



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ-СКОПЈЕ



МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАРИ ВО УРБАНИ СРЕДИНИ

-Докторска дисертација-

Ментор:

Проф. д-р Мери Цветковска

Кандидат:

М-р Аљмир Рушити

Скопје, 2025

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Ментор:

Проф. д-р Мери Цветковска

Градежен Факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје

Членови на комисија:

Проф. д-р Петар Цветановски

Градежен Факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје

Проф. д-р Елена Думова Јованоска

Градежен Факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје

Проф. д-р Ана Тромбева Гаврилоска

Градежен Факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје

Проф. Д-р Мирјана Лабан

Факултет за Технички науки, Универзитет во Нови Сад

БЛАГОДАРНОСТ

Првенствено, сакам да искажам искрена благодарност до мојот ментор, Проф. Д-р Мери Цветковска, која убедливо ме водеше и ме охрабри да бидам професионалец и да ја направам вистинската работа, дури и кога патот стана тежок. Без нејзина упорна помош, целта на овој проект не би била реализирана.

Им благодарам на почитуваните членови на комисијата, кои ги прифатија предложените идеи за истражување и со своите корисни совети и предлози, влијаеа на конечната верзија на дисертацијата.

Сакам да ја истакнам и поддршката и големата љубов на моето семејство, татко ми Агим, мајка ми Имране, сестра ми Редона, мојата сопруга Ермира и мојата драга ќерка Ардора. Тие ме бодреа да продолжам и оваа работа немаше да биде можна без нивниот придонес.

Потврдувам дека оваа дисертација е моја работа и дека не барав или искористив недозволена помош на трети страни за изработка на овој труд и дека јасно ги цитирав сите извори користени во дисертацијата.

Оваа докторска дисертација се уште не е доставена во друг универзитет – ниту во Република Северна Македонија, ниту надвор од Република Северна Македонија, ниту на истиот, ниту на сличен начин и се уште не е објавена.

Аљмир Рушити

РЕЗИМЕ

Пожарот, како поим, се дефинира како неконтролирано согорување, било на дел од конструкција или на запалив материјал во нејзина близина, при што може да дојде до повреда на луѓе и материјална штета.

За да се спречи појавата на пожар, а доколку се случи да се гарантира безбедност на станарите, вработените, клиентите, како и на самиот објект и на материјалните добра во него, треба да се превземат соодветни мерки. Истите зависат од големината на ризикот од пожар за чија проценка потребно е да се спроведе соодветна анализа. Врз база на дефиниран ризик се превземаат и соодветни мерки за управување со ризикот.

Поради тоа, потребно е соодветно да се процени опасноста од појава на пожар во објектите, да се процени изложеноста на објектите и на нивните корисници на пожари, да се дефинира ранливоста на самите објекти, на материјалните добра во нив, но пред се на корисниците на објектите, и да се процени ризикот со цел да се предвидат соодветните мерки за евентуално смалување на ризикот и управување со ризикот.

За да се воспостави соодветна методологија, применлива во локални услови, потребни се детални истражувања на голем број фактори кои имаат влијание врз ризикот од пожари во објекти.

Во рамките на дисертацијата анализирани се сите влијателни фактори, потребни за да се дефинира нивното процентуално учество во крајната вредност на ризикот, а потоа, врз база на потврдена методологија, дефиниран е ризикот за одделни општини во Северна Македонија.

За дефинирањето на ризикот од пожари на ниво на објект детално е анализирана ЕУРОАЛАРМ методата, при што се дефинирани криви на пожарна отпорност за одделни армиранобетонски конструктивни елементи: столбови, греди и плочи, врз база на кои ќе може да се процени пожарната отпорност на целата конструкција.

Врз база на спроведените анализи извлечени се заклучоци и дадени се препораки за соодветно планирање на просторот со цел да се подигне нивото на пожарната безбедност на населените места и препораки за соодветно проектирање на конструкциите со цел да се подигне нивото на пожарната безбедност на објектите.

Клучни зборови: Ризик, пожар, проценка на ризик, методологија, Еуроаларм метода

ABSTRACT

Fire, as a term, is defined as uncontrolled burning, either of a part of a structure or of combustible material near it, which may result in injury to people and property damage.

In order to prevent the occurrence of fire and, if it happens, to guarantee the safety of the tenants, employees, clients, as well as the building itself and the material goods in it, appropriate measures should be taken. They depend on the magnitude of the risk for which assessment it is necessary to carry out an appropriate analysis. Appropriate risk management measures are taken on the basis of a defined risk.

Therefore, it is necessary to adequately assess the danger of fire in the buildings, to assess the exposure of the buildings and their users to fires, to define the vulnerability of the buildings themselves, of the materials and the buildings, but above all of the users of the buildings, and to assess the risk in order to foresee the appropriate measures for possible risk reduction and risk management.

In order to establish an appropriate methodology, applicable in local conditions, detailed research is needed on a number of factors that have an impact on the risk of fires in buildings.

Within the framework of this dissertation, all influential factors, necessary to define their percentage participation in the final value of the risk, were analysed, and then, based on a confirmed methodology, the risk was defined for individual municipalities in North Macedonia.

The EUROALARM method has been analysed in detail to define the risk of fire at the building level, where fire resistance curves have been defined for individual reinforced concrete structural elements: columns, beams and slabs, based on which the fire resistance of the entire structure can be assessed.

Based on the conducted analyses, conclusions were drawn and recommendations were given for appropriate space planning in order to raise the level of fire safety in populated areas and recommendations for appropriate design of constructions in order to raise the level of fire safety of buildings.

Keywords: Risk, fire, risk assessment, methodology, Euroalarm method

СОДРЖИНА

БЛАГОДАРНОСТ	3
РЕЗИМЕ	4
ABSTRACT	5
СИМБОЛИ	10
ЛИСТА НА СЛИКИ	12
ЛИСТА НА ТАБЕЛИ.....	16
1. ВОВЕД	19
1.1. ПОИМ ЗА ПОЖАР	19
1.2. ЗАШТИТА ОД ПОЖАР	21
1.3. БЕЗБЕДНОСТ ОД ПОЖАР	23
2. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ	28
2.1. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ	28
2.2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ.....	29
2.3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ.....	29
2.4. ОПИС НА СОДРЖИНАТА	32
3. ПРЕГЛЕД НА ПОЗНАЧАЈНИТЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ И ТЕОРЕТСКИ ИСТРАЖУВАЊА.....	35
4. ОПАСНОСТ, ИЗЛОЖЕНОСТ, РАНЛИВОСТ И РИЗИК ОД ПОЖАР.....	45
4.1. ПОИМ ЗА ОПАСНОСТ, ИЗЛОЖЕНОСТ, РАНЛИВОСТ И РИЗИК ОД ПОЖАР.....	45
4.1.1. Опасност.....	47
4.1.2. Изложеност	50
4.1.3. Ранливост	52
4.1.4. Ризик.....	54
4.1.4.1. Поим и поделба на ризиците	54
4.1.4.2. Операции на ризикот	59
4.1.4.2.1. Управувањето со ризикот	59
4.1.4.2.2. Идентификација, намалување и избегнување на ризикот	62
4.1.4.2.3. Анализа на ризик	63
4.1.4.2.4. Евалуација и третман на ризик	64
4.1.4.2.5. Мониторинг и контрола на ризик.....	65
4.1.4.2.6. Комуникација и консултација	66
4.1.4.2.7. Процена на ризик.....	66
4.1.5. Меѓусебна врска на опасноста, изложеноста, ранливоста и ризикот	71

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

5.	МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР	73
5.1.	КВАЛИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР.....	73
5.1.1.	Метод на списоци за проверка (Checklist Method).....	74
5.1.2.	Метод на дрво на настани (Event-Tree Method)	83
5.1.3.	Метод на дрво на грешки (Fault Tree Method).....	95
5.1.4.	Идентификација на опасност – HAZID (Hazard Identification)	103
5.1.5.	Анализа на опасност и оперативност (Hazard & Operability Analysis – HAZOP)	111
5.2.	КВАНТИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР	119
5.2.1.	Пресметување на индексите на ризик со симулациски процедури (Computation of Risk Indices by Simulation Procedures – CRISP).....	119
5.2.2.	Модел за проценка на ризик од пожар и проценка на трошоците (Fire Risk Evaluation and Cost Assessment Model – FIRECAM).....	121
5.2.3.	Евалуација на пожар и проценка на ризик (Fire Evaluation and Risk Assessment – FIERA)	124
5.2.4.	Метод на Лунд за стандардна квалитативна анализа на ризик (Lund QRA)	127
5.2.5.	Метода за процена на ризик од пожар CESARE – Risk	129
5.3.	ПОЛУ-КВАНТИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР	132
5.3.1.	Американскиот систем за проценка на безбедноста од пожари, FSES (Fire Safe Evaluation System).....	132
5.3.2.	Единбург шемата (Edinburgh Scheme, продолжение на системот FSES)	136
5.3.3.	FRAME – Метода (Fire Risk Assessment Method (for) Engineering)	142
5.3.4.	Полу-квантитативен Матричен метод за процена на ризик од пожар	146
5.3.5.	Швајцарски Гретенер метод (Еуроаларм метод)	150
5.3.5.1.	Пожарно оптоварување во објект	151
5.3.5.2.	Пожарен ризик на објектот	152
5.3.5.3.	Пожарен ризик на содржината на објектот	156
6.	МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ВО УРБАНИ СРЕДИНИ	159
6.1.	ПОЖАРЕН РИЗИК НА СТАНБЕНИ ОБЈЕКТИ.....	159
6.1.1.	Причинители на пожар во станбени објекти	159
6.1.2.	Причини за висок пожарен ризик на станбени објекти.....	160
6.2.	МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА ПОЖАРЕН РИЗИК.....	162
6.2.1.	Проценка на изложеност на пожар во објекти.....	163
6.2.2.	Проценка на ранливост од пожар во објекти	164
6.2.3.	Проценка на ризик од пожар за општина/регион.....	167
6.2.4.	Карта на ризик од пожар за општина/регион.....	167

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

6.3. ПРИБИРАЊЕ И АНАЛИЗА НА ПОДАТОЦИ ЗА ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ВО УРБАНИ СРЕДИНИ.....	169
6.3.1. Анализа на станбен фонд во ЕУ.....	169
6.3.2. Анализа на станбен фонд во Северна Македонија.....	170
6.3.3. Случени пожари во станбени објекти.....	171
6.3.3.1. Случени пожарни во станбени објекти во светот.....	172
6.3.3.2. Случени пожарни во станбени објекти во Северна Македонија.....	175
6.4. ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ЗА ОПШТИНА КУМАНОВО – СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ.....	179
6.4.1. Случени пожари во станбени објекти во општина Куманово.....	179
6.4.2. Процена на ризик од пожар за општина Куманово.....	186
6.4.2.1. Процена на изложеност на пожар во објекти.....	186
6.4.2.2. Процена на ранливост од пожар во објекти.....	187
6.4.2.3. Процена на ризик од пожар за општина Куманово.....	190
6.4.3. Процена на ризик од пожар во објекти по зони во општина Куманово.....	192
6.4.3.1. Процена на изложеност на пожар во објекти по зони во Куманово.....	198
6.4.3.2. Процена на ранливост од пожар во објекти по зони во Куманово.....	201
6.4.4. Процена на ризик од пожар за урбани квартави во општина Куманово.....	201
6.4.4.1. Процена на изложеност на пожар во објекти од квартал 11. Ноември во зона 1.....	201
6.4.4.2. Процена на ранливост од пожар во објекти од квартал 11. Ноември од зона 1.....	203
6.4.4.3. Процена на ризик од пожар во објекти за квартал 11. Ноември во зона 1.....	206
6.4.4.4. Процена на ризик од пожар за квартал Центар од зона 2.....	207
6.4.4.5. Процена на ранливост од пожар во објекти од квартал Центар од зона 2.....	208
6.4.4.6. Процена на ризик од пожар во објекти за квартал Центар во зона 2.....	211
6.4.5. Процена на ризик од пожар на подблок 1 од зона 1.....	212
6.4.5.1. Процена на изложеност на пожар во објекти на подблок 1 на зона 1.....	212
6.4.5.2. Процена на ранливост и на ризик од пожар за подблок од зона 1.....	213
6.4.6. Процена на ризик од пожар на ниво на објект во Куманово.....	214
6.4.6.1. Опис на анализиран објект – OD1Z1.....	214
6.4.6.2. Пресметка на време на евакуација со користење на симулациски програм Pathfinder.....	223
6.4.6.3. Избор на мерки за заштита од пожари во однос на намената на објектот и технолошкиот процес во него.....	226
6.4.6.4. Опис на анализиран објект – OD2Z1.....	228

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

6.4.6.5. Избор на мерки за заштита од пожари во однос на намената на објектот и технолошкиот процес во него	241
6.4.6.6. Проценка на ризик од пожар во однос на барањата за инсталација на системи за алармирање и гаснење пожар – Еуроаларм метода	241
6.5. Подобрена ЕУРОАЛАРМ метода	247
6.5.1. Примена на подобрената Еуроаларм метода за анализа на објектите OD1Z1 и OD2Z1.....	252
7. СПОРЕДБА НА РЕЗУЛТАТИ.....	254
8. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА.....	258
Прилог 1 – Статистички лист за ТППБ.....	269

СИМБОЛИ

Големи букви латиница

G	Маргина на време на евакуација, што е време за постигнување неодржливи услови минус времето за евакуација за секое сценарио во дрвото на настанот
T _s	пресметано време до неодржливи услови
M _s	фактор на несигурност на моделот
T _d	пресметано време за откривање на пожар
T _r	време за реакција и одговор за персоналот
T _e	пресметано време на движење за пациентите
W	факторот на снабдување со вода
N	нормалниот заштитен фактор
S	специјалниот заштитен фактор
F	факторот на отпорност на пожар
U	факторот на евакуација/бегство
Y	факторот за спасување
V _i	волумен на материјал, во m ³
H _i	топлинска вредност на материјалот, во MJ/kg
S	површина на основата на објектот, во m ²
R ₀	пожарен ризик на објектот
P ₀	коефициент на пожарно оптеретување на содржината во објектот
C	коефициент на согорливост на содржината во објектот
P _k	коефициент на пожарно оптоварување од материјали вградени во конструкцијата на објектот
B	коефициент на големината и положбата на пожарниот сектор
L	коефициент на каснење на почеток на интервенција на гасење
S	коефициент на големина на пожарниот сектор
W	коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на објектот
R _i	коефициент на намалување на ризикот
H	коефициент на опасност за луѓе
D	коефициент на ризик на имотот
F	коефициент на делување на димот
N	аксијална сила во столбот од постојан и променлив товар
N _{u,max}	аксијална сила на притисок која предизвикува лом на централно оптоварен столб (од M-N дијаграмот)
M	нападен момент во столбот од постојан и променлив товар

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

M_u ултимативен нападен момент што одговара на ултимативната аксијална сила N_u (определен врз база на M-N дијаграмот)

Мали букви латиница

q фактор на пожарно оптоварување
i фактор на ширење на пожарот
g фактор на површина
e фактор на ниво
v фактор на вентилација
z фактор на пристап
a факторот на активирање
c фактор на вредност/содржински фактор
d фактор на зависност
t фактор на време на евакуација
r фактор на околина
i индекс на елементарна единица

Мали грчки букви

ρ_i волуменска маса на материјалот, во kg/m^3
 η коефициент на оптовареност за аксијалната сила
 β коефициент на оптовареност за нападниот момент

ЛИСТА НА СЛИКИ

Слика 1.1.	Кулата Гренфел после гаснење на пожар	20
Слика 1.2.	Седум нивоа на безбедност од пожар во згради (MBA, EU Fire safety Guide, 2019) ..	24
Слика 1.3.	Ефектот на комбинираното дејство на елементите/условите на одредбите за заштита од пожари врз безбедноста од пожари на високи згради (Lamont & Ingolfsson, 2018) [5]	25
Слика 1.4.	Дрво на настани: Основни бариери за заштита од пожари [2].....	26
Слика 1.5.	Фази на развој на пожар и мерки за пасивна заштита од пожар (Östman & Källsner, 2011) [7].....	27
Слика 2.1.	Матрица за проценка на ризик 5x5 (полу-квантитативна метода за процена на ризик)	31
Слика 4.1.	Ризик претставен како функција од опасност, изложеност и ранливост	45
Слика 4.2.	Постапка за идентификација и контрола на ризикот	46
Слика 4.3.	Процеси на управувањето со ризикот според ISO 31000:2009	62
Слика 5.1.	4x4 матрица на ризик од пожар	82
Слика 5.2.	Секвенца на неуспех на систем во 3 фази.	89
Слика 5.3.	Поедноставен пример на дрво на настани.....	90
Слика 5.4.	Дрво на настани при пожар на транспортерски систем.....	91
Слика 5.5.	Дрво на настани за процена на веројатност, последици и ниво на ризик за различни пожарни сценарија кои произлегуваат од појава на пожар во станбена зграда.....	92
Слика 5.6.	Анализа на дрво на грешки за пожарен триаголник	100
Слика 5.7.	Квантифицирана анализа на дрво на грешки за пожарен триаголник.....	101
Слика 5.8.	Нумеричка вредност на веројатноста за појава на највисок настан на пожар во дрво на грешки.....	102
Слика 5.9.	Квантифицирано дрво на грешки.....	102
Слика 5.10.	Методологијата на HAZID	104
Слика 5.11.	Општа матрица за процена на ниво на ризик	109
Слика 5.12.	Методологија на HAZOP	113
Слика 5.13.	Процесот на испитување на HAZOP	115
Слика 5.14.	Типичен HAZOP шаблон за снимање.....	116
Слика 5.15.	Матрица за проценка на ризик 5x5 (полу-квантитативна метода за процена на ризик)	148
Слика 5.16.	Дијаграм за проценка на ризик од пожар	157
Слика 6.1.	Чекори за дефинирање на ризик.....	163
Слика 6.2.	Застапеност на зградите во земјите на ЕУ по површина, во 2014 година (европски Комисија, 2020а)	169
Слика 6.3.	Распределба на станбениот фонд во земјите на ЕУ, според годината на изградба (Европска комисија, 2020а)	170
Слика 6.4.	Распределба на станбениот фонд во Северна Македонија, според годината на изградба.....	167
Слика 6.5.	Процентуална застапеност на пожарите по место на случување, (CTIF-CFS, 2020) ..	173
Слика 6.6.	Процентуална застапеност на: а) смртни случаи од пожар, б) повредени во пожари, по место на случување, (CTIF-CFS, 2020)	173

