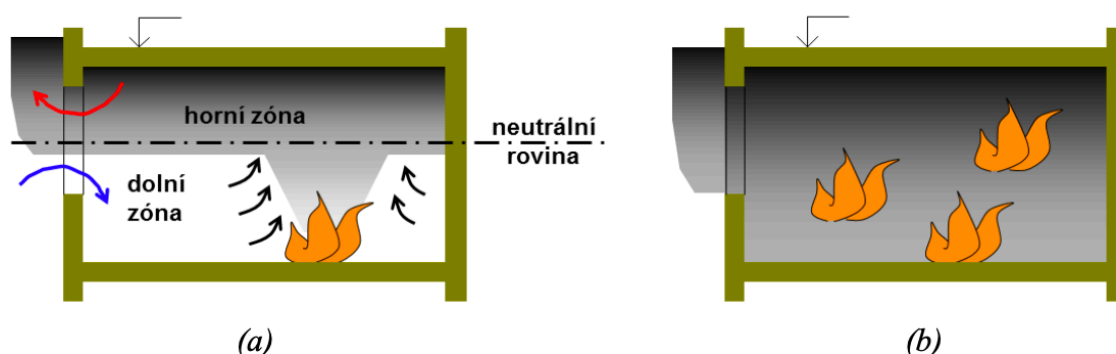


Obr. 7 Schématické znázornění rozdílu rozvoje požáru pro a, zónový model b, CFD model [11]



#### 4.2.1. Zónové modely (rozdělují prostor do zón, dle teploty plynů)

Řeší zachování energie a hmoty v jednom či ve více kontrolních objemech, které mají stejnou teplotu, hustotu a koncentraci plynů. Tento druh modelů se využívá pro předpověď požáru v místnosti nebo v komplexu místností, kde je umístěn zdroj požáru. Zónové modely předpovídají pro různý druh požáru výšku studené a teplé vrstvy plynů v místnosti v závislosti na čase. U některých softwarů můžeme i nasimulovat i to, že v místnosti se nachází detekční systém nebo sprinklerová hlavice. Hlavní výhodou zónových modelů je jejich jednoduchost a krátká výpočetní doba, která se pohybuje maximálně v řádech desítek minut. U těchto modelů rozlišujeme dva hlavní druhy: dvouzónový a jednozónový model. Před dosažením celkového vzplanutí (flashover efektu) předpokládáme dvouzónový model. Tento model dělí prostor v požárním úseku na vrstvu teplých a studených plynů, které mají homogenní vlastnosti. Po vzplanutí už uvažujeme jednozónový model, předpokládáme jednu homogenní zónu v celém požárním úseku. Přechodové fáze mezi těmito modely se mohou částečně lišit. Zónové modely jsou zcela nevhodné v prostorách, kde převládá jeden rozměr (např. šachty, chodby), kvůli zanedbání hybnosti plynů. [2, 11, 12, 13]



Obr. 8 Schéma pro deterministický model: a, dvouzónový b, jednozónový [13]

#### 4.2.2. *Modely typu pole*

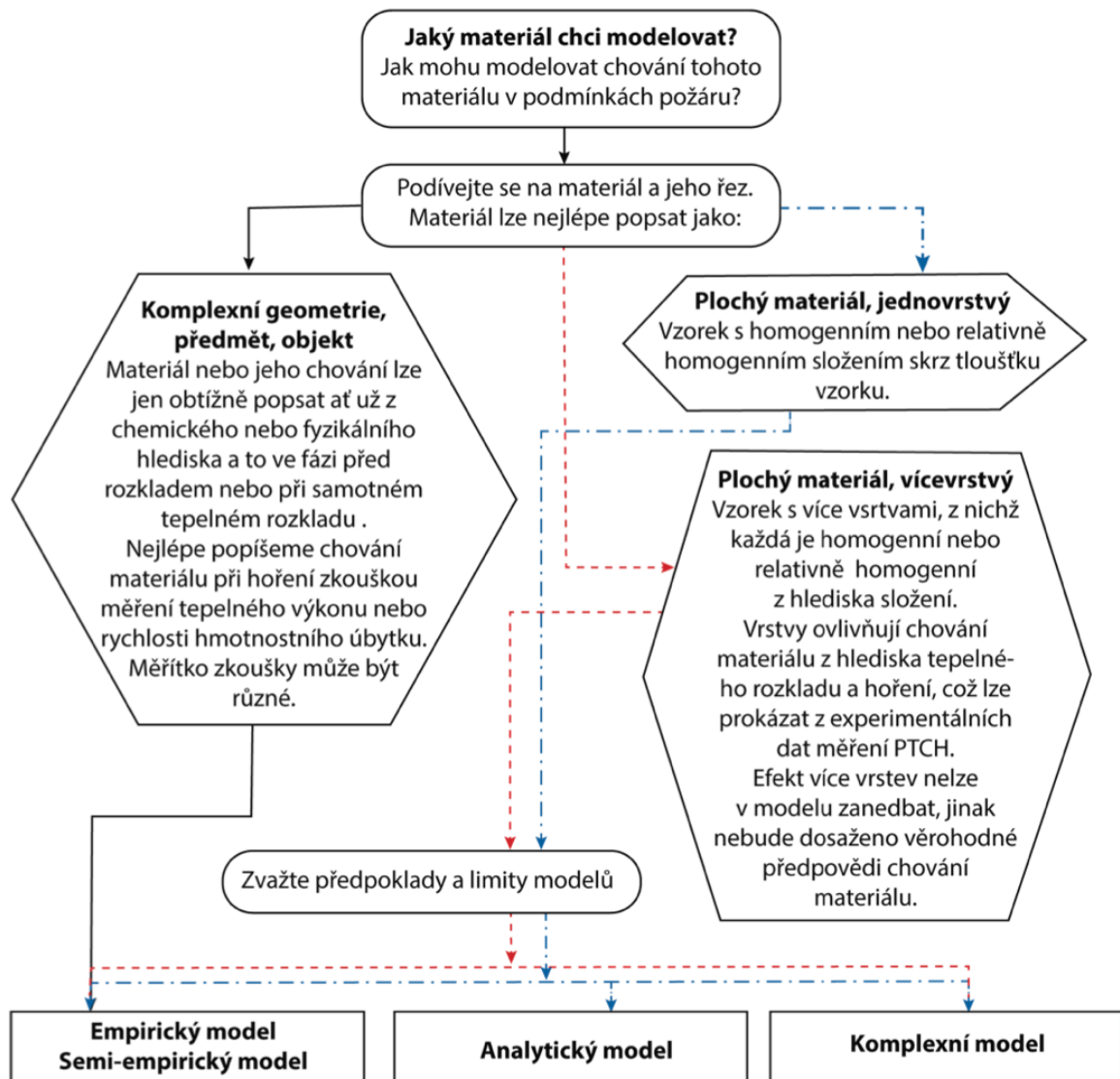
CFD modely (Computational Fluid Dynamics) dělí prostor do několika stovek až tisíců kontrolních obrazců jak 2D, tak 3D vytvářející síť. Pro každou buňku jsou řešeny stavové rovnice, rovnice zachování energie, hmoty, chemických látek, které navazují na sousední buňky tak, aby byla zachována spojitost fyzikálních vlastností. Tato metodika na rozdíl od zónových modelů počítá ještě se zachováním hybnosti plynů. Metodika CFD je velice ovlivněna důležitostí a úplností vstupních dat. Nejvíce obtížné je správně určit vstupní data, zejména požárně technické charakteristiky materiálu (např. výhřevnost, zápalná teplota, HRR) a definici vlastní kinetiky hoření, která je jednou z nejsložitějších a nejnáchylnějších úloh. [11,13]

#### 4.3. Pravděpodobnostní modely

Jako jediné modely nepopisují žádné fyzikální ani chemické děje. Rozvoj požáru určují pomocí řady „náhodných pokusů“, pro která je zpravidla nedostatečná znalost počátečních podmínek. Při opakování těchto pokusů se stejnými vstupními podmínkami můžeme dosáhnout mnohdy zcela odlišných výsledků, které zároveň naplňují určitou charakteristiku. Rozeznáváme tři typy těchto modelů: síťové, statistické, simulační. [13]

## 5. Jak vybrat pyrolýzní model?

Výběr je řízen kompromisem mezi obtížností modelu a výstupem, kterého bychom chtěli dosáhnout. Vždy volíme co nejjednodušší model, který nám jako výstup dá hodnoty, které potřebujeme. Z těchto důvodů si musíme na začátku jasně definovat požární scénář a kritéria přijatelnosti, podle kterých se budeme rozhodovat jaký model použít.



Obr. č 9 Volba komplexity pyrolýzního modelu v závislosti na typu materiálu. [7, 9]

## 6. Výpočetní rovnice programu PyroSim (FDS)

Na těchto rovnicích počítá program PyroSim a jsou přímo převzaté z technického manuálu [14]

### 6.1. Tepelná vodivost a difúze plynů

Difúzní parametry, tepelná vodivost a hmotnostní difuzivita souvisí s turbulentní viskozitou dle;

$$k_t = \frac{\mu_t c_p}{Pr_t}, (1); \quad (\rho D)_t = \frac{\mu_t}{Sc_t}, (2)$$

U daného scénáře se předpokládá, že turbulentní číslo Prandtla ( $Pr_t$ ) a Schmidla ( $Sc_t$ ) jsou konstantní a stanovena na 0,5. Zdůvodnění těchto hodnot je uvedeno na základě simulací oblaku kouře. [14]

### 6.2. Rychlost uvolňování tepla

U konce každého časového kroku, se vypočte hmotnostní zlomek smíšené reaktorové zóny pomocí změny koncentrace paliva pro každou z  $N_r$  reakcí;

$$\hat{Y}_\alpha(\delta t) = \tilde{Y}_\alpha^0 + \sum_{i=1}^{N_r} \left( \frac{v_{\alpha,i} W_\alpha}{v_{F,i} W_{F,i}} \right) \Delta \hat{Y}_{F,i}, (3)$$

Bylo zjištěno, že nová průměrná hmotnostní frakce buněk vyhodnocuje na konci časového kroku:

$$\tilde{Y}_\alpha(\delta t) = \zeta(\delta t) \tilde{Y}_\alpha^0 + (1 - \zeta(\delta t)) \hat{Y}_\alpha(\delta t), (4)$$

Uvolnění tepla jednotkový objem se počítá součtem rychlostí hromadné produkce krát odpovídající zahřívání formace

$$\dot{q}^m = \rho \sum_\alpha (\tilde{Y}_\alpha(\delta t) - \tilde{Y}_\alpha^0) \Delta h_{f,\alpha}^0, (5)$$

[14]

### 6.3. Zánik

Omezení standardního reakčního modelu řízeného mícháním předpokládá, že palivo a kyslík vždy reagují bez ohledu na místní teplotu, koncentraci reaktantu nebo rychlost deformace. Pro velké požáry je tato aproximace obvykle dostatečná. Pokud je však požár v nedostatečně větrané komoře nebo pokud je zavedeno potlačovací činidlo (vodní mlha nebo  $CO_2$ ), nebo je-li napětí mezi palivem a oxidačními proudy vysoké, nemusí dojít ke spalování. [14]

#### 6.4. Kritická teplota plamene

Difúzní plamen ponořený do vitalizované atmosféry zhasne před spotřebováním veškerého dostupného kyslíku. Úplné spalování kyslíku v kontrolním objemu vzduchu by uvolnilo množství energie;

$$Q = mY_{O_2} \left( \frac{\Delta H}{r_{O_2}} \right), \quad (6)$$

kde;  $\frac{\Delta H}{r_{O_2}}$  je relativně konstantní hodnota 13 100kJ/kg pro většinu požadovaných paliv v požárních aplikacích

V adiabatických podmínkách by energie uvolněná reakcí dostupného kyslíku a odpovídající stechiometrického množství paliva zvýšilo teplotu plynů na  $T_f$ ;

$$Q = m\bar{c}_p(T_f - T), \quad (7)$$

Průměrné specifické teplo plynů lze vypočítat na základě složení produktů spalování

$$\bar{c}_p = \frac{1}{(T_f - T)} \sum_{\alpha} \int_T^{T_f} Y_{\alpha} c_{p,\alpha}(T') dT', \quad (8)$$

Kritická teplota plamene (CFT), jak je interpretována v Fire Dynamics Simulator (FDS), je založena na omezujícím indexu kyslíku (LOI), což je objemová frakce kyslíku v proudu okysličovačla v bodě vyhoření plamene. Adiabatická teplota plamene odpovídající stechiometrické směsi paliva a kyslíku v LOI může být odvozena pomocí rovnice;

$$T_{OI} = T_{\infty} + Y_{OI} \left( \frac{\frac{\Delta H}{r_{O_2}}}{\bar{c}_p} \right), \quad (9); \quad Y_{OI} = \frac{X_{OI}W_{O_2}}{X_{OI}W_{O_2} + (1 - X_{OI})W_{N_2}}, \quad (10)$$

[14]

## 6.5. Zánik založen především na koncentraci kyslíku

Tento zánik je určen především pro modely o velikosti mřížky větší než 1cm. Aby se vytvořil omezující zlomek kyslíku, který je po částech lineární funkcí objemové teploty buňky,  $T_{ijk}$ ;

$$Y_{O_2,lim}(T_{ijk}) = \begin{cases} Y_{OI} \left( \frac{T_{OI} - T_{ijk}}{T_{OI} - T_{\infty}} \right) & T_{ijk} < T_{cut} \\ 0 & T_{ijk} \geq T_{cut} \end{cases}, (11)$$

