



NÁVRH RIEŠENIA ODSUPOVÝCH VZDIALENOSTÍ POŽIARNYM MODELOM

DRAFT SOLUTION OF STAND-OFF DISTANCES BY A FIRE MODEL

DOROTA HODÚLOVÁ, STANISLAVA GAŠPERCOVÁ

ABSTRACT: *This paper presents a case study of a selected aspect of the fire safety solution for buildings, namely stand-off distances. This issue is addressed in two ways, a prescriptive approach using STN 92 0201 - 4 and using the PyroSim modelling tool. The paper contains a description of the calculation of stand-off distances using the prescriptive approach and a description of the determination of stand-off distances using the PyroSim modelling tool with a comparison of the results of the stand-off distances for a selected area of an apartment. This paper aims to highlight the differences that arise in the determination of spacing distances when some input data are changed and to compare them with the results with simulations.*

KEYWORDS: *Stand-off distances. Prescriptive approach. Modelling tool. PyroSim,*

ÚVOD

Požiarne bezpečnosť stavieb je schopnosť stavebných objektov odolávať a brániť poškodeniu zdravia a stratám na životoch ľudí, zvierat a majetku v prípade požiaru. K tomu aby bolo možné realizovať stavbu je potrebné, aby boli splnené všetky požiadavky na protipožiarne bezpečnosť stavby, ktoré sú uvedené v projektovej dokumentácii protipožiarnej bezpečnosti stavby. Pri analýze problematiky riešenia požiarnej bezpečnosti stavieb na Slovensku sa vychádza zo všeobecne platných právnych predpisov a slovenských technických noriem (ďalej len "STN"). STN nie sú právne záväzné, ale ich znenie je záväzné, ak sa vykonávací predpis odvoláva na STN (Projekt PBS, 2024; Zákon č. 314/2001) Protipožiarne bezpečnosť stavieb sa na Slovensku sa rieši Slovenskými technickými normami (ďalej len „STN“):

- STN 92 0201 – 1 až 4 Protipožiarne bezpečnosť stavieb.
- STN 92 0400 Zásobovanie vodou na hasenie požiarov.
- STN 92 0202 – 1 Vybavenie stavieb hasiacimi prístrojmi
- STN 92 0241 Obsadenie stavieb osobami.
- Ďalšími STN, ktoré vyplývajú z riešenia konkrétnych stavieb, a na ktoré sa odvolávajú jednotlivé normy.

V súčasnosti neexistuje spôsob, ako stopercentne predvídať správanie požiaru a jeho účinky na budovy, ale je možné ich odhadnúť pomocou dostupných nástrojov. Medzi takéto nástroje patria aj požiarne modely. Požiarne modely predstavujú technológiu, ktorá umožňuje simulovať požiare, najmä v uzavretých priestoroch. Vďaka tejto technológii môžeme predpovedať správanie a priebeh požiarov, čím môžeme účinne bojovať proti ich vzniku, a tým eliminovať škody na majetku a najmä chrániť životy a zdravie obyvateľov týchto stavieb. Implementácia požiarnych modelov do praxe je však z hľadiska riešenia požiarnej bezpečnosti stavieb zatiaľ neznáma, no na ich aplikáciu stačí stanoviť okrajové podmienky v jednotlivých oblastiach riešenia požiarnej bezpečnosti stavieb, za ktorých by poskytovali podobné výsledky ako pri normatívnom prístupe.

Cieľom článku je poukázať na možnosti riešenia odstupových vzdialeností ako časti riešenia protipožiarnej bezpečnosti stavieb pomocou modelovacích nástrojov a porovnanie výsledkov simulácií s preskriptívnym prístupom podľa STN 92 0201 -4. Tento príspevok slúži na poukávanie na možnosti riešenia problematiky požiarne nebezpečného priestoru stavieb pomocou modelovacích nástrojov v ďalších výskumoch.

1. MOŽNOSTI RIEŠENIA ODSUPOVÝCH VZDIALENOSTÍ

Riešenie podľa STN 92 0201 – 4: Odstupové vzdialenosti

Odstupová vzdialenosť, alebo inak povedané požiarne nebezpečný priestor stavby, je priestor okolo stavby, v ktorom je možné prenesenie požiaru sálaním tepla, alebo padajúcimi časťami horiacej konštrukcie. Na to aby sa zabránilo preneseniu požiaru z jednej stavby na druhú, je potrebné odstupové vzdialenosti dodržiavať. Odstupové vzdialenosti sa riešia na základe *STN 92 0201 – 4 Odstupové vzdialenosti*, v ktorej je popísané ako sa tieto vzdialenosti stanovujú, na základe akých podmienok, ako sa počítajú a určuje sa ich presná hodnota. Najbežnejším výpočtom požiarne nebezpečného priestoru v stavbe je odstupová vzdialenosť od úplne požiarne otvorených plôch, napríklad okien stavby (STN 92 0201 – 4, 2000).

