

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Saje, S., 2014. Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Cerovšek, T., somentor Hozjan, T.): 36 str.

Datum arhiviranja: 14-10-2014

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Saje, S., 2014. Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Cerovšek, T., co-supervisor Hozjan, T.): 36 pp.

Archiving Date: 14-10-2014

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM PRVE STOPNJE  
GRADBENIŠTVO

Kandidatka:

**SABINA SAJE**

**UPORABA ORODIJ BIM ZA ANALIZO POŽARNE  
VARNOSTI**

Diplomska naloga št.: 132/B-GR

**BIM USE FOR FIRE - SAFETY ANALYSIS**

Graduation thesis No.: 132/B-GR

**Mentor:**

doc. dr. Tomo Cerovšek

**Predsednik komisije:**

izr. prof. dr. Janko Logar

**Somentor:**

doc. dr. Tomaž Hozjan

Ljubljana, 18. 09. 2014

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

**IZJAVE**

Podpisani Sabina Saje izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, september 2014

Sabina Saje

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>614.841.45:699.81(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Sabina Saje</b>
<b>Mentor:</b>	<b>doc. dr. Tomo Cerovšek</b>
<b>Somentor:</b>	<b>doc. dr. Tomaž Hozjan</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>diplomsko delo</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>36 str., 29 sl., 3 pril.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>informatijsko modeliranje, požarna varnost, ArchiCAD, Pathfinder, PyroSim</b>

### **Izvleček**

Diplomska naloga opisuje možnost uporabe informacijskega modeliranja (BIM) za pomoč pri načrtovanju požarne varnosti objekta. V prvi polovici naloge sta opisana najprej požarna varnost in njeno določanje prek požarnih ukrepov in z določitvijo požarne ogroženosti, ter v zadnjih letih hitro razvijajoče se informacijsko modeliranje. Druga polovica oziroma študija primera prikazuje primer uporabe BIM modelirnika (ArchiCAD) oziroma informacijskega modela za prikaz glavnih točk ukrepov požarne varnosti po tehnični smernici ter možnost ugotovitve potrebnih podatkov za določitev požarne ogroženosti prek takega modela. BIM model je nato uporabljen v programski opremi, namenjeni prikazu požarne simulacije (PyroSim) oziroma evakuacije (Pathfinder). Na podlagi tega so predstavljene prednosti in pomanjkljivosti uporabe informacijskega modela za uporabo v omenjenih specializiranih programih.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 614.841.45:699.81(043.2)  
**Author:** Sabina Saje  
**Supervisor:** assist. prof. Tomo Cerovšek, Ph.D.  
**Cosupervisor:** assist. prof. Tomaž Hozjan, Ph.D.  
**Title:** BIM use for fire-safety analysis  
**Document type:** B. Sc. Thesis  
**Notes:** 36 p., 29 fig., 3 ann.  
**Key words:** Building information modeling, fire safety, ArchiCAD, Pathfinder, PyroSim

**Abstract**

The graduation thesis shows the possibility of using building information modeling to determine fire safety of a building. First part of the thesis describes fire safety design along with its regulations, safety measures and fire threat. This is followed by a description of building information modeling, a process that has experienced fast growth in recent years. Based on the descriptions a study example was made to connect both fields. A BIM based program (ArchiCAD) was used to show all the basic fire safety measures and the possibility to find out the necessary data for the determination of fire threat level. This BIM model was then used in two specific softwares made to show fire simulation (PyroSim) and evacuation simulation (Pathfinder). On the basis of that pros and cons of using this kind of model in mentioned softwares are described.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge, strokovne nasvete in čas se zahvaljujem mentorju doc. dr. Tomu Cerovšku ter somentorju doc. dr. Tomažu Hozjanu.

Za vso podporo, pomoč in razumevanje tekom celotnega študija pa grejo zahvale tudi družini in prijateljem.

Zahvaljujem se tudi podjetju Spina Novo mesto d. o. o. za načrte objekta in obstoječo zasnovo požarne varnosti, s katero sem si pomagala pri izdelavi diplomske naloge.

**KAZALO VSEBINE**

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVE	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 Opredelitev problema	3
1.2 Namen diplomske naloge	3
1.3 Struktura diplomske naloge	4
<b>2 DOKAZOVANJE BISTVENIH ZAHTEV POŽARNE VARNOSTI</b>	<b>5</b>
2.1 Študija in zasnova požarne varnosti	5
2.2 Izkaz požarne varnosti in ocena požarne ogroženosti	6
2.2.1 Izkaz požarne varnosti	6
2.2.2 Ocena požarne ogroženosti	7
2.3 Tehnična smernica	10
<b>3 INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB - BIM</b>	<b>12</b>
3.1 Modelirniki BIM	13
3.2 Področja uporabe BIM za požarno varnost	14
3.2.1 Dodatki za ArchiCAD, povezani s požarno varnostjo	15
<b>4 ŠTUDIJA PRIMERA</b>	<b>18</b>
4.1 BIM model	18
4.1.1 Modeliranje nosilnih elementov	19
4.1.2 Modeliranje ne-nosilnih elementov	19
4.2 Prikaz požarnih ukrepov in požarne ogroženosti s pomočjo BIM modela	19
4.2.1 Požarna odpornost	19



4.2.2	Lokacijski podatki	21
4.2.3	Požarni sektorji	23
4.2.4	Požarna evakuacija	24
4.2.5	Požarna intervencija	24
4.2.6	Sredstva za gašenje in alarmiranje	25
4.3	Uporaba BIM modela v drugih programih	27
4.3.1	Pathfinder	27
4.3.2	PyroSim	30
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>35</b>

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Izkaz požarne varnosti [4].....	6
Slika 2: Potek določitve požarne ogroženosti.....	7
Slika 3: Odločitveni diagram za določevanje stopnje požarne ogroženosti [2].....	8
Slika 4: Uporaba informacijskega modeliranja stavb je možna preko celotnega življenjskega cikla zgradbe .....	12
Slika 5: Primer souporabe programov ArchiCAD in Photoshop ter dodatka Artlantis [12] .....	13
Slika 6: Sprinklerski sistem v Revit-u [30] .....	14
Slika 7: Uporaba BIM za prikaz prekrivanja šob [29].....	15
Slika 8: Izbira dimenzij in dodatkov za vrata iz dodatka BIMobject® .....	16
Slika 9: Požarna nosilnost izbranih vrat .....	16
Slika 10: Izdelan BIM model.....	18
Slika 11: Vpis IFC podatkov .....	20
Slika 12: Prikaz odpornosti in velikosti vrat .....	21
Slika 13: Vpis lokacije objekta.....	22
Slika 14: Prikaz lokacije objekta .....	22
Slika 15: Prikaz enega požarnega sektorja s površino.....	23
Slika 16: 3D prikaz evakuacijske poti .....	24
Slika 17: 3D prikaz intervencijskih in postavitvenih površin.....	25
Slika 18: Detektor dima, gasilni aparat in hidrant iz knjižnice ArchiCAD-a .....	26
Slika 19: Izdelava knjižnice grafičnih simbolov .....	26
Slika 20: Uporabljen proces določanja požarne varnosti .....	27
Slika 21: Tloris modela pred zagonom analize v programu Pathfinder .....	28
Slika 22: Potek evakuacijske simulacije.....	29
Slika 23: Graf spreminjanja števila oseb v izbrani sobi s časom.....	29
Slika 24: Vpis materialnih karakteristik v vmesniku PyroSim.....	30
Slika 25: Votlost elementov .....	31
Slika 26: Graf spreminjanja temperature zraka s časom v merilniku nad virom požara .....	32
Slika 27: Model pred zagonom analize v PyroSim-u .....	32
Slika 28: Simulacija razširjanja dima .....	33
Slika 29: Spreminjanje vidljivosti na mestu evakuacije.....	34

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ŠPV Študija požarne varnosti

ZPV Zasnova požarne varnosti

TSG Tehnična smernica za graditev, Požarna varnost v stavbi

AJP Sistemi za požarno javljanje in alarmiranje

OP Odgovorni projektant

IZS Inženirska zbornica Slovenije

GE Gasilska enota

BIM angl. Building Information Modeling, slo. Informacijsko modeliranje stavb

CAD angl. Computer-aided design, slo. Računalniško podprto načrtovanje

EASBL angl. Environmental Awareness Sequence Based Localization, slo. sekvenčno določanje lokacije z ozirom na okolje

SBL angl. Sequence Based Localization, slo. sekvenčno določanje lokacije

GNM angl. Geometric Network Model, slo. geometrijski mrežni model

FMM angl. Fast Marching Method, slo. metoda hitrega korakanja

MEP angl. Mechanical, Electrical, Plumbing, slo. Strojni, električni in vodovodni sistemi

»Ta stran je namenoma prazna«

## 1 UVOD

Z večanjem števila prebivalcev in vzporedno rastjo mest ter premikanjem mej v arhitekturi in gradbeništvu se pojavlja vedno večja potreba po zagotovitvi ustrezne varnosti v primeru požara ali eksplozije, da ne pride do materialne škode, poškodb ali celo smrti udeleženih oseb.

Varnost pred požarom predstavlja eno izmed bistvenih zahtev, ki jih mora grajen objekt po gradbenih predpisih, podanih v Zakonu o graditvi objektov [23], izpolnjevati. Kot pri vseh drugih bistvenih zahtevah, lahko tudi pri požarni varnosti z modelom bolje dokažemo načrtovano, zato želimo, da le ta vsebuje čim več informacij, še posebej če želimo na istem modelu prikazati več od predpisanih zahtev.

Zato se pri projektiranju v zadnjih letih vse pogosteje posega po tako imenovanem informacijskem modeliranju stavb, oziroma modeliranju BIM (*angl. Building information modeling*). Namen takega modeliranja je izdelati model, v katerega vstavimo veliko količino podatkov, ki ga uporabimo tako za prikaz arhitekture objekta kot tudi v specializiranih programih za izračun statike, armature, opažev itd..

V okviru pregleda literature sem med strokovnimi in znanstvenimi članki podrobneje obdelala štiri prispevke, ki obravnavajo BIM v povezavi s požarom. Osredotočila sem se na tiste, ki obravnavajo simulacije za pomoč pri evakuaciji [14, 15], aktivni in pasivni požarni zaščiti, torej tako pri gašenju in reševanju [16, 17], kot pri določanju požarnih ukrepov.

Na osnovi BIM je mogoče izdelati algoritem, ki pripomore k reševanju v primeru požara [14]. Gre za algoritem EASBL (*angl. Environmental Awareness Sequence Based Localization*), ki omogoča reševanje ujetih oseb oziroma orientiranje reševalcev do teh oseb, kar posledično služi za izdelavo organizacijskega plana. Zaradi vedno bolj kompleksnih stavb in povečanja števila ljudi namreč predstavlja samo reševanje danes večji problem, kot na primer pred 20 leti. Opisan algoritem deluje tako, da na podlagi SBL-a (*angl. Sequence Based Localization*), sekvenčnega določanja lokacije, pridobi lokacijo ujetih oseb oziroma reševalcev, pri čemer je zaradi odstopanja problem pri natančnosti glede prostora in etaže. Pridobljeno lokacijo povežemo z BIM modelom, ki nam poleg geometrije omogoča tudi pridobitev možnosti dostopa do posameznih delov stavbe ter boljše komunikacijo med reševalci in koordinatorji reševanja. Na podlagi ovir v stavbi (stene in medetažne konstrukcije) je možno določiti natančnejšo lokacijo z EASBL algoritmom ter vse ostale potrebne informacije za izdelavo organizacijskega plana [14].

Ker je model BIM izdelan v 3D se lahko uporabi tudi za izdelavo resne igre za prikaz evakuacijske poti stavbe [15]. Avtorji opisujejo, kako bi s pomočjo tako imenovane resne igre, t. j. igre, ki vsebuje zabavne elemente in tehniko igranja povezane z znanostjo, raziskali kako v samo simulacijo evakuacije stavbe vključiti človeško obnašanje. Pri tem predstavlja dejansko okolje oziroma zgradbo BIM model. Tega lahko v igro vključimo zaradi interoperabilnosti BIM-a. V obstoječih programih za evakuacijo namreč ni upoštevano, da vsak človek reagira drugače, nekateri se takoj odpravijo proti izhodu, medtem ko drugi začnejo gasiti požar ali pa skušajo rešiti čim več stvari. Podatke o reakciji bi po članku dobili s pomočjo intervjujev, vprašalniki, eksperimenti in podobnim, pri čemer pa ostaja problem, da sodelujoči ne bi dejansko bili v nevarnosti in zato s tem ne bi bilo prikazano realno stanje [15].

BIM lahko predstavlja učinkovito okolje za simulacije gašenja požara [16], bolj natančneje simulacije, preko katere lahko ugotovimo najustreznejši položaj vozil za pomoč pri gašenju, na podlagi geografskega informacijskega sistema, informacijskega modeliranja in 3D geometrijskega mrežnega modela (GNM). Avtorji so se osredotočili na vozilo z lestvijo, pri katerem potrebujemo precej časa, da lestev postavimo v pravi položaj in če ugotovimo, da ta položaj ne ustreza pride do velikih izgub časa, tega pa za hitro reakcijo potrebujemo. Na podlagi izvedene simulacije za hotel v Tajvanu je bila izvedena tudi dejanska požarna vaja za preverbo delovanja simulacije. Avtorji v zaključku opišejo še možnost izdelave modelov celotnega večjega mesta, kar bi bilo zaradi velike količine podatkov zbrano na nekem skupnem mestu, pri čemer bi uporabniki v primeru požara naložili GNM in BIM podatke zgolj za izbran objekt ter nato izvedli simulacijo [16].

Z metodo FMM (*angl. Fast Marching Method*) je možen nov prikaz evakuacijske simulacije, pri čemer se za vhodne podatke uporabi zapis IFC (*angl. Industrial Foundation Classes*), ki ga dobimo kot izvoz iz programa za informacijsko modeliranje. Za zagotovitev čim bolj natančne poti je v članku uporabljene nekoliko drugačna metoda FMM od tradicionalne, saj premikajoče objekte, torej ljudi, ne upošteva le kot točke, ampak jim pripiše neko velikost. Uporabljena metoda je bolj natančna in učinkovitejša od obstoječih, vendar pa ima nekaj omejitev. Prva se pojavi pri natančnosti in gostoti uporabljene mreže, saj se z večanjem te povečuje tudi količina shranjenih podatkov in stroški izvedbe simulacije. Druga omejitev je pri večnadstropnih stavbah, saj postane s povečevanjem stopnic in dvigal določanje poti precej zapleteno. Reševanje teh problemov pa avtorji pustijo za nadaljnje raziskave [17].

## 1.1 Opredelitev problema

V diplomski nalogi je raziskana povezava med BIM modeliranjem in požarno varnostjo ter prikazane prednosti oziroma pomanjkljivosti uporabe takega modeliranja pri določevanju le-te.

V diplomski nalogi bi želela preveriti sledeče hipoteze:

1. Z uporabo modela, ki ima dobro definirane karakteristike potrebne za določitev požarne varnosti, da iz njega hitro dobimo ustrezne podatke, si lahko precej skrajšamo in olajšamo delo.
2. Na osnovi BIM modelov lahko bolje komuniciramo o bistvenih zadevah. Poleg tega tako spodbujamo zgodnje sodelovanje različnih strok, v tem primeru arhitekta in (odgovornega) projektanta požarne varnosti, ter se tako izognemo številnim problemom, ki bi se sicer pojavili v nadaljnjih fazah.
3. Izdelan model BIM lahko bistveno olajša izdelavo dodatnih zahtevnejših analiz.

## 1.2 Namen diplomske naloge

Namen diplomske naloge je odgovoriti na sledeča vprašanja:

- Ali lahko potrdimo prej navedene hipoteze?
- Kakšna so določila glede požarne varnosti v pravilnikih in smernicah?
- Kaj je informacijsko modeliranje stavb in kako se izdelava relevanten model BIM?
- Kako lahko BIM model uporabimo v programih namenjenih določevanju požarne varnosti?
- Kako si z BIM modeliranjem olajšamo izdelavo študije/zasnove požarne varnosti?

### 1.3 Struktura diplomske naloge

Najprej sem v diplomski nalogi opisala požarno varnost in kako jo določamo na podlagi pravilnikov. Natančneje sem pregledala požarne ukrepe podane v tehnični smernici Požarna varnost v stavbah [3] po kategorijah.

Drugi del naloge predstavlja kratek opis informacijskega modeliranja stavb in prednosti uporabe takega modeliranja. Sem spada tudi opis uporabljenega BIM modelirnika ArchiCAD ter opis dodatkov zanj, ki bi jih lahko povezali s požarno varnostjo.

Izdelala sem še študijo literature, ki obravnava povezavo informacijskega modeliranja s požarno varnostjo, natančneje s simulacijami, ki omogočajo ugotavljanje le-te.