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Слика 6.7. а) Просечен бројна случени пожари во градски средини, на 1.000 жители	174
б) Просечен бројна жртви од пожари во градски средини, на 100.000 жители	174
Слика 6.8. Број на случени пожари во објекти по години, за период 2005-2020 година, за општини во С. Македонија за кои постојат податоци	175
Слика 6.9. Просечен број случени пожари во објекти, на годишно ниво по општини во С. Македонија, период 2005-2020 година	176
Слика 6.10. Број на случени пожари во објекти во Скопје во период 2018-2023 година	178
Слика 6.11. Просечен број случени пожари на годишно ниво, во објекти по општини на градот Скопје, период 2018-2023 година.....	178
Слика 6.12. Број на случени пожари во објекти во Куманово, во период 2019-2023 год.....	181
Слика 6.13. Број на пожари во објекти во општина Куманово, за период 2019-2023	181
Слика 6.14. Број на пожари во објекти во општина Куманово зависно од сезоната во која настанал пожарот, за период 2019-2023	182
Слика 6.15. Број на пожари во објекти во општина Куманово зависно од деновите кога настанал пожарот, за период 2019-2023	183
Слика 6.16. Процентуална распределба на број на пожари во објекти во Куманово по дел од денот	183
Слика 6.17. Распределба на пожарите во објекти во Куманово врз основа на место на настанат пожар	184
Слика 6.18. Процентуална распределба на пожарите во објекти во Куманово врз основа на место на пожар внатре во објектот	184
Слика 6.19. Пожарни случаи во Куманово за период 2019-2023, по зони.....	185
Слика 6.20. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти во општина Куманово, по месеци, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)	187
Слика 6.21. Матрица за проценка на ризик од пожари за општина Куманово (полу-квантитативна метода за процена на ризик).....	191
Слика 6.22. Зони на оддалеченост на објектите на град Куманово од ТПП бригада	193
Слика 6.23. Пожарни случаи по зони во општина Куманово со приградските населби.....	194
Слика 6.24. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 1.....	195
Слика 6.25. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 2.....	196
Слика 6.26. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 3.....	196
Слика 6.27. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 4.....	197
Слика 6.28. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 5.....	197
Слика 6.29. Вкупен број на пожарни случаи по месеци, за сите 5 зони, за период 2019-2023 год.....	194
Слика 6.30. Просечен број на пожари во објекти по зони во Куманово: а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година).....	199
Слика 6.31. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 1, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година).....	199
Слика 6.32. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 2, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година).....	199
Слика 6.33. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 3, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година).....	200

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Слика 6.34. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 4, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)	200
Слика 6.36. Кварт „11 Ноември“ како составен дел од зона 1 во општина Куманово	202
Слика 6.37. Матрица за проценка на ризик од пожари за квартал 11. Ноември, зона 1, во општина Куманово (полу-квантитативна метода за процена на ризик)	206
Слика 6.38. Кварт „Ценар“ како составен дел од зона 2	207
Слика 6.39. Матрица за проценка на ризик од пожари за квартал Центар, зона 2, во општина Куманово (полу-квантитативна метода за процена на ризик)	211
Слика 6.40. Подблок на Урбана Единица во квартал 11-ти Ноември	212
Слика 6.41. Локација на анализираната станбена зграда, претставен на мапата на зона 1 преку софтверот QGIS	214
Слика 6.42. Патот на пристигнување на ППБ до предметниот објект.....	215
Слика 6.43. Пристапен пат до предметниот објект: а) пристапен пат на ППВ до објектот, б) пат кој води до самиот влез на зградата	215
Слика 6.44. Пристап на ППВ од: а) западна страна на предметниот објект (влез во зградата) и б) јужна и источна страна на предметниот објект	216
Слика 6.45. Западна страна на предметниот објект	217
Слика 6.46. Влез од источна страна на зградата која е надвор од употреба	217
Слика 6.47. Собирно безбедносно плато за станарите	218
Слика 6.48. Приказ на: а) скалите и б) ходникот кои водат до излез од објектот	218
Слика 6.49. Подрумски простории на станбената зграда и влез без рампа	219
Слика 6.50. Препреки на патот на евакуација	220
Слика 6.51. Поштенски сандачиња и главен разведен ормар.....	216
Слика 6.52. 3D изглед на објектот	224
Слика 6.53. Основа на приземје	224
Слика 6.54. Почеток на евакуација.....	225
Слика 6.55. Време на евакуација и намалување на бројот на присутни во објектот со тек на време.....	225
Слика 6.56а. Основа на приземје	227
Слика 6.56б. Основа на кат 1 и кат 2	228
Слика 6.56в. Основа на кат 3.....	228
Слика 6.57. Локација на станбена зграда OD221	229
Слика 6.58. Патот на пристигнување на ППБ до предметниот објект.....	229
Слика 6.59. Пристапен пат на ППВ до објектот	230
Слика 6.60. Пристап на ППВ од јужна и западна страна на предметниот објект.....	230
Слика 6.61. Главен влез во предметниот објект.....	231
Слика 6.62. Северна страна на станбена зграда	231
Слика 6.63. а) Главна врата за влез во објектот и б) пат до влезна врата во самиот објект	232
Слика 6.64. Влезна врата на објект, поштенски сандачиња, разведен ормар	233
Слика 6.65. Собирно место за станарите.....	234
Слика 6.66. Приказ на скалите и ходникот кои водат до излез од предметниот објект.....	234
Слика 6.67. Лифт во станбена зграда	235
Слика 6.68. Излезна врата на станбената зграда.....	235

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Слика 6.69. Знаци за евакуација.....	236
Слика 6.70. Потенцијален извор за појава на пожар	236
Слика 6.71. Внатрешен хидрант	237
Слика 6.72. Пожарен аларм.....	237
Слика 6.73. План за евакуација на анализираниот објект	238
Слика 6.74. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD1Z1	244
Слика 6.75. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD2Z1	246
Слика 6.76. Криви на пожарна отпорност на централно оптоварени столбови опожарени од сите страни, во функција од димензиите и почетното оптоварување.....	248
Слика 6.77. Криви на пожарна отпорност на централно оптоварени столбови опожарени од две страни (вметнати во преграден ѕид), во функција од димензиите и почетното оптоварување	248
Слика 6.78. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 30x30 см, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување.....	249
Слика 6.79. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 40x40 см, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување.....	250
Слика 6.80. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 50x50 см, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување.....	250
Слика 6.81. Криви на пожарна отпорност за слободно потпрена плоча со распон $L=4m$, и различна дебелина h	251
Слика 6.82. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD1Z1 врз база на подобрена Еуроалам метода	253

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 5.1.	Метод на листа за проверка за проценка на ризик од пожар	77
Табела 5.2.	Дефиниции за инхерентен ризик и преостанат ризик од пожар	81
Табела 5.3.	Дефиниции за нивоата на веројатност и последици	82
Табела 5.4.	Посредни настани на сценарио за пожар	85
Табела 5.5.	Разгранување на настани.....	85
Табела 5.6.	Дефиниции за нивоа на веројатност и последици.....	95
Табела 5.7.	„Водечки зборови“ на HAZOP.....	114
Табела 5.8.	FSES наспроти традиционална проценка на ризик од пожар	136
Табела 5.9.	Врска помеѓу веројатноста (изложеноста на пожар) и ранливоста (последниците од пожар).....	148
Табела 5.10.	Коефициент на пожарно оптеретување на содржината во објектот- P_0	153
Табела 5.11.	Коефициент на согорливост на содржината во објектот - C	153
Табела 5.12.	Коефициент на пожарно оптоварување од материјали вградени во конструкцијата на објектот - P_k	153
Табела 5.13.	Коефициент на големината и положбата на пожарниот сектор - V	154
Табела 5.14.	Коефициент на задоцнување на стартот на гаснењето - L	154
Табела 5.15.	Коефициент на ширина на пожарниот сектор - S	154
Табела 5.16.	Коефициент на отпорност на пожар на носечки конструкции- W	155
Табела 5.17.	Коефициент на намалување на ризик од пожар - R_i	155
Табела 5.18.	Коефициентот на опасност за луѓето - H	156
Табела 5.19.	Коефициент на ризик на имотот- D	157
Табела 5.20.	Коефициент на делување на чад- F	157
Табела 6.1.	Променливи кои можат да влијаат на нивото на безбедност од пожар на високи објекти на глобално ниво (Lamont & Ingolfsson, 2018)	161
Табела 6.2.	Коефициент за изложеност на пожар K_i во зависност од број на население и на изградени објекти	164
Табела 6.3.	Индекс за ранливост на објектите во зависност од годината на градење.....	165
Табела 6.4.	Индекс за ранливост на објектите во зависност од катноста.....	165
Табела 6.5.	Индекс за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата	166
Табела 6.6.	Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ.....	166
Табела 6.7.	Индекс за ранливост во зависност од старост на населението.....	167
Табела 6.8.	Просечен број на случени пожари во објекти по општини во С. Македонија и по месеци, за период 2005-2020 год.	177
Табела 6.9.	Број на жртви и повредени во пожари во објекти во град Скопје и околните општини, за период 2018-2023 год.....	179
Табела 6.10.	Број на жртви и повредени во пожари во објекти во Куманово, за период 2019-2023 год.	186
Табела 6.11.	Временска дистрибуција на просечен број на пожари на 10,000 жители, за град Куманово, за период 2019-2023 година.....	186
Табела 6.12.	Временска дистрибуција на просечен број на пожари на 10.000 објекти, за град Куманово, за период 2019-2023 година.....	187

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.13. Коефициент за изложеност на пожари на објекти и население за град Куманово со сите општини.....	187
Табела 6.14. Индекс за ранливост на објектите во Куманово, во зависност од годината на градење	188
Табела 6.15. Индекс за ранливост на објектите во зависност од катноста	188
Табела 6.16. Индекс за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата	188
Табела 6.17. Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ.....	189
Табела 6.18. Индекс за ранливост на населението во зависност од годината на градење на објектите	189
Табела 6.19. Индекс за ранливост на населението во зависност од катноста на објектите	189
Табела 6.20. Индекс за ранливост на населението во зависност од квалитетот на градбата на објектите	190
Табела 6.21. Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ.....	190
Табела 6.22. Индекс за ранливост во зависност од старост на населението.....	190
Табела 6.23. Ризик од пожари во објекти за општина Куманово	191
Табела 6.24. Вкупен број на жители и објекти во анализираните зони на општината Куманово (градот со со приградските населби) во 2025 година	193
Табела 6.25. Вкупен број пожарни случаи по зони, за период од 5 години.....	195
Табела 6.26. Коефициент на изложеност на пожар во објекти, по зони во Куманово	200
Табела 6.27. Вкупен број на жители и објекти на блок 1 – 11. Ноември	201
Табела 6.28. Коефициент на изложеност за кварталот 11. Ноември	203
Табела 6.29. Индекси за ранливост во зависност од противпожарна опрема и системи за предупредување	203
Табела 6.30. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември, во зависност од годината на градење	204
Табела 6.31. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември во зависност од катноста	204
Табела 6.32. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември во зависност од квалитетот на градбата	204
Табела 6.33. Индекс за ранливост на населението во квартал 11. Ноември во зависност од годината на градење на објектите.....	205
Табела 6.34. Индекс за ранливост на населението во квартал 11. Ноември во зависност од катноста на објектите	205
Табела 6.35. Индекс за ранливост на населението во квартал 11. Ноември во зависност од квалитетот на градбата на објектите	205
Табела 6.36. Ризик од пожари во објекти за квартал 11. Ноември во општина Куманово.....	206
Табела 6.37. Вкупен број на жители и објекти на квартал Центар	208
Табела 6.38. Коефициент на изложеност за кварталот Центар	208
Табела 6.39. Индекс за ранливост на објектите во квартал Центар, во зависност од годината на градење	208
Табела 6.40. Индекс за ранливост на објекти во квартал Центар, во зависност од катноста	209
Табела 6.41. Индекс за ранливост на објекти во квартал Центар, во зависност од квалитетот на градбата.....	209
Табела 6.42. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар во зависност од годината на градење на објектите	210

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.43. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар, во зависност од катноста на објектите	210
Табела 6.44. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар, во зависност од квалитетот на градбата на објектите.....	210
Табела 6.45. Ризик од пожари во објекти за квартал Центар, зона 2, во општина Куманово	211
Табела 6.46. Вкупен број на жители и објекти на подблок од зона 1	212
Табела 6.47. Коефициент на изложеност за подблок во кварталот 11. Ноември	213
Табела 6.48. Индекси за ранливост на објектите во зависност од пристапноста на ТППБ.....	213
Табела 6.49. Список за проверка на пожарна безбедност за станбена зграда бр.1 во Куманово	221
Табела 6.50. Список за проверка на пожарна безбедност за станбена зграда бр.2 во Куманово	239
Табела 6.51. Влијание на дебелината врз пожарната отпорност на плоча систем проста греда, со распон L=4 m, опожарена од долна страна.....	251
Табела 7.1. Преглед на изложеноста, ранливоста и ризикот од пожари на ниво на општина/зони/квартови/блокови	255
Табела 7.2. Процена на ризик од пожар во објекти согласно основната и подобрената Еуроаларм метода.....	256
Табела 7.3. Споредба на пожарната отпорност на објектите согласно основната и подобрената Еуроаларм метода.....	257
Табела 7.4. Споредба на потребните мерки за смалување на ризикот од пожар во анализираните објекти	257

1. ВОВЕД

1.1. ПОИМ ЗА ПОЖАР

Пожарот, како појава, постои од кога постои човештвото. Големиот број на настанати пожари низ историјата, проследени со катастрофални последици, беа и главната причина што многу одамна пожарот стана предмет на истражување.

Во научна смисла, горењето претставува хемиска реакција која ги вклучува горивото и оксидаторот - кислород (O_2) од воздухот, и не секогаш може да се контролира. Заради тоа, под оган се подразбира контролирано горење кое од страна на човекот може да се користи за негови потреби, односно како извор на енергија и топлина во индустријата и во домовите. Од друга страна, пожарот претставува синоним за неконтролирано горење и истиот може да предизвика големи материјални штети, повреда и/или загуба на живот на луѓе и животни и големи материјални штети, како и штети на животната околина.

Поимот пожар во објект подразбира неконтролирано согорување или на конструкцијата или на запалив материјал во нејзина близина, при што може да доведе до повреда или загуба на човечки животи и да предизвика материјална штета.

Врз база на податоци од светската статистика, утврдено е дека:

- 6 милиони пожари се случуваат годишно;
- 1–2 пожара се случуваат во просек на секои 5-6 секунди;
- 500-600 пожари со траење до 1 час, се случуваат истовремено;
- 50.000 луѓе годишно загинуваат во пожар;
- 6 милиони луѓе се здобиваат со изгореници и повреди;
- 100 милијарди долари изнесуваат материјалните загуби.

Заради ова, ограничувањето на ризикот во однос на поединецот и општеството како целина и заштита на имотот и животната средина представуваат основни цели на заштита во услови на пожар.

Мерките кои треба да бидат исполнети за време на проектирање и изградба на објектите, а со цел да се исполнуваат овие барања и да се ограничи ризик од пожар, се:

- Обезбедување на носивоста на конструкцијата во претходно дефиниран временски период;
- Ограничување на развој и ширење на пожарот и чадот низ објектот;
- Спречување на ширење на пожарот кон околните објекти;
- Обезбедување на навремена евакуација на луѓето;
- Обезбедување на безбедност на спасувачките екипи.

Во последните 20 или повеќе години, најчесто случените пожари се во станбените згради, а нешто помалку се пожари случени во хотели, објекти за колективн домување и деловни згради.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Последиците од пожарите во високите згради, од аспект на повредени и/или загуба на живот на луѓе и од аспект на материјална штета, може да бидат значителни и затоа високите станбени згради се сметаат за ризични во случај на пожар.

Во јуни 2017 година, во Лондон избувна пожар во висока станбена зграда, позната како Гренфел Тауер, каде што живееја околу 500 луѓе во над 120 станови. Причина за појава на пожарот била неисправноста на фрижидерот во кујната на станот на четврти кат. Во овој настан над 70 луѓе го загубија животот а над 70 беа повредени (Слика 1.1). Иако објектот бил реновиран во 2016 година (изграден во 1974 година), употребата на запаливи материјали во фасадниот систем беше главна причина зошто пожарот се прошири на целата зграда толку брзо.



Слика 1.1. Кулата Гренфел после гаснење на пожар

Во мај, 2015 година, во станбена зграда во Баку (Азербејџан), избувна пожар. Во зградата живееја околу 408 луѓе во 107 станови и од нив, животот го загубија 15 лица а над 60 лица се повредени (https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Baku_residence_building_fire).

Во Дубаи познат е случајот на пожар во кулата Торч. Кулата Торч, во текот на своето постоење, изгоре двапати, во 2015 година и во 2017 година, но за среќа последиците беа само материјални без повреда или загуба на живот на луѓе.

Во 2012 година, во станбената кула Ал Тајер (Шарџа), избувна пожар на балконот на првиот кат како резултат на фрлен отпушок од цигара. Во пожарот нема повредени, но оштетени се 102 станбени единици, а 45 автомобили паркирани во близина на објектот беа оштетени од запалени капки од запалената зграда (<https://www.coastaldigest.com/middle-east/39303-major-fire-guts-34-floor-residential-building-in-sharjah>).