Odstupová vzdialenosť úplne požiarne otvorenej plochy požiarneho úseku sa určuje podľa rovnice (1) (STN 92 0201 – 4, 2000):

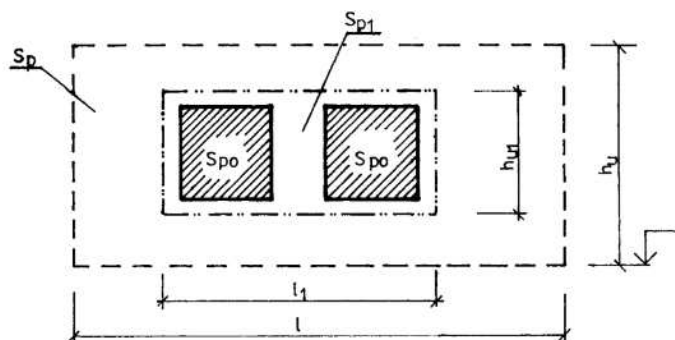
$$p_o = \frac{S_{po}}{S_p} * 100 \leq 100 \quad (1)$$

Kde: p_o je podiel požiarne otvorených plôch k ploche steny v %

S_{po} je veľkosť požiarne otvorených plôch v m²

S_p je plocha obvodovej steny, v ktorej sú požiarne otvorené plochy v m²

Ak požiarne otvorené plochy nie sú rozmiestnené po celej ploche obvodovej steny, zvolí sa táto plocha čo najmenšia s dĺžkou l_1 (m) a výškou h_1 (m), v ktorej ležia všetky požiarne otvorené plochy. Určenie S_{po} a S_p je znázornené na Obrázku 1 (STN 92 0201 – 4, 2000).

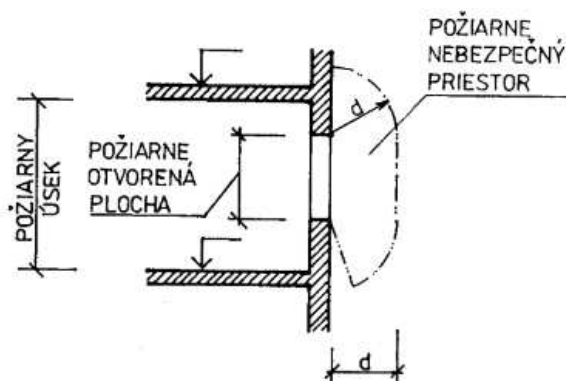


Obrázok 1 Určenie S_{po} a S_p (STN 92 0201 – 4, 2000)

Po získaní podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa určí odstupová vzdialenosť d podľa normy STN 92 0201 – 4, Tabuľky 3. V norme sa nachádza viacero tabuliek v závislosti od výšky obvodovej steny h_u , v ktorej sa nachádzajú požiarne otvorené plochy. Po vybratí vhodnej tabuľky sa konkrétna odstupová vzdialenosť pre obvodovú stenu požiarneho úseku určí podľa dĺžky l_u tejto obvodovej steny, podielu požiarne otvorených plôch v % a podľa hodnoty výpočtového požiarneho zaťaženia p_v (kg.m⁻²), alebo ekvivalentného času trvania požiaru τ_e (min) (STN 92 0201 – 4, 2000). Požiarne nebezpečný priestor je ohraničený plochou, ktorá je vedená rovnobežne s požiarne otvorenou plochou požiarneho úseku. Požiarne nebezpečný priestor pred požiarne otvorenou plochou požiarneho úseku je po stranách ohraničený oválnou plochou s rovnakým polomerom, ako je odstupová vzdialenosť. Osi požiarne nebezpečného priestoru sú totožné s hranicami požiarnej otvorenej plochy a rovinami, ktoré vychádzajú z hraníc požiarne otvorenej plochy a zvierajú s ňou uhol 160°. Výskovo sa požiarne nebezpečný priestor požiarneho úseku určuje podobne ako po stranách. Určenie požiarne nebezpečného priestoru po stranách je znázornené na Obrázku 2 a určenie požiarne nebezpečného priestoru výskovo je znázornené na Obrázku 3 (STN 92 0201 – 4, 2000).