Zadnji del naloge pa zajema študijo primera, kjer sem raziskala povezavo med informacijskim modeliranjem in določanjem požarne varnosti na primeru načrtovanega objekta.



## 2 DOKAZOVANJE BISTVENIH ZAHTEV POŽARNE VARNOSTI

Pravno podlago za zagotavljanje požarne varnosti objekta predstavlja Pravilnik o požarni varnosti v stavbah [1]. Pravilnik podaja zahteve za varnost pred požarom, upoštevanje katerih prikažemo v študiji oziroma zasnovi požarne varnosti.

### 2.1 Študija in zasnova požarne varnosti

Požarno varnost objekta dokazujemo s požarnim elaboratom, dokumentacijo potrebno za pridobitev gradbenega dovoljenja. Elaborat med drugim sestavljata ali študija požarne varnosti (ŠPV) ali pa zasnova požarne varnosti (ZPV). V primeru požarno zahtevnih objektov je potrebno izdelati študijo, pri požarno manj zahtevnih objektih pa je dovolj zasnova[4]. Pri tem moramo upoštevati, da požarna zahtevnost objekta ni enaka sami zahtevnosti objekta.

Od požarne zahtevnosti objekta je odvisno tudi kdo bo študijo oz. zasnovo izdelal. ZPV za manj zahtevne objekte lahko izdelata odgovorni projektant (OP), vpisan v imenik IZS (Inženirska zbornica Slovenije), ŠPV za zahtevna objekte pa lahko izdelata le OP požarne varnosti. Še ena razlika med obema je, da za zasnovo požarne varnosti ni potrebno soglasje, kar pomeni da je celotna izvedba zasnove odvisna od znanja pooblaščenih inženirjev. Tako študija kot zasnova imata tekstovni in grafični del, pri čemer je slednji v obeh primerih enak, tekstovni del pa je pri ZPV požarno zahtevnih objektov skorajda enak kot pri ŠPV[2]. Študija vsebuje dva dela:

- **Tekstovni del:** Tekstovni del lahko razdelimo na tri dele. Prvi zajema opis objekta, kamor je všteta arhitektonska zasnova, njegova namembnost z dejavnostmi, ki se bodo v objektu vršile ter opis morebitno prisotnih požarno nevarnih snovi. Drugi del zajema požarne ukrepe. Ti so opisani v tehnični smernici Požarna varnost v stavbah (TSG) [3], ki je natančneje predstavljena v naslednjih točkah tega diplomskega dela.. Zadnji del pa predstavlja še ocena požarne varnosti, kjer opišemo možne požarne scenarije, vzroke za požar v obravnavanem objektu ter količino nevarnih snovi [2].
- **Grafični del:** V grafičnem delu so požarni ukrepi, opisani v tekstovnem delu, s predpisanimi grafičnimi znaki še prikazani na načrtu. Pri manj zahtevnih objektih se pogosto zgodi, da ta del (pri zasnovi požarne varnosti) ni izdelan [2].

Možna je tudi uporaba ukrepov iz drugih standardov oziroma tehničnih smernic (avstrijski, nemški, angleški standard), pri čemer mora biti zagotovljene vsaj enaka stopnja požarne varnosti kot po TSG.

## 2.2 Izkaz požarne varnosti in ocena požarne ogroženosti

### 2.2.1 Izkaz požarne varnosti

Povzetek strokovne vsebine ŠPV oziroma ZPV imenujemo izkaz požarne varnosti. V njem v dveh stolpcih čim bolj jedrnato opišemo najprej načrtovane ukrepe, ta del je potrebno priložiti dokumentaciji za pridobitev gradbenega dovoljenja, po opravljenih gradbenih delih pa še izvedene ukrepe. [4] Morebitne spremembe načrtovanih ukrepov je potrebno navesti pod opombe. Izkaz predstavlja tudi pripomoček na gradbišču za nadzor med samo gradnjo ter omogoča hiter pregled predvidenih ukrepov pri pridobivanju ustreznih dovoljenj [2].

#### Požarnovarnostni ukrepi

	Načrtovani ukrepi (PGD)	Izvedeni ukrepi (PID)		
		Ukrep	Datum in podpis <sup>6</sup>	Opombe
<b>Širjenja požara na sosednje objekte</b>				
Odmiki od mej parcele:				
Požarne lastnosti fasadnih oblog:				
<b>Nosilnost konstrukcije ter širjenja ognja po stavbi</b>				
Požarna odpornost nosilne konstrukcije:				
Razdelitev stavbe v požarne sektorje:				
Požarna odpornost na mejah požarnih sektorjev:				
Električno napajanje sistemov in naprav za požarno varnost v stavbi (čas zagotavljanja napajanja, izvedba, požarna odpornost kablov ali kinet):				
Požarna odpornost prehodov električnih instalacij na mejah požarnih sektorjev:				

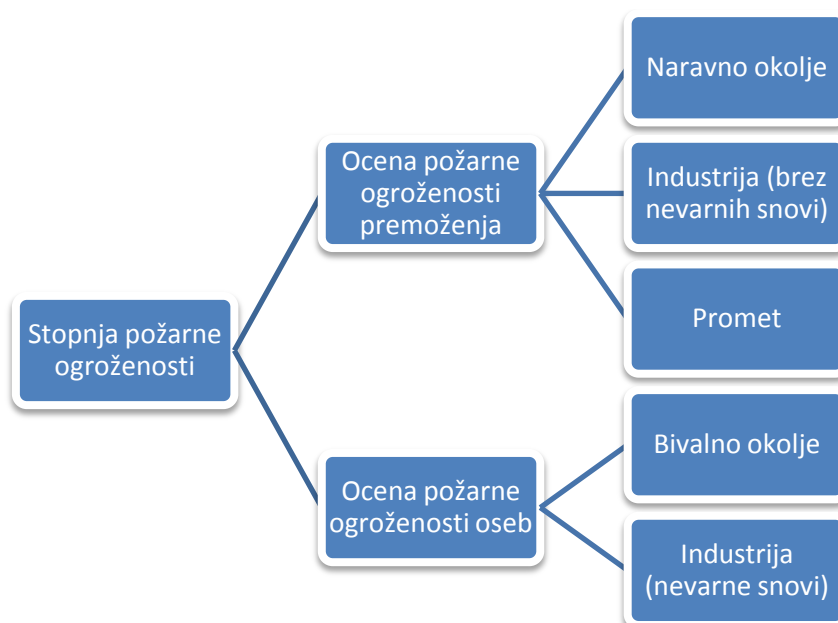
Slika 1: Izkaz požarne varnosti [4]

V nadaljevanju se bom osredotočila predvsem na prikaz in opis požarnih ukrepov po TSG ter določanje ocene požarne ogroženosti objekta.

## 2.2.2 Ocena požarne ogroženosti

Ocena požarne nevarnosti predstavlja podlago za nadaljnjo izbiro ustreznih požarnih ukrepov. Poleg določitve številčne ocene oziroma stopnje požarne ogroženosti zajema celotna ocena še opis možnih vzrokov požara v objektu, pripadajoč opis poteka požara ter požarno obremenitev ali drugače povedano količino nevarnih snovi [2].

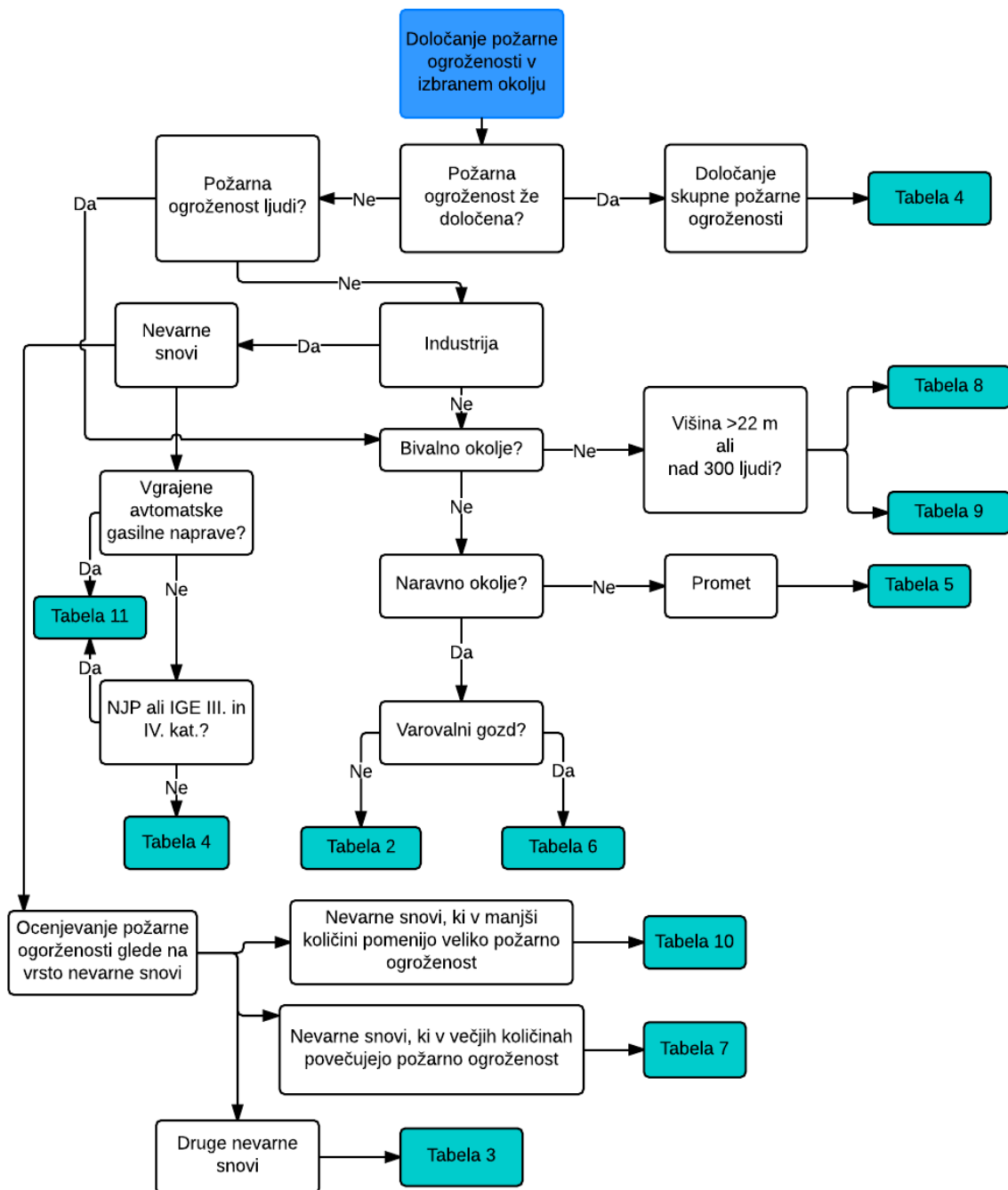
Požarno ogroženost objekta po Pravilniku o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti [5] določimo z eno izmed šestih stopenj požarne ogroženosti. Prva stopnja pomeni zelo majhno, šesta stopnja pa zelo veliko požarno ogroženost. Stopnjo dobimo s pomočjo odločitvenega diagrama, prek katerega ocenimo ogroženost premoženja in ogroženost oseb, ti oceni pa dobimo na podlagi drugih, kot je prikazano na diagramu.



Slika 2: Potek določitve požarne ogroženosti

Za določitev vseh ocen potrebujemo naslednje podatke:

- Podatki o naseljenosti okolja
- Podatki o velikosti in namembnosti objekta
- Podatki o oskrbi obravnavanega območja z vodo
- Podatki o oddaljenosti in kategoriji gasilske enote [2].



Slika 3: Odločitveni diagram za določevanje stopnje požarne ogroženosti [2]

Poglejmo si določanje ocene požarne ogroženosti še natančneje, po posamezni kategoriji ocene požarne ogroženosti.

### **Naravno okolje.**

Požarna ogroženost naravnega okolja je odvisna od požarne ogroženosti gozdov ter oddaljenosti in kategorije najbližje gasilske enote (GE). Požarno ogroženost gozdov, ta je podana z opisom od majhne do zelo velike ogroženosti ter številom točk, lahko najdemo na strani Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) [6]. Gozdove poiščemo v tabelah glede na občino ali pa bolj natančno glede na katastrsko občino. Oddaljenost GE moramo poznati v kilometrih, njeno kategorijo pa opišemo z rimsko številko od I do VII. Razvrstitev v kategorijo je odvisna od opremljenosti kategorije in števila gasilcev, pri čemer označuje I najmanj opremljeno GE, VII pa najbolj opremljeno GE. Kategorijo posamezne gasilske enote najdemo na strani Gasilske zveze Slovenije [7].

### **Bivalno okolje.**

Tudi pri oceni požarne ogroženosti bivalnega okolja je pomemben podatek o najbližji GE. Poleg tega moramo poznati še gostoto naseljenosti v enoti [število prebivalcev/km] ter ali so v tem okolju zgradbe višje od 22 m in/ali zgradbe z več kot 300 ljudmi. Z večanjem gostote naseljenosti in prisotnostjo omenjenih zgradb se večja tudi stopnja požarne ogroženosti bivalnega okolja.

Ocene ogroženosti bivalnega okolja po tabelah velja v primeru, da oskrba za vodo zadostna, sicer je potrebno dobljeno oceno zvišati za eno stopnjo [2]. Da določimo količino vode potrebne v primeru izbruha požara potrebujemo število etaž in namembnost objekta ter požarno obremenitev. Slednjo določimo na podlagi velikosti največje požarne cone, količine gorljivega materiala in gorljivosti le-tega [8].

### **Industrijsko okolje.**

Za določitev požarne ogroženosti industrijskega okolja je potrebno poznati vrsto industrijske proizvodnje, količino morebitnih nevarnih snovi v tonah, njeno vnetljivost in reaktivnost ter oddaljenost objektov od bivalnega okolja v metrih. Ocena ogroženosti bo najvišja pri objektih, v katerih so prisotni laki, brizgalna barva, fosfor, ognjemetni izdelki, slama, nitroceluloza in pri jedrskih elektrarnah [2].

### **Prometno okolje.**

Glede ogroženosti prometnega okolja pa potrebujemo tako kot pri naravnem in bivalnem okolju podatek o kategoriji in oddaljenosti GE ter možnosti prometne povezave. Če je možnost prometa po cestah in železnicah je ogroženost manjša kot pri prometnici kjer se prevažata nevarne snovi [2].

### 2.3 Tehnična smernica

Tehnična smernica podaja gradbene ukrepe za zagotavljanje požarne varnosti. Zakonsko podlago smernice predstavljajo Zakon o graditvi objektov (11. Člen) [23], Zakon o varstvu pred požari [24] ter Pravilnik o požarni varnosti v stavbah [1]. V grobem je sestavljena iz štirih delov:

- širjenje požara na sosednje objekte
- nosilnost konstrukcije in širjenje požara po objektu
- evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje
- naprave za gašenje in dostop gasilcev [3].

#### Širjenje požara na sosednje objekte

Objekt mora biti projektiran tako, da se morebitni požar v objektu ne bo razširil na sosednje objekte (prav tako znotraj objekta - glej točko 2), oziroma bo to omejeno, hkrati pa mora biti preprečeno širjenje požara iz sosednjih objektov. Zato smernica predpisuje ustrezne odmike od sosednjih objektov, glede na te odmike pa tudi potrebno požarno odpornost zunanjih sten stavbe in strehe [3].

#### Nosilnost konstrukcije in širjenje požara po objektu

Če konstrukcija v primeru požara ohrani stabilnost toliko časa, kot je predpisano v tehnični smernici (tabela 4) in je v tem času možna popolna evakuacija, lahko rečemo, da je njena nosilnost v primeru požara zadostna. Nosilnost označimo s črko R in številko, ki predstavlja čas odpornosti v minutah v primeru standardnega požara.

Podobno označujemo tudi odpornost mejnih elementov to je elementov, ki se nahajajo na meji med požarnimi sektorji, le da ne zapišemo črke R ampak EI. Pri tem je E oznaka za celovitost, I pa za izolativnost mejnih elementov. Tudi te vrednosti so podane v smernici.

Poleg odpornosti podaja druga točka smernice tudi zahteve glede velikosti požarnih sektorjev in prenosa požara tako v vertikalni kot horizontalni smeri [3].

### **Evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje**

V primeru požara mora stavba zagotavljati zadosti ustreznih evakuacijskih izhodov, da jo je možno hitro in varno zapustiti, kar pomeni, da evakuacijska pot predstavlja najkrajšo pot za umik iz objekta. Smernica podaja zahteve glede vrat na evakuacijski poti, stopnišč, varnostne razsvetljave ter dolžine, širine in same izvedbe evakuacijske poti.