Samozhášivost plamenů se objevuje při koncentraci kyslíku 12% až 15%. Při velikosti buňky větší než 1cm dochází ke spalování uvnitř zlomku buňky a její energie nemůže zvýšit objemovou teplotu buňky na kritickou teplotu. Tato teplota je vážený průměr kritické teploty plamene,  $T_{OI}$  a  $600^{\circ}\text{C}$ , při které se nespálené palivo a kyslík uvnitř vrstvy horkého plynu v komoře mísí a spalují;

$$T_{cut} = fT_{OI} + (1 - f)873K, (12); \quad f = \frac{\min(1cm, \delta x)}{\delta x}, (13)$$

[14]

## 6.6. Teplota samovznícení

V FDS je teplota samovznícení navržena tak aby nebylo třeba vytvářet zdroj zapálení pro iniciaci spalování. Teplota samovznícení pro každé palivo je ve výchozím nastavení nulová, pokud uživatel nezadá teplotu samovznícení sám. [14]

## 6.7. Hraniční podmínky

Hraniční podmínka pro intenzitu záření opouštějící šedou difúzní stěnu je uvedena rovnicí;

$$l_w(s) = \frac{\varepsilon \sigma T_w^4}{\pi} + \frac{1-\varepsilon}{\pi} \int_{s' n_w < 0} L_w(s') |s' n_w| ds', (14)$$

kde,  $l_w(s)$  je intenzita na stěně,  $\varepsilon$  je emisivita,  $T_w$  je teplota povrchu stěny. Okrajová podmínka na pevné stěně je udána jako;

$$l_w^l = \frac{\varepsilon \sigma T_w^4}{\pi} + \frac{1-\varepsilon}{\pi} \sum_{D_w^{l'} < 0} l_w^{l'} |D_w^{l'}|, (15)$$

kde,  $D_w^{l'} < 0$  znamená, že jsou brány pouze „příchozí“ směry při výpočtu odrazu. Čistý radiační tepelný tok na zdi je dán; [14]

$$l_w^l = \sum_{l=1}^{N_{\Omega}} l_w^l \int_{\delta\Omega} (s' n_w) ds' = \sum_{l=1}^{N_{\Omega}} l_w^l D_n^l, (16)$$

## 6.8. Pevná fáze

Vedení tepla se předpokládá pouze ve směru kolmém k povrchu. Každá reakce může produkovat více plynů a pevných látek.

### 6.8.1. Rovnice vedení tepla pro těleso

Jednorozměrná rovnice vedení tepla pro teplotu pevné fáze se aplikuje ve směru x směřující do pevné látky;

$$\rho_s c_s \frac{\partial T_s}{\partial x}(0, t) = \frac{\partial}{\partial x} \left( k_s \frac{\partial T_s}{\partial x} \right) + \dot{q}_c''' , (17)$$

[14]

### 6.8.2. Přenos radiačního tepla na pevné látky

U předpokladu, že tepelné záření okolních plynů je absorbováno v nekonečně tenké vrstvě na povrchu pevné látky, poté je čistý radiační tepelný tok dán součtem vstupujících a odchozích komponentů;  $\dot{q}_r'' = \dot{q}_{r,in}'' - \dot{q}_{r,out}''$

$$\dot{q}_{r,in}'' = \varepsilon \int_{s' n_w < 0} l_w(s') |s' n_w| d\Omega, (18) \quad \dot{q}_{r,out}'' = \varepsilon \sigma T_w^4, (19)$$

Hodně materiálu však není neprůhledných a záření proniká materiálem do určité hloubky. Takový to materiál je dále brán jako model „se dvěma toky“ a je založen na Schuste-Schwarzschildově aproximaci, která předpokládá, že intenzita záření vpřed i vzad je konstantní.

$$\text{Intenzita záření vpřed; } \quad \frac{1}{2} \frac{dI^+(x)}{dx} = \kappa_s (I_b - I^+(x)), (20)$$

$$\text{Intenzita záření vzad; } \quad \frac{1}{2} \frac{d\dot{q}_r^+(x)}{dx} = \kappa_s (\sigma T_s^4 - \dot{q}_r^+(x)), (21)$$

[14]

### 6.8.3. Konvekční přenos tepla na pevné látky

U výpočtu konvekčního tepelného toku, závisí na způsobu simulace. Přímá numerická simulace (DNS) nebo metoda velkých vírů (LES). Pro přímou numerickou modelaci se přenos konvekčního tepla vypočítává přímo z rozlišených proměnných plynu a pevné fáze, naproti tomu u metody velkých vírů existuje celá řada empirických možností.

U DNS je tento tepelný tok na pevný povrch získáván přímo z teploty plynu;

$$\dot{q}_c'' = -k \frac{\partial T}{\partial n} = -k \frac{T_w - T_g}{\frac{\delta n}{2}}, (22)$$

kde, k je tepelná vodivost plynu, n je prostorová souřadnice směřující do pevné látky,  $\delta n$  je normální rozstup mřížky.

U LES je koeficient konvekčního přenosu tepla h, založen na kombinace přirozených a nucených korelačních konvekci

$$\dot{q}_c'' = h(T_g - T_w) \left[ \frac{W}{m^2} \right], (23); \quad h = \max \left[ C |T_g - T_w|^{\frac{1}{3}}, \frac{k}{L} N_u, \frac{k}{\frac{\delta n}{2}} \right] \left[ \frac{W}{m^2 K} \right], (24)$$

[14]

## 6.9. Tepelný tok

Pokud jsou vlastnosti materiálu sousedních buněk stejné, pak se při výpočtu toku mezi buňkami považují tepelné vlastnosti v čelních centrech za lineární průměry.

$$\dot{q}''_{x,i+\frac{1}{2}} = -k_s \left. \frac{\partial T_s}{\partial x} \right|_{i+\frac{1}{2}} \approx -k_{s,i} \frac{T_{s,i+\frac{1}{2}}^n - T_{s,i}^n}{\frac{1}{2}\delta x_i} = -k_{s,i+1} \frac{T_{s,i+1}^n - T_{s,i+\frac{1}{2}}^n}{\frac{1}{2}\delta x_{i+1}}, \quad (25)$$

[14]

## 6.10. Specifická rychlost uvolňování tepla

Rychlost uvolňování tepla je specifikovaný vstup a je převedena na hmotnostní tok paliva na daném pevném povrchu (povrch hořáku)

$$\dot{m}''_f = \frac{f(t)\dot{q}''_{user}}{\Delta H_c}, \quad (26)$$

[14]



## 7. Literatura:

- [1] - POŽADAVKY NA POŽÁRNÍ ODOLNOST STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ [online]. [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: [http://fire.fsv.cvut.cz/vzdelavani/specialiste/2/2-3\\_Pozarni\\_scenare.pdf](http://fire.fsv.cvut.cz/vzdelavani/specialiste/2/2-3_Pozarni_scenare.pdf)
- [2] - CÁBOVÁ, Kamila a kol. *Ověřování modelů v požární bezpečnosti* [online]. ČVUT [cit. 2020-03-24]. ISBN 78-80-01-06620-1.
- [3] - ENTLER, Ing. Slavomír. *Elektrická požární signalizace: Návrhový požár* [online]. 2012. Dostupné také z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/8645-elektricka-pozarni-signalizace>
- [4] - WALD, František. *Pokročilé modely pro požární navrhování: Výzkum a vývoj ověřených modelů požáru a evakuace osob a jejich praktická aplikace při posuzování požární bezpečnosti staveb* [online]. [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: [http://people.fsv.cvut.cz/~wald/fire/overene\\_modely/03\\_MODELY\\_Hasalova.pdf](http://people.fsv.cvut.cz/~wald/fire/overene_modely/03_MODELY_Hasalova.pdf)
- [5] - WALD, František a Kamila CÁBOVÁ. *Pokročilé modely v požární bezpečnosti staveb* [online]. [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <http://old.konstrukce.cz/clanek/pokrocile-modely-v-pozarni-bezpecnosti-staveb>
- [6] - Kučera, Petr & Pokorný, Jiří. (2010). Stanovení teplotního zatížení stavebních konstrukcí při požáru. KONSTRUKCE Odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství. Ostrava: KONSTRUKCE Media, s.r.o., ISSN: 1213-8762 (Print), ISSN 1803-8433 (Online), Reg. č. MK ČR E 13563.. 9. 26 - 31.
- [7] - HALASOVÁ, Lucie a Petr HEJTMÁNEK. *Vstupní data do modelů požáru* [online]. [cit. 2020-03-24]. Dedikace: VI20162019034.
- [8] - LAUTENBERGER, C. a C. FERNANDEZ-PELLO. *Pyrolysis modeling, thermal decomposition, and transport processes in combustible solids* [online]. [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: [https://pdfs.semanticscholar.org/f913/2612a6f8f29fbda2aa7588978afbc64ee381.pdf?\\_ga=2.215013073.791635047.1582992257-1931893279.1582992257](https://pdfs.semanticscholar.org/f913/2612a6f8f29fbda2aa7588978afbc64ee381.pdf?_ga=2.215013073.791635047.1582992257-1931893279.1582992257). University of California, Berkeley, USA.

- [9] - KIM, Mihyun Esther a Nicholas DEMBSEY. *Engineering Guide for Estimating Material Pyrolysis Properties for Fire Modeling* [online]. 2012 [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.wpi.edu/sites/default/files/docs/Departments-Programs/Fire-Protection/WPI-Fire-Report-14-III.pdf>
- [10] - LAUTENBERGER, Chris. *A Generalized Pyrolysis Model for Combustible Solids* [online]. 2007 [cit. 2020-03-24]. Dissertation. University of California, Berkeley.
- [11] - WALD, František, Marek POKORNÝ, Kamila HOROVÁ, Petr HEJTMÁNEK, Hana NAJMANOVÁ, Martin BENÝŠEK, Marta KUREJKOVÁ a Ivo SCHWARZ. *MODELOVÁNÍ DYNAMIKY POŽÁRU V BUDOVÁCH* [online]. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2017 [cit. 2020-03-24]. ISBN 978-80-01-05633-2.
- [12] - WALD, František. *PROGRAMY PRO POŽÁRNÍ NÁVRH* [online]. [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: [http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ\\_CZ/WP4-CZ\\_CZ\\_PP.pdf](http://fire.fsv.cvut.cz/difisek/CZ_CZ/WP4-CZ_CZ_PP.pdf)
- [13] - Pokorný, M. (2012). *Instalační šachty z požárního hlediska*. Disertační práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze – Fakulta stavební.
- [14] - MCGRATTAN, Kevin, Simo HOSTIKKA, Randall MCDERMOTT, Jason FLOYD a Marcos VANELLA. *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model* [online]. February 4, 2019. U.S. Department of Commerce [cit. 2020-05-10].

## 8. Přílohy:

Tuto přílohu přikládám z důvodu, že toto je souhrn základních otázek posuzovatele, které by si měl položit před začátkem modelace požáru nebo které si položí během modelace požáru.

Tento text je přímo převzat z literatury Vstupní data do modelů požárů [7].

### 8.1. Pro posuzovatele

#### **Zdroj hoření je definován jako?**

- A. Křivka tepelného výkonu jako funkce času (případně křivka rychlostního úbytku látky jako funkce času) → empirický model
  - i. [Definujte předpoklady modelu a požadovaná vstupní data.](#)
- B. Křivka tepelného výkonu jako funkce času případně křivka rychlostního úbytku látky jako funkce času) a. tepelně technické charakteristiky látek → semi-empirický model.
  - i. [Definujte předpoklady modelu a požadovaná vstupní data](#)
- C. V zadání zdroje hoření vystupuje schéma tepelného rozkladu látek, reakční parametry rozkladu a materiálové vlastnosti látek → komplexní model.
  - i. [Definujte předpoklady modelu a požadovaná vstupní data.](#)
  - ii. [Prokažte validaci vstupních dat do modelu.](#)
- D. V zadání zdroje hoření vystupují tepelně technické charakteristiky látek a teplo pro zplynění → analytický model.
  - i. [Definujte předpoklady modelu a požadovaná vstupní data](#)

#### **Křivka tepelného výkonu jako funkce času je?**

- A. Pouze jedna
  - V modelu uvažujeme, že hoří pouze jeden objekt/předmět (lokální požár).
    - i. [Zdůvodněte hodnoty a průběh tepelného výkonu.](#)
  - Jednou křivkou reprezentujeme hoření všech předmětů a materiálů na základě znalosti požárního zatížení.
    - i. [Zdůvodněte hodnoty a průběh tepelného výkonu](#)
- B. Křivka tepelného výkonu je jedna, ale je složena z křivek pro více materiálů nebo objektů.
  - Křivka zahrnuje šíření hoření mezi materiály/objekty. Z hlediska modelu je ale zadávána jako lokální požární.
    - i. [Jak byly stanoveny jednotlivé výkonové křivky?](#)
    - ii. [Jak byl stanoven čas do vzplanutí ostatních objektů od primárního zdroje?](#)
    - iii. [Jaký materiál a proč byl zvolen jako primární zdroj? -viz požární scénář.](#)

- C. Každý materiál objekt má vlastní křivku tepelného výkonu → model bude napodobovat šíření hoření mezi jednotlivými objekty (šířící se požár).
- Jak je stanoveno kritérium pro vzplanutí okolních objektů?
    - i. Definujte kritérium pro vzplanutí. Zdůvodněte zvolené hodnoty (měření, literatura, inženýrská aproximace na základě dat z literatury a/nebo měření)
    - ii. Doložte/odůvodněte vstoupení tepelně technické charakteristiky látek, pokud je kritériem pro vzplanutí teplota vzplanutí.
    - iii. Doložte/odůvodněte nastavení řešič plyné fáze s důrazem na sdílení tepla sáláním, pokud je kritériem pro vzplanutí dopadající tepelný tok.