Во градот Рубе (Франција), во 2012 година избувна пожар во станбената кула Мермоз. Во пожарот, едно лице го загуби животот а шест луѓе беа лесно повредени.

Сите овие случаи всушност потврдуваат колку штетни последици има пожарот, што ни дава знак дека прописите за противпожарна заштита треба да бидат подигнати на ниво што ќе обезбеди и при случај на евентуален пожар, штетите да се минимални (и тоа само материјални), и конструкцијата да е способна да опстои во пропишано време на дејство на пожар.

Поради тоа, потребно е соодветно да се процени опасноста од појава на пожар во објектите, да се процени изложеноста на објектите и на нивните корисници на пожари, да се дефинира ранливоста на самите објекти, на материјалните добра во нив, но пред се на корисниците на објектите, и да се процени ризикот со цел да се предвидат соодветните мерки за евентуално смалување на ризикот и управување со ризикот [1].

1.2. ЗАШТИТА ОД ПОЖАР

Спречување на појава на пожари во потполност е невозможно, но заштитата од пожари и намалување на штетите предизвикани од пожар може да се постигне и тоа со превземање на соодветни заштитни мерки. Познавањето на причините за појава на пожар и пожарни опасности овозможува да се превземат адекватни заштитни мерки против пожар.

Со отстранување на причините за пожар, сведување на минимум на пожарните опасности, обезбедување на доволни средства и уреди за гасење на пожар, реализирана обука на луѓе при ракување со машините и средствата за работа, се постигнува заштита од пожар или намалување на штетните последици од пожар.

Пожарната безбедност во поглед на заштита од пожар подразбира спроведување на превентивни мерки од појава на пожар чија цел е спречување на појава од пожар во еден објект и истиот да биде пожарно безбеден за лицата кои си вршат работа внатре во објектот и за внатрешната опрема. За да се превземаат потребните превентивни мерки, потребно е да се препознаат опасностите од појава на пожар а потоа и да се изврши проценка на ризик од пожар кој може да доведе до појава на пожар.

Заштита од пожари се дефинира и како збир на мерки и работни нормативи, правни, организациони, техничко-технолошки и други мерки кои се спроведуваат на сите објекти изложени на опасност од појава на пожар, со цел спречување на појава на пожар или сведување на минимум на пожарните опасности.

Мерките за заштита од пожар се поделени на три групи и тоа:

- Превентивни или пасивни мерки;
- Оперативни или активни мерки;
- Санациони мерки.

Пасивните мерки за заштита од пожар се составен дел на прописите кои ја регулираат заштитата од пожари и кои согласно градежните прописи мора да се спроведат. Нивна цел е да се изврши пожарно ограничување и спречување на ширење на пожарот.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Како пасивни мерки може да се набројат:

- Проектирање на конструкциите за дефинирано време на пожарно дејство, што подразбира доказ дека во дефиниран временски период на дејство на пожар конструкцијата нема да доживее колапс.
- Примена на противпожарна топлинска заштита на конструктивните елементи, што подразбира нанесување противпожарни премази на челични или дрвени греди, столбови и други конструктивни компоненти, или примена на огноотпорни облоги и панели на ѕидови, тавани и други површински елементи, со што се успорува процесот на загревање на елементите.
- Пожарно секторирање на внатрешноста на објектот за да се спречи ширење на пожарот во други делови од објектот. Тоа подразбира изведба на противпожарни прегради, во кои спаѓаат противпожарни ѕидови, подови и врати кои се изведени со огноотпорни материјали.
- Примена на противпожарни дамperi и противпожарни врати, инсталирани во канали и отвори, за да се спречи ширењето на пожарот и чадот меѓу одделни пожарни сектори.
- Примена на огноотпорни материјали како заптивни средства и бариери што се користат за пополнување на празнини, споevi и пенетрации во ѕидовите и подовите кои се на граница на пожарните сектори.

Овие мерки ја извршуваат својата функција без човечка интервенција за да ги локализираат и забават пожарите, подобрувајќи ја безбедноста и конструктивниот интегритет.

Оперативните или активните мерки на заштита од пожар подразбираат мерки кои се превземат во случај на настанување на пожар. Тука спаѓаат системи и дејства што бараат човечка интервенција или автоматско активирање за откривање, контрола или гаснење на пожари. Примерите вклучуваат:

- Системи за откривање пожар: Детектори за чад, детектори за топлина и детектори за пламен што ги активираат останатите системи за предупредување на корисниците на објектот за настанат пожар.
- Системи за противпожарен аларм: Сирени, визуелни аларми и комбинирани системи за алармирање што ги известуваат корисниците на објектот и службите за итни случаи.
- Системи за гласовна евакуација: Системи за јавно обраќање или гласовен аларм што ја водат евакуацијата за време на пожарна вонредна состојба.
- Системи за прскање (Спринклер системи): Автоматски системи на база на вода што се активираат за да ги потиснат или изгаснат пожарите.
- Системи на гас или пена проектирани за потиснување на специфични видови пожари.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Внатрешна и надворешна хидрантска мрежа: Снабдување на објектот со доволно количество вода за гаснење на пожарите.
- Противпожарни црева и макари за црева: Опрема што ја користи обучен персонал за гаснење пожари.
- Противпожарни апарати: Преносни уреди што ги користат поединци за гаснење мали пожари.
- Осветлување за итни случаи (панични светилки): Светла што се активираат за време на пожар за да обезбедат потребна видливост и да ги водат корисниците на објектот до излезите (соодветни стрелки кои го означуваат правецот на движење). Истите се поставуваат под чадната зона.
- Системи за исклучување во итни случаи: Автоматизирани или рачни системи за исклучување на HVAC, електричните или системите за гориво за да се спречи ескалација на пожарот.

Санациони мерки за заштита од пожар или мерки за отстранување на последиците се мерки кои се спроведуваат по фазата на спасување. Нивната најзначајна улога се гледа за време на отстранување на последиците односно за време на ревитализација на загрозеното подрачје и доведување во нормална состојба.

Преземените мерки за заштита од пожар треба да ги задоволат следните основни карактеристики:

- Сигурност;
- Заштита на човечки живот;
- Ефикасност;
- Минимизирање на можни штети [2].

1.3. БЕЗБЕДНОСТ ОД ПОЖАР

Безбедноста во случај на пожар претставува една од основните барања што објектите и констуктивните елементи за време на нивниот работен век мора да го исполнуваат. Условот е исполнет ако во случај на пожар:

- Се обезбедува носивост на конструкцијата за одреден временски период;
- Се ограничува развој и ширење на пожар и чад низ објектот;
- Се спречува ширењето на пожарот кон соседните објекти;
- Се обезбедува навремена евакуација на луѓето;
- Се обезбедува безбедност на спасувачките екипи.

Основна цел на пропишаните мерки за заштита од пожари е заштита на животот на луѓето, физичкиот интегритет, материјалните добра и животната средина [3].

Алијансата за модерна градба (Modern Building Aleance - MBA, 2019) [4] за заштита на станарите и објектите, ги претстави седумте нивоа на заштита од пожар кои треба да се земат во предвид, и тоа (<https://belt.es/the-7-layers-of-fire-safety-in-buildings/>):

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

1. Превенција;
2. Откривање (детекција);
3. Гаснење на пожарот во почетна фаза;
4. Евакуација;
5. Поделба на зградата на пожарни сектори;
6. Безбедност на конструкцијата;
7. Интервенција на противпожарни и спасувачки единици (Слика 1.2.).



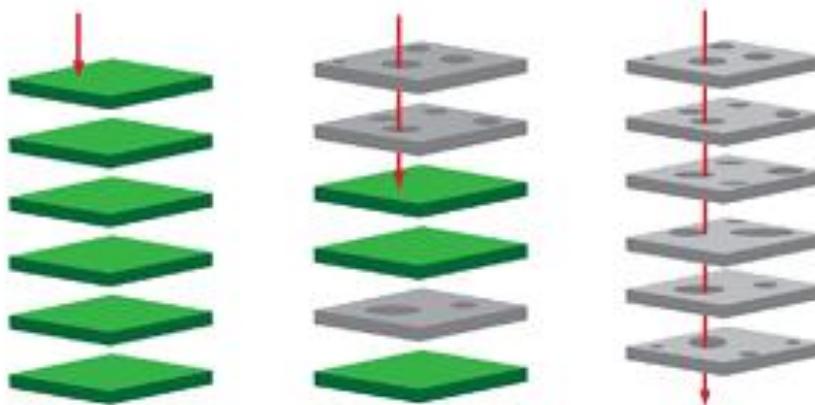
Слика 1.2. Седум нивоа на безбедност од пожар во згради
(MBA, EU Fire safety Guide, 2019)

Прво, потребно е да се спречи почетокот на пожар. Како почетна точка за информирање на ефикасните превентивни напори преку технички и човечки мерки е разбирањето на причините и факторите на ризик. Во случај на појава на пожар, и покрај мерките за превенција, неговото рано откривање е многу важно бидејќи на тој начин се обезбедува доволно време за реакција на станарите, односно да се врши безбедна евакуација и рано гаснење на пожарот. При појава на пожар, истиот може да се запре во самиот почеток преку рачен апарат за гаснење или со помош на автоматски прскалки кои се активираат автоматски со топлина само на местото каде што се појавува пожарот. Доколку пожарот не може да се запре, тогаш како прв приоритет настанува безбедното евакуирање на станатите од зградата преку добро осветлени, кратки патеки и без присуство на чад. За да бидат пристапните патеки за бегство (ходници и скали), потребно е објектот да има пожарни сектори. Тие обезбедуваат пожарот и неговиот чад да бидат содржани во одделот каде потекнувал пожарот и не дозволува истиот да се шири во другите простории. Доколку во објектот се појавува голем пожар, тогаш треба да се обезбеди безбедност на конструкцијата на самиот објект за да истиот не се урне врз станарите или пожарникарите. Противпожарната бригада, во случај на пожар, треба да пристигне што е можно побрзо за да ги евакуираат станарите, да се справуваат со пожарот и да спречат било какво понатамошно ширење на пожарот во другите соседни објекти (Modern Building Alliance, Safe and sustainable construction with plastics, EU Fire Safety Guide, The 7 layers of fire safety in buildings, 2019) [4].

Безбедноста од пожар на високи згради, според Ламонт и Инголфсон [5] од Националното здружение за заштита од пожари на Соединетите Американски Држави

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

(NFPA), се потпира на повеќе елементи/услови на одредбите за заштита од пожар кои, дејствувајќи заедно, имаат за цел да обезбедат пропишано ниво на заштита. Нивото на безбедност од пожар на објектот ќе се намали доколку некој од овие елементи/услови е загрозен (Слика 1.3).



Слика 1.3. Ефектот на комбинираното дејство на елементите/условите на одредбите за заштита од пожари врз безбедноста од пожари на високи згради (Lamont & Ingolfsson, 2018) [5]

Степенот на намалување на безбедноста ќе зависи од тоа на кој елемент/состојба најмногу се потпира безбедноста од пожари. Дополнително, се наведува дека пропишаните барања обично се засноваат на сценарио на внатрешен или надворешен пожар кој опфаќа еден до два ката, што не е случај кога има пренос на пожар и ширење на пожар низ фасадата.

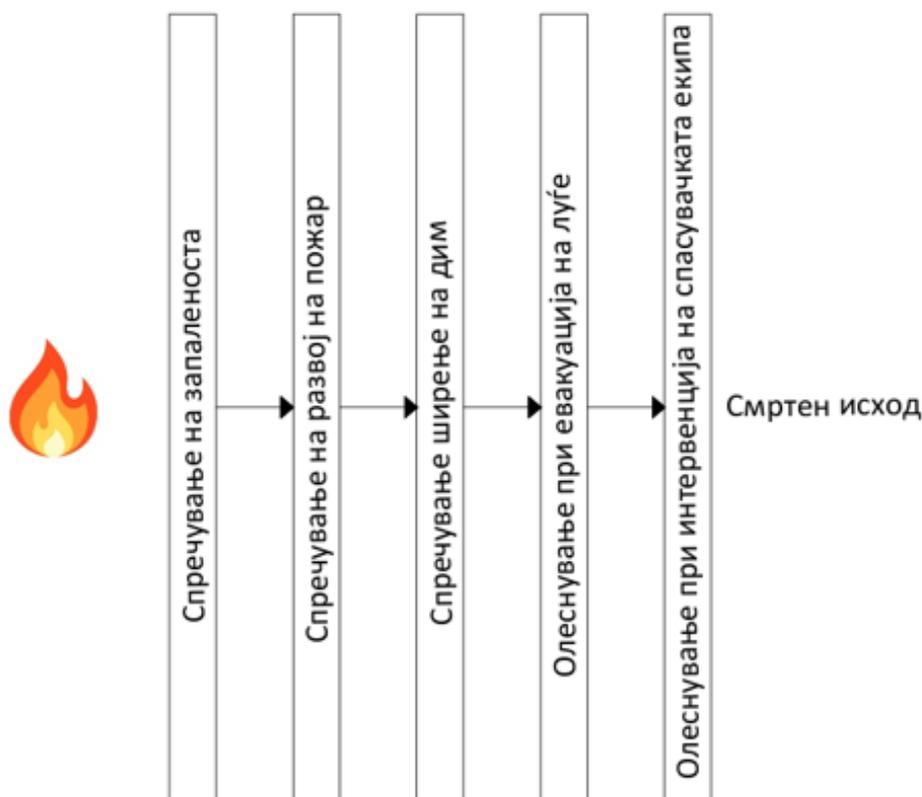
Во Европа, применетите градежни прописи и стандарди за заштита од пожар денес варираат од прописи до холистички.

Во контекст на безбедност од пожар на објектите, базиран на претходните пожарни случаи, голем број на прописи во минатото преминувале на пропишан пристап. Барањата кои се поставуваат во прописните прописи се лесно мерливи и се од типот колкав е бројот на излези на објектот, ширината на коридорите за евакуација, материјализација на конструктивните елементи и слично. За разлика од тоа, холистичките регулативи се засновани на перформансите на целиот систем и се насочени кон постигнување на потребното ниво на заштита од пожар, и тоа: во барањата за изведба се наведува дека конструкцијата се очекува да ја одржува носивоста доволно долго за да може корисниците безбедно да го напуштат објектот; во контекст на реновирање на надворешните ѕидови на зградите, проектантот има слобода околу изборот на решението односно материјализацијата се додека тој избор ги задоволува поставените барања за изведба од аспект на заштита од пожар.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

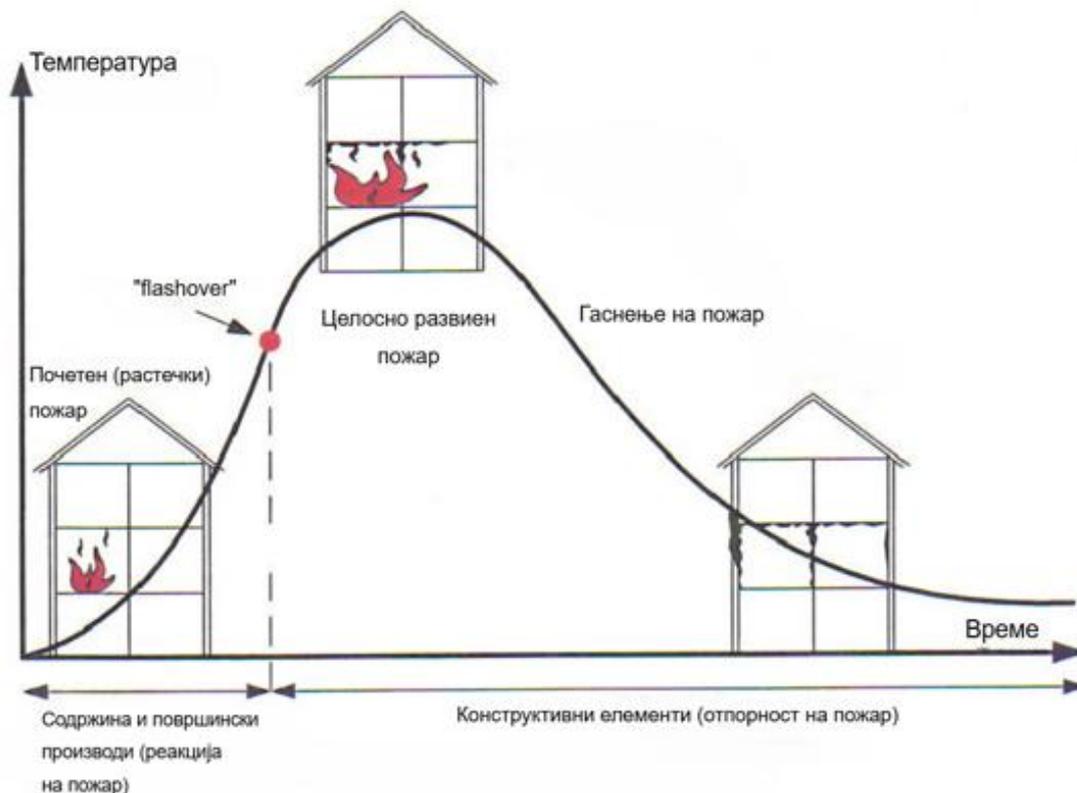
Пожарните случаи во зградите можат да бидат проследени со различни последици меѓу кои и загуба на живот на луѓе и/или повреда. Но, за да се спречи смрта на корисниците или нивна повреда, неопходно е да се воведат мерките за заштита од пожар, односно пет противпожарни бариери:

1. Спречување на запаленоста;
2. Спречување на развој на пожарот;
3. Спречување на ширење на димот;
4. Олесната евакуација на корисниците;
5. Олесната интервенција на противпожарните бригади, (Слика 1.4).