Drugi del tretje točke smernice opisuje ukrepe, povezane s sistemi za javljanj in alarmiranje požara (AJP). Naštete so stavbe, v katerih mora biti AJP nameščen, ter posebne zahteve glede AJP v posameznih stavbah [3].

### **Naprave za gašenje in dostop gasilcev**

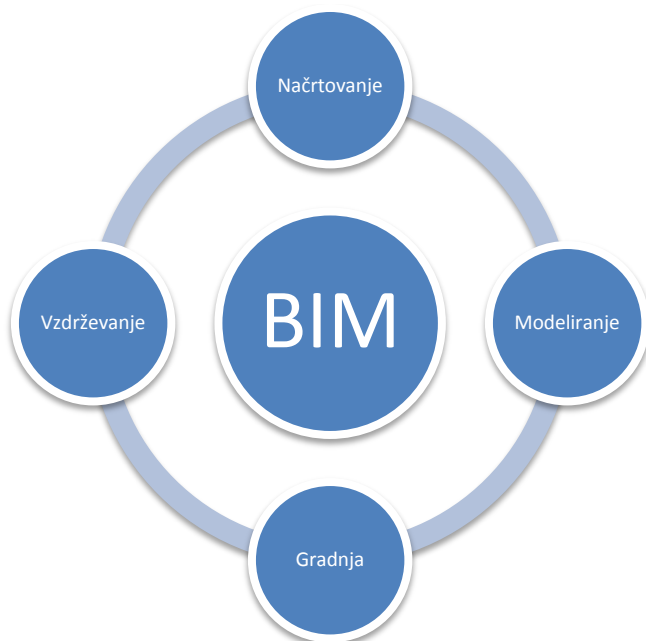
Zadnja točka smernice narekuje ukrepe, ki zagotavljajo neoviran dostop za gašenje in reševanje in bližino naprav in opreme za gašenje, tako za uporabnike objekta kot za gasilce. Slednje zajema določila glede notranjih in zunanjih hidrantov, gasilnikov ter zahteve za zagotavljanje vode za gašenje. Gasilcem mora biti dostop omogočen do vsakega evakuaciji namenjenega izhoda. Pri projektiranju je potrebno upoštevati tudi postavitvene površine ustreznih velikosti in nosilnosti, pri višjih stavbah pa še dvigalo za nosilce, ki je od ostalih dvigal požarno ločen, če jašek navadnih dvigal nima ustrezne požarne nosilnosti [3].

### 3 INFORMACIJSKO MODELIRANJE STAVB - BIM

BIM oziroma Building Information Modeling označuje proces izdelovanja (modeliranja) in uporabe 3D modela, ki ne predstavlja zgolj geometrije objekta, ampak vsebuje virtualne gradbene elemente, imenovane tudi parametrični objekti, skupaj z njihovimi geometrijskimi in negeometrijskimi informacijami. Slednje se nanašajo na funkcijo, obliko in materiale uporabljenih elementov [25].

Na osnovi tovrstnega modela je možen vpogled v zgradbo in njeno umestitev v okolje že pred samo izgradnjo, kar pomeni boljšo vizualizacijo zgradbe in s tem tudi lažjo »prodajo« koncepta investitorju. Zaradi možnega prikaza različnih simulacij (energijska simulacija, simulacija gradnje) lahko odkrijemo kritična mesta in rešujemo morebitne napake že pred začetkom gradnje.

Najpomembnejši del modeliranja pa je v količini informacij, ki jih lahko pripišemo celotnemu modelu. Te informacije niso nujno vidne na samem načrtu oziroma modelu, vendar omogočajo določitev koordinacije dela, potrebnega števila delavcev, izdelavo popisov, in zelo pomemben preračun celotnih stroškov, ne samo gradnje ampak celotnega projekta. Tako je možno doseči minimalne stroške in odpadke ter skrajšati čas gradnje. Zaradi vseh informacij, ki jih je potrebno podati, da dobimo dober model, je sicer potrebno zgodnje sodelovanje različnih strok, kar pa pomeni manj konfliktov pri nadaljnjem projektiranju [9].



Slika 4: Uporaba informacijskega modeliranja stavb je možna preko celotnega življenjskega cikla zgradbe



### 3.1 Modelirniki BIM

Kljub temu, da je BIM dokaj nov, prvič se je namreč pojavil šele leta 1987, obstaja zaradi hitrega razvoja že kar precej različnih BIM modelirnikov oziroma računalniških programov. Te lahko razdelimo na posamezne kategorije od tistih, ki so namenjeni modeliranju in prikazu same arhitekture, do tistih, ki imajo tudi bolj specializirane funkcije, kot na primer statična in energetska analiza ter vizualizacija. Med prve spadajo med drugim ArchiCAD, Revit, Nemetschek Allplan in Bentley Architecture, medtem ko so bolj specializirani Tekla Structures, 3D Studio Max, Robot in Artlantis. Med slednje bi lahko uvrstili tudi programe iz prve skupine [10].

Ker sem pri modeliranju uporabila ArchiCAD, bom natančneje opisala le tega.

#### ArchiCAD

ArchiCAD, programski paket madžarskega podjetja Graphisoft, je prvo CAD (Computer-aided design oz. računalniško podprto načrtovanje) orodje, ki je omogočilo tako 2D kot 3D prikaz objekta in hkrati tisti, ki je svetu predstavil informacijsko modeliranje. ArchiCAD pokrije večino potreb pri arhitekturnem načrtovanju, poleg tega pa je možna uporaba tudi v drugih strokah, saj omogoča med drugim energijsko analizo objekta, BIM modeliranje in vizualizacijo. Uvozimo in izvozimo lahko DWG, IFC in DXF datoteke, kar nam omogoča uporabo modela v drugih programih. S souporabo različnih programov lahko dosežemo izjemne učinke, kar prikazuje slika (slika 5) sodelovanja programov ArchiCAD, Photoshop in dodatka Artlantis. Če želimo ArchiCAD še razširiti, lahko uporabimo dodatke, ki so opisani v naslednji točki te diplomske naloge [11].



Slika 5: Primer souporabe programov ArchiCAD in Photoshop ter dodatka Artlantis [12]

### 3.2 Področja uporabe BIM za požarno varnost

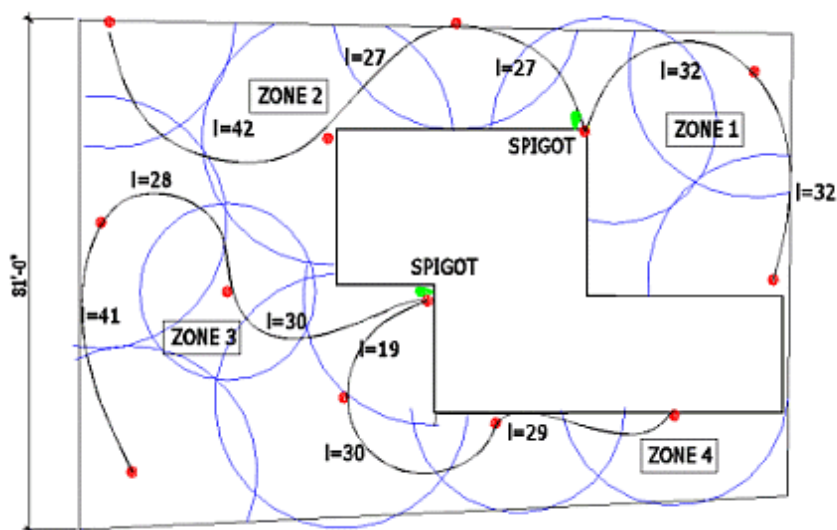
Informacijsko modeliranje se v okviru požarne varnosti predvsem na področju sprinklerskega sistema uporablja že precej časa, vendar v neki omejeni obliki. Programska oprema, uporabljena na začetku, je omogočala izdelavo 3D sprinklerskega sistema in avtomatično pripravo hidravličnih izračunov ter seznama uporabljenih komponent, kar pa je bilo omejeno le na določeno programsko opremo [26].

Danes je to področje v modeliranih BIM povezano s tako imenovanim MEP sistemom (*angl. Mechanical, Electrical, Plumbing*), ki omogoča prikaz in delo s strojnimi inštalacijami. Eden izmed programov, ki to omogoča je Revit, v katerem lahko ustrezno povežemo sprinklerske glave preko cevi z virom gašenja (Slika 6), zaradi prostorskega prikaza celotnega sistema pa lažje odkrijemo kritična mesta glede poti cevovodov [27].



Slika 6: Sprinklerski sistem v Revit-u [30]

Kompatibilen Revit-u je SprinkCAD, ki je namenjen izključno delu s sprinklerskimi sistemi. Skupaj s SpringCALC, SpringFDT, SprinkSLIC in SprinkCODE omogoča poleg prikaza sprinklerjev tudi hidravlični izračun, čas potovanja vode po ceveh, prikaz prekrivanja šob itd.. Ker program temelji na BIM-u pa je možna tudi povezava z Revit-om [28].



Slika 7: Uporaba BIM za prikaz prekrivanja šob [29]

Uporaba BIM-a se razširja tudi prek sprinklerskega sistema. V obstoječih knjižnicah modelirnikov ali pa v njihovih dodatkih je možno najti požarne alarme, gasilnike in javljalnike požara, detektorje požara ali dima, hidrante in senzorje. Prisotnost posameznih objektov v programu ArchiCAD je opisana v študiji primera te diplomske naloge, dodatki za ArchiCAD pa v naslednji točki.

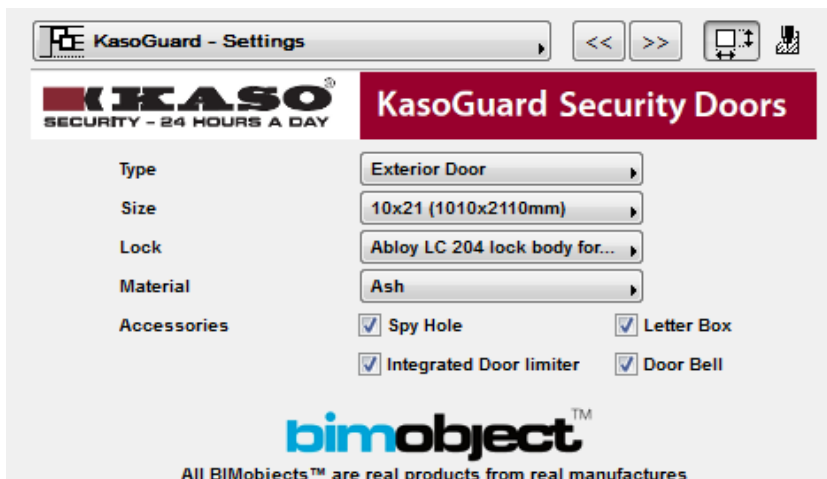
### 3.2.1 Dodatki za ArchiCAD, povezani s požarno varnostjo

Dodatki oziroma Add-Ons so orodja, ki razširijo izbrani program, tako da lahko le-ta opravlja še dodatne funkcije. V primeru programa ArchiCAD ti dodatki omogočajo dodatno dimenzioniranje, vizualizacijo, simulacijo in podobno. Kar zadeva požarno varnost se izmed vseh dodatkov nanjo najbolj navezuje dodatek BIMObject®, ugoden za ugotavljanje požarne ogroženosti in sledenje tehnični smernici pa je tudi dodatek Google Earth Connection [13].

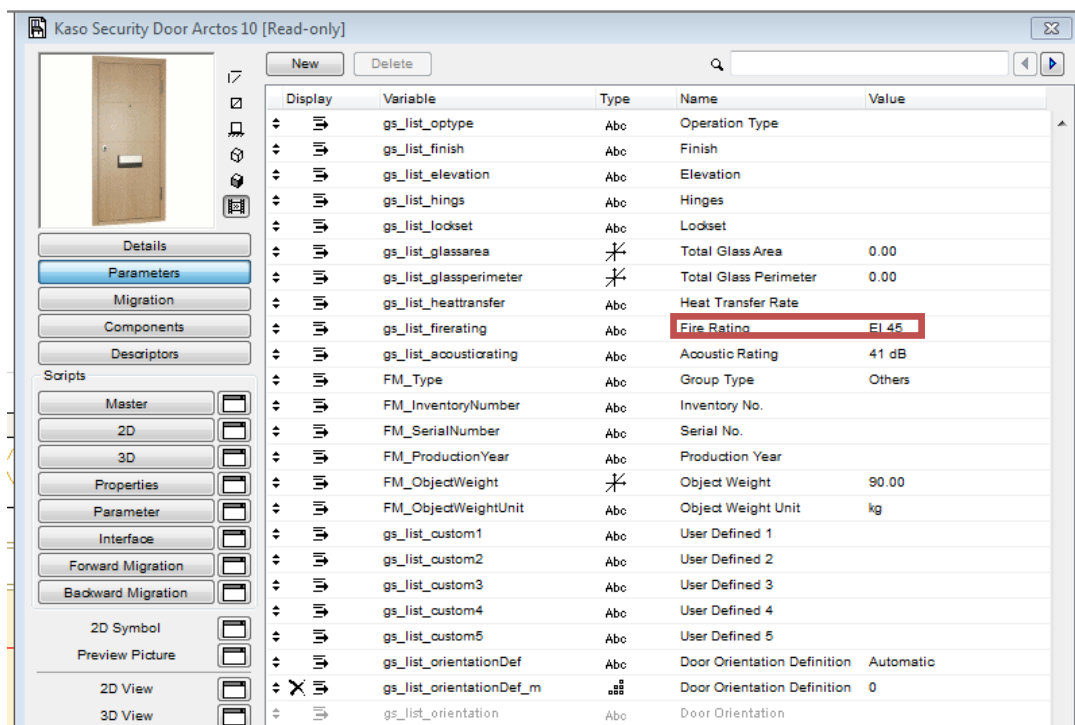
#### **BIMObject®**

Spletni portal BIMObject® predstavlja dodatno zalogo knjižnic predmetov za ArchiCAD. To je zbirka predmetov, elementov in konstrukcijskih sklopov dejanskih proizvajalcev, kar pomeni manjše težave pri izbiri ustreznih dimenzij elementov, tako za projektanta kot nato na podlagi načrtov za naročnika. V povezavi s požarno varnostjo lahko v bazi najdemo požarno odporna vrata, izolacijo in obloge, gasilni aparat ter naprave za upočasnitev zapiranja vrat (*angl. door operator*).

Ko elemente prenesemo v BIM model, nosijo ti poleg ustreznih dimenzij odvisnih od proizvajalca tudi druge podatke. Če pogledamo vrata so to na primer material, vrsta ključavnice, stopnja zvočne izolacije ter, za moj primer pomembno, nosilnost v primeru požara.



Slika 8: Izbira dimenzij in dodatkov za vrata iz dodatka BIMobject®



Slika 9: Požarna nosilnost izbranih vrat

### **Google Earth Connection**

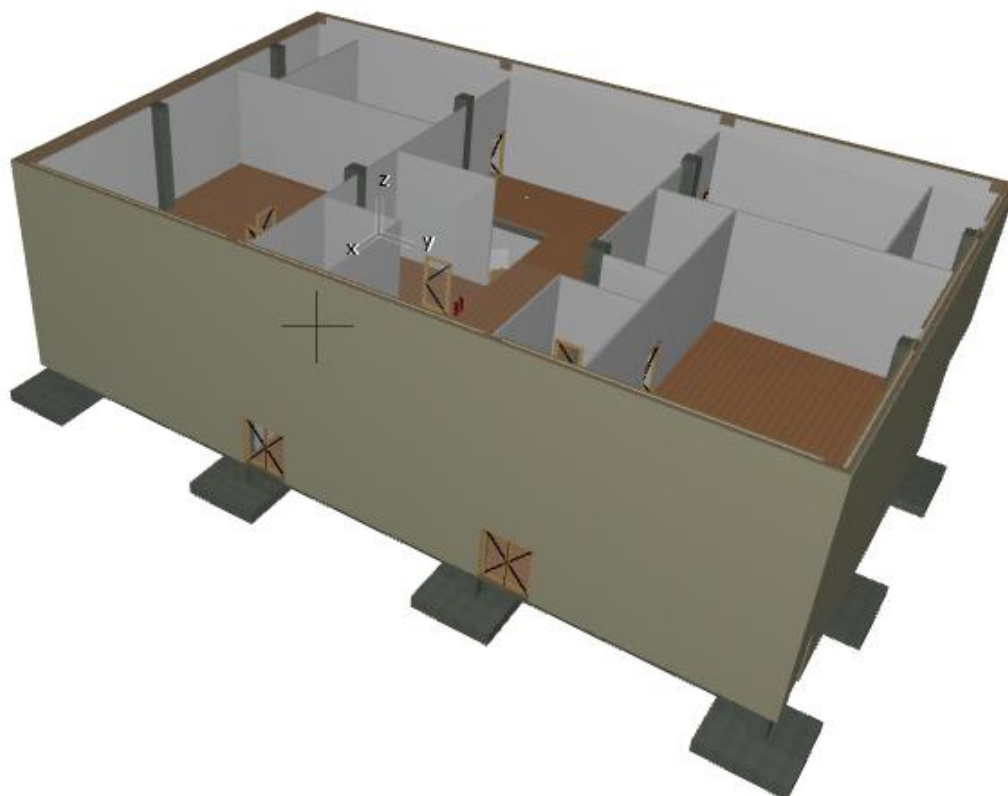
Ta dodatek omogoča povezavo med modelom in zemljevidom oziroma programom Google Earth. Z njegovo pomočjo lahko v model uvozimo okolico iz programa Google Earth, kar nam omogoča, da si sam objekt lažje predstavljamo v okolju. Obstaja tudi obratna povezava, torej, da izdelan model uvozimo v Google Earth ter ga tako naredimo dostopnega tudi drugim uporabnikom.