### **Jaké fáze popisuje křivka tepelného výkonu?**

- A. Křivka reprezentuje fázi rozvoje, plně rozvinutý požár i dohořívání.
- i. Jak byla určena délka trvání každé fáze a maximální tepelný výkon?
- B. Křivka reprezentuje primárně plně rozvinutý požár.
- i. Je toto rozhodnutí v souladu s požadovanými výstupy/aplikací modelu?
  - ii. Lze na základě tohoto předpokladu posoudit splnění kritérií přijatelnosti?
  - iii. Jak byla určena rychlost rozvoje požáru?
  - iv. Při použití empirických vztahů typu „kvadratický požár“
    - i. Byla křivka odvozena na základě požadované doby rozvoje nebo maximálního dosaženého tepelného výkonu? Proč?
      - ii. Byla adekvátně zvolena hodnota konstanty charakterizující rychlost rozvoje požáru v kontextu typu materiálu a požárního scénáře?

### **Jak je tepelný výkon vztažen na plochu pro zadání křivky tepelného výkonu do modelu (HRRPUA)?**

- A. Data jsou převzata z velkorozměrového experimentu.
- i. Jak velká je plocha zdroje hoření v modelu v porovnání s experimentem?
  - ii. Pohybuje se vypočtená hodnota tepelného výkonu vztažená na plochu v reálných mezích?
  - iii. Bude s plochou zdroje hoření v modelu a HRRPUA dosaženo tepelného výkonu dle požadované křivky? (neuvažujeme omezení tepelného výkonu vlivem ventilačních podmínek).
- B. Data jsou převzata z laboratorních měření typu kónický kalorimetru – tepelný výkon je již vztažen na plochu.
- i. Pohybuje se hodnota tepelného výkonu vztažená na plochu v reálných mezích?
  - ii. Jak velká je plocha zdroje hoření v modelu.
  - iii. Bude s plochou zdroje hoření v modelu a HRRPUA dosaženo tepelného výkonu dle požadované křivky? (neuvažujeme omezení tepelného výkonu vlivem ventilačních podmínek).

- C. Křivka tepelného výkonu je sestavena z empirických korelací nebo inženýrskou aproximací z literárních dat.
- i. Pohybuje se hodnota tepelného výkonu vztažená na plochu v reálných mezích?
  - ii. Jak velká je plocha zdroje hoření v modelu?
  - iii. Bude s takto velkou plochou a HRRPUA dosaženo požadovaného tepelného výkonu dle křivky?

### **Je křivka tepelného výkonu upravena na základě předpokladu aktivace sprinklerů?**

- A. Po aktivaci sprinklerů zůstává tepelný výkon konstantní → model předpokládá, že po spuštění sprinklerů dojde k lokalizaci požáru.
- i. Jak by stanoven čas, kdy dojde k aktivaci sprinklerů?
- B. Po aktivaci sprinklerů tepelný výkon klesá → model předpokládá, že dochází k hašení požáru.
- Snížení tepelného výkonu je zadáno přímo uživatelem v rámci křivky tepelného výkonu.
    - i. Je předpoklad, že vlivem sprinklerů dojde k hašení požáru pro daný materiál a scénář ospravedlnitelný?
    - ii. Jak byla stanovena rychlost poklesu tepelného výkonu?
  - Rychlost poklesu tepelného výkonu je simulována softwarem na základě tzv. extinkčního koeficientu (lze chápat jako koeficient „tlumení“)
    - i. Je předpoklad, že vlivem sprinklerů dojde k hašení požáru pro daný materiál a scénář ospravedlnitelný?
    - ii. Doložte a vysvětlete, jak byla stanovena hodnota extinkčního koeficientu. Jedná se o empirickou konstantu, nejedná se o fyzikální veličinu.

### **Jak je definována spalná reakce v plynné fázi?**

- A. V modelu hoří jen jedna pevná látka
- i. Jaké je složení hořlavého plynu a jaké vznikají produkty?
  - ii. Jsou uvedeny podíly vznikajících sazí a CO?
  - iii. Vznikají reakcí jiné toxické plyny než CO? Doložte a vysvětlete definici spalné reakce a implementaci do modelu hoření.
- B. V modelu hoří více pevných látek.
- Každá pevná látka je reprezentována jiným hořlavým plynem.
    - i. Jaké je složení každého hořlavého plynu a jaké vznikají produkty?
    - ii. Jsou uvedeny podíly vznikajících sazí a CO?
    - iii. Vznikají reakcí jiné toxické plyny než CO? Doložte a vysvětlete definici spalné reakce a implementaci do modelu hoření.



**Bakalářská práce**

**Část II.**

**Příklad – model požáru ve sklepní kóji**

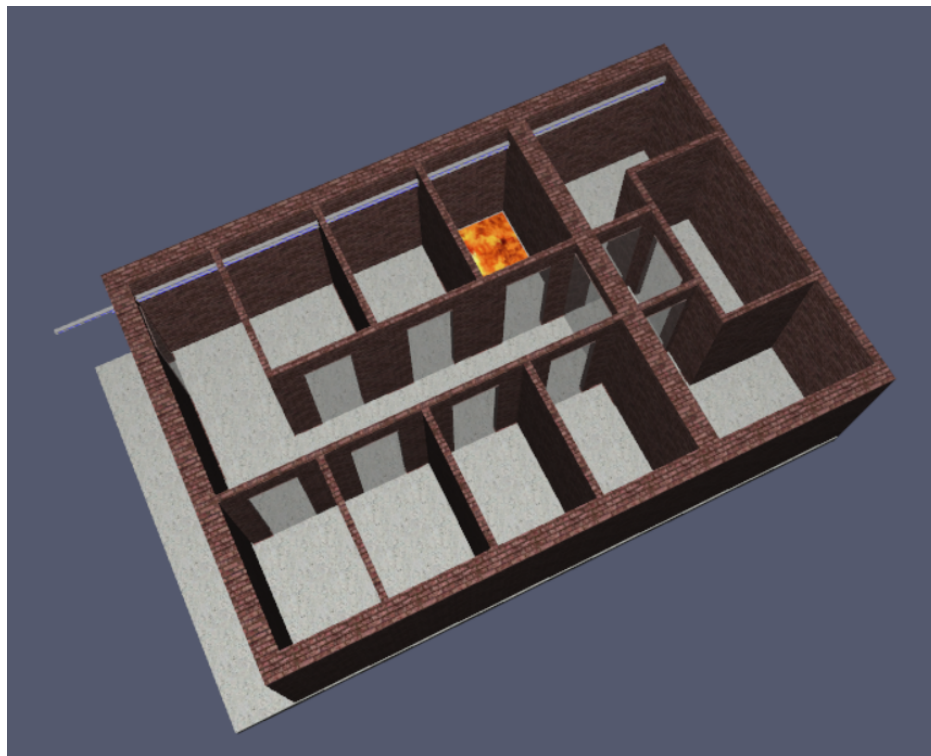
# Obsah

<b>1. PŘÍKLAD.....</b>	<b>3</b>
1.1. ZADÁNÍ .....	3
1.2. POPIS MODELU POŽÁRU A ŘEŠENÉHO PŮ .....	3
1.2.1. Požární scénář .....	3
1.2.2. Požární úsek.....	3
1.2.3. Umístění potrubí.....	4
1.2.4. Umístění termočlánků na potrubí.....	4
1.2.5. Výpočet rychlosti uvolňování tepla na jednotku plochy (HRRPUA).....	5
1.3. VÝPOČETNÍ OBLAST.....	5
1.4. CITLIVOSTNÍ ANALÝZA.....	5
1.4.1. Analýza A.....	5
1.4.2. Analýza B.....	5
1.4.3. Analýza C.....	5
1.5. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ .....	6
1.5.1. Požární potrubí potrubí DN50.....	6
1.6. ZÁVĚR PŘÍKLADU .....	7

# 1. Příklad

## 1.1. Zadání

Tento model má objasnit situaci průběhu teplot v průběžném požárním potrubí, pokud ve stejném požárním úseku vznikne požár. Výsledky poté využít pro optimalizaci materiálu potrubí, aby byla zajištěna funkčnost.



obr. č 10 – Model požáru ve sklepních kójiích

## 1.2. Popis modelu požáru a řešeného PÚ

### 1.2.1. *Požární scénář*

Požární scénář uvažuje se zahořením v jedné sklepní kóji se sálavou plochou o rozměru 1,45x1m.

### 1.2.2. *Požární úsek*

Jsou řešeny sklepní kóje, které tvoří samostatný požární úsek. Délka místnosti, kde jsou sklepní kóje - 8,55 m, šířka - 5,50 m a světlá výška místnosti – 2,4 m. Sklepní kóje jsou ohraničeny ze tří stran keramickým zdivem tl. 400 mm a z jedné strany keramickým zdivem tl. 125 mm. Vnitřní dělicí konstrukce tvoří též keramické zdivo o tl. 125 a 300 mm. Všechny tyto konstrukce jsou typu DP1. Podlaha je tvořena z těžké plovoucí podlahy s nášlapnou keramickou dlažbou. Strop je vložkový. Vstupní dveře (šířka - 800 mm, výška 1970 mm) jsou protipožární a ústí do spojovací chodby celého objektu. Dveře (šířka – 700 mm, výška 1970 mm ve sklepních kójiích tvoří dřevěné mříže, které nemají žádný protipožární účinek.



### 1.2.3. Umístění potrubí

Požární potrubí je vedeno pod stropem ve výšce, požární potrubí=2,25m. Vzdálenost potrubí od stěny je 20mm (nejbližší hrana potrubí).

Požární potrubí je z polyethylenu s vysokou hustotou HDPE 50x4,6 SDR11.

Potrubí bude v modelačním programu modelováno jako čtverec, který má stejnou průřecnou plochu jako kruhové potrubí.

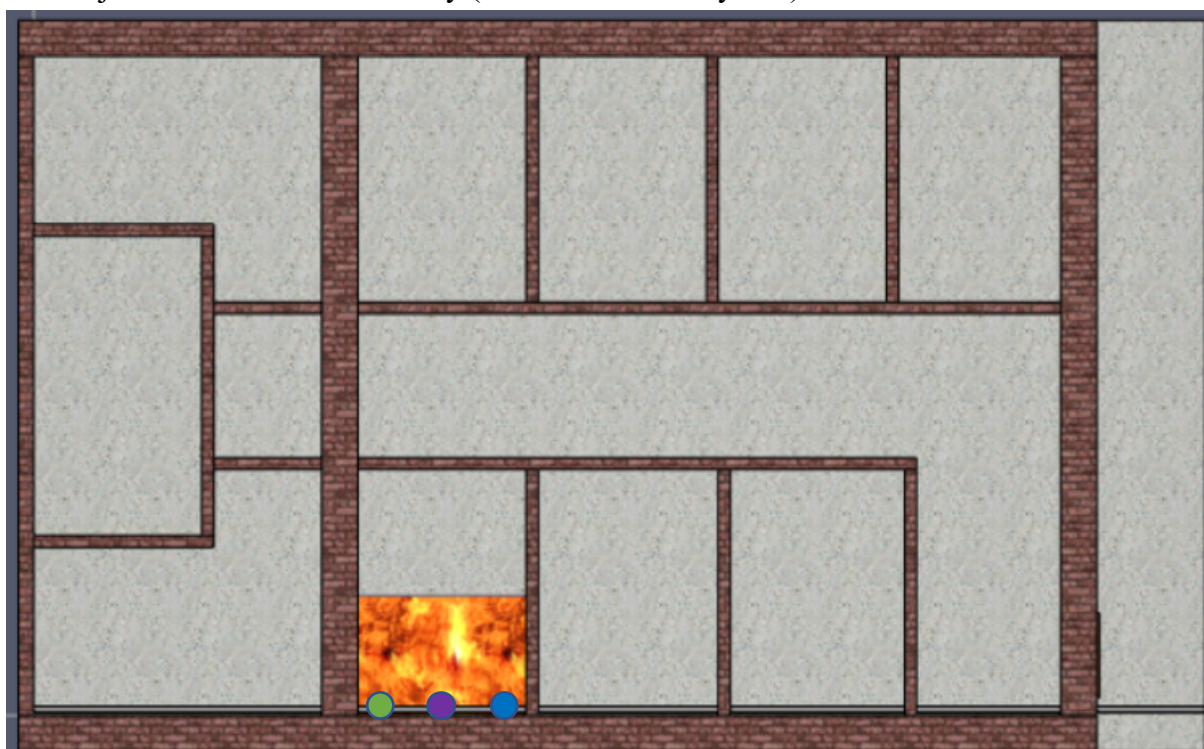
### 1.2.4. Umístění termočlánků na potrubí

Na potrubí v dané sklepní kóji (ohnisko požáru) bude umístěno šest termočlánků, které budou snímat teploty. Tyto termočlánky jsou umístěny 100 mm ode zdi a uprostřed délky potrubí, která vede sklepní kóji. Tři termočlánky budou přímo na hraně spodní části potrubí, další tři termočlánky jsou umístěny uprostřed potrubí.

TČ 1 – je umístěn 100 mm od stěny (viz obr. 11 – zelený bod)

TČ 2 – je umístěn uprostřed délky potrubí ve sklepní kóji (viz obr. 11 – fialový bod)

TČ 3 – je umístěn 100 mm od stěny (viz obr. 11 – modrý bod)



Obr. 11 – Půdorys sklepních kóji

### 1.2.5. Výpočet rychlosti uvolňování tepla na jednotku plochy (HRRPUA)

Velikost HRRPUA je vypočítána z požárního zatížení, který vychází z požárního rizika hodnoceného v části PBŘ této bakalářské práce ( $p_v=45\text{kg/m}^2$ ),  $H_i$  je výhřevnost dřeva (14,23 MJ/kg - smrkové dřevo)

$$HRRPUA = p_v * H_i = 45 * \frac{14230}{60 * 60} = 177,875 \frac{kW}{m^2}$$

### 1.3. Výpočetní oblast

Pro urychlení výpočtu v modelu FDS je výpočetní oblast vztažena pouze na zájmovou sklepní kóji.