Слика 1.4. Дрво на настани: Основни бариери за заштита од пожари [2]

Првата фаза на пасивна заштита од пожар го претставува спречувањето на палење, односно спречувањето на развој на пожар со употреба на материјали со соодветни карактеристики на реакција на пожар, доколку дојде до појава на пожар (Слика 1.5). Доколку првата бариера од пасивната заштита пропадне и дојде до целосен развој на пожар, процес познат како “flashover”, за да се овозможи безбедна евакуација на корисниците на зградата и за да се олесни интервенцијата на противпожарните спасувачки екипи, потребно е да се спречи ширењето на пожарот. Ова мерка ја претставува втората фаза на пасивната противпожарна заштита и се однесува на пожарна отпорност на градежните конструкции и градежните елементи [1,6].



Слика 1.5. Фази на развој на пожар и мерки за пасивна заштита од пожар (Östman & Källsner, 2011) [7]

Значително влијание на барањата за спречување на појава и ширење на пожар и чад во зградата и на соседните објекти има дизајнот и материјализацијата на надворешните ѕидови, што подразбира дека е неопходно да се посвети посебно внимание при реновирањето. Пропишаниот пристап кон дизајнот на зградите, согласно бројот на случени пожари во зградите во тек на последната деценија, укажува дека во повеќето случаи не гарантира задоволително ниво на безбедност од пожар. Мерките насочени кон поединечни елементи на зградата не можат да гарантираат исто ниво на заштита од пожар на целиот систем. Следствено, однесувањето на надворешните ѕидови на зградите во пожар е еден од клучните аспекти што треба да се земат предвид при проектирање на високи згради и кој, покрај поединечните компоненти, бара испитување на целиот систем (МВА, 2018) [7].

2. ПРЕДМЕТ И ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

2.1. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Пожарот како процес подразбира неконтролирано согорување, било на конструкцијата или на некој запалив материјал во нејзина близина, како резултат на што може да дојде до повреда или загуба на животи и да се предизвика значителна материјална штета. Пожарот всушност претставува опасност по животот на луѓето и нивното здравје, опасност за самата конструкција на објектот и материјалните добра во него, додека токсичните гасови кои се ослободуваат во процесот на горење претставуваат опасност за животната средина.

Поради тоа, потребно е соодветно да се процени опасноста од појава на пожар во објектите, да се процени изложеноста на објектите и на нивните корисници на пожари, да се дефинира ранливоста на самите објекти, на материјалните добра во нив, но пред се на корисниците на објектите, и да се процени ризикот со цел да се предвидат соодветните мерки за евентуално смалување на ризикот и управување со ризикот.

Самата постапка се спроведува врз база на однапред дефинирана методологија која ја зема предвид изложеноста на пожар на објектите и на корисниците на објектите, како и нивната ранливост. Изложеноста се дефинира врз база на статистички податоци за случени пожари, додека ранливоста може да се дефинира врз база на карактеристиките на населението и тоа: густина на население, старост, подвижност и сл., и од карактеристиките на конструкцијата на објектите, како: густина на објекти, нивна старост, катност, материјали од кои се изведени, квалитет на изведба и сл.

Методологијата со која се дефинира ризикот од пожари во објекти на ниво на општина/регион е специфична за секоја земја и треба локално да се дефинира, додека за проценка на ризикот од пожари во поединечни објекти постојат широко прифатени и веќе потврдени методи. Истите можат да бидат квалитативни, квантитативни и полу-квалитативни методи, но адекватноста за нивната примена зависи од карактеристиките на објектите и достапноста на потребните податоци.

Во Северна Македонија сеуште не е разработена методологија за процена на ризикот од пожари во урбани средини, па оттука предмет на ова истражување е изработка на соодветна методологија за процена на ризикот од пожари на ниво на општина/регион.

Ризикот од пожари на ниво на општина/регион зависи во голема мерка и од ризикот од пожари на ниво на објект. За проценка на ризикот од пожар на ниво на поединечни објекти постојат поголем број веќе научно потврдени методи. Во рамките на дисертацијата анализирани се постојните методи, но за примена предложена е метода која најмногу одговара на локално достапните податоци, а потоа истата е инкорпорирана во општата методологија за процена на ризик од пожари на ниво на општина/регион.

2.2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Основна цел на истражувањето е да се разработи методологија за проценка на ризик од пожари во објекти на ниво на општина/регион, со цел да се изработат карти на ризик од пожари кои во иднина ќе бидат подлога при изработката на генералните и деталните урбанистички планови.

За да се воспостави соодветна методологија, применлива во локални услови, потребни се детални истражувања на голем број фактори кои имаат влијание и врз ризикот од пожари во поединечни објекти, и пошироко, односно во цели квартави/општини/региони. Во рамките на дисертацијата анализирани сите влијателни фактори, дефинирано е нивното процентуално учество во крајната вредност на ризикот, а потоа, врз база на резултатите од анализата воспоставена е и потврдена методологија со чија примена ќе се дефинира ризикот за одделни општини во Северна Македонија. Сите заклучоци од анализите се формулирани во препораки за соодветно планирање на просторот, а се со цел да се подигне нивото на пожарната безбедност на населените места во Република Северна Македонија.

Посебна цел на дисертацијата е и дефинирањето на ризикот од пожари на ниво на објект. За таа цел детално е анализирана ЕУРОАЛАРМ методата за која се дадени и препораки за нејзино поедноставување и подобрување, посебно од аспект на дефинирање на пожарната отпорност на самата конструкција на објектот. Дефинирани се криви на пожарна отпорност за одделни конструктивни елементи врз база на кои ќе може да се процени пожарната отпорност на целата конструкција. За таа цел е спроведена нумеричка анализа на пожарната отпорност на основните конструктивни елементи: столбови, греди и плочи. Сите заклучоци од анализите се формулирани во препораки за соодветно проектирање на конструкциите, се со цел да се подигне нивото на пожарната безбедност на објектите.

2.3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ

Во рамките на докторската дисертација, како дел од работните тези, е предвидено да се изработи методологија за проценка на ризик од пожар во објекти по општини во Република Северна Македонија, додека на ниво на објект е предвидено да се направи подобрување на Еуроаларм методот со изработка на „Криви на пожарна отпорност“ на различни типови на армиранобетонски конструктивни елементи и со тоа да се олесни и подобри примената на овој метод. Врз база на овие криви, за познати оптоварувања и познати димензии на конструктивните елементи, проектантите ќе можат едноставно да дојдат до податоци за минималната пожарна отпорност на конструкцијата без притоа да спроведат подетални анализи.

При реализацијата на дисертацијата ќе се запази вообичаената научна методологија, која се состои од дефинирање на научниот проблем, соодветна научна разработка и на крајот анализа на добиените резултати.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Генералната концепција на трудот содржи подготвителна фаза каде се врши анализа на постојната библиографска документација, расположивата регулатива, правилниците и искуствата за проблематиката во регионот и светот. Освен истражената литература, оваа подготвителна фаза опфаќа обемно истражување и анализа на објектите и случените пожари во различни градови (Скопје, Куманово, Тетово, Гостивар и др.) со цел да се изработи методологија за процена на ризик од пожар на ниво на регион, а на ниво на објект за процена на ризик од пожар ќе се примени подобрената верзија на полуквантитативниот метод, Еуроаларм.

Самата методологија, која ќе биде разработена во рамки на докторската дисертација, ќе вклучува анализа на опасноста од пожар и анализа на ранливоста на објектите и на корисниците на објектите. За таа цел ќе бидат анализирани податоците за случени пожари во одделни општини во Македонија, потоа ќе бидат анализирани статистички достапни податоци за карактеристиките на населението и објектите.

Проценка на изложеноста на објектите и на нивните корисници на пожари може да се врши од аспект на број на пожари по жител и по одредена површина од населеното место и врз база на големината на утврдените штети, како: број на загинати, повредени и материјална штета. Како резултат на соодветна процена на ризикот може да се преземаат соодветни мерки за смалување и/или управување со ризикот. Соодветните мерки за заштита од пожар, зависно од големината на ризикот, обезбедуваат спречување на појава на пожар, а доколку истиот се случи, обезбедуваат безбедност по животот на луѓето присутни во објектот, намалување на штетите на објектот и на материјалните добра во него.

За проценка на ризикот од пожар на ниво на поединечни објекти ќе бидат анализирани постојните квалитативни, квантитативни и полуквантитативни методи за процена на ризик од пожари, но подетално ќе бидат разработени полуквантитативните методи, како што се матричната метода и Еуроаларм методот.

По дефинирање на самата методологија, истата ќе биде тестирана за избрана општина во Северна Македонија. Земајќи ги во предвид резултатите од проценката на ризикот од пожари на ниво на објекти во одделен квартал, достапните податоци за случени пожари и достапните статистички податоци за карактеристиките на населението и на објектите, ќе се дефинира ризикот од пожари на ниво на општина/регион.

Во рамките на дисертацијата ќе се разработи полу-квантитативна матрична метода за процена на ризикот од пожари во објекти (Furness & Muckett, 2007, слика 2.1) [34]. Оваа метода го дефинира ризикот врз база на нумерички вредности за веројатноста да се случи пожар (хазард), односно изложеноста на населението и материјалните добра, и предизвикниот ефект од хазардот, односно ранливоста на населението и објектите. Оваа методологија ќе биде прилагодена на локалните демографски услови, урбанизираноста на просторот, карактеристиките на објектите од аспект на применети конструктивни

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

системи, катност и материјали, како и запазеност на мерките за заштита од пожари, експлозии и опасни материји.

		Повредливост							
		Занемарлива	Ниска	Средна	Висока	Многу висока			
		1	2	3	4	5			
Изложеност	Занемарлива	1	1	2	3	4	5	1-2	Занемарлив ризик
	Ниска	2	2	4	6	8	10	3-7	Низок ризик
	Средна	3	3	6	9	12	15	8-12	Среден ризик
	Висока	4	4	8	12	16	20	13-20	Висок ризик
	Многу висока	5	5	10	15	20	25	>20	Неприфатлив ризик

Слика 2.1. Матрица за проценка на ризик 5x5
(полу-квантитативна метода за процена на ризик)

За дефинирање на изложеноста на населението на опасност од пожари во објекти, ќе се употреби податок за број на случени пожари на 10.000 жители по години, а за изложеност на материјалните добра на опасност од пожари во објекти, ќе се поврзе бројот на пожари со густината на изграденост на просторот, односно ќе се дефинира бројот на пожари на 1 km² изградена станбена површина.

Врз база на достапност на податоците, ќе се анализираат податоци за различни општини и за општини за кои постои совпаѓање на годините за кои се обезбедени податоци за случени пожари, ќе се направи споредба на бројот на случени пожари на 10.000 жители и на 1 km² изграден станбен простор.

Ќе се анализира и староста на објектите, и по општини и по квартави, како и статистички податоци за случени пожари во така категоризираните објекти, но за истите не постојат комплетни податоци.

За да се дефинира ранливоста на корисниците на објектите (станарите или вработените) потребна е категоризација на населението по општини и квартави (возраста, можната попреченост и сл.), како и статистички податоци за настрадани во пожарот по категории на население, но соодветни податоци не постојат.

Оддалеченоста на објектите од ПП бригадите, нивната поставеност во однос на пристапните патишта, опременоста со системи за алармирање и гасење на пожарот се дополнителни фактори кои влијаат на ранливоста и на објектите и на станарите. Соодветни податоци можат да се добијат со увид во урбанистичките планови и анкетирање на станарите, но формата на податоците би зависела од усвоената методологија за анализа на ризикот од пожари во објекти.

Еден од важните фактори кои влијаат на ранливоста е пожарната отпорност на самата конструкција. Во досегашната пракса, при примена на Еуроаларм методот, пожарната отпорност на конструкцијата се дефинираше врз база на табеларни податоци кои базираа на искуство од случени пожари и експериментални истражувања, но истите се конзервативни, не можат да ги покријат сите можни типови на конструктивни елементи и сите видови на конструктивни материјали, а посебен проблем представува субјективното расудување на проектантот. Во рамките на дисертацијата ќе се предложи подобрена верзија на Еуроаларм методот со изработка на „Криви на пожарна отпорност“ за различни типови на армирано-бетонски конструктивни елементи, со што ќе се елиминира субјективниот пристап при дефинирање на коефициентите кои влијаат на крајната вредност на ризикот.

Врз база на овие криви, за познати оптоварувања и познати димензии на конструктивните елементи, проектантите ќе можат едноставно да дојдат до податоци за минималната пожарна отпорност на конструкцијата без притоа да спроведат подетални анализи. Кривите на пожарна отпорност ќе се добијат врз база на нумерички анализи со софтвер кој базира на методот на конечни елементи, со кој паралелно се спроведува анализа на преносот на топлина, односно се дефинира температурата во напречниот пресек на елементите, и механичкиот одговор на конструкцијата од истовременото дејство на постојаните и корисните товари и високите температури предизвикани од пожарот, односно се добива напонско деформационата состојба на елементите во тек на време и се дефинира моментот на лом на конструкцијата.

Во дисертацијата, преку нумерички параметарски анализи и споредба на резултатите со експериментално добиени податоци, ќе се добијат кривите на пожарна отпорност кои подоцна ќе бидат основа за подобрената Еуроаларм метода и интерпретирани во заклучоци од истражувањето. Со компарација на резултатите и со помош на методските постапки индукција и дедукција ќе бидат изведени заклучоците, а потоа ќе бидат дадени препораки за соодветно проектирање на конструкциите од аспект на зголемување на нивната пожарна безбедност.

2.4. ОПИС НА СОДРЖИНАТА

Докторската дисертација е разработена во десет глави. Во рамките на **Воведот**, дефиниран е поимот за пожар, даден е историски преглед на случени пожари низ години и претставени се светски податоци за настанати пожари. Дефинирани се и

противпожарните мерки за заштита од пожар и даден е опис на заштитата и безбедноста од пожар.

Во **Глава 2**, презентирани се предметот на истражување и објаснети се целите на истражувањето. Глава 2 дава преглед и образложение на научните методи и поставените тези и хипотези.

Во **Глава 3**, даден е преглед на досегашните истражувања во областа на безбедноста од пожар. Прикажани се и коментирани заклучоците од повеќе експериментални и нумерички истражувања, врз база на кои е извршена верификација на дел од резултатите добиени со спроведеното истражување во рамките на докторската дисертација.

Во **Глава 4**, дефинирани се поимите опасност, изложеност, ранливост и ризик од пожар и опишана е меѓусебната врска помеѓу опасноста, изложеноста, ранливоста и ризикот. Опишан е поимот ризик, својствата и поделбата на ризикот. Дефиниран е процесот на анализа на ризикот, процесот на евалуација и третман на ризикот, процесот на мониторинг и контрола на ризикот и процесот на управување со ризикот.

Глава 5 дава преглед на постапките за процена на ризик од пожар, при што на детален начин се опишува како се врши процена на ризик од пожар. Во оваа глава се претставени и методите за процена на ризик од пожар на ниво на објект. Дефинирани се квалитативните, квантитативните и полуквантитативните методи кои се применуваат за процена на ризикот.

Во **Глава 6**, претставена е методологијата за процена на ризик од пожар на ниво на општина/регион, разработена во рамките на дисертацијата. Анализирани се станбениот фонд во една општина, претставени се факторите кои влијаат на нивото на ризикот од пожар во станбените објекти и извршена е просторно-временска анализа на пожари во објекти. Дадени се податоци за пожарни настани во светот и за пожарни настани во Северна Македонија, со посебен осврт на градот Куманово. Врз база на добиените податоци, извршена е процена на изложеноста на пожар и процена на ранливоста од пожар на објекти во град Куманово, а со тоа е извршена и процена на ризик од пожар во објекти на ниво на општина/регион. Исто така, во Глава 6 е определено нивото на ризик во објекти по зони, по блокови и подблокови. Во оваа глава е даден опис на анализиран објект и на постапката за процена на ризик од пожар со помош на подобрената Еуроаларм-метода. Исто така е пресметано и времето на евакуација со помош на симулацискиот програм Pathfinder.

Глава 7 ги претставува резултатите од спроведената анализа со кои се определува нивото на ризик за цел регион и за одреден објект. Извршена е споредба на добиените резултати за ниво на ризик од пожар во објекти на ниво на регион, на ниво на зона, на ниво на кварт/блок и на ниво на подблок. Исто така, извршена е споредба на резултатите за пожарна отпорност на конструктивните елементи за објект согласно со постојната и подобрената Еуроаларм-метода.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Во Глава 8 се презентирани заклучоците од ова истражување, врз база на кои се донесени препораки за подобрување на методологијата за процена на ризик од пожар на ниво на регион и на ниво на објект и дадени се препораки за понатамошни истражувања во оваа област.

Во Глава 9 е даден список на користена литература.

3. ПРЕГЛЕД НА ПОЗНАЧАЈНИТЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ И ТЕОРЕТСКИ ИСТРАЖУВАЊА

Превенцијата и справувањето со веќе случените пожари, предизвикани од човечки фактор, невнимателни дејствија, неисправност на одредени уреди, инсталации, samozапалување на одредени субстанции или природни појави, се едни од најважните активности што ги вршат противпожарните служби, но големите штети предизвикани од пожарите ја наметнуваат потребата како од осовременување на прописите за противпожарна заштита, така и од нивна соодветна примена и контрола.

Во светски рамки, проблемот на безбедноста од пожари во урбани средини и на отворен простор е подигнат на ниво кое наложува формирање на специјализирани асоцијации за заштита и справување со ризиците од пожари, донесување на голем број закони, правилници, напатствија и стандарди со чија соодветна примена би се намалиле негативните последици од евентуални пожари.