## 4 ŠTUDIJA PRIMERA

Za namen diplomske naloge sem izdelala BIM model izbranega objekta, ki sem ga uporabila na dva načina. Najprej sem raziskala, kako lahko v BIM modelirnikih (ArchiCAD) najbolj enostavno prikažem ali pripišem posamezne ukrepe požarne varnosti, ki temeljijo na tehnični smernici ter pridobim podatke o požarni ogroženosti objekta, nato pa mi je model služil kot podlaga za delo v drugih, specializiranih programih, katerih namen je ugotavljanje ustreznosti objekta z vidika požarne varnosti.

### 4.1 BIM model

Sam BIM model sem izdelala s pomočjo programa ArchiCAD na podlagi obstoječih načrtov. Model predstavlja enostaven poslovni objekt s pritličjem in enim nadstropjem, katerega tlorisna površina znaša 534 m<sup>2</sup>. Poleg objekta je postavljena hala, tako da dva stranska vhoda dejansko omogočata vstop v halo. Edine odprtine v stenah predstavljajo vrata, saj stavba nima oken.



Slika 10: Izdelan BIM model

#### 4.1.1 Modeliranje nosilnih elementov

Nosilne elemente obravnavanega objekta predstavljajo stebri, plošče in nosilci. Za izris stebrov sem uporabila orodje za risanje *Columns*, plošče in točkovne temelje se izrisala z orodjem *Slab*, strešne nosilce pa z orodjem *Beams*. Streha objekta je ravna, zanjo pa sem uporabila orodje *Roof*. Vertikalno povezavo omogočajo dvoramne stopnice izrisane s funkcijo *Objects*.

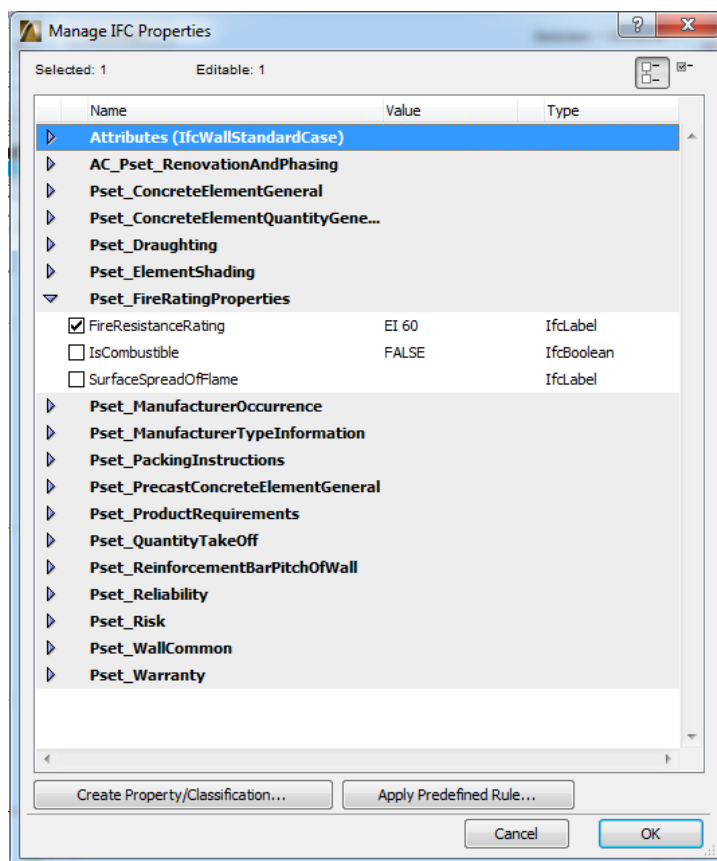
#### 4.1.2 Modeliranje ne-nosilnih elementov

Za prikaz nenosilnih elementov, ki so del konstrukcijskega sklopa stene sem uporabila funkcijo za risanje *Wall*. Tako sem v model vstavila predelne stene, toplotno izolacijo in zaključne sloje. Kot že omenjeno so edine odprtine v stavbi vrata, ki jih z modelirniki BIM prikažemo z orodjem *Door*.

### 4.2 Prikaz požarnih ukrepov in požarne ogroženosti s pomočjo BIM modela

#### 4.2.1 Požarna odpornost

Kar zadeva požarne odpornosti nosilne konstrukcije in mejnih elementov iz prve in druge točke tehnične smernice, ima model v programu ArchiCAD že vnaprej pripravljeno možnost vpisa tako imenovanih IFC podatkov. Te podatke najdemo pri posameznem elementu pod *Tags and Categories* -> *IFC Properties* -> *FireRatingProperties*. IFC oziroma Industry Foundation Classes podatki so 3D podatki značilni za BIM modele in se skupaj z modelom prenašajo prek programov, ki omogočajo tako modeliranje [18]. Celoten model lahko shranimo tudi v zapisu IFC, pri čemer se shranijo tako geometrijske kot semantične lastnosti elementov. Poleg same odpornosti elementov na požar lahko tu podamo še, ali je material elementa gorljiv/vnetljiv (*Is Combustible*) ter oceno razširjanja požara po površini elementa (*Surface Spread of Flames*), kar omogoča hitro definiranje površine elementov v programih, opisanih v naslednji točki. (10, 11) Razširjenje požara lahko podamo kot številko od 1-200 ali pa kategorijo z eno izmed treh kategorij (I, II, III ali A, B in C). Večja je številka oz. kategorija, hitreje se bo požar širil po površini elementa [19].

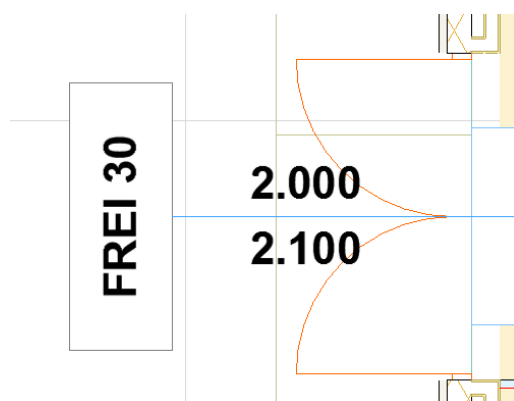


Slika 11: Vpis IFC podatkov

Prednost IFC podatkov je, da imamo lastnosti posameznega elementa na enem mestu, vendar pa ti podatki niso vidni na samem načrtu. To pomeni, da moramo za grafični prikaz požarne varnosti dodatno označiti ustrezno požarno odpornost s predpisanimi grafičnimi simboli.

V primeru odprtih ima ArchiCAD ugodno rešitev. Možen je namreč prikaz označbe (*Marker*), v kateri podamo lastnosti kot so dimenzije, ID, akustične lastnosti in tudi požarno nosilnost. Če pa želimo te lastnosti prikazati v označbi, je potrebno definirati posamezne parametre izbranih elementov. Te dobimo z označbo izbranega elementa in klikom na spustni meni *File -> Libraries and Objects -> Open Object*, kjer kliknemo na gumb *Parameters*. Samo označbo lahko nato poljubno uredimo, tako podatke, ki jih želimo z njo prikazati, kot položaj teh podatkov na označbi. Sama sem v označbi na načrtih (Priloga C) pokazala le podatek o požarni nosilnosti vrat.



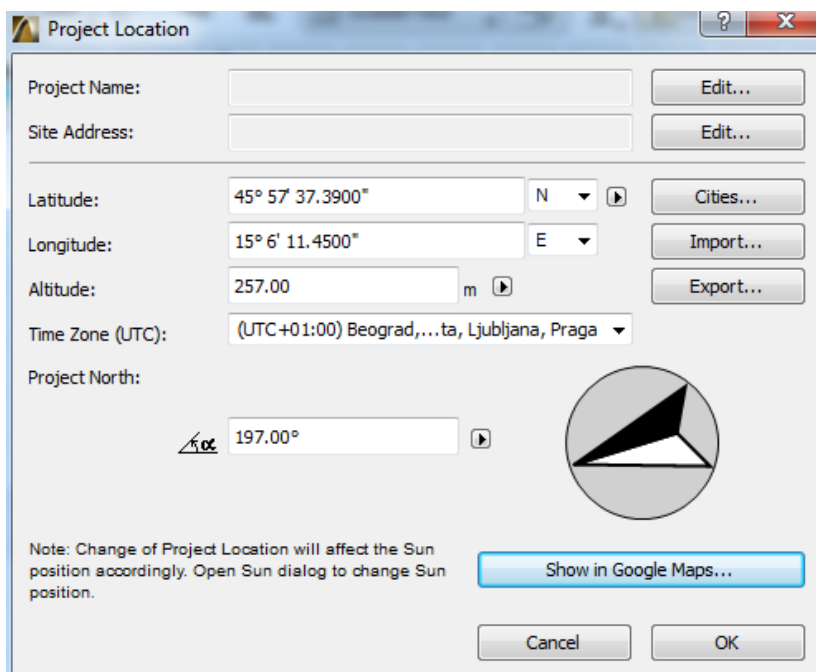


Slika 12: Prikaz odpornosti in velikosti vrat

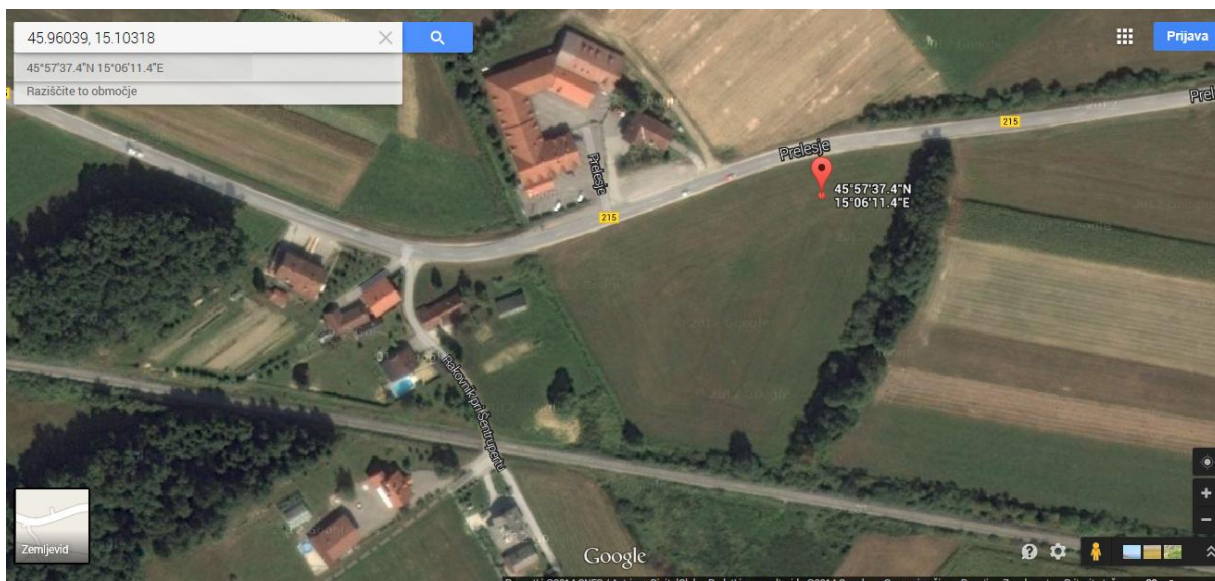
Glede na tabele v prilogah A in B sem za svoj model, ki spada v kategorijo Upravne in pisarniške stavbe, za odpornost nosilne konstrukcije določila R 30, odpornost elementov na meji med požarnimi sektorji pa je enaka EI 30. Vrata imajo požarno odpornost EI 30 z izjemo zunanjih vrat, ki so od stopnic najbolj oddaljene. Te imajo zaradi uporabe zgoraj omenjenih vrat iz dodatka BIMobject® odpornost enako EI 45, zadostovala pa bi odpornost EI 30.

#### 4.2.2 Lokacijski podatki

Celotnemu objektu, modeliranem v programu ArchiCAD, lahko pripišemo tako zemljepisne koordinate in nadmorsko višino kot tudi smer severa. Program omogoča prikaz koordinat na zemljevidu (Google Maps). Iz zemljevida lahko nato določimo ustreznost odmikov podanih v prvi točki tehnične smernice, površin za gasilce ob stavbi ter možnost dostopa gasilcev tretje točke TSG. Prav tako lahko iz zemljevida določimo bližino hidrantov, gasilske enote, naselja, morebitnih objektov z nevarnimi snovmi, in gozda ter prometne povezave, kar je pomembno za oceno požarne ogroženosti.



Slika 13: Vpis lokacije objekta



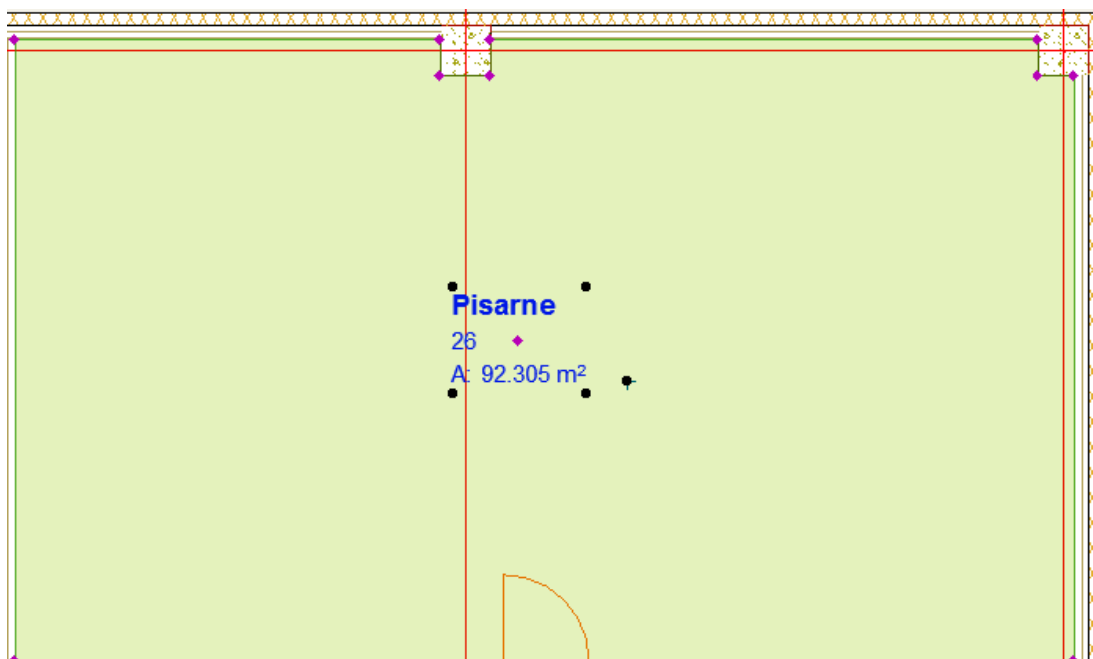
Slika 14: Prikaz lokacije objekta

Za bolj enostavno ugotavljanje ustreznih odmikov pa si lahko pomagamo z zgoraj omenjenim dodatkom Google Earth Connection, pri čemer v model enostavno uvozimo okolico.

### 4.2.3 Požarni sektorji

Požarne sektorje lahko v ArchiCAD-u preprosto označimo s pripomočkom za risanje con ali prostorov (zones), kar naredimo zgolj s klikom na izbrani prostor. Tako lahko hitro vidimo kje so meje med posameznimi sektorji, poleg tega pa program poda še velikost posamezne cone, tako višino kot tlorisno površino, da lahko ugotovimo, če je presežena dovoljena velikost sektorja. S tem si lahko pomagamo tudi pri določitvi požarne obremenitve, na podlagi katere ugotovimo potrebno količino vode za gašenje (požarna ogroženost). Oznako cone je možne prilagoditi, tako da se bolj ujema z zahtevano oznako po pravilniku, kar je prikazano na načrtih v prilogi C. Na podlagi izrisanih con sestavi ArchiCAD seznam, katerega podatke lahko poljubno spremenimo.