První výpočetní síť pokrývá celý objem sklepní kóje.

Druhá výpočetní oblast pokrývá nejbližší okolí potrubí. Slouží k detailnějšímu popsání teplot potrubí.

### 1.4. Citlivostní analýza

Model požáru bude spočítán pro všechny tři analýzy po dobu 300s.

#### 1.4.1. Analýza A

- Tato analýza počítá s výpočetní oblastí číslo 1 rozdělenou do kontrolních objemů o rozměrech 0,0725x0,0750x0,0727 m
- Přesnější výpočetní oblast 2 je rozdělena do kontrolních objemů o rozměrech 0,0302x0,0300x0,0360 m

#### 1.4.2. Analýza B

- Tato analýza počítá s výpočetní oblastí číslo 1 rozdělenou do kontrolních objemů o rozměrech 0,1115x0,1147x0,120 m
- Přesnější výpočetní oblast 2 je rozdělena do kontrolních objemů o rozměrech 0,0450x0,0459x0,0300 m

#### 1.4.3. Analýza C

- Tato analýza počítá s výpočetní oblastí číslo 1 rozdělenou do kontrolních objemů o rozměrech 0,145x0,1393x0,12 m
- Přesnější výpočetní oblast 2 je rozdělena do kontrolních objemů o rozměrech 0,0500x0,0500x0,0454 m

## 1.5. Porovnání výsledků

Pro porovnání výsledků teplot budou brány teploty termočlánků pro čas 5, 10, 20, 40, 80, 130, 180, 240, 300 sekund

### 1.5.1. Požární potrubí potrubí DN50

Termočlánek 1

čas [s]	Analýza A povrch [°C]	Analýza B povrch [°C]	Analýza C povrch [°C]
0	20	20	20
5	84,68	76,2	84,17
10	162,86	159,66	236,39
20	184,19	176,64	227,13
40	234,44	200,73	213,09
80	168,02	159,67	225,34
130	207,49	169,06	252,3
180	213,65	179,21	199,01
240	183,35	174,98	192,3
300	184,25	163,04	244,83

Termočlánek 2

čas [s]	Analýza A povrch [°C]	Analýza B povrch [°C]	Analýza C povrch [°C]
0	20	20	20
5	73,61	65,74	47,87
10	132,87	158,39	170,63
20	205,32	209,5	242,8
40	186,06	222,41	251,49
80	187,11	200,71	225,31
130	185,99	208,38	231,56
180	175,55	181,89	253,85
240	196,13	205,95	231,47
300	168,61	207,22	230,51

Termočlánek 3

čas [s]	Analýza A povrch [°C]	Analýza B povrch [°C]	Analýza C povrch [°C]
0	20	20	20
5	108,49	80,96	77,12
10	201,08	157,76	182,08
20	251,62	171,86	210,16
40	163,15	179,47	184,01
80	206,85	184,56	199,84
130	187,13	189,8	195,49
180	187,79	179,9	224,89
240	194,05	180,59	214,62
300	169,9	171,29	210,96

### 1.6. Závěr příkladu

V závislosti na výsledcích z citlivostní analýzy uvažujeme za nejvíce průkaznou analýzu A, kde teplota v rámci potrubí (hodnoty ze všech 3 termočlánků) se pohybuje na přibližně stejných hodnotách.

Rozvody požární vody mohou být provedeny z hořlavých materiálů, dle normy ČSN 73 0873, pokud jsou trvale zavodněny. Nicméně jak bylo poukázáno na provedených simulacích, došlo při vypuknutí požáru ve sklepní kóji k překročení teploty 130 °C na povrchu potrubí. Tato teplota je kritickou teplotou tání pro polyethylen s vysokou hustotou HDPE. Dosažení kritické teploty by mohlo ovlivnit dodávku vody do hadicových systémů. Z tohoto důvodu je pro rozvod požární vody navrženo ocelové potrubí, tedy potrubí z nehořlavého materiálu a s vyšší teplotou tání (teplota tání pro ocel se pohybuje kolem 1540 °C).



**Bakalářská práce**

**Část III.**

**Požárně bezpečnostní řešení bytového domu v ulici Družební**

**V tomto požárně bezpečnostním řešení jsou řešeny pouze kapitoly, které jsou spojeny s bakalářskou prací a oborem technické zařízení budov.**

<b>Seznam použitých podkladů pro zpracování .....</b>	<b>4</b>
Podklady pro zpracování .....	4
Zkratky použité v textu .....	4
<b>Stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě .....</b>	<b>5</b>
Základní údaje o objektu .....	5
Účel užití .....	5
Urbanistické řešení .....	5
Dispoziční řešení .....	5
<b>Podzemní podlaží .....</b>	<b>5</b>
<b>Nadzemní podlaží .....</b>	<b>5</b>
Konstrukční řešení .....	6
Požárně technické údaje o stavbě .....	7
<b>Rozdělení stavby do požárních úseků .....</b>	<b>7</b>
<b>Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků .....</b>	<b>8</b>
Stanovení stupně požární bezpečnosti .....	8
Mezní rozměry PÚ .....	17
<b>Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti .....</b>	<b>17</b>
<b>zhodnocení navržených stavebních hmot (stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.) .....</b>	<b>17</b>
<b>Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení .....</b>	<b>18</b>
Počet a druh únikových cest .....	18
Nechráněné únikové cesty .....	18
<b>Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům .....</b>	<b>18</b>
<b>Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrných míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku .....</b>	<b>19</b>
Vnější odběrná místa .....	19
Vnitřní odběrná místa .....	19

<b>Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení, opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku .....</b>	<b>20</b>
Příjezdové komunikace a nástupní plochy .....	20
Zásahové cesty .....	20
<b>Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky .....</b>	<b>20</b>
Přenosné hasicí přístroje (PHP) .....	20
<b>Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti .....</b>	<b>21</b>
Prostupy rozvodů .....	21
Vytápění .....	22
Komín .....	22
Výtah .....	22
Kabelové rozvody a dodávka elektrické energie .....	22
<b>Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot.....</b>	<b>22</b>
<b>Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními, následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby .....</b>	<b>22</b>
Autonomní detekce a signalizace požáru .....	22
<b>Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek, včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení .....</b>	<b>23</b>

## Seznam použitých podkladů pro zpracování

### Podklady pro zpracování

- [1] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- [2] 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.
- [3] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009), Z1 (2013), Z2 (2015), Z3 (2020)
- [4] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení (2010), Z1 (2020)
- [5] ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami (1997), Z1 (2002)
- [6] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování (2010), Z1 (2013), Z2 (2020)
- [7] ČSN 73 0848 Požární bezpečnost staveb – Kabelové rozvody (2009), Z1 (2013), Z2 (2017)
- [8] ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou (2003)
- [9] ČSN 73 0875 Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení (2011)
- [10] ČSN EN 1838 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení (2015)
- [11] POKORNÝ, Marek. Požární bezpečnost staveb – Syllabus pro praktickou výuku. Praha: ČVUT v Praze, 2014. 124 s. ISBN 978-80-01-05456-7
- [12] Stavební dokumentace BD v ulici Družební - Ing. Zdeněk Nývlt
- [13] ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- [14] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- [15] ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací

### Zkratky použité v textu

PÚ = požární úsek,  
SPB = stupeň požární bezpečnosti  
PO = požární odolnost  
PDK = požárně dělící konstrukce  
CHÚC = chráněná úniková cesta  
NÚC = nechráněná úniková cesta  
ÚC = úniková cesta  
PHP = přenosný hasící přístroj  
PP = podzemní podlaží  
NP = nadzemní podlaží  
HZS = hasičský záchranný sbor  
HJ = hasící jednotka



## **Stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě**

### **Základní údaje o objektu**

Podlažnost: 3 NP, 1 PP

Rozměr objektu: 22 x 14 m

Zastavěná plocha: 609,4 m<sup>2</sup>

### **Účel užití**

Jedná se o bytový dům. V 1.PP se nachází garáže, sklepní prostory a bytová jednotka. V dalších podlažích se nachází pouze bytové jednotky. Vstup do garáží a technické místnosti je vnějších prostor.

### **Urbanistické řešení**

Jedná se o bytový dům, který se nachází v Novém městě nad Metují v ulici Družební. Objekt zasahuje na parcely p.p.č. 690/1, 690/3, 656, 666/1, 666/2, 666/5 a 2072/2 v k.ú. Nové Město nad Metují. Tyto parcely budou vykoupeny a utvořena jedna větší stavební parcela.

Bytový dům má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží ve kterém se nachází parkovací stání pro byty v této budově. Bytový dům má dva vchody.

### **Dispoziční řešení**

#### Podzemní podlaží

- V podzemním podlaží se nachází technická místnost, sklepní kóje, garáže, chodby a jedna bytová jednotka. K technické místnosti je vstup umožněn pouze z venku, tentýž vstup je i u parkovacích stání. Sklepní kóje a bytová jednotka jsou zpřístupněny vždy z chodby na ně navazující.

#### Nadzemní podlaží

- První a třetí nadzemní podlaží mají stejné dispoziční řešení. Nachází se zde šest bytových jednotek typu 1+1 a 2+1. Ve druhém nadzemním podlaží se nachází osm bytových jednotek typu 1+kk a 1+1. Každá bytová jednotka má vlastní sociální zařízení.

## Konstrukční řešení

Jedná se o stěnový systém s vložkovým stropem.

- **Svislé nosné konstrukce**

Nosnou funkci zde tvoří keramické zdivo tl. 400 mm, ze kterých jsou vystavěna všechna podlaží.

- **Svislé nenosné konstrukce**

Příčky a šachty tvoří keramické zdivo tl. 125 mm a 300 mm.

- **Vodorovné nosné konstrukce**

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny ze stropních nosníků a keramických vložek . Stropní nosníky jsou uloženy na nosné svislé konstrukce. Jejich maximální délka je 7 m. Betonová deska, která zmonolitňuje celý strop má tloušťku 10 cm a je vyztužena dle zásad výrobce.

- **Střešní plášť**

Zastřeší tvoří plochá nepochozí střecha s odvodněním vně budovy pomocí střešních vpustí. Sklon střechy 2%.

- **Schodiště**

V objektu je navrženo v každém vchodě jedno schodiště. Jedná se o prefabrikované 1x zalomené schodiště s keramickou nášlapnou vrstvou.

- **Podlahy**

Podlahy tvoří těžká plovoucí podlaha s keramickou nášlapnou vrstvou.

## Požárně technické údaje o stavbě

Požární výška objektu:  $h = 8,7$  m

Podlažnost: 3NP, 1PP

Objekt typu OB2

Nehořlavý konstrukční systém. Veškeré nosné konstrukce druhu DP1. Požárně dělicí konstrukce druhu DP1 nebo DP3 (v případě dveří).

### Rozdělení stavby do požárních úseků

Označení	PÚ	$p_v$ [kg/m <sup>2</sup> ]	m <sup>2</sup>
1PP			
Chodba	P01.01/N03 – I	7,5	27,43
Chodba	P01.02/N03 - I	7,5	27,43
Technická místnost	P01.03 - III	31,21	19,00
Sklepní kóje	P01.04 – III	45	47,03
Garáže	P01.05 – I – P01.16 – I		17,50
Sklepní kóje	P01.17 – III	45	72,00
Bytová jednotka	P01.18 – III	40	64,00
1NP			
Bytová jednotka	N01.03 – III	40	70,60
Bytová jednotka	N01.04 – III	40	63,00
Bytová jednotka	N01.05 – III	40	70,90
Bytová jednotka	N01.06 – III	40	70,90
Bytová jednotka	N01.07 – III	40	71,40
Bytová jednotka	N01.08 – III	40	72,00
2NP			
Bytová jednotka	N02.03 – III	40	76,10
Bytová jednotka	N02.04 – III	40	64,00
Bytová jednotka	N02.05 – III	40	34,40
Bytová jednotka	N02.06 – III	40	35,9
Bytová jednotka	N02.07 – III	40	34,40
Bytová jednotka	N02.08 – III	40	35,9
Bytová jednotka	N02.09 – III	40	76,10
Bytová jednotka	N02.10 – III	40	64,00
3NP			
Bytová jednotka	N03.03 – III	40	67,40
Bytová jednotka	N03.04 – III	40	55,60
Bytová jednotka	N03.05 – III	40	62,20
Bytová jednotka	N03.06 – III	40	62,20
Bytová jednotka	N03.07 – III	40	67,40
Bytová jednotka	N03.08 – III	40	55,60

Objekt je rozdělen do 27 požárních úseků, Hranice požárních úseků jsou zakresleny ve výkresové části PBŘ.

## Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků

### Stanovení stupně požární bezpečnosti

#### První podzemní podlaží

##### **PÚ 1 - Chodba (P01.01/N03 – I)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a strop) – druh konstrukce DP1, dřevěné vstupní dveře – DP3, keramická dlažba, plastová okna
- $p_s = 3_{(okna)} + 2_{(dveře)} = 5 \text{ kg/m}^2$
- $a = a_n = 0,8$ ; dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 7.2.4
- Posouzení dle ČSN 73 0802 Příloha 8: Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$  vybraných provozů a objektů
  - B.1.1.-  $p_v > p_n * a_n * 1,15 = 5 * 0,8 * 1,15 = 4,6 \text{ kg/m}^2 < p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$  - Podmínka splněna
  - B.1.2.-  $p_s$  není vyšší než  $5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_v$  se nenavýšuje
  - B.1.3.- hodnota  $c=1$
  - B.1.4.-  $a = a_n = 0,8$ ; dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 7.2.4
  - B.1.5.- Posuzovaný provoz tvoří samostatný PÚ
- Přímé určení  $p_v$  (ČSN 73 0802, tabulka B.1 – Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$ )  
 **$p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$**
- **I.SPB**

##### **PÚ 2 – Chodba (P01.02/N03 - I)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a strop) – druh konstrukce DP1, dřevěné vstupní dveře – DP3, keramická dlažba, plastová okna
- $p_s = 3_{(okna)} + 2_{(dveře)} = 5 \text{ kg/m}^2$
- $a = a_n = 0,8$ ;  $p_n = 5 \text{ kg/m}^2$  dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 7.2.4
- Posouzení dle ČSN 73 0802 Příloha B: Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$  vybraných provozů a objektů
  - B.1.1.-  $p_v > p_n * a_n * 1,15 = 5 * 0,8 * 1,15 = 4,6 \text{ kg/m}^2 < p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$  - Podmínka splněna
  - B.1.2.-  $p_s$  není vyšší než  $5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_v$  se nenavýšuje
  - B.1.3.- hodnota  $c=1$
  - B.1.4.-  $a = a_n = 0,8$ ; dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 7.2.4
  - B.1.5.- Posuzovaný provoz tvoří samostatný PÚ
- Přímé určení  $p_v$  (ČSN 73 0802, tabulka B.1 – Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$ )  
 **$p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$**
- **I.SPB**

### **PÚ 3 – Technická místnost (P01.03 - III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a strop) – druh konstrukce DP1, dřevěné vstupní dveře – DP3, keramická dlažba, prostor bez oken - světlá výška místností 2,4m
- $p_s = 2_{(dveře)} = 2 \text{ kg/m}^2$
- $a = a_n = 0,5$ ;  $p_n = 5 \text{ kg/m}^2$  dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 15.9
- Posouzení dle ČSN 73 0802 Příloha B: Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$  vybraných provozů a objektů
  - B.1.1.-  $p_v > p_n * a_n * 1,15 = 5 * 0,5 * 1,15 = 2,88 \text{ kg/m}^2 < p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$  - Podmínka splněna
  - B.1.2.-  $p_s$  není vyšší než  $5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_v$  se nenavysňuje
  - B.1.3.- hodnota  $c=1$
  - B.1.4.-  $a = a_n = 0,5$ ; dle 73 0802 - tabulka A.1 - Hodnoty nahodilého požárního zatížení  $p_n$  a součinitelů  $a_n$ , položka 15.9
  - B.1.5.- Posuzovaný provoz tvoří samostatný PÚ
- Přímé určení  $p_v$  (ČSN 73 0802, tabulka B.1 – Hodnoty výpočtového požárního zatížení  $p_v$ )  
 **$p_v = 7,5 \text{ kg/m}^2$**
- **I.SPB**

### **PÚ 4 – Sklepní kóje (P01.04 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, dřevěné požární dveře – DP3, keramická dlažba, prostor bez oken
- $c=1$
- **$p_v = 45 \text{ kg/m}^2$**  ( $p_v$  bez výpočtu dle ČSN 73 0833, 5.1.4)
- **III.SPB**

### **PÚ 5 – PÚ 16 – Garáže (P01.05 – I – P01.16 – I)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, plastové rolovací vrata – DP3, betonová podlaha, prostor bez oken, světlá výška místností 2,4m
- Druh vozidla – skupina 1
- Seskupení odstavných stání – jednotlivé stání
- Druh paliva – kapalná paliva nebo elektrické zdroje
- Umístění – vestavěné garáže (plocha garáží =  $38 \text{ m}^2 < 1042 \text{ m}^2 = \frac{1}{2}$  celkové užité plochy objektu)
- **I.SPB** bez dalších průkazů dle ČSN 73 0804, I.2.3a

### **PÚ 17 – Sklepní kóje (P01.17 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, dřevěné požární dveře – DP3, keramická dlažba, prostor bez oken, světlá výška místností 2,4m
- $c=1$
- $p_v = 45 \text{ kg/m}^2$  ( $p_v$  bez výpočtu dle ČSN 73 0833, 5.1.4)
- **III.SPB**

### **PÚ 18 – Bytová jednotka (P01.18 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 3x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové okno: šířka 1500 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

## **První nadzemní podlaží**

### **PÚ 3 – Bytová jednotka (N01.03 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, předsíň, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 1x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 4x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 4 – Bytová jednotka (N01.04 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, předsíň, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 7x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 5 – Bytová jednotka (N01.05 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: 2x Koupelnu, WC, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 6x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 6 – Bytová jednotka (N01.06 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: 2x Koupelnu, WC, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 6x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 7 – Bytová jednotka (N01.07 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 3x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 8 – Bytová jednotka (N01.08 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, předsíň, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 6x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

## **Druhé nadzemní podlaží**

### **PÚ 3 – Bytová jednotka (N02.03 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 3x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**



#### **PÚ 4 – Bytová jednotka (N02.04 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 5 – Bytová jednotka (N02.05 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové okno: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 6 – Bytová jednotka (N02.06 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 1x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 7 – Bytová jednotka (N02.07 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové okno: šířka 1625 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 8 – Bytová jednotka (N02.08 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 1x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 9 – Bytová jednotka (N02.09 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 3x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 10 – Bytová jednotka (N02.10 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **Třetí nadzemní podlaží**

#### **PÚ 3 – Bytová jednotka (N03.03 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 850 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

#### **PÚ 4 – Bytová jednotka (N03.04 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 5 – Bytová jednotka (N03.05 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, komora, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 4x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 6 – Bytová jednotka (N03.06 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, komora, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 4x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 7 – Bytová jednotka (N03.07 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu + WC, chodbu, pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 2x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 2x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **PÚ 8 – Bytová jednotka (N03.08 – III)**

- Ohraničující konstrukce (požární stěny a stropy) – druh konstrukce DP1, keramická dlažba, dřevěné požární dveře – DP3, světlá výška místností 2,4m
- Bytová jednotka obsahuje: Koupelnu, WC, chodbu, komora, 2x pokoj, obývací pokoj s kuchyňským koutem, předsíň
- Větrací otvory bytové jednotky:
  - 4x plastové okno: šířka 875 mm, výška 1775 mm
  - 1x plastové balkonové dveře: šířka 750 mm, výška 2250 mm
- $c = 1$
- $p_n = 2_{(dveře)} + 3_{(okna)} = 5 \text{ kg/m}^2$ ,  $p_s < 5 \text{ kg/m}^2$ , nemusí se  $p_v$  zvyšovat
- $p_v = 40 \text{ kg/m}^2$  přímé určení bez výpočtu, dle ČSN 73 0833, 5.1.2
- **III.SPB**

### **Mezní rozměry PÚ**

Mezní rozměry výše uvedených požárních úseků se nestanovují. Jedná se úseky obytných buněk a obytné vybavení. (dle ČSN 73 0833, 5.1.5.)

### **Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti**

Není předmětem této bakalářské práce

### **zhodnocení navržených stavebních hmot (stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.)**

Není předmětem této bakalářské práce

## Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení

### Počet a druh únikových cest

Každá obytná část objektu má pouze jeden směr úniku, kterou je nechráněná úniková cesta (NÚC), která splňuje požadavky dle ČSN 73 0833, 5.3.2.

- $h=8,7\text{m} \leq 9\text{ m}$
- NÚC prochází pouze PÚ, kde  $p_n=5\text{ kg/m}^2$
- Na NÚC se nachází méně než 12 bytových jednotek

NÚC ústí na volné prostranství v 1PP.

### Nechráněné únikové cesty

- **Mezní délky NÚC**

Všechny byty v objektu mají menší podlahovou plochu než  $250\text{ m}^2$ , proto pro ně dle ČSN 73 0833, čl. 5.3.3.1 není nutné posuzovat mezní délky ÚC.

Posouzení mezní délky NÚC je provedeno pro nejdelší NÚC. Součinitel  $a=0,8$ .

**Chodba (P01.01/N03 - I):** ( $a = 0,8$ ); mezní délka NÚC  $L_{\max} = 35\text{ m}$

$L_{\text{skutečná}} = 33,5\text{ m} < L_{\max} = 35\text{ m}$ ; **délka NÚC vyhovuje**

**Chodba (P01.02/N03 - I):** ( $a = 0,8$ ); mezní délka NÚC  $L_{\max} = 35\text{ m}$

$L_{\text{skutečná}} = 33,5\text{ m} < L_{\max} = 35\text{ m}$ ; **délka NÚC vyhovuje**

### Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům

Není předmětem této bakalářské práce

## **Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrných míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku**

### **Vnější odběrná místa**

Nejbližší odběrné místo (podzemní hydrant) se nachází na ulici Družební a je vzdálen 100m od vstupu do objektu.

Objekt je nevýrobního charakteru.  $L_{max}=150\text{ m} > L_{skutečná}=100\text{m}$ ; Vyhovuje dle ČSN 73 0873, Tabulka 1

Předpokládáme, že vodovodní řad splňuje podmínky dle ČSN 73 0873, tabulka 2:

- minimální jmenovitá světlost: DN 100
- doporučený odběr pro výpočet potrubní sítě: 6 l/s
- nejmenší odběr z hydrantu pro připojení mobilní požární techniky: 12 l/s

### **Vnitřní odběrná místa**

- **Posouzení potřeby vnitřních odběrných míst**

**Byty:** Objekt patří do skupiny OB2, je zde počítáno s více jak 20 lidmi. Budou zde zhotoveny vnitřní odběrná místa.

**Sklepní kóje:** Tyto prostory jsou součástí OB2, budou zde zhotoveny vnitřní odběrná místa

**Garáže:** jednotlivá stání, vnitřní odběrná místa zde nemusí být zhotoveny

- **Návrh vnitřních odběrných míst**

Vnitřní odběrná místa se budou nacházet ve společných prostorách na hlavní podestě schodišť (PÚ P01.01/N03-II, P01.02/N03-II). Budou umístěny v nástěnných skříních, které nebudou zasahovat do únikového pruhu. Skříně budou osazeny na zdi ve výšce 1,1-1,3 m nad podlahou (střed skříně). Budou zde použity tvarově stálé hadicové systémy se světlostí hadice DN=19

Na nejnepříznivějším položeném přítokovém ventilu nebo kohoutu hadicového systému, bude zajištěn přetlak nejméně 0,2 MPa a současně průtok vody z uzavíratelné proudnice alespoň  $Q=0,3\text{ l/s}$ .

## **Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení, opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku**

### **Příjezdové komunikace a nástupní plochy**

Přístupová komunikace je zajištěna z ulice Družební, ze které je vybudována příjezdová komunikace s kruhovým objezdem k bytovému domu. Tato komunikace splňuje požadavky na šířku vozovky, která je určena na 3 m (dle ČSN 73 0802, 12.2.2). Pro projektování těchto komunikací platí především normy ČSN 73 6101, ČSN 73 6110 A ČSN 73 6114. [13,14,15]

Komunikace je navržena jako jednopruhová a bude zde zakázáno odstavování a parkování vozidel. Délka komunikace nepřesahuje 50 m a není zde potřeba budovat obratiště pro požární vozidla (dle ČSN 73 0802, 12.2.3).

Nástupní plocha budována nebude, požární výška 8,7 m <12 m (73 0802, 12.4.4)

### **Zásahové cesty**

Podle požadavků na vnitřní zásahové cesty (ČSN 73 0802, 12.5) se zde nemusí řešit.

Případný zásah jednotek hasičského záchranného sboru (HZS) je předpokládán z vnější strany objektu, případně ze střechy

Podle požadavků na vnější zásahové cesty (ČSN 73 0802, 12.6) se zde nemusí řešit.

Výlez na střechu je umožněn světlíkem v NÚC. Není nutné zřizovat požární lávky. Nic nebrání v pohybu požárních jednotek po střeše.

## **Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky**

### **Přenosné hasicí přístroje (PHP)**

PHP budou umístěny na viditelném místě a nebudou zasahovat do únikové cesty. Výška rukojeti max. 1,5 m nad podlahou. Označení PHP umístěno na stěně nad/vedle PHP pomocí viditelné tabulky. Kontroly budou prováděny dle požadavků výrobce.

V každém samostatně odděleném prostoru garáže bude osazen jeden PHP práškový nebo pěnový s hasící schopností 183B.

Hlavní domovní rozváděč 1 práškový PHP 21A (dle ČSN 73 0833, 5.4, a)



– **P01.04 – III: Sklepní kóje (S = 72,00 m<sup>2</sup>)**

Dle ČSN 73 0833, čl. 5.4, c) se navrhuje jeden PHP s hasicí schopností 21 A na každých započtených 100 m<sup>2</sup>; Návrh 1 x PHP 21 A vodní nebo pěnový

– **1PP – 3NP**

Dle ČSN 73 0833, čl. 5.4, d) by do NÚC postačil jeden práškový PHP 21 A, protože plocha společných prostor nepřesahuje 200 m<sup>2</sup>. Z bezpečnostních důvodů bude umístěn jeden PHP 21 A na každé podlaží.

Návrh přenosných hasicích přístrojů pro PÚ, u kterých nelze návrh provést dle ČSN 73 0833, čl. 5.4, je uveden v tab. 3. (výpočet n<sub>r</sub> dle ČSN 73 0802, výpočet HJ (hasicích jednotek) dle vyhlášky 23/2008 Sb.)