Obrázok 2 Požiarne nebezpečný priestor po stranách (STN 92 0201 – 4, 2000)



Obrázok 3 Požiarne nebezpečný priestor na výšku (STN 92 0201 – 4, 2000)

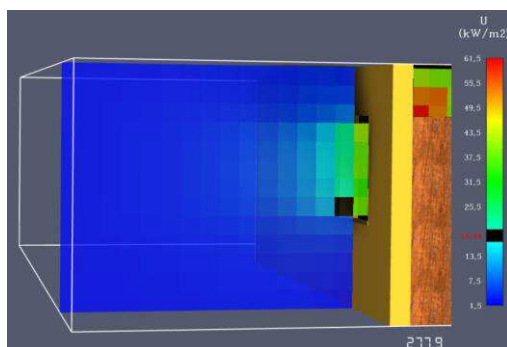
Riešenie požiarnymi modelmi

Požiarne modely sú návrhové požiare založené na ohraničenej oblasti použitia špecifických fyzikálnych parametrov, ktoré slúžia na projektovanie protipožiarnej bezpečnosti stavieb, hodnotenie možností evakuácie objektov, na vytvorenie návrhov zariadení na odvod tepla a splodín horenia, vyšetrovanie príčin vzniku požiarov a jeho priebehu (Vráblová, 2013).

Softvér FDS je počítačový program určený na riešenie problémov z oblasti technickej požiarnej ochrany a zároveň je nástrojom k štúdiu základnej dynamiky požiaru a spaľovania. Program bol navrhnutý pre štúdie, ktoré sa zaoberajú manipuláciou s dymom a aktiváciou požiarnych zariadení, a rekonštrukcie obytných a priemyselných požiarov. FDS číta vstupné parametre, údaje, z textového súboru, pomocou ktorých rieši radiácie rovnice popisujúce vývoj ohňa a zapisuje výstupné údaje do súborov určených používateľom. FDS je voľne dostupným programom (McGrattan, 2021).

Program PyroSim je grafickým používateľským rozhraním pre FDS, ktorý je spolu s vizualizačným programom Smokeview integrovaný do systému PyroSim. Tento systém poskytuje okamžitú vstupnú spätnú väzbu a správny formát pre FDS. PyroSim ponúka funkcie vytvárania geometrie v 2D a 3D zobrazeniach. V rámci geometrie je možné vytváranie objektov, ich zoskupovanie, replikácia či ich flexibilné zobrazenie. Program PyroSim umožňuje importovať a exportovať súbory programu FDS, ktorý kontroluje správnosť údajov. PyroSim taktiež umožňuje importovať niektoré typy formátov súborov programu AutoCAD, v rámci ktorých sú jednotlivé geometrie programu reprezentované ako vodiace čiary alebo prekážky (PyroSim, 2014).

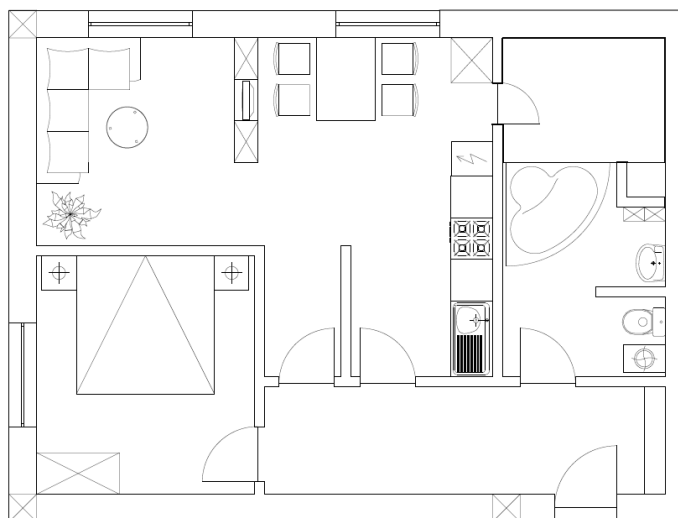
V PyroSim je možné merať odstupové vzdialenosti. Tie sa merajú pomocou *Roviny (Slice)*, ktorá sa umiestni vodorovne na jednu z osí x, y alebo z. Ďalej sa určí veličina, ktorá bude meraná, teda *Hustota tepelného toku*, ktorej kritická hodnota pre meranie požiarne nebezpečného priestoru je $18,5 \text{ kW.m}^{-2}$. Príklad vytvorenia *Roviny* a merania odstupovej vzdialenosti je znázornený na Obrázku 4.



Obrázok 4 Meranie odstupovej vzdialenosti v PyroSim pomocou *Roviny*

2. ODSUPOVÉ VZDIALENOSTI VO VYBRANOM PRIESTORE

Vybraným priestorom pre zistenie a porovnanie odstupových vzdialeností bol požiarny úsek bytu. Byt pozostával z obývacej izby prepojenej s kuchyňou a jedálňou, spálne, kúpeľne s toaletou, komory a chodby. Byt mal 3 okná, jedno sa nachádzalo v spálni, ďalšie dve v obývacej izbe s kuchyňou. Na Obrázku 5 je zobrazený pôdorys bytu, v Tabuľke 1 sú uvedené rozmery jednotlivých miestností a okien v byte.