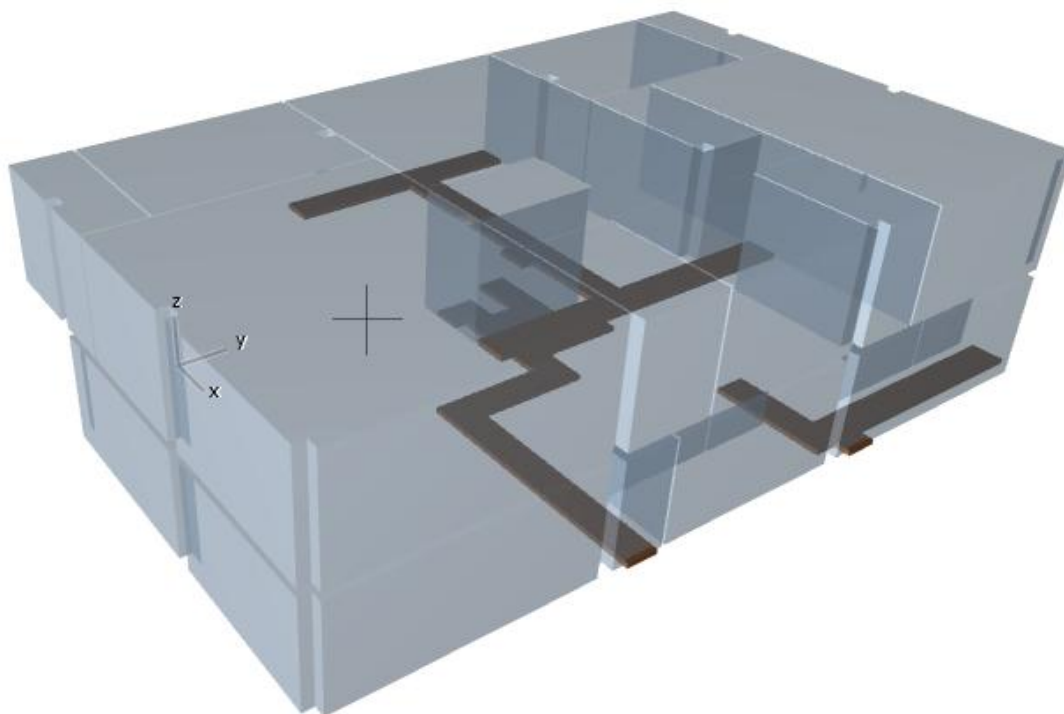
Pri modeliranem objektu sem vsak prostor (razen pisarn v prvem nadstropju) označila kot en požarni sektor, zato imajo ti dokaj majhne površine. Velikost največjega sektorja v mojem primeru znaša približno 129 m<sup>2</sup>, kar je bistveno manjše od dovoljene velikosti sektorja za upravne in pisarniške stavbe, ki je enaka 1000 m<sup>2</sup>.



Slika 15: Prikaz enega požarnega sektorja s površino

#### 4.2.4 Požarna evakuacija

Primernost objekta glede pravočasne evakuacije je možno ugotoviti na podlagi temu namenjenih programov. Eden izmed teh je na primer Pathfinder, ki sicer ne temelji na informacijskem modeliranju. Podrobnejši opis povezave BIM modela s programom Pathfinder je podan v nadaljevanju te naloge. Analize in simulacije v takih programih nam dajo podlago za določitev in izris ustreznega načrta evakuacije, ki jih običajno prikažemo zgolj v ravnini. ArchiCAD pa omogoča prikaz evakuacijske poti v prostoru, kar dosežemo z uporabo prej omenjenega pripomočka za risanje con. Sam načrt postane tako bolj predstavljen, posebno ko imamo opravka z večjimi ter bolj zahtevnimi objekti.

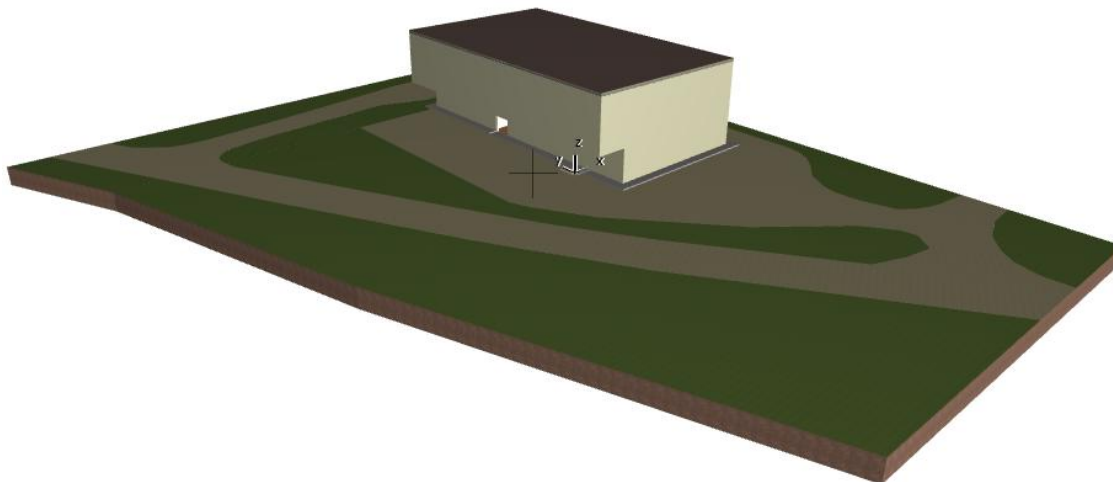


Slika 16: 3D prikaz evakuacijske poti

#### 4.2.5 Požarna intervencija

Da zagotovimo možnost dostopa gasilcev do vsakega požarnega izhoda moramo določiti dostopne/dovozne poti ter postavitvene in delovne površine. Pri BIM modelu jih lahko v načrt vrišemo na različne načine, sama sem izbrala možnost s ploščo (*Slab*). Prednost v primerjavi z risanjem zgolj dvodimenzionalno je v tem, da lahko tu podamo tudi materialne karakteristike, v mojem primeru

asfalta, tako kot pri ostalih elementih objekta. Poleg tega je možen izris posameznih plasti voznih površin, na podlagi česar lažje ugotovimo ustrezno nosilnost le-teh.



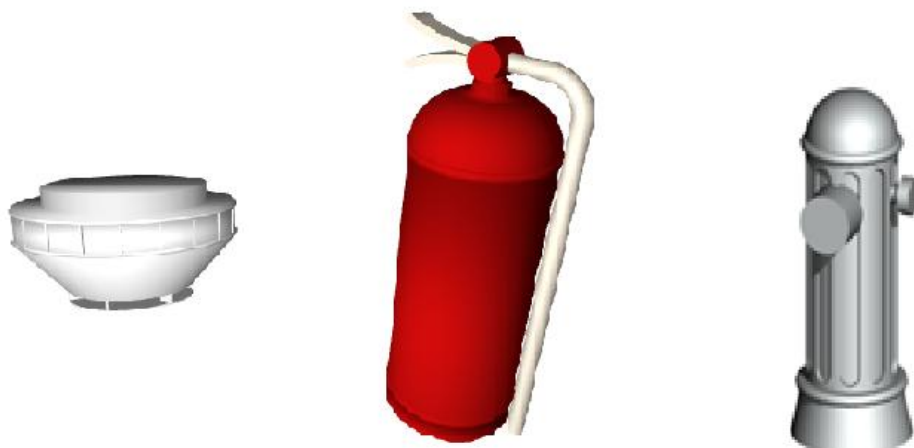
Slika 17: 3D prikaz intervencijskih in postavitvenih površin

#### 4.2.6 Sredstva za gašenje in alarmiranje

V obstoječi knjižnici ArchiCAD-a 17 imamo tudi kategorijo požarne zaščite. Med objekti, ki pod to kategorijo spadajo najdemo hidrant, gasilni aparat, alarm, sireno, detektor dima in toplote ter razne oblike cevi za gašenje. S temi objekti torej lahko prikazemo del tretje in četrte točke tehnične smernice, ki zadevata javljanje in alarmiranje požara ter naprave za gašenje. Problem se pokaže pri tlorisu, saj iz znakov prikazanih na tlorisu ni možno ugotoviti kaj točno znak predstavlja. Zato je potrebno za vsak objekt ustvariti grafični znak, ki ustreza po Pravilniku o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov [20].

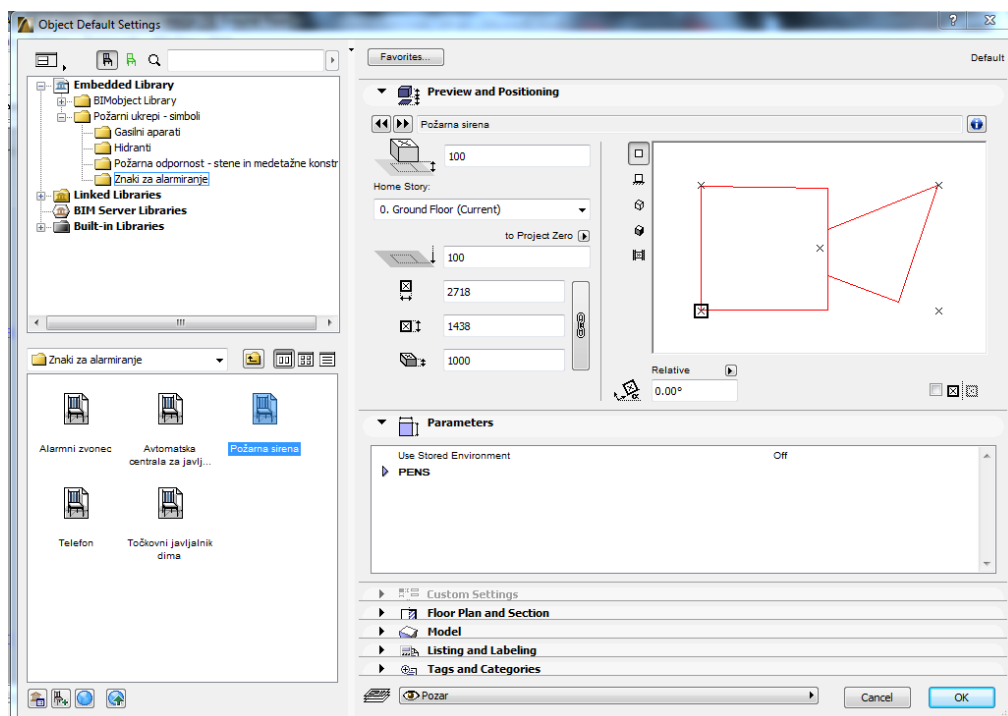
Tako kot pri ostalih elementih se tudi tu pojavi možnost pripisa ifc podatkov uporabljenim objektom. Gasilnemu aparatu lahko tako pripišemo garancijo, serijsko številko, težo, model, proizvajalca in podobno.

Po vstavitvi objekta v model imamo možnost izpisa seznama vseh objektov skupaj z njihovimi geometrijskimi karakteristikami, etažo in prostorom, v katerem se nahajajo, število kosov posameznega objekta itd..



Slika 18: Detektor dima, gasilni aparat in hidrant iz knjižnice ArchiCAD-a

Za rešitev problema glede prikaza pravih grafičnih simbolov sem na podlagi omenjenega pravilnika [20] v ArchiCAD-u izdelala knjižnico simbolov, ki prikazujejo požarne ukrepe. Poleg simbolov za prikaz sredstev za gašenje in alarmiranje sem izdelala še tiste za prikaz nosilnosti gradbenih elementov. Izdelava knjižnice požarnih simbolov lahko sicer vzame kar nekaj časa, vendar pa si s tem precej olajšamo delo pri vseh nadaljnjih projektih. Izdelane 2D simbole pa lahko povežemo z obstoječimi objekti, tako da dobimo ustrezen prikaz tudi v 3D pogledu.

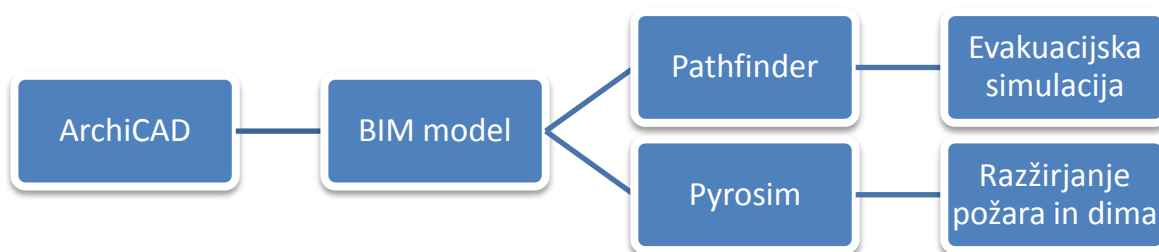


Slika 19: Izdelava knjižnice grafičnih simbolov

### 4.3 Uporaba BIM modela v drugih programih

Za oceno požarne varnosti objekta sem uporabila dva temu namenjena programa – Pathfinder in FDS oziroma Fire Dynamic Simulator, katerega grafični vmesnik je PyroSim. Tako Pathfinder kot PyroSim sta delo istega proizvajalca in sicer podjetja Thuderhead Engineering. Program Pathfinder omogoča prikaz evakuacije objekta, na podlagi katere se lahko izdelata načrt požarne evakuacije. Simulacija evakuacije predstavlja realističen prikaz dejanskega stanja, preko rezultatov analiz pa lahko spremljamo spreminjanje števila ljudi v posameznem prostoru ter obremenjenost posameznih vrat [21]. V kombinaciji s programi, kot je FDS, nam hitro poda odgovor glede ustreznosti zasnove objekta, kot je število požarnih izhodov, število stopnišč in širina odprtin ter evakuacijske poti, da je objekt možno zapustiti v ustreznem času, torej preden se požar in dim preveč razširita.

Uporabljeni grafični vmesnik za FDS PyroSim, nam omogoča prikaz širjenja požara, dima, poleg tega pa tudi spreminjanje temperature, vidljivosti, pritiska itd. po posameznih ravninah v času požara. Omogoča tudi uporabo HVAC sistema – sistema prezračevanja, hlajenja in ogrevanja, ki lahko služi tudi kot požarni ukrep, ko ga uporabimo za izsesavanje dima [22]. Več o FDS in PyroSimu pa opisuje diplomska naloga Analiza požarne varnosti enostanovanjskih hiš [31].

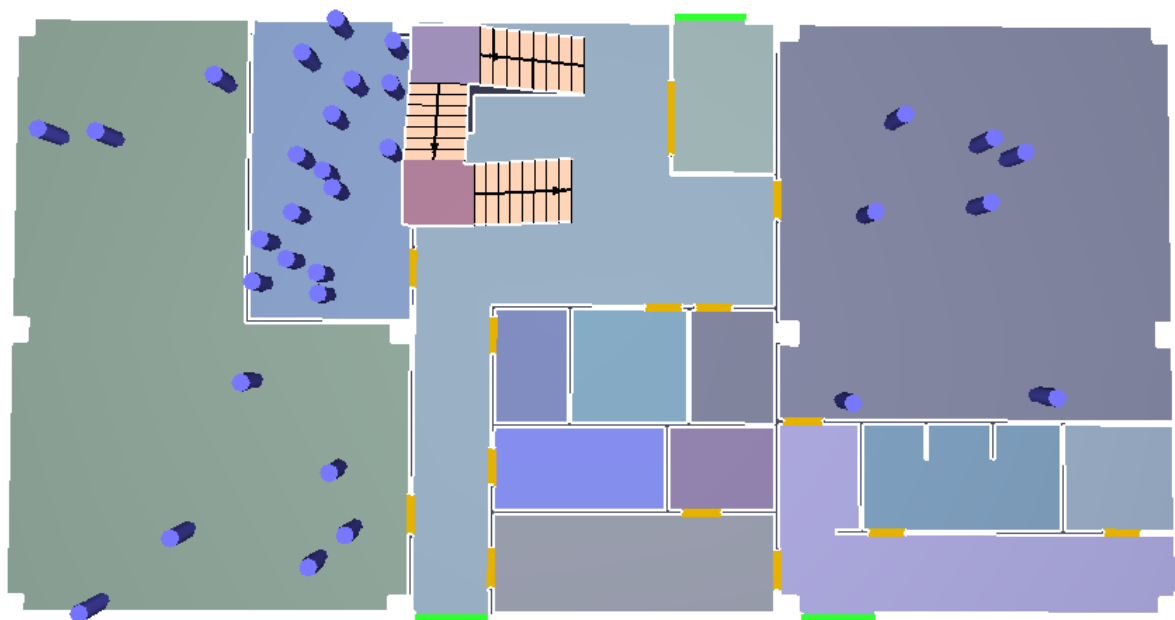


Slika 20: Uporabljen proces določanja požarne varnosti

#### 4.3.1 Pathfinder

Program omogoča le odpiranje datotek v obliki .fds in .dwg, zato sem v slednji shranila model narejen v ArchiCAD-u. S spremembo oblike zapisa izgubimo nekaj informacij o objektu, ki jih je potrebno nato v programu znova definirati. Za zagon simulacije moramo imeti najprej označene cone oziroma prostore, nato pa še odprtine, kar smo s programom ArchiCAD že naredili. Pathfinder namreč

obravnavata vrata in okna v .dwg obliki enako kot stene, torej neprehodno. Pri postavitvi vrat nam je v pomoč to, da se ohrani položaj le-teh. Še ena stvar, ki nam precej olajša delo v programu Pathfinder, je ta, da je BIM model tridimenzionalen. Pri 2D načrtih je namreč potrebno uvoziti posamezna nadstropja, za vsako pa moramo uskladiti položaj, tako višino posameznega nadstropja kot prekrivanje z ostalimi nadstropji. Vsako uvoženo in usklajeno nadstropje je nato potrebno shraniti, poleg tega pa uskladiti še sredstva vertikalne komunikacije, kar nam lahko pri večnadstropnih objektih vzame kar nekaj časa. Pri obravnavanem objektu se še posebej vidi prednost takega modela pri stopnišču. Objekt ima namreč stopnišče z dvema vmesnima podestoma. Namesto usklajevanja višin posameznega podesta ju tu le označimo kot cone/prostore, med sabo in z ostalim delom objekta pa ju povežemo s funkcijo za risanje stopnic.