Tab. 2 Návrh přenosných hasicích přístrojů

PÚ	Účel	S [m <sup>2</sup> ]	a [-]	c <sub>3</sub> [-]	$n_r = 0,15 \cdot (S \cdot a \cdot c_3)^{1/2}$	$n_{HJ} = 6 \cdot n_r$	PHP	HJ1	$n_{PHP} = n_{HJ}/HJ1$	Návrh
P01.03	Technická místnost	19	0,5	1	0,46	2,77	13 B	3	1,0	1xPHP CO2 13 B

### Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti

#### Prostupy rozvodů

Instalační šachy jsou řešeny jako součást požárního úseku na podlaží. Těsnění prostupů se provede dotěsněním hmotami třídy reakce na oheň A1/A2 (tj. dobetonování, domaltování) nebo systémovou požární ucpávkou. Tyto ucpávky musí splňovat požadavky PO, které jsou dané pro požárně dělící konstrukci (PDK), kterou procházejí a to včetně mezních stavu (E, I)

Dotěsnění nehořlavými hmotami se provede v případě [11]:

- Skupina max. 3 trvale zavodněných potrubí ve zděné nebo betonové PDK. Potrubí musí být z materiálů tříd reakce na oheň A1/A2 nebo musí mít vnější průměr maximálně 30 mm. Případná tepelná izolace potrubí musí být do vzdálenosti 500 mm od líce PDK z materiálů třídy reakce na oheň A1/A2.
- Prostup jednoho samostatného kabelu s vnějším průměrem maximálně 20 mm.
- Tento způsob nelze použít pro těsnění prostupů do CHÚC.

V ostatních případech se použije systémová požární ucpávka.

## **Vytápění**

Objekt je vytápěn dálkovým zdrojem tepla. V technické místnosti se nachází výměníková stanice.

## **Komín**

Nenachází se v objektu

## **Výtah**

Nenachází se v objektu

## **Kabelové rozvody a dodávka elektrické energie**

Hlavní domovní rozvaděč je umístěn v chodbě v 1PP a je určen pro bytové jednotky nad nimi. Rozvaděč je umístěn ve skříni, která splňuje požadavky na PO, která odpovídá PO chodby. Všechny rozvody elektrické energie v chodbách jsou z kabelů, které zamezují šíření plamenů. Na každé mezipodestě bude umístěn patrový rozvaděč pro jednotlivé bytové jednotky na podlaží.

Na každém podlaží na únikové cestě bude osazeno elektrické osvětlení. Nouzové osvětlení bude v provozu minimálně 15 minut a bude disponovat vlastním zdrojem elektrické energie.

Všechny kabelové prostupy PDK budou splňovat PO této PDK.

## **Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot**

Nejsou zvláštní požadavky na zvýšení PO nebo snížení hořlavosti.

## **Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními, následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby**

### **Autonomní detekce a signalizace požáru**

V předsíni každé bytové jednotky bude osazen hlásič autonomní detekce a signalizace požáru (ASaSP). Tento hlásič bude mít vlastní zdroj napájení a musí splňovat všechny požadavky v ČSN EN 14604. Žádný z bytových jednotek nepřesahuje svou plochou 150 m<sup>2</sup>, bude osazen pouze jeden hlásič. (ČSN 73 0833, 5.5, vyhláška 23/2008 Sb)

## **Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek, včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení**

V objektu budou umístěny fotoluminiscenční tabulky, které slouží pro bezpečný únik z objektu. Budou umístěny na takovém místě, aby z každého místa byla vidět alespoň jedna tabulka. Označeny budou i vnitřní odběrná místa, PHP (1PP-3NP), hlavní uzávěry plynu (1PP), elektřiny a vody (1PP). Přesná poloha těchto označení je součástí výkresové dokumentace. Dveře do technické místnosti budou opatřeny tabulkou „Technická místnost – nepovolaným vstup zakázán“.



**Bakalářská práce**

**Část IV.**

**Výpočet vodovodní přípojky a návrh požárního vody**

### Bilance potřeby vody:

$$Q_p = q * n = 14 * 42 = 588 \text{ l/d}$$

q = 14 l (specifická denní potřeba vody)

n = Počet lidí v objektu

### Maximální denní potřeba vody:

$$Q_d = Q_p * k_d = 588 * 1,35 = 793,8 \text{ l/d}$$

k<sub>d</sub> = součinitel denní nerovnoměrnosti (počet obyvatel 9493)

### Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = Q_d * \frac{k_h}{z} = 793,8 * \frac{2,1}{24} = 69,5 \text{ l/d}$$

k<sub>h</sub> = Součinitel hodinové nerovnoměrnosti; soustředěná zástavba 2,1

z = Doba čerpání vody; bytové objekty z=24

### Stanovení výpočtového průtoku:

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{A_i}^2 * n_i)}$$

Výtoková armatura	DN	Q <sub>A</sub> (l/s)	n	Q <sub>A</sub> <sup>2</sup> * n
Nádržkový splachovač	15	0,15	21	0,47
Baterie umyvadlová	15	0,2	21	0,84
Baterie sprchová s ruční sprchou	15	0,2	21	0,84
Automatická myčka nádobí	15	0,2	21	0,84
Automatická pračka	15	0,2	21	0,84
Baterie dřezová	15	0,2	21	0,84
baterie vanová	15	0,3	2	0,18
			Q <sub>d</sub> =	2,20 l/s

Stanovení průtoku pro požární vodu:

$$Q_h = Q_A * n = 0,5 * 3 = 1,5 \text{ l/s}$$

$Q_A$  = výpočtový průtok na jednom hydrantu 0,5 l/s

$n = 3$ ; dvě stoupací potrubí, počítám s nejvýše třemi odběrnými místy.

Předběžný návrh světlosti potrubí – vodovodní přípojka:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 * Q_V}{\pi * v}} = 35,7 * \sqrt{\frac{Q_V}{v}} = 35,7 * \sqrt{\frac{2,2}{2}} = 37,4 \text{ mm}$$

$$Q_V [\text{m}^3/\text{s}] = \max(Q_d; Q_h) = \max(2,2 ; 1,5)$$

Návrh dimenze přípojky polyethylenové potrubí HDPE 50x4,6 SDR11

Normy:

ČSN 75 5455 – Výpočet vnitřních vodovodů, v platném znění



**Bakalářská práce**

**Část V.**

**Závěr bakalářské práce**

V teoretické části jsme si představili návrhové požáry a k nim přisoudili požární scénáře, které nám nejlépe vystihují danou situaci. Jaké typy experimentů máme, pro správné validování modelů. Důležitým bodem je samotné rozdělení modelů požáru do skupin. Od těch jednodušších (zjednodušené modely požáru) až po ty složitější (fyzikální a matematické).

U **zjednodušených modelů požáru** rozlišujeme rozsah požáru. U typů požáru rozlišujeme, jestli došlo k celkovému vzplanutí či nikoliv. Pokud došlo používáme parametrické teplotní křivky, které nám popisují teplotu v závislosti na čase. Pokud nedošlo k celkovému vzplanutí, bavíme se o lokálních požárech. Ty rozlišujeme: plamen dosahující stop (metoda Hasemi), plamen nedosahující strop (Heskestad).

**Fyzikální modely požáru**, jsou modely experimentní prováděné ve vnitřních i venkovních prostorách. Získáváme nové poznatky fyzikálních jevů, které nejsme jinak schopni získat.

**Matematické modely požáru** jsou čistě smyšlené popisující požární situaci. U těchto modelů už musíme popisovat mnoho dějů, které samotný požár provádí. Od modelu pyrolýzy (pevné i plynné fáze) až po způsoby tepelného rozkladu (empirické, semi-empirické, analytické, komplexní). Podskupinou matematických modelů jsou modely deterministické, které dělíme na tři skupiny: analytické, zónové, computational fluid dynamics (FDS, modely typu pole) modely.

Zónové modely nám rozdělují požární úsek do dvou zón, dle teploty horkých plynů. Tyto zóny se v momentu flashoveru (vzplanutí) sjednotí. V tento moment předpokládáme stejnou teplotu v celém požárním úseku.

Modely typu pole nám rozdělují požární úsek do několik stovek až tisíců kontrolních objemů, ve které jsou řešeny stavové rovnice, rovnice zachování energie, hmoty, chemických látek, které navazují na sousední buňky tak, aby byla zachována spojitost fyzikálních vlastností.

Druhou podskupinou matematických modelů jsou modely pravděpodobností. Ty nám nepopisují žádné fyzikální ani chemické děje, ale určují rozvoj požáru pomocí řady „náhodných pokusů“.

V praktické části bylo řešeno požárně bezpečnostní řešení bytového domu, které obsahuje jen ty části, které jsou potřebné pro vypracování této bakalářské práce, navíc zde byla vypočtena vodovodní přípojka a návrh požární vody.

Pro sklepní kóje v tomto objektu, byl proveden model požáru, který se zaměřuje na průběh teplot průběžného požárního potrubí, pokud v jedné ze sklepních kójí dojde k požáru. Kvůli překročení teploty tání polyethylenu, jsou rozvody v 1PP, řešeny z nehořlavých materiálů.