Националната Асоциација за Заштита од Пожари (National Fire Protection Association) – NFPA е една од најстарите здруженија за заштита од пожар формирана во 1896 година, како независната организација, со седиште во Quincy, Massachusetts. NFPA претставува техничка и образовна организација чија главна техничка активност е развивање, објавување и дистрибуција на консензусни стандарди (consensus standards). Колекцијата од консензусни стандарди е организирана во неколку тома, наречени Национални Кодови за Пожар (National Fire Codes) кои содржат: стандард/код за спречување на пожар [Fire Prevention Code (NFPA 1)], стандард/код за безбедност на живот [Life Safety Code (NFPA 101)], Национален Стандард/код за Електричество [National Electrical Code (NFPA 70)] и стандард/код за запаливи течности [Flammable and Combustible Liquids Code (NFPA 30)].

Американските стандарди NFPA 550 и NFPA 551 претставуваат водич за евалуација на проценката на ризикот од пожари. Опсегот на овие документи наведува дека тие се наменети да дадат помош во оценувањето на соодветноста и извршувањето на проценката на ризикот од пожар. Согласно на овие стандарди, проценката на ризикот може да се спроведе со примена на различни квалитативни, квантитативни и полуквантитативни методи, но врз база на дефинирана рамка и обезбедена методологија која соодветно ги опфаќа сите можни аспекти кои имаат директно влијание врз ризикот од пожари [8].

Британскиот стандард BS 7974 е стандард кој обезбедува напатствија за употреба на пристапот заснован на однесување (перформанси) и развој на стратегии за заштита од пожари. Стандардот објаснува дека пробабилистичката проценка на ризикот може да се користи за рангирање на алтернативните постапки за проектирање на објектите од аспект на обезбедување на задоволително ниво на пожарна безбедност. Стандардот вклучува серија на графици кои даваат објаснување за примената на пристапот заснован на однесување во зависност од дефинираното ниво на ризик [9,10].

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Стандардот ISO 31000: Управување со ризик – (Guidelines) го објаснува процесот на управување со ризик вклучувајќи ја и проценката на ризик. Може да се користи за да се обезбеди преглед на клучните фактори за развој на план за управување со ризик [11].

Во 2015 година, во Сендаи (Јапонија), се собраа земјите членки на Обединетите Нации со цел да ја истакнат нивната континуирана посветеност во намалување на бројот на загуби на животи и средства во случаи на различни катастрофи, при што ја усвоија **Сендаи - Рамката** за намалување на ризикот од катастрофи 2015-2030. Преку оваа Рамка се воспоставија темелите на историската промена на глобално ниво, и тоа од управување со катастрофи кон управување со ризици од катастрофи. Во 2020 година, од страна на Генералното Собрание, одржан е Среднорочен преглед на имплементацијата на Сендаи Рамката 2023, за да се оцени напредокот кон постигнувањето на резултатите и глобалната цел до 2023.

Главните приоритети и цели претставени во Сендаи-Рамката, со цел спречување на новите ризици и намалување на постоечките ризици, се:

- Разбирање на ризик од катастрофи;
- Зајакнување на управувањето со ризик од катастрофи;
- Инвестирање во намалување на ризикот од катастрофи за обезбедување на отпорност;
- Подготвување на подготвеноста за катастрофи.

Глобалните цели (таргети) на Сендаи-Рамката, се вкупно седум, и тоа:

1. Сендаи Таргет А – До 2023 година значително да се намали глобалната смртност од катастрофи, со цел да се намали за просечно 100.000 меѓу 2020-2030 година, во споредба со 2005-2015 година;
2. Сендаи Таргет В – Значително да се намали бројот на загрозени луѓе на глобално ниво до 2030 година, со цел да се намали просечната глобална бројка за 100.000 помеѓу 2020-2030 година, во споредба со 2005-2015 година;
3. Сендаи Таргет С – Намалување на директните економски загуби од катастрофи во однос на бруто глобалниот домашен производ до 2030 година;
4. Сендаи Таргет D – Значително намалување на штетите од катастрофи на критичната инфраструктура и нарушување на основните услуги, меѓу кои и здравствените и образовните објекти, вклучително и преку развивање на нивната отпорност до 2030 година;
5. Сендаи Таргет Е – Значително зголемување на бројот на земји со усвоени национални и локални стратегии за намалување на ризикот од катастрофи до 2020 година;
6. Сендаи Таргет F – Значително подобрување на меѓународната соработка со земјите во развој преку соодветна и одржлива поддршка за дополнување на

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

нивните национални активности за споредување на усвоената Рамка до 2030 година;

7. Сендаи Таргет G – Значително зголемување на достапноста и пристапот до системите за рано предупредување од повеќеструка опасност (multi-hazard) и информации и процена на ризик од катастрофи за луѓето до 2030 година [12].

Методите за проценка на ризикот од пожари можат да бидат на глобално ниво, за одредена населба, град, регион, или за одреден објект. Кога станува збор за процена на ризикот од пожари во објекти, најчесто применуван е методот FRAME, кој е полуквантитативен метод за процена на ризик од пожар во згради. FRAME е развиен од SIA81, преку швајцарскиот инженер М. Гретенер, па оттука е познат и како Метод на Гретенер. Со примена на FRAME може да се процени ризикот од пожар за жителите, содржината и активностите во еден објект. Методот FRAME е заснован на фиксен индексен систем на три нивоа, кој ги опфаќа функцијата на објектите, пожарното оптоварување, реакциите на согорување на пожар, секторирањето на пожарот, просториите за евакуација, вентилацијата, откривањето на пожарот, системите за гаснење на пожарот и така натаму. Ризикот се одредува преку трите индикатори: потенцијален ризик (P), прифатливо ниво (A) и ниво на заштита (D). Со користење на овој метод се врши полу-квантитативна проценка на ризикот од пожар во објекти и врз основа на резултатите се предлагаат мерки за подобрување на мерките за заштита од пожар. Shigang Guo, 2019 [13], го применува методот FRAME за процена на ризик од пожар во комерцијална зграда во Shijiazhuang.

Комљенович, Стојанович и Маркович, 2017 [14], го применувале методот “Gustav Purt” за процена на ризик од пожар во војни објекти. Полуквантитативниот метод Gustav Purt, во пракса познат како метод EUROALARM, именуван е по Европската асоцијација на производители на аларми за пожар, за чии потреби е развиен во 70-тите години на минатиот век. Овој методот е поедноставена верзија на методот Гретенер, и е развиен во Швајцарија во 1965 година. Методот се користи за проценка на ризикот од пожар, како основа за донесување одлука за поставување на автоматско алармирање и гаснење на пожар, како и за донесување одлука за дополнителни мерки за заштита од пожар. Овој метод се смета за објективен и едноставен за примена, но во практичната примена може да има сомнежи при утврдувањето на вредностите на дел од коефициентите за кои не постојат емпириски изрази, поради што се препорачува подетално да се анализираат и дефинираат нивните вредности, а се со цел да се обезбеди поголема сигурност. Тоа наведува до заклучок дека, и покрај неговата објективност и практичност, можни се понатамошни подобрувања и надградувања на методот EUROALARM, посебно од аспект на дефинирање на пожарната отпорност на конструкцијата на објектот.

John M. Watts, 1997 [15], извршил анализа на NFPA системот за евалуација на безбедноста од пожари на лица присутни во деловни објекти. NFPA системот за евалуација на безбедноста од пожари (FSSES) обезбедува мулти-атрибутски пристап за оценување на перформансите за безбедност од пожар. FSSES се состои од процес во кој

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

за параметрите за заштита од пожар се доделуваат вредности и се врши соодветна пресметка. Во рамките на ова истражување, за рангирање на параметрите за безбедност од пожар и за процена на разликите помеѓу критериумите за новите и веќепостоечките објекти, спроведено е проширување на вредностите за соодветните параметри.

Gavanski & Sokola, 2011 [16], развиваат софтвер за процена на ризик од пожар во објекти каде што работат луѓе. Софтверот служи за две цели: електронски бележник/калкулатор/потсетник за експерти за процена на ризик од пожар и наставна алатка за студенти на студиски програми за безбедност од пожар и здравје и безбедност при работа. Овој софтвер им помага на проценувачите на ризикот да ги идентификуваат и забележат опасностите од пожар на работното место, го потсетува корисникот да не испушта нешто што може да биде важно за процесот на оценување и нуди опција за печатење на внесените наоди за потребите на документацијата. Софтверот, при самото стартување со работа, ги нуди следниве опции:

- Список на згради за кои треба да се изврши процена на ризик од пожар;
- Анализа на опасности од пожари кои произлегуваат од објектот/зградата и нејзината содржина;
- Анализа на постоечките превентивни мерки за заштита од пожари во објектот;
- Првична процена на ризикот од пожар;
- Избор на дополнителни превентивни мерки за заштита од пожар кои можат да се врагат во објектот;
- Последователна процена на ризикот од пожар (ако/кога се инсталирани дополнителните мерки).

Wu & Tseng, 2016 [17], развиле индекс на ризик од пожар (Fire Risk Index) за процена на безбедноста од пожар во помали болници, во градот New Taipei, Тајван. Во почеток, го користат методот Fuzzy Delphi (FDM) за идентификување и селектирање на факторите поврзани со безбедноста и за воспоставување на критериуми за евалуација преку експертска група Fuzzy Delphi. Потоа, го користат методот Фази-процес на аналитичка хиерархија (Fuzzy Analytic Hierarchy Process method - FAHP) за утврдување на пондерираната вредност која овозможува оценка на важноста на секој од избраните фактори. FDM методата и FAHP методата ги комбинираат со Единбург шемата, како метод за бодување, за да се разбере нивото на безбедност меѓу 10 мали болници во тој град.

Рангирањето на ризикот од пожар претставува врска помеѓу науката за пожар и безбедноста од пожар. Најшироко користените и најдобро документираните методи за рангирање на ризикот од пожар, според John, 1991 [18], се Американскиот систем за проценка на безбедност од пожар (US Fire Safety Evaluation System (FSSES)), швајцарскиот метод Гретенер (Gretener Method) и Единбург шемата (Edinburgh scheme). FSSES и Единбург-шемата се базираат на оценка и рангирање на варијаблите на ризикот.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Оценките се засноваат на колективно инженерско расудување кое е вградено во методологијата. Гретенеровата метода дава параметри поврзани со опасностите и мерките за заштита во форма на емпириски изведени нумерички вредности. Врз основа на голем број прегледани системи за рангирање на ризици од пожар, предложени се неколку критериуми како помош/додаток во развој и евалуација на слични пристапи:

- **Критериум 1** – развојот и имплементацијата на методот треба да бидат темелно документирани според стандардните процедури;
- **Критериум 2** – да се подели просторот наместо да се избере од него;
- **Критериум 3** – параметрите да ги опишуваат најчестите сценарија за пожар;
- **Критериум 4** – да се обезбедат оперативни дефиниции за параметрите;
- **Критериум 5** – систематски да се избегнат субјективните вредности;
- **Критериум 6** – вредностите на параметрите да се одржуваат;
- **Критериум 7** – конзистентно да се третира интеракцијата на параметрите;
- **Критериум 8** – да се наведе претпоставката за линеарност;
- **Критериум 9** – да се опише ризикот од пожар со еден индикатор;
- **Критериум 10** – да се потврдат резултатите.

Akashah, Ouache, Zhang & Delichatsios, 2020 [19], истражувале и развивале нова методологија за справување со несигурноста на проценката на ризикот од пожар и генерирање автоматски стебла на настани за квантитативна анализа. Развиената методологија е базирана на следниве чекори:

- **Консолидираниот модел за пожар и транспорт на чад (Consolidated Model of Fire and Smoke Transport – CFAST)** – како детерминистички модел за одредување на состојбата на пожарот;
- **Монте Карло симулација (Monte Carlo simulation - MCS)** – се користи за предвидување можна оперативна состојба секој застапен учесник;
- **Модел базиран на застапените страни (Agent-based model -ABM)** – за координирање на интеракциите и одредување на ризикот од сите можни сценарија.

Развиената методологија за реална студија на случај покажува дека методологијата претставена од Akashah et.al. 2020 [19], е проширена и е применлива за различни домени, т.е. двокатна станбена куќа. Методологијата е успешно применета како алатка за помагање на процесот на донесување одлуки при одлучување кои системи за заштита од пожар се најсоодветни за тој објект, т.е. двокатна станбена куќа.

Laban, Draganic & Bukvic, [20], користејќи го метод на стебло на настани (event-tree method) извршиле квантитативна проценка на ризик од пожар во станбени објекти без

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

противпожарни скали. Врз основа на расположливите статистички податоци, перформансите на зградата, теренската истрага, реализирани анкети и наоди за време на вежби за пожар, формулирано е стеблото на настани за можно пожарно сценарио.

Keane, Drury, Karau, Hessburg & Reynolds, 2010 [21], вршат мапирање на опасностите од пожар и ризиците од пожар со користење на истражувачкиот метод FIREHARM (FIRE Hazard and Risk Model). FIREHARM ја детектира опасноста од пожар и ги дефинира ефектите од пожарот во просторот. Со овие варијабли просторно се прикажува опасноста од пожар, а потоа се пресметува ризикот од пожар и на крај се определуваат противпожарните мерки. Потврдени се шест излезни променливи на FIREHARM со цел да се процени точноста и прецизноста на моделот при толкување на резултатите. Компјутерскиот модел FIREHARM обезбедува:

- Зголемување на конзистеноста на слоевите на опасност и ризик;
- Стандардизирање на временските податоци;
- Употреба на повеќекратна анализа во неговата структура;
- Вклучување на некои просторни ефекти;
- Проширување на број на варијабли за опасност од пожар и ризик.

Влезните податоци/слоеви/променливи на FIREHARM се формирани за помалку од 10 дена користејќи ги LANDFIRE податоците.

Carmel, Paz, Jahashan & Shoshany, 2009 [22], вршат проценка на ризик од пожар за анализирана површина од 300 km², во Mt. Camel (Израел), со користење на Монте Карло симулациите за ширење на пожар. За генерирање на Монте Карло симулациите за ширење на пожар, користејќи го ArcView VBA кодот, активиран е FARSITE, дводимензионалниот модел на развој и однесување на пожар. FARSITE моделите на горење се прилагодени на медитеранските услови. Тие користат просторни информации за топографијата и горивите материјали, заедно со временските услови. Симулационата сесија се состои од 500 симулации, каде за секоја симулација, по случаен избор од дефинирана база на податоци, се избира датумот, времетраењето на пожарот, локацијата на палење, климатските податоци, како и другите параметри. Добиените 500 мапи/карти на дистрибуција/ на пожари се преклопени со цел да се добие мапа која го опишува нивото на зачестеност на пожари по зони.

Wang, Li, Feng & Yang, 2021 [23], врз основа на БИМ технологијата, вршат проценка на ризик од пожар во фаза на функционирање и одржување на објектот. Базирајќи на методот FRAME, предлагаат систем на индекси за оценување (проценка) на зградите во периодите на работа и одржување во зависност од нивото на потенцијален ризик, прифатливото ниво на ризик и нивото на заштита. Дополнително, се воспоставува модел за пресметка на вредноста на ризикот за периодите на работа и одржување. Понатаму, индексите за оценување се инкорпорирани во софтверот REVIT за да се реализира информациската интеракција помеѓу системот за оценување и моделот. При поцена на ризик од пожар во зграда, информацискиот модел може да ја осигура точноста на информациите. Интегрираниот модел на податоци може да го реализира

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

споделувањето на информации за сите дисциплини и фази за процена на ризик од пожар на постојните згради и да ја подобри нивната ефикасност и точност. БИМ моделот може да предложи и соодветни мерки за брзо намалување на ризикот од пожар во зградата.

Hansen, Steffensen, Valkvist, Jomaas & Van Coile, 2018 [24], за процена на безбедноста од пожар на висококатните објекти употребуваат Fire Risk Model (FRM). Fire Risk Model овозможува проценка на ниво на ризик за станарите и ниво на ризик на имот во функција од карактеристиките на објектот, неговата висина и карактеристиките за безбедност од пожар за станбени високи згради со единечни скали.

Во областите на БЗР (OSH – occupational safety and health) и ПП (FP – fire protection), иако ризикот се дефинира на ист начин, во математичките изрази за процена на ризик од пожар постои голема разлика. Тоа најдобро го покажува истражувањето извршено од страна на Nikolic, 2012 [25], каде се објаснува евалуацијата на процената на ризикот од пожар во областите на БЗР и ПП. Во областа на ПП, евалуацијата на ризикот е спроведена според Густав Пурт методот кој го определува ризикот на конструкцијата и ризикот на содржината на објектот, додека во областа на БЗР се користи методот HTS (Nikolic и Gemovic, 2009a; Nikolic и Gemovic, 2009b) кој го одредува ризикот за производното работно место и ризикот за работната средина. Со цел да се определат сите можни ризици, како: ризик од пожар за конструкцијата на објектот, ризик од пожар за содржината на објектот, ризикот за луѓето во објектот и ризикот за пожарникарите, направен е обид за примена на методот HTS во областа на ПП. Евалуацијата на ризикот од пожар е извршена со промена на математичките изрази за процена на ризик од пожар и тоа: (P_0) коефициент на пожарно оптеретување на содржината во објектот, (C) коефициент на согорливост на содржината во објектот и (P_k) коефициент на пожарно оптоварување од материјали вградени во конструкцијата на објектот, како непроменети коефициенти, додека другите коефициенти (B, L, S, W и R_i) се заменети со константата V , која претставува производ од неповолните вредности на коефициентите B, L, S, W и R_i .