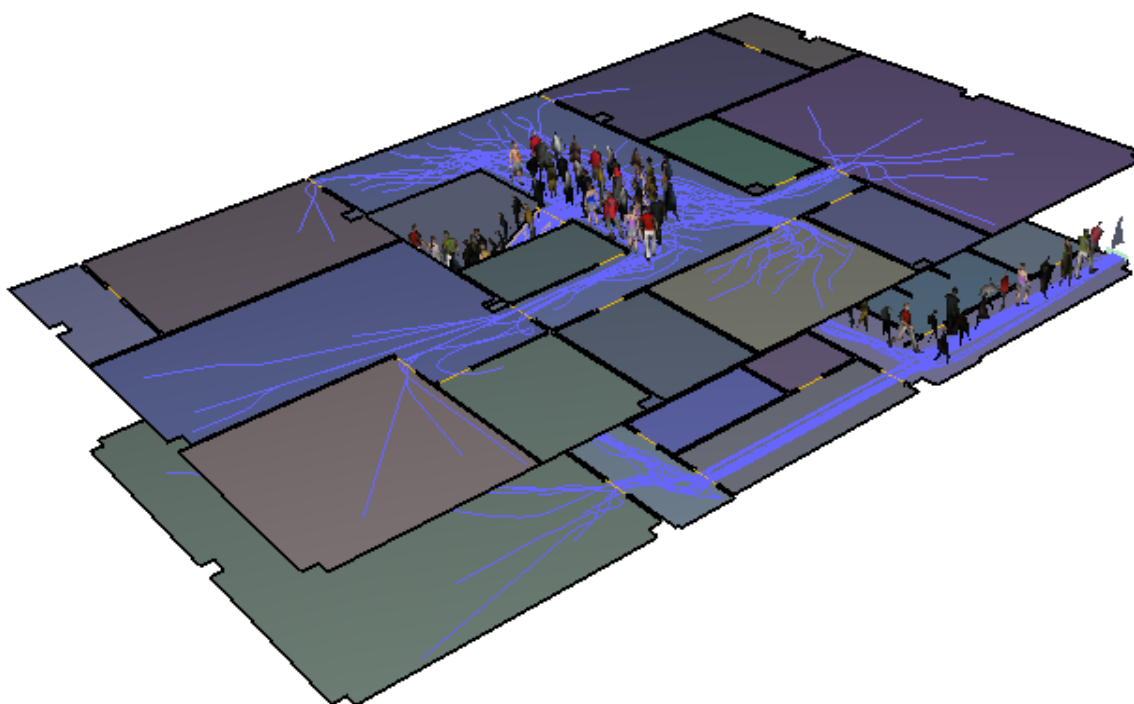


Slika 21: Tloris modela pred zagonom analize v programu Pathfinder

Na sliki 21 so z modrimi cilindri označene osebe, notranja vrata so prikazana z rjavim pravokotnikom, zunanja pa z zelenim.

Za svoj primer sem si izbrala najbolj neugodno situacijo, ko je možna evakuacija le skozi izhod, ki je od stopnišča najbolj oddaljen in edini, ki nima dvokrilnih vrat, saj so ostali izhodi zaradi različnih razlogov blokirani in jih v programu zato nisem označila. Tako dobimo najdaljši čas evakuacije, ta znaša 1,36 minute, ki ga primerjamo z obnašanjem požara v drugih programih.

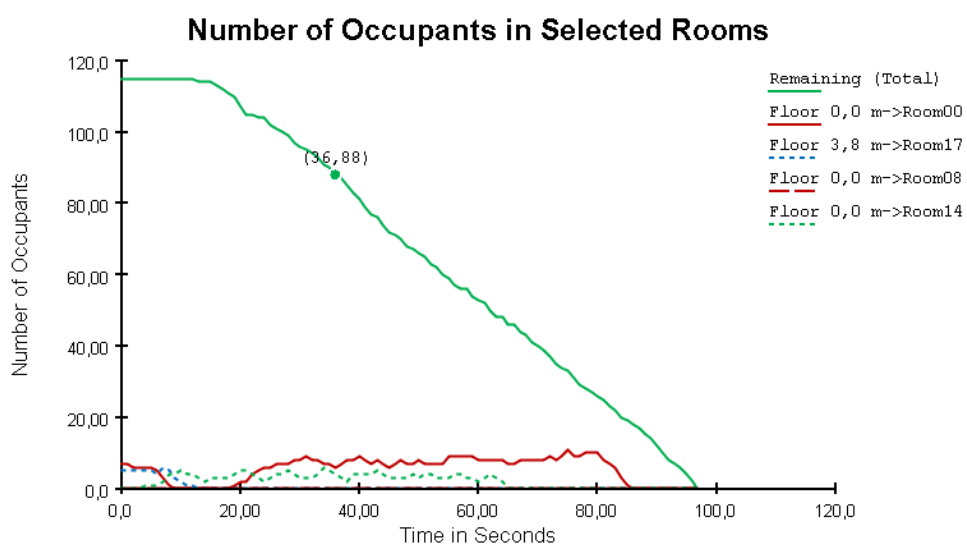




Slika 22: Potek evakuacijske simulacije

Pri simulaciji evakuacije imamo možnost izrisa poti posameznika, ta je na sliki 22 za vsako osebo izrisana z modro črto, na podlagi česar lahko nato v načrt vrišemo evakuacijsko pot. (Priloga C)

Na koncu dobimo tudi graf obremenjenosti posameznih vrat in prostorov s časom, kar prikazuje spodnji graf (slika 23).

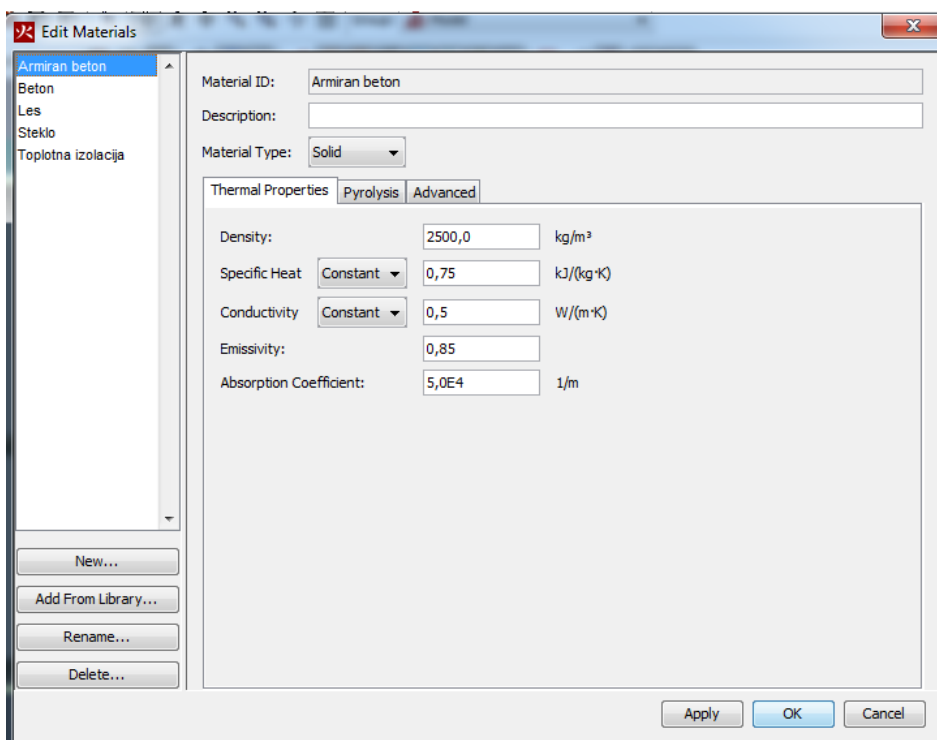


Slika 23: Graf spreminjanja števila oseb v izbrani sobi s časom

### 4.3.2 PyroSim

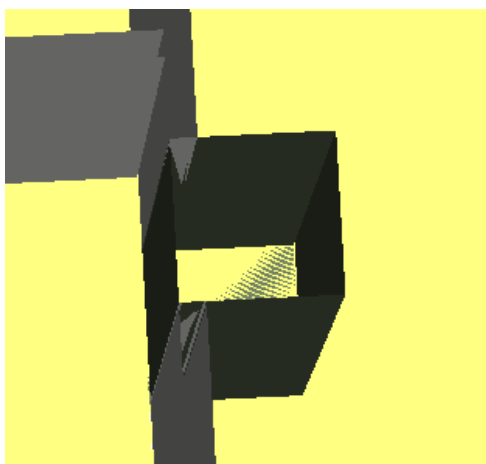
Ker je PyroSim delo istega proizvajalca kot Pathfinder, je možno odpirati le datoteke v prej navedenih oblikah, zato se tudi tu poslužimo oblike .dwg. Preden model shranimo je priporočljivo da vsa vrata odstranimo oziroma jih nadomestimo z odprtini, saj vmesnik vrata obravnava kot neprepustna, neprehodna. V primeru, da imamo v modelu vrata, se bo tako dim širil le po prostoru, v katerem imamo požar, ne pa tudi v ostale prostore, kar pa ne pokaže dejanskega stanja.

Ko BIM model uvozimo v PyroSim, ta samodejno pripiše elementom material oziroma površino (INERT) in sicer za vse elemente enako, kar pomeni, da izgubimo vse poprej podane podatke o uporabljenih materialih. Če imamo za vsak material v ArchiCAD-u določen svoj sloj (Layer), lahko površine, ki jih definiramo v PyroSim-u, hitro pripišemo posameznim elementom prek slojev. Da lahko definiramo površino, moramo najprej določiti ustrezen material, za katerega je potrebno podati gostoto, specifično toploto, emisivnost, konduktivnost in koeficient absorpcije. Ta material nato pripišemo ustvarjeni površini skupaj z njegovo debelino. Določitev površine elementov v programu je pomembna za ugotavljanje morebitnega širjenja požara po objektu. Ker PyroSim obravnava le površine elementov, je vseeno, ali konstrukcijske sklope v ArchiCAD-u podajamo po slojih ali kot kompozit.



Slika 24: Vpis materialnih karakteristik v vmesniku PyroSim

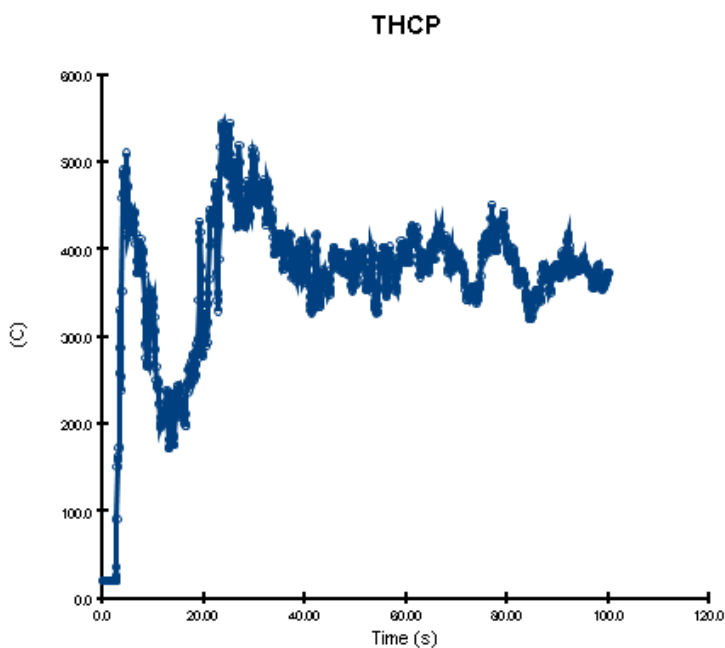
Tako kot pri prej opisanem programu, je tudi tu prednost modela njegova trirazsežnost ter predvsem prednost samih BIM modelov, da obravnavajo elemente, kot so stene, stebri, plošče in ne zgolj skupka črt. Pri pretvorbi oblike se sama masivnost elementov sicer delno izgubi, ostane namreč le element, ki je sestavljen iz ploskev, vendar je njegova notranjost votla. Zato na take površine ne moremo postavljati požara oziroma vira dima in gorenja, če jih prej ne odebelimo.



Slika 25: Votlost elementov

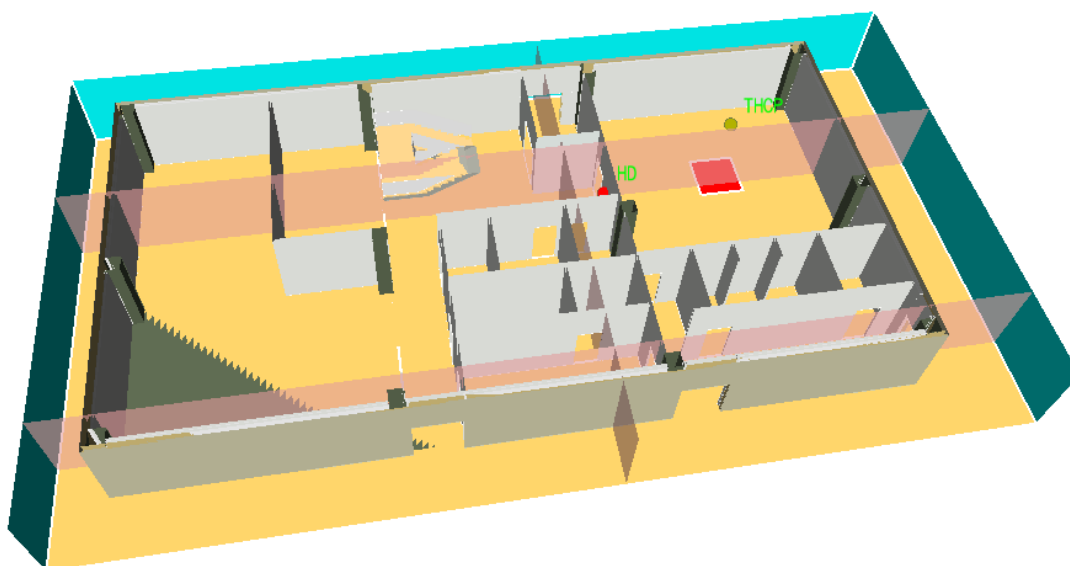
Za zagon analize je potrebno poleg samega materiala definirati še primerno gosto mrežo ter izvor požara, ki ga podamo kot površino s funkcijo BURNER. V primeru, da mreža sega izven objekta, jo je potrebno odpreti, saj s tem zagotovimo dovod zraka. V nasprotnem primeru se nam bo namreč na mejah mreže kopičil dim. Če želimo spremljati potek temperature ali dima po posameznih ravninah, jih je potrebno najprej definirati, tako da podamo ustrezno koordinato in funkcijo, ki naj jo ravnina opravlja. Možno je vstaviti tudi detektorje, na podlagi katerih program pri analizi izriše ustrezen graf spreminjanja temperature oziroma gostote dima, točne rezultate pa shrani tudi v tabelarični obliki v Excel-u. Primer spreminjanja temperature zraka v izbranem merilniku je prikazan na spodnjem grafu (slika 26).