**Bakalářská práce**

**Část VI.**

**Výkresová část**

## **Obsah**

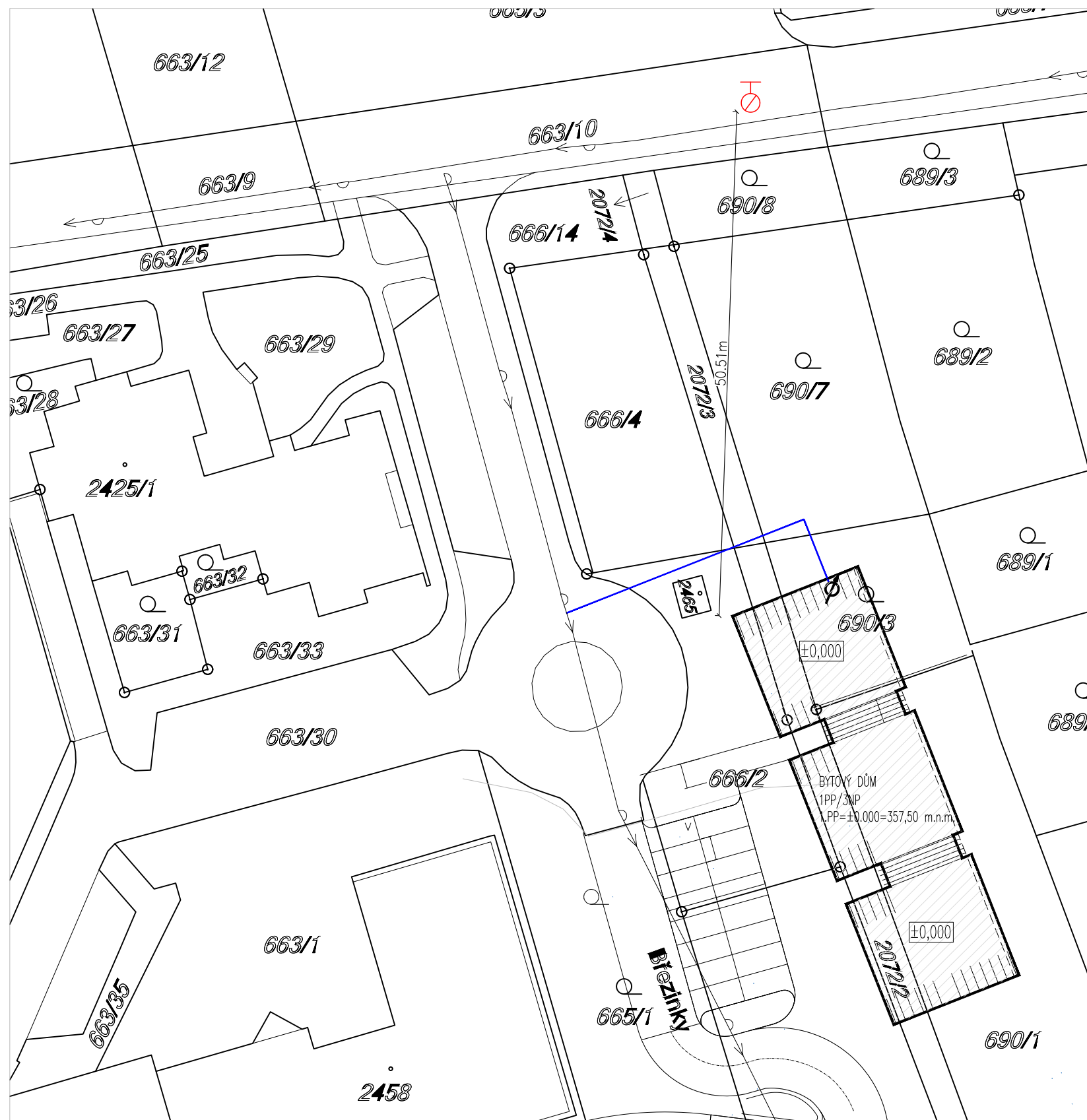
01 - Situace

02 - Půdorys 1PP





03 - Půdorys 1NP

04 - Půdorys 2NP

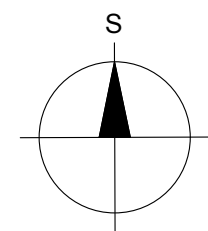
05 - Půdorys 3NP




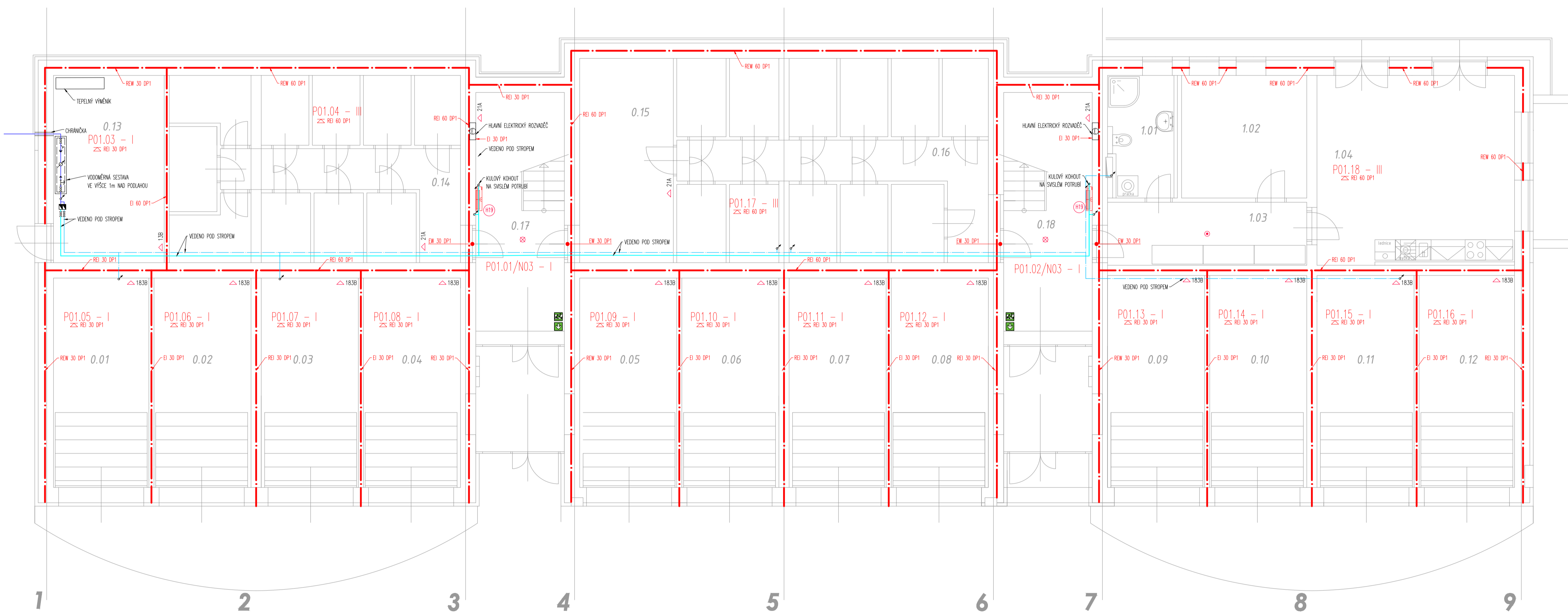
### LEGENDA

- 690/7 ČÍSLO PARCELY
- φ VODOMĚR
-  PODZEMNÍ HYDRANT
-  VODOVODNÍ PŘÍPOJKA - HDPE 50x4,6 SDR11, SKLON 1%, 32,5m
-  VODOVODNÍ ŘAD
-  ŘEŠENÝ OBJEKT, BYTOVÝ DŮM C1

±0,000  
±0,000 = 357,50 m.n.m.



Zpracoval: <b>JAN MERTL</b>	Vedoucí cvičení: <b>Ing. PAVLA PECHOVÁ, Ph.D.</b>	Školní rok: <b>2019/2020</b>	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> v Praze 
Předmět: <b>BAKALÁŘSÁ PRÁCE</b>			Datum: <b>2020-05-23</b>
Název úlohy: <b>BYTOVÝ DŮM C1</b>			Meřítko: <b>1:1000</b>
Název výkresu: <b>SITUACE</b>			Číslo výkresu: <b>01</b>



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

ČÍSLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m <sup>2</sup>	VÝŠKA mm
I. PODZEMNÍ PODLAŽÍ			
1.01	VSTUP	5,50	2600
1.02	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	27,20	2600
1.03	CHODBA	5,90	2600
1.04	KOUPELNA	5,70	2450
1.05	LOŽNICE	19,70	2600
CELKEM		64,00	
0.01	GARŽ ě.1	17,20	2400
0.02	GARŽ ě.2	17,50	2400
0.03	GARŽ ě.3	17,50	2400
0.04	GARŽ ě.4	17,50	2400
0.05	GARŽ ě.5	17,50	2400
0.06	GARŽ ě.6	17,50	2400
0.07	GARŽ ě.7	17,50	2400
0.08	GARŽ ě.8	17,50	2400
0.09	GARŽ ě.9	17,50	2400
0.10	GARŽ ě.10	17,50	2400
0.11	GARŽ ě.11	17,50	2400
0.12	GARŽ ě.112	17,20	2400
0.13	TECHNICKÁ MÍSTNOST	19,00	2400
0.14	SKLEPNÍ KÓJE	47,02	2400
0.15	SKLEP	16,50	2400
0.16	SKLEPNÍ KÓJE	55,50	2400
0.17	CHODBA	27,35	2400
0.18	CHODBA	27,35	2400

LEGENDA:

- ZPĚTNÁ KLAPKA
- ČERPADLO
- KULOVÝ KOHOŮT
- FILTR
- VODOMĚR
- STOUPACÍ POTRUBÍ POKRAČUJÍCÍ DO VYŠŠÍHO PODLAŽÍ
- HYDRANTOVÁ SKŘEŇ
- NOUZOVÝ VÝCHOD SE SMĚROVOU ŠÍPKOU BEZPEČNĚHO ÚNIKU

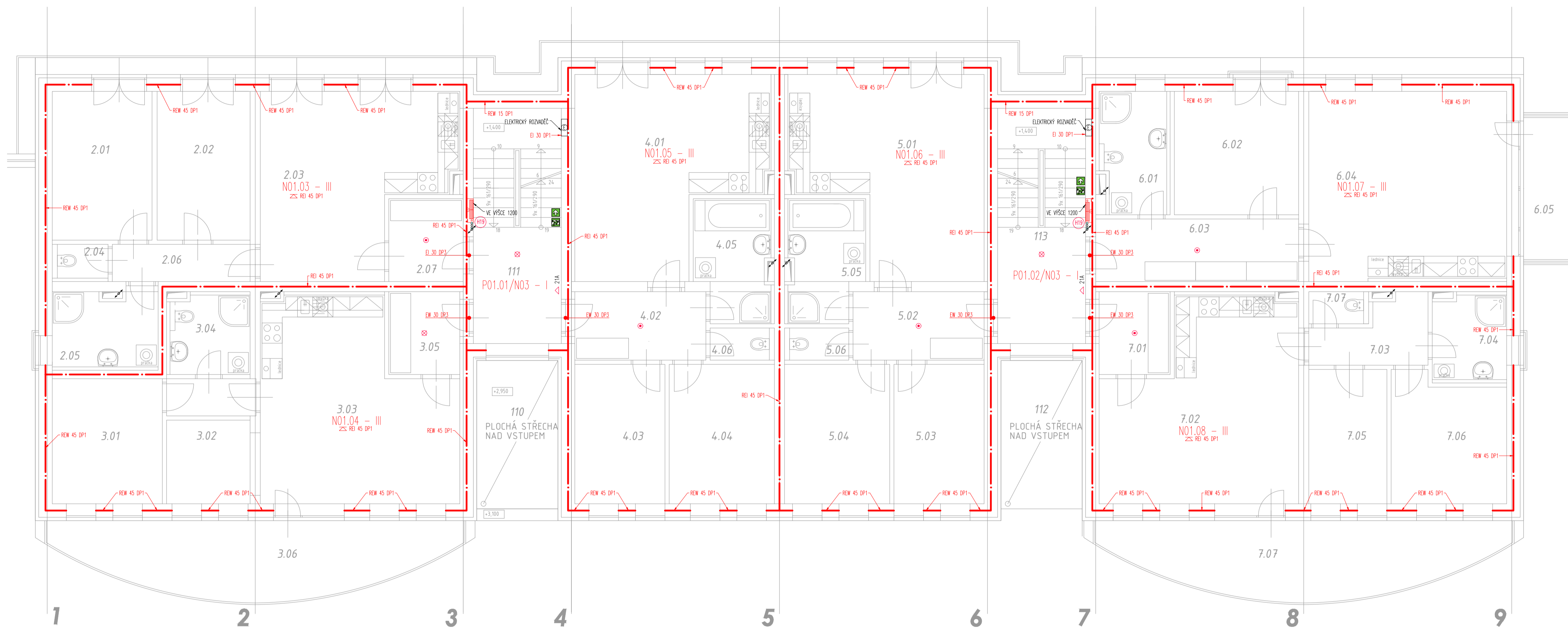
LEGENDA:

- HRANICE POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- ČÍSLO POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE
- POŽÁRNÍ ODOLNOST STROPŮ
- HYDRANT S HADICÍ DN19 (TVAROVĚ STÁLÁ HADICE 20m + 10m DOSTŘÍK)
- NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ
- PŘENOSNÝ HASIČÍ PŘÍSTROJ Z1A
- ZAŘÍZENÍ AUTONOMNÍ DETEKCE A SIGNALIZACE

LEGENDA ČAR:

- VODOVODNÍ PŘÍPOJKA
- POŽÁRNÍ VODOVOD
- STUĐENÁ VODA

Zpracoval: JAN MERTL	Vedoucí cvičení: ING. PAVLA PECHOVÁ, Ph.D	Školní rok: 2019/2020	Fakulta stavební v ČVUT v Praze
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum: 2020-05-23
Název úlohy: BYTOVÝ DŮM C1			Meřítko: 1:75
Název výkresu: PŮDORYS 1PP			Číslo výkresu: 02



LEGENDA:

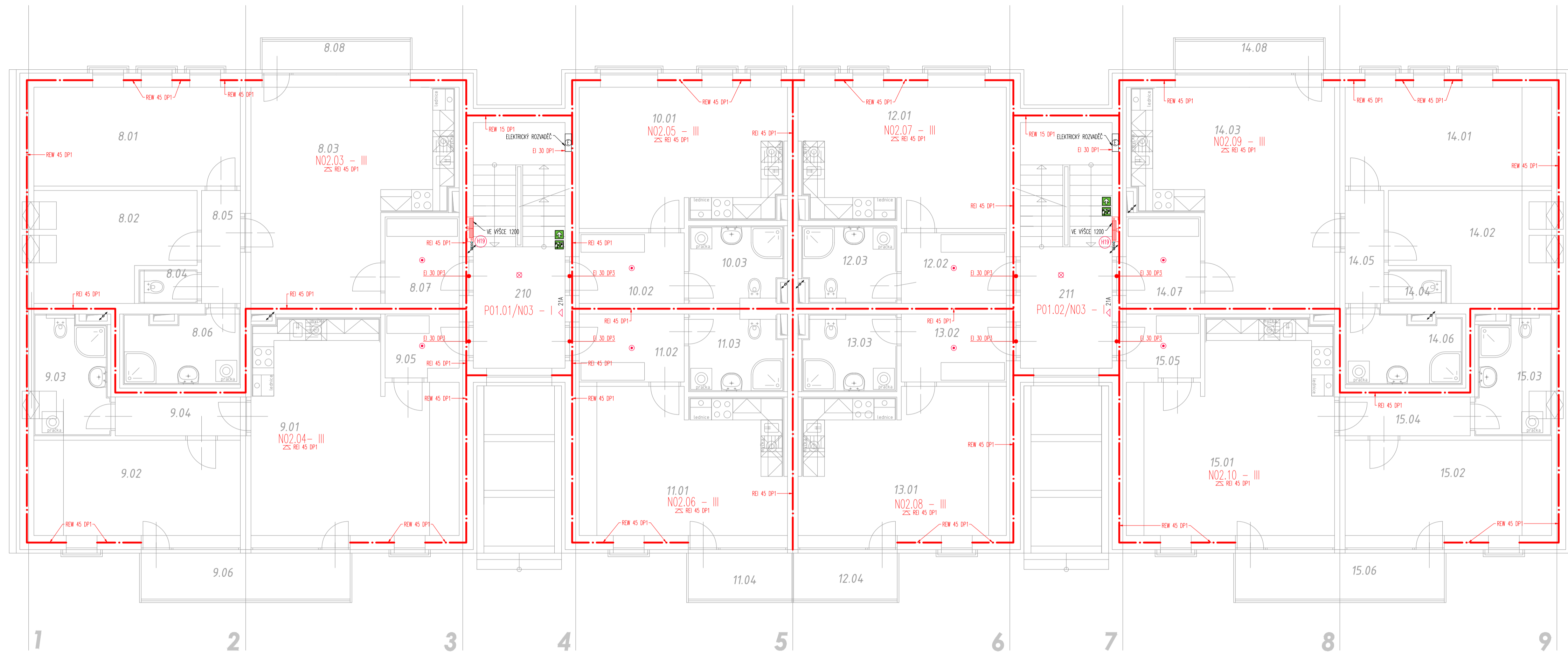
- HRANICE POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- NO2.04 - II ČÍSLO POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE
- ZS REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST STROPŮ
- (H19) HYDRANT S HADICÍ DN19 (TVAROVÉ STALÁ HADICE 20m + 10m DOSTŘÍK)
- ⊗ NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ
- △ 21A PŘENOSNÝ HASIČÍ PŘÍSTROJ 21A
- ZAŘÍZENÍ AUTONOMNÍ DETEKCE A SIGNALIZACE
- ↕ STOUPACÍ POTRUBÍ POKRČUJÍCÍ DO VYŠŠÍHO PODLAŽÍ
- ☐ HYDRANTOVÁ SKŘÍŇ
- ➡ NOUZOVÝ VÝCHOD SE SMĚROVOU ŠÍPKOU BEZPEČNÉHO ONIKU