Draganic, 2022 [26], во рамките на својата докторска дисертација изработува стратешки модел за планирање и проектирање на реновирање на бетонски фасади на високи самостојни станбени згради, врз основа на проценка на состојбата и избор на оптимален систем за топлинска изолација кој истовремено ќе ја подобри топлинската заштита на надворешните ѕидови, ќе обезбеди продолжување на животниот век на предметните згради и ќе го обезбеди потребното ниво на безбедност од пожар, при тоа зачувувајќи го идентитетот на објектот и задоволувајќи ги минималните енергетски потреби на објектот. Создадениот модел овозможува структурирање на процесот на планирање и проектирање на реновирањето на фасадата на зградата, вклучувајќи ги следните фази:

- Фаза 1 – Карактеризација на зградата;
- Фаза 2 – Подготовка и организација на снимање и увид на објектот;
- Фаза 3 – Снимање на зградата;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Фаза 4 – Генерирање на ортофасади;
- Фаза 5 – Проценка на состојбата на фасадите;
- Фаза 6 – Дефинирање мерки и решенија за подобрување на моменталната состојба;
- Фаза 7 – Евалуација на алтернативни решенија за реновирање на фасади;
- Фаза 8 – Донесување одлука (избор на оптимално решение за реновирање).

Со помош на ГИС платформата одново ја создава картата на опасност (хазард) од пожар која карта ќе се користи за просторно-временска анализа на дистрибуција на пожарите, а со преклопување на картата на опасност и картата на предметните згради, во кои се интегрирани сите собрани описни податоци за зградите, ја создава картата на ризик од пожар. Со помош на полуквантитативниот метод Gustav Purт, во пракса познат како метод EUROALARM, извршува проценка на ризикот од пожар во зградите.

Hanɡɡang Wang & al., 2022 [27], за подобро разбирање на недостатоците на перформансите на пожарните излези од зградата, во своето истражување предлагаат Метод на Матрица на Чувствителност- (Sensitivity matrix method – SMM) кој базира на проширени Тејлорови редови. Несигурноста на овој метод се истражува во однос на FDS симулациите во 3 спратна станбена зграда и е опишана преку два параметри, и тоа: пристапност до системот и релативната стандардна девијација. Со комбинација на расположивото безбедно време на евакуација (ASET – available Safe Egress Time) и потребното безбедно време на евакуација (RSET – Required Safe Egress Time), како клучен индикатор за перформансите на пожарните излези од зградата е избран сооднос помеѓу потребното и расположивото време за евакуација (ESR – Egress Safety Ratio).

Dorota Brzezinska & Paul Bryant, 2020 [28], во своето истражување предлагаат нов концепт и метод за евалуација на стратегијата за заштита од пожар кој базира на Британската методологија за пожарна стратегија и претставува комбинација од методите презентирани од PAS 911 и Bryant со методот за проценка на ризик развиен од швајцарскиот инженер Max Gretener и идејата за индексирање на ризикот од пожар. Евалуацијата претпоставува:

- Оценување на осум одделни фактори за заштита од пожар;
- Презентирање на резултатите преку мрежа од вредности за против-пожарните стратегии;
- Пресметка на индекс за ризик од пожар (FRI – fire risk index) кој се користи како финален фактор за евалуација.

За да обезбедат посебно оценување за секој од елементите на пожарната стратегија, подготвен е прашалник составен од осум дела, и тоа:

1. Контрола на извори на палење (Control of ignition sources);
2. Контрола на запаливи материи (Control of combustibles);
3. Противпожарен оддел (Fire Compartmentation);

4. Системи за контрола на чад (Smoke Control System);
5. Отривање на пожар (Fire Detection);
6. Потиснување на пожар (Fire Suppression);
7. Интервенција на противпожарна служба (Fire service intervention);
8. Прва противпожарна помош (First aid Firefighting).

Добиените вредности од прашалникот се претставени преку дијаграм наречен “мрежа од вредности за противпожарната стратегија “(fire strategy value grid)”. Како последен чекор на истражувањето е пресметката на индексот на ризик за противпожарната стратегија како производ помеѓу индексот на опасност од пожар (Fire Hazard Index) и честотата на палење (Frequency of Ignition).

Asgary, Ghaffari & Levy, 2010 [29], со помош на алатката GIS спроведоа просторно-временска анализа на пожарни инциденти во објекти што настанале во Торонто (Канада), за временски период од 2000 до 2006 година. Цел на студијата било да се утврди степенот до кој постоечките податоци може да се користат како основа за подобрување на превенцијата и одговорот на пожари на локално ниво преку собирање и анализа на податоци за различни причини за пожар. Исто така, во ова истражување беа применети просторно-временски техники преку кои се претставува дистрибуцијата на анализираните пожари и како тие се разликуваат во зависност од времето од денот, денот од неделата и месецот во годината.

Wuschke, Clare & Garis, 2013 [30], ја споредија временската и просторната дистрибуција на пожари во станбени згради и грабежи во станбени простории за тригодишен временски период, во град Сари. Со помош на алатката GIS беа анализирани просторните обрасци на пожари и кражби. Временската анализа во себе вклучуваше истражување на инцидентите од пожари и кражби поделени по часови од денот, ден во неделата и месец во годината, додека податоците беа презентирани преку дијаграми за прецизно прикажување на континуираната природа на овие временски категории.

Masoumi, Genderen & Maleki, 2019 [31], врз основа на карактеристиките на урбаната инфраструктура и карактеристиките на самите објекти го утврдија ризикот од пожар на високи објекти во густа урбана средина, во градот Занџан (Иран). За да создадат мапи на ризик од пожар, беа собрани различни информации и со помош на просторна анализа беа имплементирани техники за фузија на информации. За таа цел, со помош на беспилотно летало (UAV), за секоја зграда беа собрани просторни информации а потоа беа собрани податоци за атрибутите т.е. околу 150 карактеристики на секоја висока зграда. Земајќи ги во предвид карактеристиките на урбаната инфраструктура како што се локацијата на нафтоводи, гасоводи и далноводни кои носат висок ризик, како и анализата на заштита од пожар во високи згради, конечно беше подготвена мапа на ранливост за таа област, извешена е проценка на опасност од пожар на секоја зграда и беше утврдено ниво на ризик.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Ferreira, Vicente, Mendes da Silva, Varum, Costa & Maio, 2016 [32], развивале нова методологија за процена на ризик од пожар во урбани средини и истата ја применил во градот Сеикала, Португалија. Повеќе од 500 згради беа оценети користејќи ја развиената методологија, а со помош на GIS резултатите беа простоно анализирани. Првата фаза на ова истражување вклучуваше идентификација и собирање на главни извори на ранливост од пожар, додека во наредната фаза овие податоци беа искористени како влезни податоци за изработка и примена на нова методологија за процена на ризик од пожар.

Со анализа на достапната литература која ја обработува проблематиката за проценка на ризикот од пожари во урбани средини, утврдени се досегашните достигнувања во оваа област и дефинирани се можните идни истражувања врз база на кои е дефинирана и темата за предложената докторска дисертација.

4. ОПАСНОСТ, ИЗЛОЖЕНОСТ, РАНЛИВОСТ И РИЗИК ОД ПОЖАР

4.1. ПОИМ ЗА ОПАСНОСТ, ИЗЛОЖЕНОСТ, РАНЛИВОСТ И РИЗИК ОД ПОЖАР

Ризикот може да се дефинира како производ на веројатноста да се случи некој настан и неговите последици. Да се процени ризикот значи да се утврди природата и степенот на потенцијалната опасност, односно да се дефинира видот на опасноста и веројатноста таа да се случи, изложеноста на луѓето и материјалните добра на таа опасност и последиците кои потенцијално можат да ги загрозат животите и здравјето на луѓето, материјалните добра и животната средина.

Одтука следи дека поимот „ризик“ е тесно поврзан со поимите „опасност“, „изложеност“ и „ранливост“, односно се разгледува и се анализира преку овие три компоненти. Ризикот може да се претстави на следен начин (Слика 4.1.):

Ризик = f (опасност, изложеност, ранливост)



Слика 4.1. Ризик претставен како функција од опасност, изложеност и ранливост

Опасност претставува потенцијал за предизвикување на штета, односно е појава која предизвикува штета, уништува и/или го загрозува животот и здравјето на луѓето, предизвикува штети на имотот, материјалните добра, природните богатства, животинскиот и растителниот свет, културното наследство и животната средина [33, 76]. Опасноста може да биде оредизвикана од природата (земјотреси, поплаваи, силни ветрови, свлечишта, одрони и сл.) или од човечки активности (пожари, технолошки хаварии и сл.)

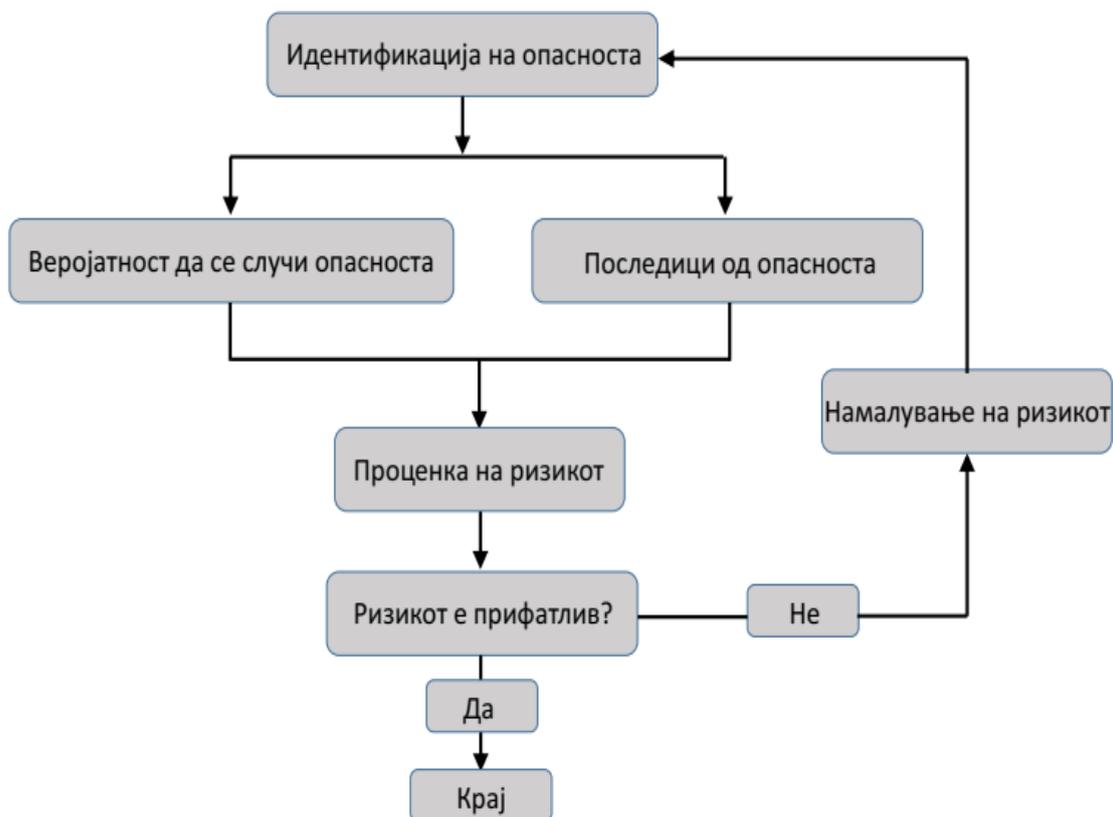
Изложеност подразбира присуство и број на луѓе, имот, средства за егзистенција, системи или други елементи во опасните области. Како компонента на ризикот, тој ги претставува залихите на имотот и инфраструктурата изложени на опасност, а може да вклучи и социо-економски фактори.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Ранливоста се дефинира како намален капацитет на поединците да се справат или да се опорават од опасни настани, како и подложност да бидат засегнати од опасности. Всушност, ранливоста претставува сложен процес со кој се одразуваат слабите точки на системот, намалената отпорност на потенцијално нарушување на неговата функција, оштетување или уништување, односно претставува збир на карактеристики и околности на заедницата, системот или поединецот, што ги прават подложни на штетните ефекти од опасност [76]. Како компонента на ризикот, ранливоста ја зема предвид подложноста на оштетување на средствата изложени на силите што ги создава опасноста. Функциите за ранливост го проценуваат односот на штетата и последователната загуба, соодветно, и/или социјалните трошоци (на пр. број на повредени, бездомници и загинати) генерирани од опасноста, според одредена изложеност.

Степен на ранливост (загрозеност) го претставува очекуваниот обем на штета и другите последици кои произлегуваат од природни непогоди и други несреќи предизвикани од човечки активности.

Проценката на ризикот од пожар е сложен процес кој вклучува идентификација на опасноста од пожар, проценка на веројатноста да се случи пожар и дефинирање на можните последици, односно на очекуваниот број на смртни случаи или материјални загуби. За да се процени ризикот, потребно е да се утврдат критериуми за прифатане со кои се споредува моменталната состојба и се одлучува дали проценетата состојба е прифатлива (Слика 4.2).



Слика 4.2. Постапка за идентификација и контрола на ризикот

Идентификацијата на опасноста од пожар во објектите е активност на одредување на сите сценарија за пожар што можат да се случат, а со цел да се разбере како, кога и зошто може да настане пожар, и вклучува идентификација на сите можни извори на палење, анализа на количината и распределбата на пожарното оптоварување, анализа на карактеристиките на објектот, како и преглед на применетите мерки за заштита од пожар. Сценариото за пожар претставува низа од настани чиј расплет зависи од веројатноста за успех на спроведените мерки за заштита од пожар, односно воведените противпожарни бариери [34].

Веројатноста за појава на пожар е поврзана со опасностите што можат да предизвикаат палење на запалив материјал во присуство на извори на палење и кислород. Веројатноста за пожар од големи размери зависи од количината на пожарно оптоварување, вклучувајќи ги и материјалите вградени во изградбата на зградата, како и од ефективноста на применетите заштитни мерки за ограничување на пожарот на местото на појава (Lamont & Ingolfsson , 2018).

Контрола на ризикот подразбира мерки на претпазливост. Истите можат да бидат мерки во објекти за живеење или на работното место, на пример: ангажирање на чувар, системи на прскалки на вода во објектите, безбедни системи за работа (процедури), опрема за лична заштита, безбедносни знаци и сл.

Системи за контрола на ризикот представуваат аранжмани што обезбедуваат спроведување и одржување на контролите на ризикот (мерки на претпазливост на работното место). На пример: одредба за осигурување дека се одржува соодветно ниво на надзор за време на работните процеси; систем за планирано превентивно одржување на опремата за работа и специфични безбедносни системи, како и воспоставување на програма за инспекции и надзор на зградите и работните места.

Совладливост се дефинира како степен до кој погодената заедница може да ги редуцира загубите, повредите и штетите предизвикани од различни несреќи.

Штета подразбира непосредно уништување и оштетување предизвикани од различни несреќи, како и трошоците за активностите и преземените мерки при отстранување и спречување на уништувањето и оштетувањето на имотот, материјалните добра, повреди на луѓето и животните, културното наследство, животната средина и природните богатства [35].

4.1.1. Опасност

Опасност претставува потенцијал за предизвикување на штета, односно е појава која предизвикува штета, уништува и/или загрозува живот и здравје на луѓето и имотот, материјални добра, природни богатства, животински и растителен свет, културно наследство и животна средина. Опасноста во процена на ризик од пожар се однесува на било кој извор или состојба што има потенцијал да предизвикува штета, повреда или загуба на живот како резултат на појава на пожар. Идентификувањето, разбирањето и

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

оценувањето на опасностите е од суштинско значење за ефикасна процена и контрола на ризик од пожар во процесот на процена на ризик од пожар.

Опасностите од пожар, зависно од нивната улога во иницирање или придонесување а ширење на пожарот, може да се групираат во неколку категории, меѓу кои како најчести видови на опасност се:

- 1. Опасност од запаливи материјали** – запаливите материјали се материјали кои можат да се запалат и изгорат кога се изложени на топлина, пламен или искри. Овие материјали се од клучно значење за процена на ризик од пожар бидејќи го обезбедуваат горивото неопходно за пожарот, а нивното присуство игра клучна улога во одредувањето на интензитетот и времетраењето на пожарот. Запаливите материјали се поделени во неколку групи, и тоа:
 - Цврсти материји: дрво, хартија, текстил;
 - Течности: бензин, дизел, керозин, разредувачи за бои, алкохол, масло;
 - Гасови: метан, пропан, бутан, водород;
 - Прашини: Одредени материјали, вклучувајќи брашно, дрвна прашина и метали како алуминиум, кога се суспендирани во воздух, може да формираат експлозивни облаци од прашина;
- 2. Опасност од извори на палење** – изворите на палење се фактори кои обезбедуваат топлина или искра потребна за запалување на запаливи материјали и разбирањето на овие извори е од суштинско значење за идентификување на ризици од пожар во различни средини. Како извори на палење може да се набројуваат:
 - Електрични дефекти: неисправни жици, преоптоварени коли или неисправна електрична опрема;
 - Жешки површини: машини, мотори, печки, котли, жешки плочи;
 - Отворен пламен: свеќи, ќибритчиња, запалки, заварување или сечење кои произведат искри, печки и грејни тела кои создават пламен за потребите на греењето;
 - Статички електрицитет: акумулацијата на статички електрицитет, особено во суви средини, може да испушти и да создаде искри што може да запалат запаливи материји, особено во складирање гориво или индустриски поставки;
 - Машини и опрема што произведуваат топлина: печки, котли, издувни вентилатори.
- 3. Хемиски опасности** – одредени хемикалии можат да реагираат бурно кога се изложени на топлина, искри или други хемикалии и можат да го зголемат интензитетот и опасноста од пожар. Постојат различни хемиски опасности, како:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Запаливи и реактивни хемикали: водород пероксид, гас хлор и ацетилен;
 - Експлозивни материјали: динамит, барут или одредени органски пероксиди;
 - Корозивни хемикали: силни киселини, алкалии;
 - Токсични гасови: јаглерод моноксид, водород хлорид;
4. **Опасност од извори на топлина** – Изворите на топлина кои не вклучуваат отворен пламен сè уште може да претставуваат значителен ризик од пожар и може да предизвикаат материјалите да стигнат до нивната точка на палење, предизвикувајќи палење. Како извори на палење се:
- Прегреани машини и опрема;
 - Триење;
 - Издувни гасови и отвори;
 - Сончево зрачење;
5. **Конструктивни опасности** – Структурните опасности се однесуваат на начинот на проектирање и распоред на објектот и овие опасности можат да придонесат за ризици од пожар со тоа што ќе им ја отежнат евакуацијата на луѓето или ќе дозволат пожарот да се шири побрзо. Структурните опасности вклучуваат:
- Лошо проектирани излезни патеки;
 - Несоодветни противпожарни сектори;
 - Запаливи или слабо изолирани градежни материјали;
 - Несоодветни системи за вентилација;
6. **Опасност од човечки фактор** – опасноста од човечкиот фактор се однесуваа на однесувања, практики и неуспеси во придржувањето кон безбедносните прописи кои ја зголемуваат веројатноста за инциденти од пожар. Тука се вклучуваат:
- Непочитување на безбедносните протоколи;
 - Неправилно ракување со опасности од пожар;
 - Недостаток на обука или свест;
 - Лоши практики за одржување.