Da bi bila postavitev požara čim bolj podobna realni situaciji, sem poiskala možne vzroke za nastanek požara v obravnavani stavbi. Glede na namembnost stavbe in odsotnosti nevarnih snovi sta možni dve situaciji. V prvem primeru se požar pojavi zaradi vžiga elektronske naprave, najverjetneje v eni izmed pisarn. Druga možna situacija pa je, da do požara pride med kuhanjem oziroma gretjem v čajni kuhinji.



Slika 26: Graf spreminjanja temperature zraka s časom v merilniku nad virom požara

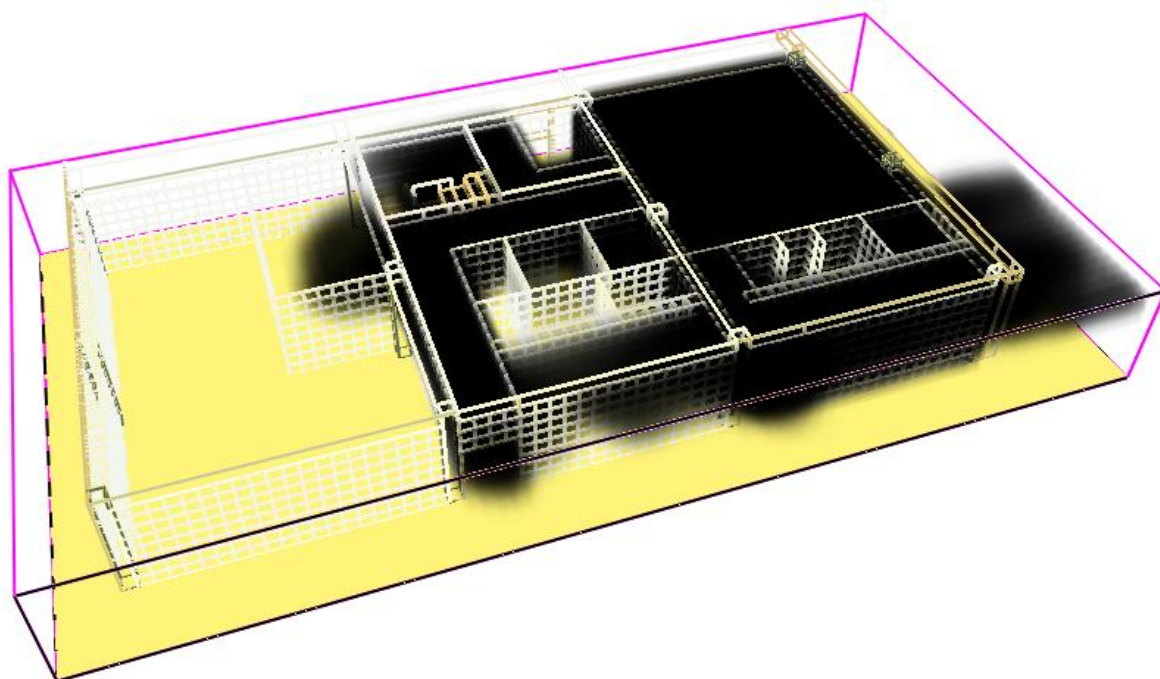
Ker je z vidika povezave z prej opisanim programom bolj neugodno če se požar začne v nižjih etažah, sem obravnavala primer, ko požar nastopi v pisarnah v pritličju stavbe. Zaradi tega v PyroSim-u nisem upoštevala zgornjega nadstropja in sem tako lahko pri analizi upoštevala bolj gosto mrežo ter daljše trajanje požara pri enakem trajanju analize. Poleg samega ognja sem postavila še vertikalne ravnine, tako da sem spremljala dogajanje na mestih evakuacije in nad mestom začetka požara.



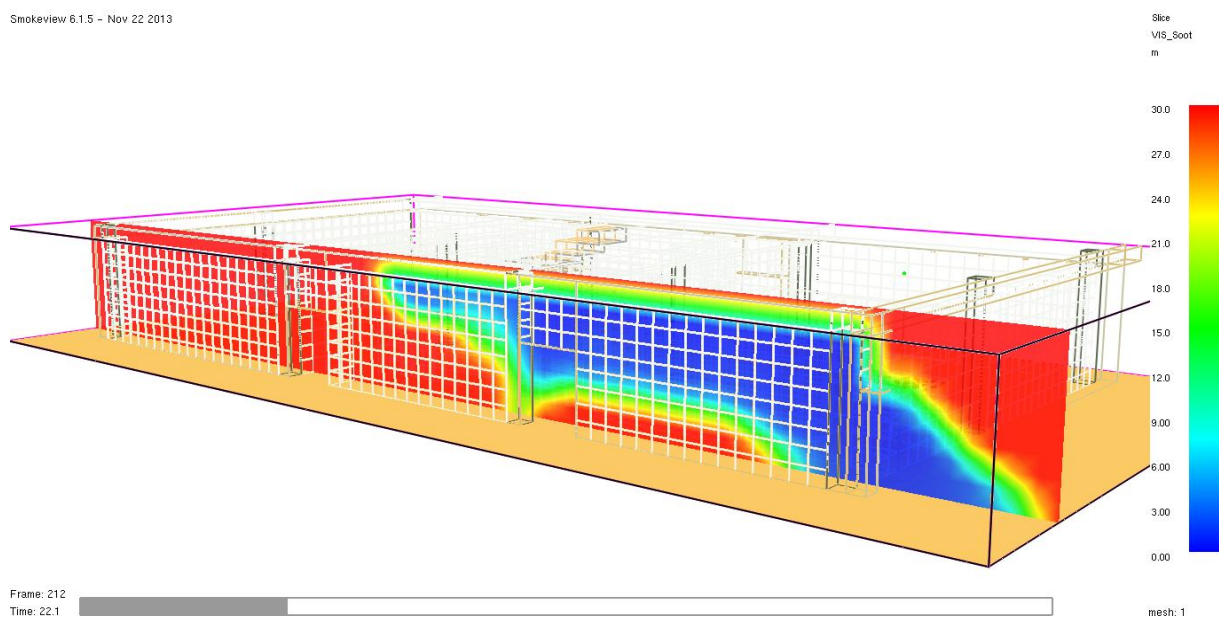
Slika 27: Model pred zagonom analize v PyroSim-u

Slika 27 prikazuje model, oziroma zgolj pritličje objekta, pred zagonom analize. Požar je predstavljen z rdečim kvadratom na površini 2x2 m v prostoru desno zgoraj, njegova jakost pa znaša 4 MW. Modre vertikalne ravnine označujejo rob mreže, rožnate pa postavljene vertikalne ravnine za spremljanje dogajanja med potekom požara. Poleg tega sem v model vstavila še dva detektorja: THCP – Thermocouple, katerega graf je prikazan zgoraj in pa HD – Heat Detector, ki meri spreminjanje temperature na postavljenem mestu.

Sliki 28 in 29 prikazujeta dogajanje v času požara oziroma po izvedeni analizi.



Slika 28: Simulacija razširjanja dima



Slika 29: Spreminjanje vidljivosti na mestu evakuacije

Iz dogajanja na sliki 29 in primerjave s programom Pathfinder pri enakem času lahko ugotovimo, da bo v času potrebnem za evakuacijo, ta znaša 1,36 minute (glej Pathfinder), pri spremljanem evakuacijskem izhodu vidljivost zelo nizka. Kot vidimo iz slike je ta nizka že pri času 22 sekund. Eden od razlogov za to je tudi v tem, da sem pri analizi požara nekoliko pretiravala s karakteristikami glede velikosti požara in količine saj, ki pri tem nastanejo, saj sem želela prikazati širjenje dima po celotnem objektu oziroma v najbolj neugodni situaciji. Iz same namembnosti stavbe in majhne količine nevarnih snovi bi namreč do take situacije težko prišlo. Poleg tega pa sem, kot sem že napisala, pri evakuaciji upoštevala zgolj enega namesto štirih požarnih izhodov.

## 5 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu je predstavljena poveza med informacijskim modeliranjem stavb in načrtovanjem požarne varnosti. V prvem delu naloge, ki zajema opis slednje, sem ugotovila, da je ta zajeta s precej zakoni, smernicami in pravilniki. Vse skupaj pa dobro zajame Priročnik o načrtovanju požarne varnosti [2], ki zajema vse od opisa vsebine študije oziroma zasnove, do grafičnih načrtov in opisa požarnih ukrepov.

Drugi del vsebuje poleg informacijskega modeliranja stavb tudi opis obstoječih člankov, ki zajemajo povezavo, obravnavano v tej diplomski nalogi. Iz opisanih člankov je razvidno, da je razvoj načrtovanja požarne varnosti usmerjen v čim bolj realen prikaz situacije in porabo najmanjšega možnega časa ukrepanja v primeru razvoja požara, kar najlažje dosežemo z uporabo informacijskega modela. Ta služi tako kot model za vizualizacijo kot tudi vir vseh potrebnih informacij o objektu.

V nalogi smo pokazali, da je z orodji BIM možen prikaz vseh opisanih točk požarnih ukrepov na bolj predstavljen (evakuacija, intervencija) in hitrejši način. Vendar pa je pri tem treba upoštevati, da namen nekaterih uporabljenih funkcij modelirnika BIM, kot je prikaz požarne odpornosti vrat in požarnih sektorjev, ni zgolj označevanje omenjenih ukrepov, zato oznake na načrtih, prikazanih v prilogi C, ne ustrezajo popolnoma tistim iz standarda. Prednost se kaže tudi pri možnosti pripisa informacij glede požarne odpornosti gradbenih elementov, kar pomeni, da mora biti že pri začetnem načrtovanju vključen izdelovalec požarne študije oziroma zasnove. Možen je tudi izpis seznamov objektov, kar bi lahko povezali s EASML algoritmom opisanim v enem od navedenih člankov [14], tako da bi lažje usmerjali bodisi reševalce bodisi užete osebe do hidrantov ali gasilnih aparatov za hitrejšo in bolj učinkovito ukrepanje v primeru požara.

Pri uporabi informacijskega modela za prikaz evakuacijske simulacije sem ugotovila, da si v primerjavi z uporabo programov za 2D načrtovanje precej skrajšamo čas priprave modela za analizo, predvsem zaradi trirazsežnosti. Tudi pri požarni simulaciji predstavlja to prednost, vendar pa bi bilo ugodno, če bi PyroSim omogočal odpiranje datoteke v kakšni drugi obliki, na primer v .IFC obliki. Tako bi namreč lahko prenesli za prikaz simulacije pomembne podatke o materialu, ki se s spremembo zapisa izgubijo ter izkoristili v uvodu omenjen namen informacijskega modeliranja – definiranje velike količine informacij za uporabo v specializiranih programih.

Glede na to, da sem se z vsemi programi (ArchiCAD, PyroSim, FDS - Pathfinder) prvič seznanila, sem za modeliranje in izvajanje analiz potrebovala precej več časa kot seznanjeni uporabniki. Kljub temu pa sem s spoznavanjem samega informacijskega modeliranja ugotovila, da uporaba le-tega za načrtovanje požarne varnosti pomeni olajšanje in skrajšanje dela v primerjavi s klasičnim načrtovanjem.

Celotna diplomska naloga je le splošni prikaz povezave požarne varnosti in informacijskega modeliranja, saj je tema požarne varnosti in požarnih ukrepov precej široka in omogoča podrobno preučitev te povezave. Tehnična smernica, katere osnovne točke sem upoštevala, ima namreč zelo razčlenjene napotke o uporabi ustreznih materialov in odmikov ter posebna določila za določene stavbe, ki jih v diplomski nalogi nisem natančneje opisala. Prav tako izbrana simulacijska programa omogočata veliko več funkcij, kot sem jih sama uporabila. Z vidika povezave načrtovanja požarne varnosti in informacijskega modeliranja stavb so tako možne še dodatne in predvsem bolj podrobne raziskave, z osredotočenjem na razvoj aplikacij požarne varnosti, ki bazirajo na informacijskem modeliranju.



## VIRI

- [1] Pravilnik o požarni varnosti v stavbah. Uradni list RS št. 31-1359/2004: 3752.
- [2] Glavnik, A., Jug, A. 2010. Priročnik o načrtovanju požarne varnosti. Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije: 289 str.
- [3] Tehnična smernica TSG - 1 - 001: 2010. Požarna varnost v stavbah. Ministrstvo za okolje in prostor: 60 str.
- [4] Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti. Uradni list RS št. 12-317/2013: 1384
- [5] Pravilnik o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti. Uradni list RS št. 70-3827/1996: 5952
- [6] Zavod za gozdove Slovenije. 2014.  
<http://www.zgs.si/slo/gozdovi-slovenije/o-gozdovih-slovenije/pozarno-ogrozeni-gozdovi/index.html> (Pridobljeno 28.7.2014.)
- [7] Gasilska zveza Slovenije. 2014.  
<http://www.gasilec.net/organizacija/gasilske-zveze-po-sloveniji> (Pridobljeno 28.7.2014.)
- [8] Gradbeništvo in preskrba z gasilno vodo. 2012.  
<http://www.pgdradjje.si/dokumenti/Gradbenistvo-voda.pdf> str. 21 (Pridobljeno 5.7.2014.)
- [9] Graphisoft. 2014.  
[http://www.graphisoft.com/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/) (Pridobljeno 29.7.2014.)
- [10] Tratar, M. 2013. Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [11] ArchiCAD. 2014.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD> (Pridobljeno 29.7.2014.)
- [12] Behance. 2014.  
<https://www.behance.net/gallery/14196063/Visualisations-%28ArchiCAD-17-Artlantis-5-PS-CS6%29> (Pridobljeno 25.7.2014.)

- 
- [13] ArchiCAD Add-Ons. 2014  
<https://www.graphisoft.com/downloads/addons/index.html> (Pridobljeno 20. 6. 2014)
- [14] Li, N., Becerik-Gerber, B., Krishnamachari, B., Soibelman, L. 2014. A BIM centered indoor localization algorithm to support building fire emergency response operations.
- [15] Rüppel, U., Schatz, K. 2011. Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations.
- [16] Chen, L., Wu, C., Shen, T., Chou, C. 2014. The application of geometric network models and building information models in geospatial environments for fire-fighting simulations.
- [17] Lin, Y., Liu, Y., Gao, G., Han, X., Lai, C., Gu, M. 2012. The IFC-based path planning for 3D indoor spaces.
- [18] IFC. 2014.  
<http://www.buildingsmart.org/standards/ifc> (Pridobljeno 7.7.2014.)
- [19] Flame spread. 2014.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Flame\\_spread](http://en.wikipedia.org/wiki/Flame_spread) (Pridobljeno 5.7.2014.)
- [20] Pravilnik o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov.  
Uradni list RS št. 138-5945/2004: 16467
- [21] Pathfinder. 2014.  
<http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/> (Pridobljeno 15.7.2014.)
- [22] PyroSim. 2014.  
<http://www.thunderheadeng.com/pyrosim/> (Pridobljeno 15.7.2014.)
- [23] Zakon o graditvi objektov. Uradni list RS št. 110-5387/2001: 13084
- [24] Zakon o varstvu pred požarom. Uradni list RS št. 3-102/2007: 316
- [25] Cerovšek, T. Intervju. 2010.  
<http://www.finance.si/270866/Intervju-V-tujini-investitorji-%C5%BEE-zahtevajo-uporabo-BIM> (Pridobljeno 12.9.2014.)