Obrázok 5 Pôdorys bytu

Tabuľka 1 Rozmery miestností bytu

Miestnosť/Okno	Šírka [m]	Dĺžka [m]	Výška [m]
Obývacia izba	3,7	4,0	2,5
Kuchyňa s jedálňou	5,3	3,9	2,5
Spálňa	3,0	3,0	2,5
Kúpeľňa s toaletou	2,2	1,9	2,5
Komora	3,1	1,9	2,5
Chodba	1,4	5,9	2,5
Okná	1,2	-	1,1

Riešenie podľa STN 92 0201 – 4: Odstupové vzdialenosti

Vzdialenosť požiarne nebezpečného priestoru sa počíta na základe podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny v % podľa vzorca (1). Pri výpočte veľkosti požiarne otvorených plôch je iba jeden spôsob ako ju zistiť, a to sčítaním plôch otvorov. Pri zisťovaní plochy obvodovej steny, v ktorej sú

požiarne otvorené plochy je viacero spôsobov, ktoré ovplyvňujú výslednú hodnotu podielu požiarne otvorených plôch k ploche steny. Záleží to od toho, koľko okien sa v obvodovej stene nachádza a ako sú rozmiestnené. V nasledujúcej časti práce sa preukážu možné spôsoby počítania odstupových vzdialeností (STN 92 0201 – 4, 2000).

Podľa STN 92 0201 – 4 sa ďalej odstupové vzdialenosti určujú na základe Tabuľky 3 a Tabuľky 6. Tabuľka 3 sa v Slovenskej technickej norme využíva na určenie odstupových vzdialeností vo všeobecnosti, teda sa môže použiť aj na požiarne úseky bytov. Tabuľka 6 je určená odstupovým vzdialenostiam požiarnych úsekov, ktoré tvoria obytné bunky v stavbe na bývanie (STN 92 0201 – 4, 2000).

Odstupové vzdialenosti obývacej izby a kuchyne

Výpočet S_{p0}

$$S_{p0} = 2 * (1,2 * 1,1)$$

$$S_{p0} = 2,64 \text{ m}^2$$

Výpočet S_p

Plocha obvodovej konštrukcie sa počíta ako tesné ohraničenie okien

$$S_{p1} = 5,8 * 1,1$$

$$S_{p1} = 6,38 \text{ m}^2$$

Plocha obvodovej konštrukcie sa počítala z dĺžky, ktorá tesne ohraničuje okná a z výšky, ktorá sa rovnala výške priestoru

$$S_{p2} = 5,8 * 2,5$$

$$S_{p2} = 14,5 \text{ m}^2$$

Na základe získaných medzi výpočtov bolo možné stanoviť dve hodnoty podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny.

$$p_{o1} = 0,4137 = 41,37 \%$$

$$p_{o2} = 0,182 = 18,2 \%$$

Hodnoty podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa následne zobrali do Tabuľky 3 a Tabuľky 6 STN 92 0201 - 4. Podľa Tabuľky 3 sa uvedené hodnoty vložili do jej prvej časti, ktorá sa zaoberá hodnotami odstupových vzdialeností pri výške obvodovej steny h_u do 3 m. V oboch prípadoch bola dĺžka obvodovej steny rovnaká, a to 5,8 m, preto sa brali hodnoty z tabuľky z časti, kde hodnota l_u bola do 9 m. V rámci časti podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa pre prvý výpočet brala hodnota do 60 % a v druhom výpočte do 20 %. Keďže byt ako požiarne úsek sa rieši v rámci protipožiarnej bezpečnosti ako nevýrobná stavba, tak sa muselo zistiť výpočtové požiarne zaťaženie tohto požiarneho úseku p_v . Táto hodnota sa môže stanoviť buď výpočtom podľa STN 92 0201 – 1, alebo zjednodušeným spôsobom odčítania hodnoty p_v z tejto normy, konkrétne z Prílohy K, Tabuľka K1, v ktorej sa hodnoty výpočtového požiarneho zaťaženia sa určili na základe Položky 16 – Byty, bytové domy, rodinné domy, domovy dôchodcov vrátane príslušenstva. Na základe tejto položky bola stanovená hodnota p_v na 50 kg.m⁻². Následne sa určili hodnoty odstupových vzdialeností:

$$d_{11} = 4,4 \text{ m}$$

$$d_{21} = 1,1 \text{ m}$$

Podľa Tabuľky 6 sa odstupová vzdialenosť určuje na základe hodnoty podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny a podľa dĺžky požiarneho úseku. Dĺžka požiarneho úseku je v tomto prípade 10 m, takže z tabuľky sa zobrala hodnota do 15 m. Z podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa brali hodnoty do 20 % a do 60 %. Následne sa určili hodnoty odstupových vzdialeností:

$$d_{12} = 4,5 \text{ m}$$

$$d_{22} = 0,8 \text{ m}$$

Odstupové vzdialenosti spálne

Rovnakým spôsobom ako pri určovaní odstupových vzdialeností pre obývaciu izbu s kuchyňou sa postupovalo pri spálni.