При процена на ризик од пожар, како клучни чекори за идентификување на опасностите се:

- Целосна проверка на објектот за да се идентификуваат местата каде што може да има опасност од пожар;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Преглед на претходните инциденти поврзани со пожари за да се разбере каде може да постојат ранливости;
- Помош од вработените кои работат во одредени области и можат да знаат потенцијални опасности кои не се очигледни;
- Проверка на системите за откривање на пожар, системите за гаснење на пожар и апарати за гаснење на пожар дали истите се поставени и функционални;
- Оцена на работната практика осигурувајќи се дека се почитуваат безбедносните протоколи и правилно се управува со опасните материјали.

Откако ќе се идентификуваат опасностите, следен чекор е контрола на истите. Контрола на опасностите се врши на различни начини како:

- Елиминирање или изолирање на опасностите преку безбедно отстранување или складирање на запаливи материјали и изолирање на изворите на палење;
- Користење на материјали кои се отпорни на пожар;
- Спроведување на безбедни работни практики;
- Инсталирање на системи за гаснење на пожар;
- Редовна обука и вежби;
- Редовно одржување и тестирање.

Со идентификување и управување со опасности се обезбедува намален ризик поврзан со пожарот и се подобруваат резултатите од безбедноста од пожари [34,35].

4.1.2. Изложеност

Изложеноста го претставува степенот до кој луѓето, имотот или процесите ќе бидат веројатно погодени од опасноста од пожар т.е. изложеноста е степенот до кој луѓето или имотот се изложени на опасност од пожар. Изложеноста одредува дали опасноста навистина ќе предизвикува штета или не, дури и ако постои опасност. Факторите кои влијаат на изложеноста се:

- Близина на поединци или средства – подразбира колку блиску се наоѓаат луѓето или имотот до опасноста од пожар т.е. колку е поблиску лицето, предметот или средството до опасноста од пожар, толку е поголема изложеноста;
- Густина и зафатеност на населението – бројот на луѓе во објект или просторија директно влијае на нивото на изложеност за време на пожар т.е. подразбира број на луѓе во просторија кои може да бидат изложени на опасност од пожар. На пример кај јавните објекти, образовните објекти, здравствените објекти или административните објекти (канцеларии) со високо ниво на искористеност,

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

доколку се појави пожар, бројот на потенцијални жртви е поголем со што се зголемува и севкупната изложеност ;

- Времетраење на изложеноста – подразбира период на време кога луѓето или имотот се изложени на опасност од пожар т.е. луѓе или предмет колку подолго се изложени на опасност од пожар, толку е поголема веројатноста да претрпуваат штета;
- Услови на животна средина – подразбира како температурата, влажноста и ветерот можат да влијаат на ширење на пожарот и како поединците се изложени на опасност. Освен тоа, големата брзина на ветерот овозможува брзо ширење на пожарот, изложувајќи ги луѓето и имотот на поголема површина;
- Распоред и проектирање на објекти – подразбира дека распоредот на собите, подовите и излезите имаат влијание врз изложеноста, особено лошо проектираните објекти со ограничен број на излези го зголемуваат ризикот од изложеност на пожар поради големите тешкотии што се појавуваат при евакуација на станарите.

Постојат различни типови на изложеност при процена на ризик од пожар. Тие се однесуваат на специфичните аспекти кои се ранливи на влијанието на пожарот и нивното разбирање помага да се даде приоритет на стратегиите за намалување на ризикот врз основа на ранливоста на овие области. Различните типови на изложеност се поделени на:

1. Човечка изложеност – се однесува на потенцијалната штета на поединци за време на појава на пожар и го претставува еден од најкритичните фактори во процесот на процена на ризик од пожар, бидејќи директно влијае на безбедноста на животот. Човечката изложеност може да биде:
 - Директна изложеност на пожар;
 - Изложеност на чад и токсичен гас;
 - Изложеност на топлинско зрачење;
 - Тешкотии при евакуација;
 - Изложеност на структурен колапс;
2. Изложеност на имот – се однесува на ранливоста на објектите, опремата и другите средства на штетните ефекти од пожарот, која вклучува директна штета од пожар и индиректна штета од поврзани опасности како што се топлина, чад и вода што се користат во напорите за гаснење на пожари. Изложеноста на имот може да биде:
 - Изложеност на градежна конструкција;
 - Изложеност на содржина и залихи;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Електрична и комунални изложеност;
 - Оштетување од вода;
3. Изложеност на животната средина – позната како еколошка изложеност, се однесува на влијанието на пожарот врз околната средина, вклучувајќи го воздухот, водата и квалитетот на почвата, како и околната заедница. Шумските пожари или индустриските пожари предизвикуваат значителни еколошки последици, ги загадуваат природните ресурси и влијаат на екосистемите. Постојат различни видови на изложеност на животната средина, како:
- Изложеност на загадувачи во воздухот;
 - Изложеност на контаминација на вода;
 - Изложеност на контаминација на почвата;
 - Изложеност на загуба на биодиверзитетот.

4.1.3. Ранливост

Ранливоста се однесува на подложноста на луѓето или имотот да претрпат штета од опасноста од пожар т.е. тоа е степен до кој луѓето, имотот или околината се подложни на штетните ефекти од пожарот. Ранливоста претставува суштинска компонента на анализата на ризик од пожар бидејќи помага да се идентификуваат слабите точки кои можат да доведат до значителна штета на имот или повреда на луѓе за време на настан на пожар. Ако опасноста се однесува на веројатноста за појава на пожар, ранливоста се фокусира на сериозноста на последиците кои произлегуваат од пожарот, со оглед на специфичните услови. Разбирањето на ранливоста помага да се даде приоритет на мерките за заштита од пожар, осигурувајќи дека просториите или луѓето кои се најзагрозени да се заштитат најпрво. На ранливоста влијаат различни фактори, како:

- Пожарна отпорност на конструкцијата – објектите кај кои конструктивните елементи се изведени од незапаливи или огноотпорни материјали, како што се бетон, челик или огноотпорни гипс картони, се помалку ранливи на пожар, додека објектите кај кои конструктивните елементи се слабо отпорни на пожар или конструкцијата е постара, ранливоста може да биде поголема;
- Мерки за заштита од пожар – подразбира ефективност на системите за гаснење на пожар, аларми за пожар, прскалки или апарати за гаснење на пожар. Овие системи за заштита од пожар ја намалуваат ранливоста со рано откривање на пожарот, контролирање на неговото ширење и обезбедување средства за негово гаснење, додека несоодветните или нефункционалните системи за заштита од пожар ја зголемуваат ранливоста;
- Обука и подготвеност – вклучува редовни програми за обука и подигање на свеста за безбедност од пожари за вработените или жителите која влијае на намалување на ранливоста притоа осигурувајќи дека луѓето знаат како да

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

постапат во случај на пожар, додека недостаток на обука ги зголемува шансите за збунетост и одложување за време на евакуацијата и ја зголемува ранливоста;

- Опрема за лична заштита – подразбира пристап на поединците до соодветна опрема за лична заштита како што се пожарна отпорна облека, шлемови и респиратори со помош на кои истите можат да се заштитат во опасни средини или средини со висок ризик. Отсуството на опремата за лична заштита ја зголемува ранливоста на изгореници, вдишување чад и други повреди поврзани со пожарот ;
- Пат и постапка за евакуација – подразбира присуство на безбедни, адекватни, добро обележани и достапни патеки за евакуација што им овозможува на луѓето за време на пожар безбедно да се евакуираат. Присуството на вакви патеки за евакуација ја намалува ранливоста додека лошо планираните или блокирани излези ја зголемуваат ранливоста со заробување луѓе во запалена просторија или конструкција;
- Човечки фактор – човечкото однесување, вклучително и способноста за брзо реагирање или евакуирање во итен случај, влијае во намалувањето или зголемувањето на ранливоста. На способноста на луѓето да се евакуираат или да реагираат на пожар влијаат факторите како што се: возраста, здравјето и попреченоста;
- Услови на животната средина – времето (ветер, влажност), локацијата и пристапноста на ресурсите за гаснење на пожари влијаат на тоа колку одредена област е ранлива на штета од пожар.

Врз основа на вид на изложеноста или аспект на околината која се оценува, ранливоста во процесот на процена на ризик од пожар се класифицира генерално во неколку категории на ранливост, меѓу кои, како најчести се:

1. Човечка ранливост – се однесува на подложноста на луѓето на опасностите од пожар, вклучувајќи тука болест, повреда или смрт. Одреден број на фактори како: возраста на луѓето, нивна здравствена состојба, способност за евакуација и однесувањето во итна ситуација влијаат на тоа колку луѓето се ранливи во пожар. Човечката ранливост може да биде:
 - Возраст и физичка состојба;
 - Здравствени услови;
 - Фактори на однесување ;
 - Мобилност и способност за евакуација;
2. Ранливост на имотот – се однесува на подложноста на објектите, конструкциите и вредните средства за оштетување од пожар. На ранливоста на имотот влијаат голем број на фактори како: градежни материјали, методи на градба, системи за

заштита од пожар и локацијата во однос на опасноста од пожар. Ранливоста на имот може да биде:

- Градежен материјал;
- Недостаток на системи за заштита од пожар;
- Големина и распоред;
- Близина до опасни материјали;

3. Ранливост на животна средина – се однесува на подложноста на екосистемите и околината на штети поврзани со пожари вклучувајќи ги и ризиците за природните ресурси, биодиверзитетот, квалитетот на воздухот и снабдувањето со вода. Ранливоста на животна средина може да биде:

- Чувствителност на екосистемот;
- Загадување на воздухот;
- Коаминација на вода;
- Контаминација на почвата.

4.1.4. Ризик

4.1.4.1. Поим и поделба на ризиците

Ризикот претставува дел од секојдневието. Во тек на денот или низ животот, се што се работи, носи одредена доза на ризик. Ризик, како збор, потекнува од италијанскиот збор *riscare*, што значи **се осмелувам**. Главно, зборот “ризик” се смета дека е од англиското говорно подрачје (risk), но како збор, во англискиот јазик влегол во употреба во 17 век. Ризикот, од едната страна, е строго поврзан со знаењето кое доведува до извесност или сигурност и незнаењето кое доведува до неизвесност или несигурност, од другата страна. Под извесност или сигурност се подразбира ситуација кога исходот од некој настан или резултатот од одредена одлука е дефинитивно сигурен. При намалување на извесноста се зголемува ризикот. Неизвесноста е потполно различна од извесноста и истата се разликува од ризикот и тоа: ако не се знае со сигурност што ќе се случи а веројатностите се познаваат, станува збор за ризик, а ако не се познава ниту веројатноста, тогаш станува збор за неизвесност [36].

Уште за време на грчките и арапските математичари историјата на ризикот е започната и се повлекува низ целата човечка историја кај научниците, интелектуалците, трговците и сите оние се надевале и работеле на откривање на нови методи и начини на предвидување на иднината.

За време на ренесансата започнува првото вистинско проучување на ризикот, додека на крајот на седумнаесеттиот и почеток на осумнаесеттиот век се развија одредени методи кои и денес се користат во управувањето со ризиците и анализата на избор на одреден

начин од повеќе различни начини на кои може да се изведе одреден потег или да се донесе одредена одлука.

Во педесеттите години од дваесеттиот век, во вид на финансиска заштита преку осигурување, во деловното работење се употребува или се појави управување или менаџмент со ризик (Risk Management), на кое после, со тек на време, со поставување на акцентот на превентивните мерки, постепено преминува кон преориентација во комплетно управување со ризикот.

Организации и асоцијации започнаа да се формираат во текот на деведесеттите години, со цел професионално занимавање со развојот на теоријата и праксата на управувањето со ризик и создаде основа за стандардизација во областа на управувањето со ризикот која започна да се развива оред неколку години.

Еден од најпознатите стандарди за управување со ризиците е Австралискиот/Ново Зеландскиот стандард за управување со ризикот (Australian/New Zealand Standard for Risk Management - AS/NZS 4360:2004), во кој стандард е дефиниран ризикот, процесот на управување со ризикот и неговата околина [37].

Во Европа, со документот ISO/IEC Напатствие 73:2002 за управување со ризикот (ISO/IEC Guide 73:2002 – Risk Management) изработен од страна на Меѓународната Организација за Стандардизација – ISO (International Organization for Standardization) по прв пат основните поими од областа на управување со ризикот беа стандардизирани, каде што потоа, Меѓународната организација за стандардизација – ISO го изработи и издаде Стандардот ISO 31000:2009 за управување со ризикот – Принципи и напатствија за имплементација (Risk Management – Principles and Guidelines on Implementation) [38].

За поимот ризик не постои единствена и точно одредена дефиниција. Според одредени дефиниции, ризикот претставува веројатност за одредена појава, според некои дефиниции, ризик е она што се превзема, а според други, ризик е она што се избегнува. Ризикот, во друг случај, може да биде синоним за хазард, закана или опасност. Освен тоа, ризикот е секогаш поврзан со тоа што може да се случи во иднината и со секоја активност за која може да се размислува. Ризикот може да влијае врз поединец, група или стотици и илјадници луѓе, а сериозноста на ризикот може да се утврди преку бројот на потенцијално вклучени луѓе.

Во литература може да се сретнат одредени дефиниции за ризикот, и тоа:

- комплексна појава со која истовремено се опишува веројатноста за настанување штетни настани и очекуваната големина на последиците од тој настан во целокупниот систем и текот на утврдената должина на временскиот интервал или текот на некоја одредена мисија (Вукиќевиќ, Видовиќ, 1995);
- мерата на веројатност дека последиците штетни по животот, здравјето, имотот и/или животната средина ќе се појават како резултат на некои одредени опасности (Sage 1995);

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- можност за загуба или повреда, или изложеност на таква можност (Vujošević, 1996);
- состојба во која постои можност за штетна отстапка во однос на посакуваниот исход (Vaughan, 1997);
- можност потенцијалната опасност да се оствари за време и воуслови на користење и/или изложување и можното значење на штетата (Luković, 2001);
- степен на веројатност за настанување на техногени или природни појави кои се карактеризираат со настанувањето, формирањето и дејството на опасноста, како и социјалните, економските, еколошките и другите видови на загуби и штети (Подосенова, 2008).

Ризикот може да се дефинира и како изразување „веројатност“ (likelihood) и „влијание“ (impact) врз неизвесен настан со цел постигнување на целите на организацијата, при што, не претставува услов за извршување на одредена активност или тековен настан.

Ризикот, според ISO Guide 73:2009, претставува ефект на неизвесност на целите [38].

Ризикот може да се дефинира како производ на веројатноста да се случи некој настан и неговите последици. Да се процени ризикот значи да се утврди природата и степенот на ризик од потенцијална опасност, состојбата на опасност и последиците кои потенцијално можат да ги загрозат животите и здравјето на луѓето, материјалните добра и животната средина.

Покрај дефинирање на ризик, потребно е да се напоменат и својствата на ризикот:

- Опис на ризичен настан;
- Веројатност;
- Влијание;
- Причина;
- Индикатор;
- Постојни контроли;
- Потенцијални контроли.

Концептот на ризикот, според одредени дефиниции, се состои од три елементи:

- Перцепција дека нешто може да се случи;
- Веројатност дека нешто ќе се случи;
- Последица од она што би можело да се случи.

Ризикот претставува функција од неизвесноста и штетата која може да настани, т.е. се дефинира како веројатност дека нема да се постигнат дефинираните цели.

Поради фактот дека бројот на ризици е огромен, за нив не постои официјална поделба. Различни видови на организации имаат различни форми на ризици, но, сепак една воопштена поделба на ризиците може да се направи и тоа:

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- **Стратегиски ризици** – претставуваат вид на надворешни ризици кои се последица од поставената стратегија на организацијата од страна на раководството. Најчесто се предизвикани од политички промени, промени во правните регулативи, промени во владината политика, индустриски промени, промени во технологијата и др.;
- **Финансиски ризици** – претставауваат тековни ризици кои можат да се јават при промена на локалниот пазар и светскиот пазар. Како причина за нивна појава се промени или варијации во финансирањето, промени во каматните стапки, слаба проценка на пазарот и др.;
- **Оперативни ризици** – претставуваат ризици од несоодветна обработка на информации и податоци, погрешни банкарски трансакции на средства, погрешна набавка, несоодветен кадар, недостаток од квалификувани ресурси и др. кои всушност се ризици со кои организацијата секојдневно се среќава;
- **Хазардни ризици** – посебна група на ризици, како: влијанието на јавноста, влијанието на вработените, околината на системот, природните појави и непогоди и др., кои многу тешко можат да се предвидат или да се третираат доколку се појават.