- [26] BIM and fire protection. 2013.  
<http://www.csemag.com/single-article/bim-and-fire-protection-engineering/22fcd716222bf3046ca5d9908d46fddc.html> (Pridobljeno 12.9.2014.)
- [27] Smart sprinklers. 2014.  
<http://www.aga-cad.com/Fire-Protection-System-BIM-Software/Revit-MEP-Engineering-Pro/Smart-Sprinklers.html> (Pridobljeno 12.9.2014.)
- [28] SprinkCAD. 2014.  
<https://www.sprinkcad.com/sprinkcad.aspx> (Pridobljeno 12.9.2014.)
- [29] Sprinkler design layouts. 2014.  
<http://www.lawnbeltusa.com/sprinkler-examples.htm> (Pridobljeno 12.9.2014.)
- [30] Sprinkler design for HVAC design. 2014.  
<http://www.magicad.com/en/content/magicad-sprinkler-designer-hvac-design> (Pridobljeno 12.9.2014.)
- [31] Huč, S. 2013. Analiza požarne varnosti enostanovanjskih vrstnih hiš. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

## **SEZNAM PRILOG**

PRILOGA A: Tabela zahtevane požarne odpornosti nosilne konstrukcije

PRILOGA B: Tabela zahtevane požarne odpornosti mejnih elementov

PRILOGA C: Grafični prikaz požarne varnosti

**PRILOGA A: TABELA ZAHTEVANE POŽARNE ODPORNOSTI NOSILNE KONSTRUKCIJE**

Število etaž [1] Vrsta stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	[2]	(P) do 600 m <sup>2</sup> BET	(P+1) do 600 m <sup>2</sup> BET	(P in P+1) nad 600 m <sup>2</sup> BET	(P+2)	(P+3)	(P+4) (P+5)	(P+6) (P+7)
112 - Večstanovanjske stavbe	A	nz	R 60 [3]	R 60 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 60
	B	nz	R 60 [3]	R 60 [3]	R 60 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60
113 - Stanovanjske stavbe za posebne namene	A	R 30 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 90	R 90	R 90
	B	R 30 [3]	R 60 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 90
121 - Gostinske stavbe 1241 - Postaje, terminali, stavbe za elektronske komunikacije in z njimi povezane stavbe 1261 - Stavbe za kulturo in razvedrilo 1262 - Muzeji in knjižnice 1263 - Stavbe za izobraževanje in znanstveno-raziskovalno delo 1265 - Športne dvorane 123 - Trgovske in druge stavbe za storitvene dejavnosti 1272 - Stavbe za opravljanje verskih obredov, pokopališke stavbe	A	ng ali R 30 [3]	R 30 [3]	R 30 [3]	R 60 [4]	R 90	R 90	[5]
	B	nz	nz	R 30 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 90
122 - Upravne in pisarniške stavbe 1242 - Garažne stavbe 125 - Industrijske stavbe in skladišča do 1000 MJ/m <sup>2</sup> 1271 - Nestanovanjske kmetijske stavbe	A	nz	ng ali R 30 [3]	R 30 [3]	R 30 [4]	R 60 [4]	R 60	R 60
	B	nz	nz	ng ali R 30 [3]	R 30 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60
125 - Industrijske stavbe in skladišča nad 1000 MJ/m <sup>2</sup>	A	ng	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90	R 90
	B	ng	R 30	R 60	R 60	R 60	R 60	R 60
1264 - Stavbe za zdravstvo	A	R 30 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 90	R 90	[5]
	B	R 30 [3]	R 60 [3]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60 [4]	R 60	R 90
1274 - Nestanovanjske stavbe, ki niso uvrščene drugje	A	R 30	R 30	R 60	R 60	R 60	R 60	R 90
	B	R 30 [3]	R 30 [3]	R 30 [3]	R 30 [3]	R 30	R 30	R 60

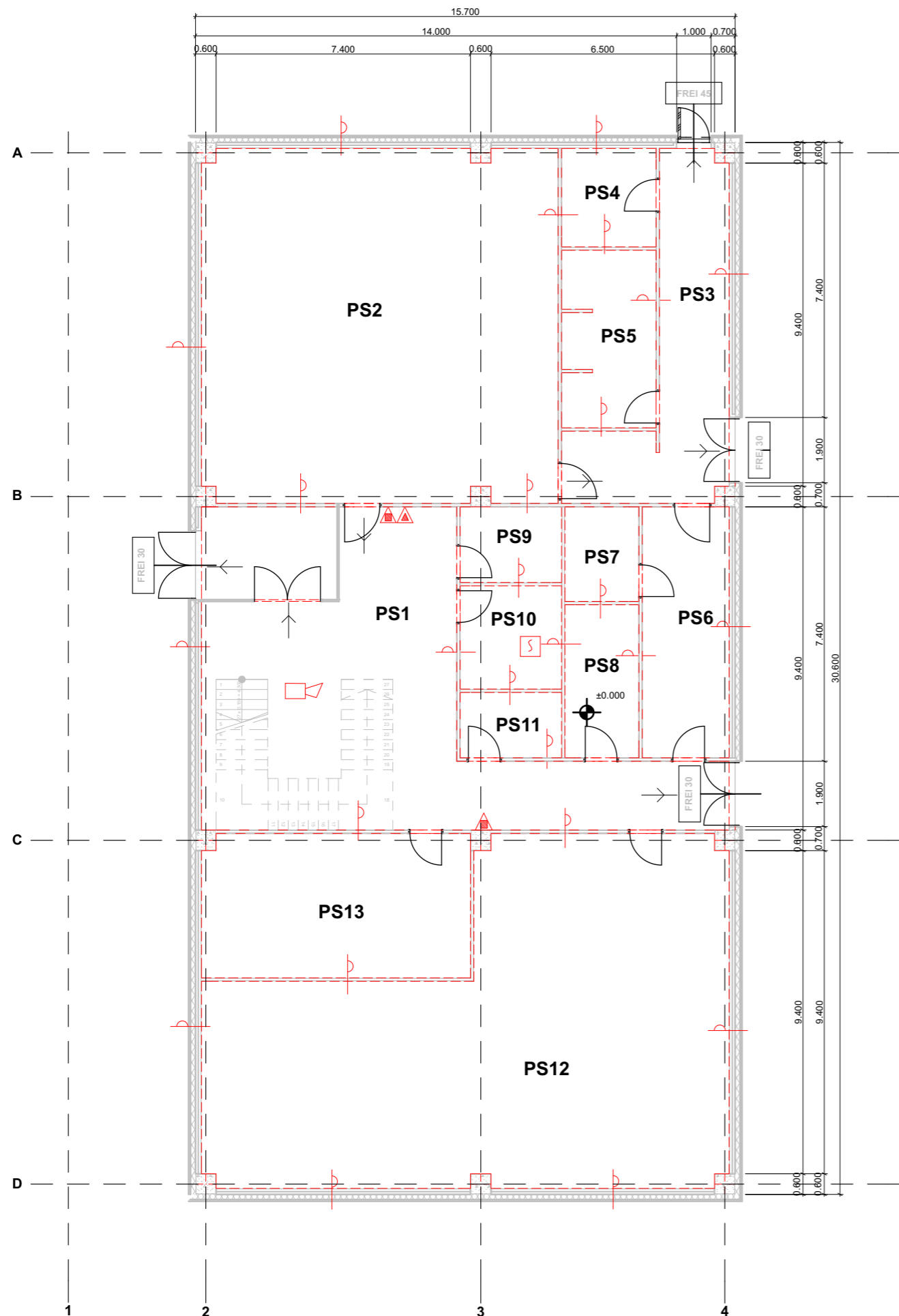


## **PRILOGA C: GRAFIČNI PRIKAZ POŽARNE VARNOSTI**

Stran 1: Načrt požarne varnosti – tloris pritličja

Stran 2: Načrt požarne varnosti – tloris nadstropja

Stran 3: Načrt požarne intervencije



### POŽARNI SEKTORJI

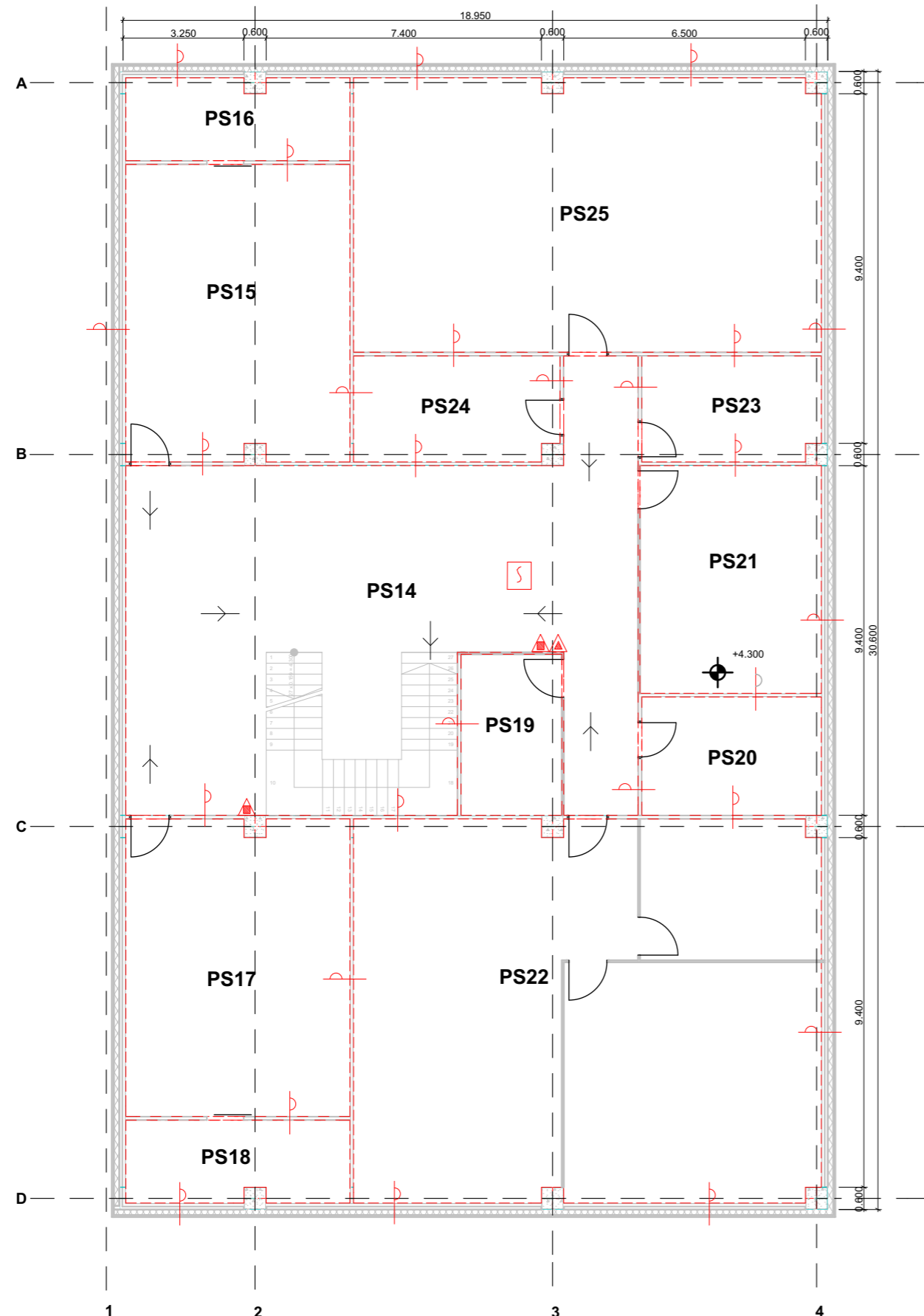
Sektor	Ime	Površina [m <sup>2</sup> ]
PS1	Predprostor s stopniščem in vetrolovom	85.31
PS2	Večnamenski prostor	106.17
PS3	Predprostor	26.44
PS4	WC ženski, proizvodnja	7.87
PS5	WC moški, proizvodnja	14.02
PS6	Garderobe	18.43
PS7	Tuši	5.91
PS8	Arhiv	9.57
PS9	WC ženski, gosti	6.49
PS10	WC moški, gosti	8.85
PS11	Skladišče	5.61
PS12	Pisarne	123.33
PS13	Sejna soba	32.65

### LEGENDA

	Smer evakuacije
	Požarna odpornost R(EI) 30
	Požarna sirena
	Točkovni javljalnik dima
	Gasilni aparat - ABC prašek
	Gasilni aparat - CO2
	Meja med požarnimi sektorji

Naslov diplomske naloge: <b>Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti</b>	Izdelač: <b>Sabina Saje</b>
Načrt: <b>Načrt požarne varnosti Tloris pritličja</b>	Številka načrta: <b>1:150</b>
<b>Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</b>	Datum: <b>September 2014</b>
	Stran: <b>Priloga C Stran 1</b>





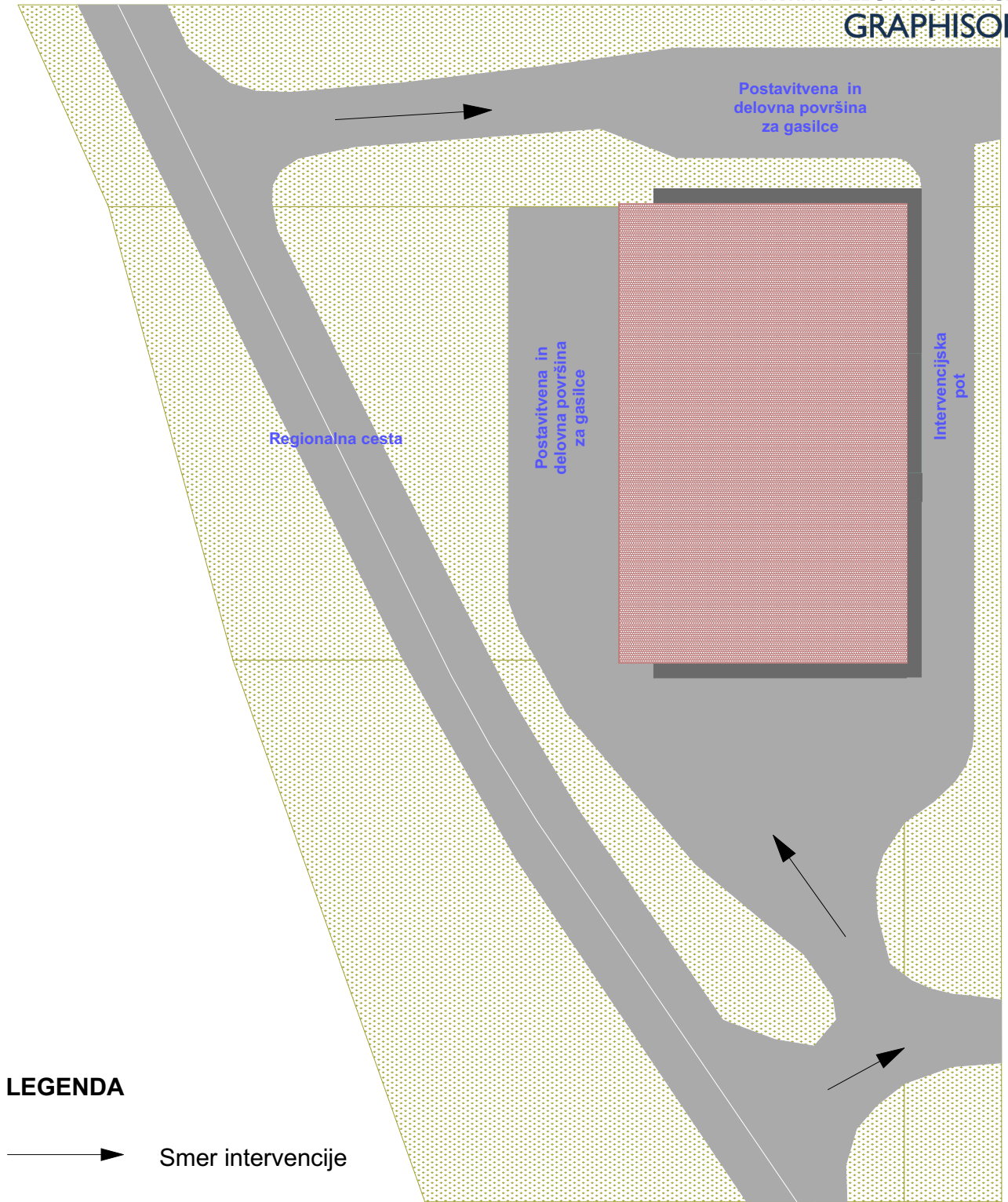
### POŽARNI SEKTORJI

Sektor	Ime	Površina [m <sup>2</sup> ]
PS14	Predprostor s sprejemnico	122.86
PS15	Glavna pisarna 1	47.9
PS16	Kopalnica pri glavni pisarni 1	13.15
PS17	Glavna pisarna 2	47.88
PS18	Kopalnica pri glavni pisarni 2	13.17
PS19	Čajna kuhinja	11.73
PS20	Soba za server	15.34
PS21	Sejna soba - glavna	29.84
PS22	Pisarne	128.89
PS23	WC ženske, gosti + uprava	13.54
PS24	WC moški, gosti + uprava	15.57
PS25	Pisarne	92.3

### LEGENDA

	Smer evakuacije
	Požarna odpornost R(EI) 30
	Požarna sirena
	Točkovni javljalnik dima
	Gasilni aparat - ABC prašek
	Gasilni aparat - CO2
	Meja med požarnimi sektorji

Naslov diplomske naloge: <b>Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti</b>	Izdelač: <b>Sabina Saje</b>
Načrt: <b>Načrt požarne varnosti Tloris nadstropja</b>	Številka načrta: <b>1:150</b>
<b>Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</b>	Datum: <b>September 2014</b>
	Stran: <b>Priloga C Stran 2</b>



**LEGENDA**

→ Smer intervencije

Site

1:400

<p>Naslov diplomske naloge:  <b>Uporaba orodij BIM za analizo požarne varnosti</b></p>	<p>Izdelal:  <b>Sabina Saje</b></p>	
<p>Načrt:  <b>Načrt požarne varnosti          Požarna intervencija</b></p>	<p>Številka načrta:</p>	<p>Merilo:  <b>1:400</b></p>
<p><b>Univerza v Ljubljani          Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo</b></p>	<p>Datum:  <b>September 2014</b></p>	<p>Stran:  <b>Priloga C          Stran 3</b></p>