Výpočet S_{po}

$$S_{po} = 1,2 * 1,1$$

$$S_{po} = 1,32 \text{ m}^2$$

Výpočet S_p

Plocha obvodovej konštrukcie sa počíta ako tesné ohraničenie okien

$$S_{p3} = 1,2 * 1,1$$

$$S_{p3} = 1,32 \text{ m}^2$$

Plocha obvodovej konštrukcie sa počítala z dĺžky, ktorá tesne ohraničuje okná, a z výšky, ktorá bola rovná výške priestoru

$$S_{p4} = 1,2 * 2,5$$

$$S_{p4} = 3 \text{ m}^2$$

Na základe získaných medzi výpočtov bolo možné stanoviť dve hodnoty podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny.

$$p_{o3} = 1 = 100 \%$$

$$p_{o4} = 0,44 = 44 \%$$

Podľa Tabuľky 3, jej prvej časti, ktorá sa zaoberá hodnotami odstupových vzdialeností pri výške obvodovej steny h_u do 3 m sa určila odstupová vzdialenosť podľa dĺžky obvodovej steny 1,2 m, teda brala sa hodnota l_u do 4,5 m. V rámci časti podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa pre prvý výpočet brala hodnota do 100 % a v druhom výpočte do 60 %. Rovnako ako v predchádzajúcej časti sa hodnota výpočtového požiarneho zaťaženia brala z normy, p_v na 50 kg.m⁻². Následne sa určili hodnoty odstupových vzdialeností:

$$d_{31} = 4,7 \text{ m}$$

$$d_{41} = 3,4 \text{ m}$$

Podľa Tabuľky 6 sa odstupová vzdialenosť určila podľa dĺžky požiarneho úseku 7 m, takže z tabuľky sa brala hodnota do 9 m. Z podielu požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny sa brali hodnoty do 100 % a do 60 %. Následne sa určili hodnoty odstupových vzdialeností:

$$d_{32} = 5,9 \text{ m}$$

$$d_{42} = 4 \text{ m}$$

Riešenie odstupových vzdialeností v PyroSim

V programe PyroSim boli odstupové vzdialenosti riešené dvomi spôsobmi. Prvým spôsobom bolo namodelovanie celého bytu v PyroSim, zadefinovanie požiarov a následné sledovanie odstupových vzdialeností. Druhý spôsob bol zjednodušený, nakoľko bol požiar bytu priradený malej ploche, ktorá odhorievala a následne sa sledovali odstupové vzdialenosti.

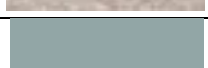
Odstupové vzdialenosti namodelovaním celého bytu

V rámci tohto spôsobu sa ako prvé namodelovala výpočtová sieť s rozmermi 10 x 13 x 2,5 m. Bunky výpočtovej siete boli nastavené na veľkosť 0,25 x 0,25 x 0,25 m. Následne bolo vytvorených 5 materiálov, ktoré sú uvedené v Tabuľke 2 spolu s ich vlastnosťami. Tieto materiály boli vybrané z dostupnej databázy programu PyroSim. Následne z týchto materiálov boli vytvorené povrchy, ktoré sú popísané v Tabuľke 3.

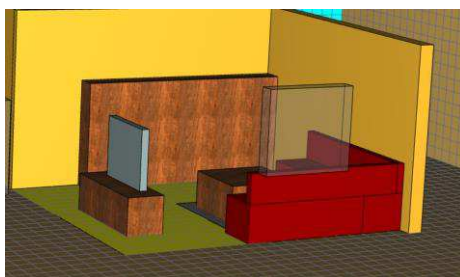
Tabuľka 2 Materiály a ich vlastnosti (PyroSim, 2014)

Materiál	Hustota [kg.m ⁻³]	Špecifické teplo [kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Vodivosť [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	Emisivita [-]	Koeficient absorpcie [m ⁻¹]
Betón	2 280	1,04	1,8	0,9	0,0005
Pena	28	1,7	0,05	0,9	0,0005
Plast	1 380	1	0,1	0,95	0,0005
Drevo	450	1	0,1	0,9	0,0005
Látka	100	1	0,1	0,9	0,0005