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

	ČÍSLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA	VÝŠKA
			m <sup>2</sup>	mm
		I. NADZEMNÍ PODLAŽÍ		
BT 2.2	2.01	LOŽNICE	13,00	2600
	2.02	POKOJ	12,10	2600
	2.03	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	27,00	2600
	2.04	WC	1,65	2450
	2.05	KOUPELNA	4,65	2450
	2.06	CHODBA	6,80	2600
	2.07	ZADVEŘÍ	5,40	2600
	CELKEM		70,60	
BT 2.3	3.01	LOŽNICE	12,00	2600
	3.02	PRACOVNA	9,65	2600
	3.03	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	30,80	2600
	3.04	KOUPELNA + WC	5,25	2450
	3.05	ZADVEŘÍ	5,40	2600
	3.06	TERASA	24,20	-
	CELKEM		87,10	
BT 2.4	4.01	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	29,35	2600
	4.02	ZADVEŘÍ	7,65	2600
	4.03	POKOJ	11,40	2600
	4.04	LOŽNICE	13,05	2600
	4.05	KOUPELNA	7,75	2450
	4.06	WC	1,70	2450
	CELKEM		70,90	
SPOLÉČNÉ PROSTORY	110	VENKOVNÍ SCHODIŠTĚ	13,70	-
	111	SPOL. CHODBA A SCHODIŠTĚ	18,00	2600
	CELKEM		31,70	

BT 2.5	5.01	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	29,35	2600
	5.02	ZADVEŘÍ	7,65	2600
	5.03	POKOJ	11,40	2600
	5.04	LOŽNICE	13,05	2600
	5.05	KOUPELNA	7,75	2450
	5.06	WC	1,70	2450
	CELKEM		70,90	
BT 2.6	6.01	KOUPELNA + WC	6,75	2450
	6.02	LOŽNICE	13,75	2600
	6.03	HALA	11,30	2600
	6.04	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	33,30	2600
	6.05	BALKON	6,30	-
	CELKEM		71,40	
BT 2.7	7.01	ZADVEŘÍ	5,40	2600
	7.02	OBYVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	31,60	2600
	7.03	CHODBA	7,10	2600
	7.04	KOUPELNA + WC	5,10	2450
	7.05	POKOJ	10,30	2600
	7.06	LOŽNICE	12,50	2600
	7.07	TERASA	24,20	-
	CELKEM		96,20	
SPOLÉČNÉ PROSTORY	112	VENKOVNÍ SCHODIŠTĚ	13,70	-
	113	SPOL. CHODBA A SCHODIŠTĚ	18,00	2600
	CELKEM		31,70	

Zpracoval: JAN MERTL	Vedoucí cvičení: ING. PAVLA PECHOVÁ, Ph.D	Školní rok: 2019/2020	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum: 2020-05-23
Název dílohy: BYTOVÝ DŮM C1			Měřítko: 1:75
Název výkresu: PŮDORYS 1NP			Číslo výkresu: 03



LEGENDA:

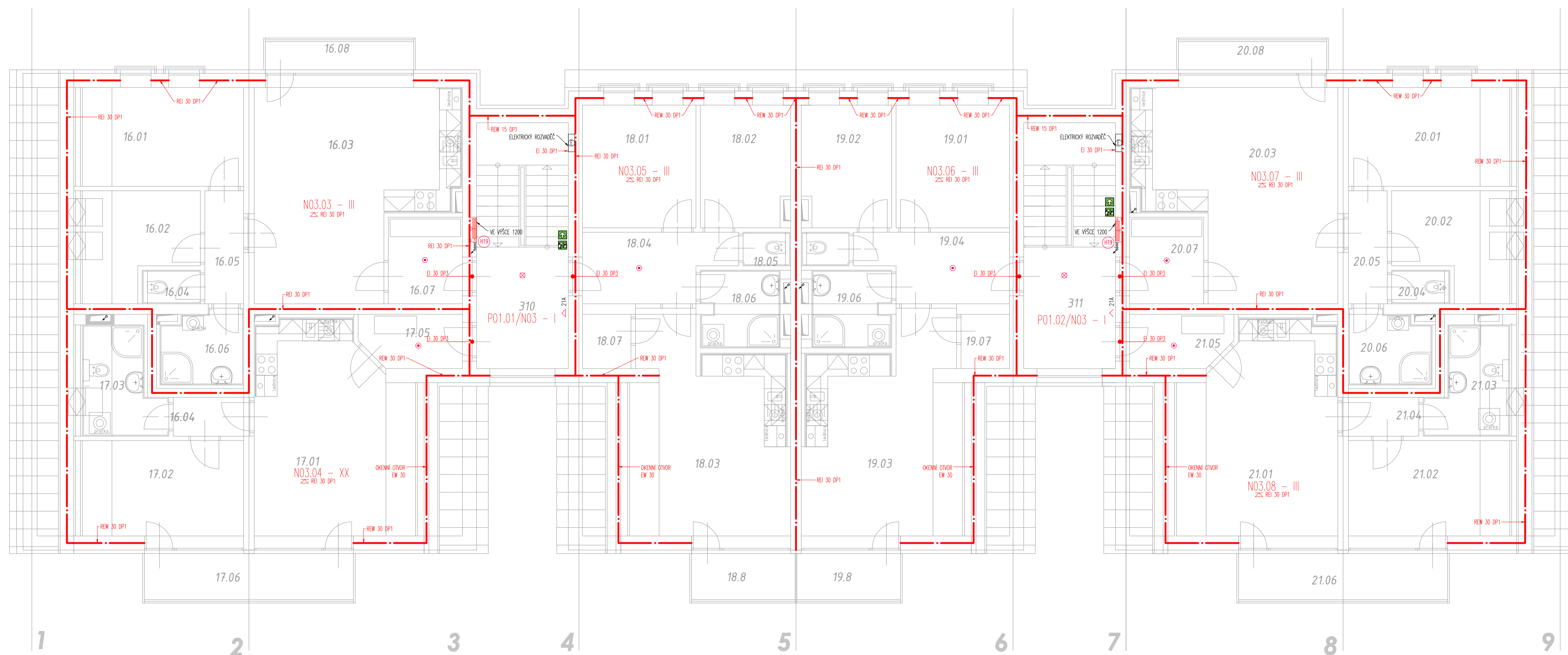
- HRANICE POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- NO2.04-III ČÍSLO POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE
- REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST STROPŮ
- H19 HYDRANT S HADICÍ DN19 (TVAROVÉ STÁLÁ HADICE 20m + 10m DOSTŘÍK)
- ⊗ NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ
- △ 21A PŘENOSNÝ HASIČÍ PŘÍSTROJ 21A
- ZAŘÍZENÍ AUTONOMNÍ DETEKCE A SIGNALIZACE
- STOUPAČÍ POTRUBÍ POKRAČUJÍCÍ DO VYŠŠÍHO PODLAŽÍ
- HYDRANTOVÁ SKŘÍŇ
- ➔ NOUZOVÝ VÝCHOD SE SMĚROVOU ŠÍPKOU BEZPEČNĚHO OÚKU

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

	ČÍSLO	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m2	VÝŠKA mm
BT 2.8	8.01	LOŽNICE	16,40	2600
	8.02	POKOJ	13,20	2600
	8.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	30,00	2600
	8.04	WC	1,40	2450
	8.05	CHODBA	3,20	2600
	8.06	KOUPELNA	6,50	2450
	8.07	ZÁDVEŘÍ	5,40	2600
	8.08	BALKON	4,80	-
	CELKEM		80,90	
BT 2.9	9.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	32,50	2600
	9.02	LOŽNICE	17,00	2600
	9.03	KOUPELNA + WC	6,50	2450
	9.04	CHODBA	3,70	2600
	9.05	ZÁDVEŘÍ	4,30	2600
	9.06	BALKON	9,70	-
	CELKEM		73,70	
BT 2.10	10.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	22,60	2600
	10.02	ZÁDVEŘÍ	6,20	2600
	10.03	KOUPELNA + WC	5,60	2450
	CELKEM		34,40	
BT 2.11	11.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	24,30	2600
	11.02	ZÁDVEŘÍ	6,00	2600
	11.03	KOUPELNA + WC	5,60	2450
	11.04	BALKON	2,20	-
	CELKEM		38,10	
210	SPOL. CHODBA A SCHOUDIŠTĚ	18,00	2600	
CELKEM			18,00	

BT 2.12	12.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	22,60	2600
	12.02	ZÁDVEŘÍ	6,20	2600
	12.03	KOUPELNA + WC	5,60	2450
	CELKEM		34,40	
BT 2.13	13.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	24,30	2600
	13.02	ZÁDVEŘÍ	6,00	2600
	13.03	KOUPELNA + WC	5,60	2450
	13.04	BALKON	2,20	-
	CELKEM		38,10	
BT 2.14	14.01	LOŽNICE	16,40	2600
	14.02	POKOJ	13,20	2600
	14.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	30,00	2600
	14.04	WC	1,40	2450
	14.05	CHODBA	3,20	2600
	14.06	KOUPELNA	6,50	2450
14.07	ZÁDVEŘÍ	5,40	2600	
14.08	BALKON	4,80	-	
	CELKEM		80,90	
BT 2.15	15.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	32,50	2600
	15.02	LOŽNICE	17,00	2600
	15.03	KOUPELNA + WC	6,50	2450
	15.04	CHODBA	3,70	2600
	15.05	ZÁDVEŘÍ	4,30	2600
	15.06	BALKON	9,70	-
	CELKEM		73,70	
211	SPOL. CHODBA A SCHOUDIŠTĚ	18,00	2600	
CELKEM			18,00	

Zpracoval: JAN MERTL	Vedoucí cvičení: ING. PAVLA PECHOVÁ, Ph.D	Školní rok: 2019/2020	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			Datum: 2020-05-23
Název úlohy: BYTOVÝ DŮM C1			Meřítko: 1:75
Název výkresu: PŮDORYS 2NP			Číslo výkresu: 04



LEGENDA:

- HRANICE POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- NO2.04 - II ČÍSLO POŽÁRNÍHO ÚSEKU
- REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE
- ZS REI - 90 DP1 POŽÁRNÍ ODOLNOST STROPŮ
- (H19) HYDRANT S HADICÍ DN19 (TVAROVĚ STÁLÁ HADICE 20m + 10m DOSTŘÍK)
- ⊗ NOUZOVÉ OSVĚTLENÍ
- △ 21A PŘENOSNÝ HASIČÍ PŘÍSTROJ 21A
- ZAŘÍZENÍ AUTONOMNÍ DETEKCE A SIGNALIZACE
- ↗ STOUPAK POTRUBÍ POKRAČUJÍCÍ DO VYŠŠÍHO PODLAŽÍ
- [Symbol] HYDRANTOVÁ SKŘŇ
- [Symbol] NOUZOVÝ VÝCHOD SE SMĚROVOU ŠÍPKOU BEZPEČNÉHO ŮNIKU

LEGENDA MÍSTNOSTÍ

	ČÍSLO	NAZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m²	VÝŠKA mm
BT 2.16	16.01	LOŽNICE	13,60	2600
	16.02	POKOJ	10,00	2600
	16.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	29,00	2600
	16.04	WC	1,40	2450
	16.05	CHODBA	3,20	2600
	16.06	KOUPELNA	4,80	2450
	16.07	ZÁDVEŘÍ	5,40	2600
	16.08	BALKON	6,50	-
	CELKEM		73,90	
BT 2.17	17.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	27,30	2600
	17.02	LOŽNICE	14,20	2600
	17.03	KOUPELNA + WC	6,50	2450
	17.04	CHODBA	2,80	2600
	17.05	ZÁDVEŘÍ	4,80	2600
	17.06	BALKON	9,70	-
CELKEM		65,30		
BT 2.18	18.01	LOŽNICE	11,50	2600
	18.02	POKOJ	8,90	2600
	18.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	26,10	2600
	18.04	ZÁDVEŘÍ	7,50	2600
	18.05	WC	1,20	2450
	18.06	KOUPELNA	4,90	2450
	18.07	ŠATNA	2,10	2600
	18.08	BALKON	3,20	-
CELKEM		65,40		
310	SPOL. CHODBA A SCHODIŠTĚ	18,00	2600	
CELKEM		18,00		

BT 2.19	19.01	LOŽNICE	11,50	2600
	19.02	POKOJ	8,90	2600
	19.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	26,10	2600
	19.04	ZÁDVEŘÍ	7,50	2600
	19.05	WC	1,20	2450
	19.06	KOUPELNA	4,90	2450
	19.07	ŠATNA	2,10	2600
	19.08	BALKON	3,20	-
CELKEM		65,40		
BT 2.20	20.01	LOŽNICE	13,60	2600
	20.02	POKOJ	10,00	2600
	20.03	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	29,00	2600
	20.04	WC	1,40	2450
	20.05	CHODBA	3,20	2600
	20.06	KOUPELNA	4,80	2450
	20.07	ZÁDVEŘÍ	5,40	2600
20.08	BALKON	6,50	-	
CELKEM		73,90		
BT 2.21	21.01	OBÝVACÍ POKOJ + KUCHYŇ	27,30	2600
	21.02	LOŽNICE	14,20	2600
	21.03	KOUPELNA + WC	6,50	2450
	21.04	CHODBA	2,80	2600
	21.05	ZÁDVEŘÍ	4,80	2600
	21.06	BALKON	9,70	-
CELKEM		65,30		
311	SPOL. CHODBA A SCHODIŠTĚ	18,00	2600	
CELKEM		18,00		

Zpracoval: JAN MERTL	Vedoucí cvičení: ING. PAVLA PECHOVÁ, Ph.D	Školní rok: 2019/2020	Fakulta stavební v Praze
Předmět: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			ČVUT
Název úlohy: BYTOVÝ DŮM C1			Číslo úlohy: 05
Název výkresu: PŮDORYS 3NP			Meřítko: 1:75
			Číslo výkresu: 05
Datum: 2020-05-23			