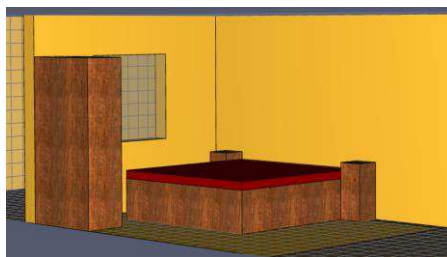
Tabuľka 3 Povrchy a ich popis

Povrch	Hrúbka [m]	Zloženie	Vzor
Stena	0,1	Betón 100 %	
Nábytok	0,1	Drevo 100 %	
Sedacia časť	0,1	Pena 90 % Látka 10%	
Koberec	0,01	Látka 100 %	
TV	0,1	Plast 100 %	

Ďalej bol vytvorený priestor požiaru, jednotlivé miestnosti s rovnakými rozmermi ako sa použili pri výpočte odstupových vzdialeností pri výpočtoch podľa normy. Taktiež miestnosti spálňa a obývacia izba boli zariadené, nakoľko v nich sa nachádzalo najviac horľavých materiálov. V priestore spálne bola vytvorená posteľ, dva nočné stolíky a skriňa. V obývacej izbe bola vytvorená sedacia súprava, stolík, skrine, televízia a koberec. Zariadenie týchto dvoch miestností bolo vybrané na základe pôdorysu a na základe definovaného požiaru, ktorý bude popísaný nižšie. Namodelovaný priestor obývacej izby je znázornený na Obrázku 6 a spálne na Obrázku 7.



Obrázok 6 Priestor obývacej izby v PyroSim

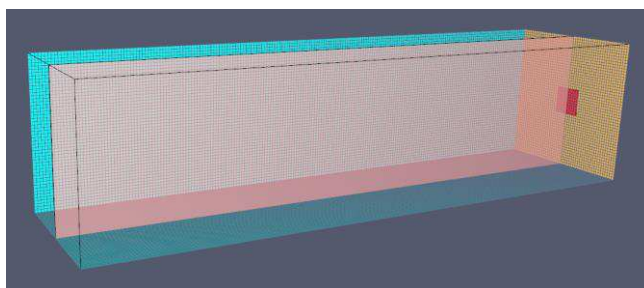


Obrázok 7 Priestor spálne v PyroSim

Ďalším krokom bolo zadefinovanie požiaru. Požiar bol vytvorený použitím povrchu *Horák (Burner)*, ktorý bol zadefinovaný pomocou hodnôt rýchlosti uvoľňovania tepla v čase. Jednotlivé hodnoty rýchlostí uvoľňovania tepla v čase boli vybrané z *Katalógu rýchlostí uvoľňovania tepla*, ktorý pochádza z Českého vysokého učení technického v Prahe (Wald, 2017). Z katalógu požiarov bol vybraný požiar obýpacej izby a spálne. V obýpacej izbe sa mala nachádzať sedacia súprava, skrinky, stolík, televízor a koberec. V spálni to mala byť posteľ, dva nočné stolíky a skriňa. Na základe tohto zariadenia bol zariadený byt aj v simulácii. Keďže sa požiare vzťahovali na celú miestnosť, tak požiare boli priradené podlahe miestnosti. Rýchlosti uvoľňovania tepla pre jednotlivé miestnosti sa nachádzajú v *Katalógu rýchlostí uvoľňovania tepla* (Wald, 2017). Ďalej boli vytvorené *Roviny*, ktoré slúžili na meranie odstupových vzdialeností. *Roviny* boli vytvorené tri, každá rovina bola vedená stredom okna vo vertikálnom smere. *Roviny* boli nastavené na meranie parametru *Hustota tepelného toku*. Posledným krokom bolo nastavenie parametrov simulácie, ktoré zostali na predvolených hodnotách programu.

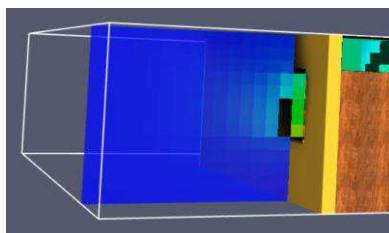
Odstupové vzdialenosti zjednodušeným spôsobom

V rámci zjednodušeného spôsobu sa v PyroSim vytvorili dve simulácie. Jedna simulácia bola zameraná na odstupovú vzdialenosť pri požiari spálne, druhá pri požiari obýpacej izby, teda sa odstupové vzdialenosti požiarneho úseku posudzovali samostatne pre každú miestnosť. Ako prvé sa vytvorili v PyroSim výpočtové siete. Výpočtové siete mali rozmery 20 x 5 x 5 m. Veľkosti výpočtových buniek boli nastavené na 0,1 x 0,1 x 0,1 m, teda boli menšie ako v prvej simulácii, nakoľko tieto simulácie boli jednoduchšie a kvôli väčšej presnosti výpočtov to bolo vhodnejšie. Ďalším krokom bolo vytvorenie *Povrchu* požiaru. V každej simulácii sa vytvoril jeden povrch, ktorý reprezentoval požiar obýpacej izby alebo spálne. Požiare boli definované na základe *Rýchlostí uvoľňovania tepla* v čase podľa Prílohy A. Následne bol vytvorený *Otvor*, ktorému bola priradená výplň povrchu požiaru. Tento otvor mal rovnaké rozmery ako okná podľa pôvodného projektu. Otvor bol umiestnený v strede steny s rozmermi 5 x 5 m. Ďalej boli okrajom siete priradené povrchu *Open*, ktoré mali simulovať otvorený priestor pre únik splodín horenia. Následne boli vytvorené *Roviny* na meranie odstupových vzdialeností so zaznamenávaním parametru *Hustoty tepelného toku*. *Roviny* boli vedené stredom okien vo vertikálnom smere. Následne boli nastavené parametre priestoru požiaru, ktoré zostali na preddefinovaných hodnotách programu. Na Obrázku 8 je zobrazený priestor simulácie požiaru obýpacej izby zjednodušeným spôsobom.

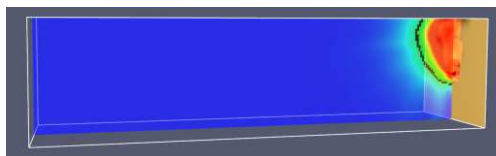


Obrázok 8 Priestor simulácie požiaru obýpacej izby zjednodušeným spôsobom

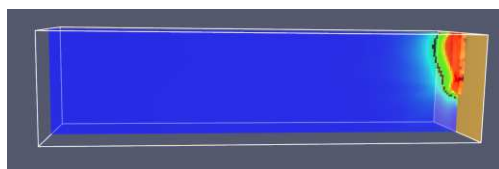
Odstupové vzdialenosti z programu PyroSim sa museli získať odčítaním odstupovej vzdialenosti grafických výsledkov simulácií, a to tak, že sa na stupnici dosiahnutých hodnôt *Hustoty tepelného toku* vyznačila hodnota 18,5 kW.m⁻², čím program v miestach dosiahnutia tejto hodnoty vyfarbil v rovine bunky čiernou farbou. Príklad zaznamenaných odstupových vzdialeností pri simulácii celého bytu je zobrazený na Obrázku 9. Príklad zaznamenaných odstupových vzdialeností pre zjednodušené simulácie, konkrétne pre miestnosť obýpacej izby je zobrazený na Obrázku 10 a pre spáľňu na Obrázku 11.



Obrázok 9 Odstupová vzdialenosť simulácie celého bytu



Obrázok 10 Odstupová vzdialenosť zjednodušenej simulácie obývacej izby



Obrázok 11 Odstupová vzdialenosť zjednodušenej simulácie spálne

3. VÝSLEDKY A ZÁVER

Na základe jednotlivých výpočtov a simulácií sa získali výsledky odstupových vzdialeností pre požiarneho úseku bytu, konkrétne pre jeho 3 okná. Odstupové vzdialenosti podľa STN 92 0201 - 4 boli získané výpočtom. Odstupové vzdialenosti z programu PyroSim bolo potrebné získať odpočítaním odstupovej vzdialenosti z grafických výsledkov simulácií. Hodnoty odstupových vzdialeností z výpočtov a simulácií sa nachádzajú v Tabuľke 4.

Tabuľka 4 Hodnoty odstupových vzdialeností

Miestnosť			Odstupová vzdialenosť
Simulácie	Zjednodušený spôsob		Obývacía izba
			2,1
			Spálňa
			1,5
Výpočty	Podľa Tabuľky 3		Obývacía izba
			4,4
			Spálňa
			4,7
	Podľa Tabuľky 6	Tesné ohraničenie okien	Obývacía izba
			1,1
		Výška h_u je výška priestoru	Spálňa
			3,4
	Podľa Tabuľky 6	Tesné ohraničenie okien	Obývacía izba
			4,5
		Výška h_u je výška priestoru	Spálňa
			5,9
			Obývacía izba
			0,8
			Spálňa
			4

Ako možno vidieť, tak výsledky pre odstupové vzdialenosti pri simulácii celého bytu sú veľmi malé, naopak pri zjednodušenom spôsobe sú niekoľko násobne väčšie. Táto skutočnosť bola spôsobená tým, že pri simulácii celého bytu bol požiar určený podlahe bytu, teda samotné teplo a sledovaný parameter hustoty tepelného toku nemal dostatočnú intenzitu, aby sa dostal cez okno von z miestnosti, požiarneho

úseku. Pri zjednodušenom spôsobe bol požiar priradený samotnému oknu, teda sledovaný parameter hustoty tepelného toku priamo vyžaroval do vonkajšieho prostredia a preto bola odstupová vzdialenosť zaznamenaná väčšia. V rámci simulácii, by bolo vhodnejšie využívať zjednodušený spôsob simulácie odstupových vzdialeností, nakoľko sa ušetrí čas strávený nad simuláciou priestoru požiaru, ale taktiež odstupové vzdialenosti vychádzajú väčšie, teda sú na strane bezpečnosti. Pri riešení odstupových vzdialeností pomocou výpočtov podľa STN 92 0201 – 4 je vidieť, že čím je podiel požiarne otvorených plôch k ploche obvodovej steny väčší, tým je aj väčšia odstupová vzdialenosť. Z tohto dôvodu je na strane bezpečnosti, aby plocha obvodovej konštrukcie, v ktorej sa nachádzajú požiarne otvorené plochy bola čo najmenšia, teda podiel vyjde najväčší a teda aj odstupová vzdialenosť bude väčšia. Taktiež je viditeľný rozdiel medzi určením odstupovej vzdialenosti podľa Tabuľky 3 a Tabuľky 6. Hodnoty odstupových vzdialenosti vychádzajú približne rovnaké, niekedy je hodnota vyššia podľa Tabuľky 3 a niekedy podľa Tabuľky 6, avšak mala by sa využívať Tabuľka 6, nakoľko je na to určená.

Na základe porovnania výsledkov jednotlivých výpočtov a simulácii je vidieť, že medzi jednotlivými výsledkami odstupových vzdialeností je zhoda, a je teda možné, aby sa implementovalo požiarne inžinierstvo do určovania odstupových vzdialeností stavieb, k čomu je ale potrebné vytvoriť väčšie množstvo simulácií a výpočtov na rôznych typoch stavieb, čo môže byť predmetom riešenia ďalších výskumov.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA projekt č. 041ŽU-4/2023,, VZDELÁVACÍ A VÝCVIKOVÝ MODUL ROZŠIRUJÚCI ZNALOSTI, ZRUČNOSTI A KOMPETENCIE ŠTUDENTOV PROGRAMU ZÁCHRANNÉ SLUŽBY“.

LITERATÚRA

Na čo slúži projekt PBS (2024). Projekt PBS, s. r. o. Retrieved March 07, 2024, from <https://projektpbs.sk/co-je-projekt-pbs/>.

Zákon NR SR č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarimi.

STN 92 0201 – 1: 2000, Požiarne bezpečnosť stavieb – Požiarne riziko, veľkosť požiarneho úseku.

STN 92 0201 – 2: 2017, Požiarne bezpečnosť stavieb – Stavebné konštrukcie.

STN 92 0201 - 3: 2000, Požiarne bezpečnosť stavieb – Únikové cesty a evakuácia osôb.

STN 92 0201 - 4: 2000, Požiarne bezpečnosť stavieb – Odstupové vzdialenosti.

STN 92 0400: 2005, Požiarne bezpečnosť stavieb – Zásobovanie vodou na hasenie požiarov.

STN 92 0202 - 1: 1999, Požiarne bezpečnosť stavieb – Vybavenie stavieb hasiacimi prístrojmi.

STN 92 0241: 2012, Požiarne bezpečnosť stavieb – Obsadenie stavieb osobami.

Vráblová, L., Mzllerová, J. (2013). Modelovanie požiaru pomocou programu pre požiarne návrh. March 08, 2024 from https://kpo.tuzvo.sk/sites/default/files/zbornik_afse_2013.pdf.

McGrattan, K., Hostikka, S., McDremott, R., Floyd, J., Weinschenk, C., Overholt, K. (2021). Fire Dynamics Simulator – User's Guide. NIST – National Institute of Standards and Technology. Retrieved March 07, 2024, from https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=913619.

PyroSim User Manual (2014). Thunderhead Engineering. Retrieved March 07, 2024 from <https://www.thunderheadeng.com/wp-content/uploads/downloads/2014/02/PyroSimManual.pdf>.

Wald, F., Pokorný, M., Cábová, K., Hejtmánek, P. (2017). Modelování dynamiky požáru v budovách.

Dorota Hodúlová, Ing.

Žilinská univerzita v žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, 1. mája 32, Žilina, Slovensko
dorota.hodulova@uniza.sk

Stanislava Gašpercová, doc. Ing. Bc. Phd.

Žilinská univerzita v žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, 1. mája 32, Žilina, Slovensko
Stanislava.gaspercova@uniza.sk