Од аспект на осигурување, ризиците се делат на:

- **Осигурени ризици** – се ризици за кои постои техничка и административна основа за утврдување на нивната големина, а со тоа и можност за нивно финансиско покривање. Во ова група на ризици спаѓаат: посебни ризици, имотни ризици, ризици по одговорноста, ризици настанати од пропусти на други лица;
- **Неосигурени ризици** – се ризици за кои осигурувањето нема реално основа за одредување осигурителна политика. Во ова категорија на ризици вообичаени се вбројуваат: шпекулативни ризици, политички ризици, технолошки ризици;

Ризиците од аспект на безбедност се делат на:

- **Чисти ризици** – потребно е да постои јасна веројатност дека ќе се случи некаква штета или загуба;
- **Шпекулативни ризици** – претставуваат и можност за добивка и загуба, но и таа точка на пресек каде организациите, во поголема мера се свесни за предностите отколку за недостатоците, и се осудуваат на ризик.

Ризиците можат да се поделат во зависност од извор на настанување, предвидливоста и влијание на технички фактор и тоа:

1. Според извори на настанување

- Интерни ризици (кражби од страна на вработените, разни облици на општ, имотен, бизнис или еколошки криминал);
- Екстерни ризици (напади на имот, лица и надворешен бизнис);

2. Според предвидливоста

- Предвидливи (активности на конкуренцијата, даночна политика);
- Непредвидливи (природни несреќи и опасности, политичко-безбедносни ризици);

3. Според влијание на технички фактор

- Технички (пожар, експлозија и други опасности поврзани со технолошки процеси);
- Нетехнички (човечка грешка, социјални аспекти, прекини на процеси итн).

Освен горе наведената поделба, ризиците можат да се поделат во различни групи според следниве критериуми:

1. Фактори на ризик:

- Биолошки ризици – ризици кои се предизвикани од живи организми кои можат да влијаат негативно на посакуваниот квалитет (бактерии, паразити или вируси);
- Хемиски ризици – ризици кои се појавуваат како резултат на нешто природно присуство во производот или дадено за време на обработката;
- Физички ризици – претставуваат неочекувани физички компоненти како шум, вибрации, зрачење и кои можат да предизвикуваат болест, повреда или несреќа;

2. Степен на идентификација:

- Специфични ризици – се ризици кои се идентификувани и нивниот опсег може да се одреди. Овие ризици се познати како делумни ризици;
- Општи ризици – се ризици кои не можат да се идентификуваат целосно во однос на можните опасни ситуации. Овие ризици се познати како глобални ризици;

3. Динамика на развој на ризикот:

- Десни – ризици кои се карактеризираат со голема брзина на развој, голема брзина на промена на параметрите и брзи промени во излезните карактеристики на системот;
- Кумулативни – ризици кои се карактеризираат со бавен развој, бавни процеси на деградација кои имаат кумулативен ефект;

4. Раководно ниво:

- Ризици за планирање – се јавуваат во фазата на планирање на управувањето со ризици;
- Оперативни ризици – ја придружуваат фазата на оперативно управување со ризици;

5. Можности за управување со ризици:

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Управливи ризици – ризици со кои може да се управува;
- Неуправливи ризици – ризици кои се надвор од контрола на процесот на управување, односно овие се ризици со кои не може да се управува;

6. Материјализација на ефектите на ризик:

- Технолошки ризици – ризици кои се материјализираат во технологијата;
- Ризици за поддршка – ризици кои се јавуваат во системите за квалитетна поддршка;
- Ризици за перформансите на производот – ризици кои можат да го нарушат квалитетот на производот;
- Ризици за безбедност и здравствена заштита – ризици кои можат да имаат негативни ефекти врз безбедноста и здравјето на луѓето;
- Ризици за заштита на животната средина – ризици чија материјализација ја нарушува еколошката рамнотежа. Познати се и како еколошки ризици;
- Финансиски ризици – ризици кои директно се манифестираат како финансиска загуба;

7. Предмет на набљудување:

- Индивидуален ризик - ја претставува зачестеноста со која може да се очекува лицето да биде изложено на некаква штета, повреда или смрт;
- Социјален ризик - ја претставува врската помеѓу зачестеноста на одредено ниво на штета и бројот на луѓе во популацијата кои се погодени од неа;
- Географски ризик - е мерка за веројатноста дека некој настан ќе се случи на одредена географска локација;

8. Чисти ризици:

- Технички ризик – пожари, уреди, инсталации, дефекти на машини итн.;
- Ризик од природни катастрофи – земјотреси, поплави;
- Ризик од човечки фактор – грешка при работа од незнаење, невнимание, намера итн.;
- Еколошки ризик – загадување на воздухот, водата, земјиштето;
- Политички ризик – војни, демонстрации, тероризам, социјални кризи;
- Биолошки ризик – епидемија на грип.

4.1.4.2. Операции на ризикот

4.1.4.2.1. Управувањето со ризикот

Управувањето со ризик е процес каде што организираното и планирано преземање на различни мерки насочени кон елиминирање на причините на настанување и/ или намалување на ефектот од ризичниот настан, како и мерки за ублажување и

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

отстранување на последиците, доколку дојде до реализација на ризични настани, всушност ја претставуваат неговата основа.

Управувањето со ризик претставува процес со помош на кој се врши идентификација и анализа на ризикот, со помош на различни тестирања и симулации се проучува ризикот, се врши проценка и обработка на ризикот преку конзистентни и повторливи постапки и методи, и се врши континуирана контрола на ризикот [39].

Всушност, во литературата можат да се сретнат различни дефиниции и толкувања за термилошко определување на „управувањето со ризик“ или „Risk Management“, и тоа:

- Координирани активности што ја насочуваат и ја контролираат организацијата во врска со ризикот (ISO Guide 73: 2009);
- Управувањето со ризик претставува организиран процес на идентификација и мерење на ризикот со избор, развој и примена на опцијата за негово третирање и мониторинг;
- Управувањето со ризик е таков пристап кон управувањето што е заснован врз идентификација и врз контрола на оние области и настани што се потенцијални предизвикувачи на несакани промени во системот;
- Управувањето со ризик е аспект на управување со квалитет што има поддржувачка улога во остварување на бараниот квалитет на системот. Основна цел за управување со квалитетот е таква имплементација на стратемскиот план во управувањето што го обезбедува бараниот квалитет на системот, додека целта на управување со ризикот е задржување на квалитетот на системот и во случаи кога се одвиваат ризични настани. Управувањето со ризик треба да обезбеди континуирана егзистенција на системот;
- Управувањето со ризик подразбира управување со кое се постигнува соодветен баланс помеѓу создавање можности за добивки и минимизирање губитоци (AN/NZS 4360:2004);
- Управувањето со ризик е сеопфатен процес за поддршка во одлучување со управувањето на квалитетот, имплементиран како програма, интегриран преку дефинирани улоги и одговорности во регулативата, одржувањето, инженерингот и менаџментот на квалитетот.

Управувањето со ризици има за цел да се идентификуваат релевантните фактори на ризик за одреден настан, а потоа да се изработи план за управување со ризици, за да се намали веројатноста од појава на некој претпоставен ризичен фактор и/или негово лошо влијание врз настанот. Иако ризиците не може целосно да бидат елиминирани, повеќето од нив сепак можат да се предвидат и со нив може да се управува однапред. Со нивна добра анализа и проценка може да се осигури непречено одвивање/развој на текот на ризичниот настан.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Од концептуален аспект, управувањето со ризици претставува процес на мониторинг и идентификација на ризикот, негова анализа и процена и избор на соодветна стратегија, мерки и активности за негов третман [40].

Стратегиите кои најчесто се применуваат за оваа намена се:

- Трансфер на ризик;
- Избегнување на ризик;
- Избегнување на негативните ефекти;
- Ублажување на ризик;
- Стратегија за прифатлив ризик и др.

Сите активности кои се преземаат со концептот на управување со ризик се применуваат преку одредени фази, како:

- Идентификација на ризик;
- Анализа на опасност;
- Анализа на проблемот;
- Процена на ризик.

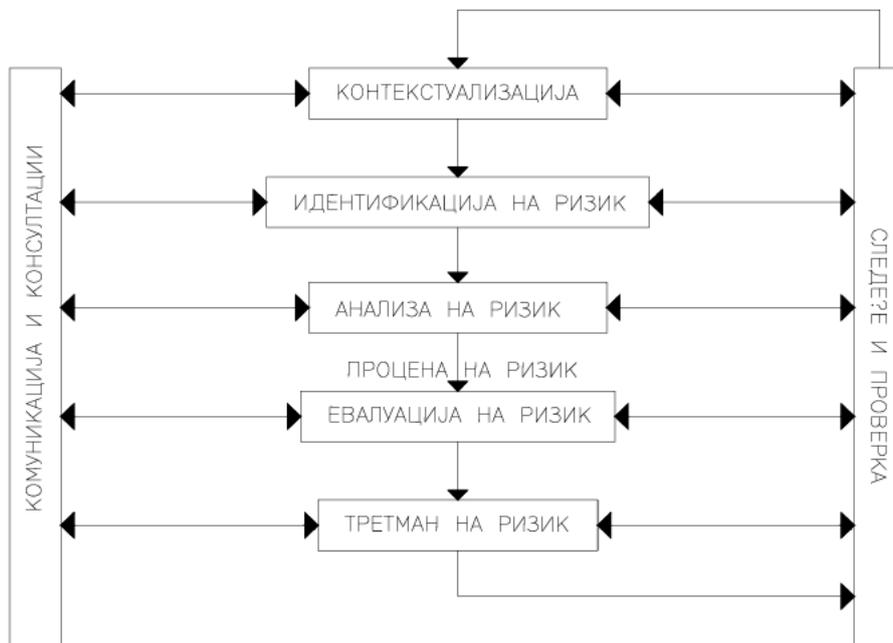
Според Стандардот ISO 31000:2009, управувањето со ризик се состои од пот системски и логични процеси, и тоа:

- воспоставување на контекстот на управувањето со ризикот - за потребите на воспоставување целосен контекст во чишто рамки ќе се спроведуваат активностите за управување со ризик, потребно е датаљно да се разоткрие надворешниот и внатрешниот контекст, потоа контекстот на процесот во кој ќе се спроведуваат активностите за управување со ризикот како и да се развијат критериумите за ризик;
- идентификација на ризикот - при идентификацијата на ризикот надлежните субјекти треба да најдат (проценат) одговор на повеќе клучни прашања;
- анализа на ризикот - преку активностите за анализа на ризикот се настојува што попрецизно да се процени/предвиди веројатноста за случување во контекст на претходно отворените прашања, да се предвидат очекуваните последици и според тоа да се определи нивото на ризикот;
- евалуација на ризикот - преку евалуацијата на ризикот се врши споредба со поставените критериуми, се разгледуваат опциите и одлуките за одговор и се определуваат приоритети за оперативно дејствување.;
- третман на ризикот - колку наведените активности во претходната фаза ќе бидат целосни и прецизни, толку ефикасни ќе бидат стратегиите, политиките и конкретните мерки и активности за третман на ризикот [41].

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Знаејќи дека ризикот е динамичен и изложен на постојани промени, дополнителни два процеси се додадени во процесот на управување со ризикот и тоа:

- мониторинг и контрола - заради следење на ефикасноста на преземените мерки и активности во процесот на управување со ризик, како и заради преземање мерки за корекции во плановите, потребно е да се воспостави процедура за следење и проверка;
- комуникација и консултација - заради воспоставување постојана комуникација, консултации и координација помеѓу вклучените субјекти во управувањето со ризици, на сите нивоа, се препорачува организацијата да донесе стандардна процедура со која ќе ги пропише потребните мерки и активности, ќе ги определи носителите за нивно извршување итн.



Слика 4.3. Процеси на управувањето со ризикот според ISO 31000:2009

4.1.4.2.2. Идентификација, намалување и избегнување на ризикот

Идентификација на ризикот од пожар е систематски процес кој овозможува да се разбере како, кога и зошто може да се случи пожарот.

Процесот на идентификација на ризикот е процес кој започнува уште во фазата на планирање на активностите и истиот трае се до нивното завршување, при што опфаќа препознавање, предвидување и документирање на ризиците кои би можеле да се појават и да влијаат врз остварувањето на дефинираните цели.

За идентификација на ризикот, во пракса се користат различни методи и техники, меѓу кои најпознати се:

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Анализа на предностите, слабостите, приликите и заканите, т.е. SWOT анализа (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – најкористена техника за идентификација на ризикот. Претставува алатка за стратемско планирање на управувањето со ризик, со која на едноставен начин и релативно брзо можат да се утврдат сите фактори (позитивни, негативни, надворешни и внатрешни), кои влијаат врз остварувањето на целите;
- Анализа на неуспехот на режимот и ефектите, т.е. FMEA анализа (Failure Mode and Effects Analysis);
- Анализа на стеблото на грешки, т.е. FTA анализа (Fault Tree Analysis); и др.

Откако се идентификуваат ризиците, следува процесот на намалување на ризик или доколку е можно, да се избегне ризикот.

Редукција или намалување на ризик е алатка која овозможува намалување на веројатноста и последиците од ризикот низ системот на организација. Под редукција на ризик се подразбира намалување на веројатноста нешто да тргне во погрешна насока и исто така ги намалува последиците и чинењето на штетите од определен ризик.

Избегнување на ризик е обид за елиминирање на опасностите, активностите и изложеноста што може да влијае негативно на организацијата и нејзините средства, особено врз луѓето.

Избегнувањето на ризик се стреми целосно да избегне негативни настани за разлика од управувањето со ризик кој има за цел да ги контролира и да ги намали штетите и финансиските последици од заканите.

Иако целосното отстранување на ризици е невозможно, цел на избегнување на ризик е што повеќе закани да се отфрлат за да се избегнат скапите и катастрофалните последици од било кој штетен настан [39].

4.1.4.2.3. Анализа на ризик

Анализата на ризикот од пожар е процес на проценување на големината на последиците и веројатностите за негативните ефекти што произлегуваат од пожарот. Крајниот резултат од анализата на ризикот од пожар се изразува или во квалитативни, или мешани, или квантитативни услови, во зависност од видот на ризикот.

Со процесот на анализа на ризикот, со помош на квалитативни методи и статистички податоци, се решаваат потешкотиите во одредувањето на ризиците кои во праксата не можат да се квантифицираат со бројни вредности.

Тоа значи дека, квалитативната анализа на ризикот не се базира врз апсолутни вредности, туку квалитативно ги пресметува параметрите на ризикот. Меѓутоа, иако проценката на ризикот се врши квалитативно, вредностите се квантифицираат, т.е. вредноста на ризикот често се претставува како нумеричка вредност. Бидејќи квалитативната метода претставува квантификација на субјективно проценети

параметри, таа се базира на субјективна проценка и така добиените вредности не се апсолутни, туку се релативни. Со оглед на тоа дека квалитативните параметри се оценуваат субјективно, пожелно е да се врши анализа и проценка од страна на повеќе експерти, а потоа да се разгледаат резултатите од сите анализи. Во оваа анализа многу важна улога има искуството, стручноста и способноста на лицата кои ја вршат анализата и проценката на ризикот, како и квалитетот на статистичките податоци.

Според **ISO 31000:2009**, со анализата на ризикот се утврдуваат комбинациите од веројатностите за појава на идентификуваниот ризик. Земајќи ја во предвид веројатноста, се одредува приоритетот и нивото на влијанието на ризикот, а доколку се оствари и потенцијалните последици и ефекти што може да ги има врз целите [36]. Во зависност од овие показатели, ризикот се става во категорија со високо, средно или ниско влијание врз остварувањето на целите.

Со процесот на анализа на ризикот, може да се одредат и некои дополнителни фактори, како што се дозволеното ниво на толеранција на ризикот и дозволените ограничувања во вид на трошок, време и квалитет.

Затоа, анализата на ризикот од пожар е само еден дел од процесот на управување со ризикот од пожар и служи како основа за донесување одлуки за тоа дали да се преземат мерки за намалување на ризикот или да се изберат соодветни мерки за справување со истиот [41].

4.1.4.2.4. Евалуација и третман на ризик

Евалуацијата на ризик претставува процес кој има за цел проценка на веројатностите за постигање на одредените цели, идентификување на ризиците на кои е потребно да им се посвети најголемо внимание со квантифицирање на нивниот удел во вкупниот ризик, одредување на најдобра одлука кога некои услови се неизвесни и одредување на веројатностите на можните исходи.

Евалуацијата на ризикот се базира на нумерички вредности врз база на кое се добива квантитативна проценка на ризикот. Ризикот може да се пресметува како функција од веројатноста за појава на одреден настан и последиците предизвикани од појавата на тој настан:

Ризик = Веројатноста за појава на некој настан * Последица од појавата на тој настан.

Третирањето на ризикот од пожар е процес на подобрување на постојните мерки за контрола на ризикот, развивање на нови мерки за контрола на ризикот и спроведување на мерките за намалување на ризикот од пожар.

Според **ISO 31000:2009**, третманот на ризикот е процес на проектирање и имплементација на специфични ефективни стратегии, и разработка на планови за максимизирање на позитивните ефекти (можностите и приликите), т.е. потенцијалните придобивки и минимизирање на негативните ефекти (заканите и опасностите), т.е. потенцијалните трошоци [33].

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Одговорот на ризикот треба да биде ефикасен, правовремен, компатибилен со важноста на ризикот, рентабилен, треба да поседува одговорна особа и да претставува резултат од консензусот на сите заинтересирани страни.

Одговорот на ризик може да биде одговор на негативни ризици или одговор на позитивни ризици.

Одговорите на негативни ризици може да бидат:

- **ризикот да се избегне** – потребно е да се промени и самиот план на активност, проект, програма и сл. за да може да се отстранат ризиците и да се заштитат целите од негативните ефекти;
- **ризикот да се префрли** – стратегија за ослободување од ризикот и неговиот негативен ефект, при што ризикот се префрлува во друг систем или друга претходно договорена страна;
- **ризикот да се ублажи** – се врши со цел да се намали веројатноста за појава на ризикот и да се намали неговото влијание на прифатливо ниво. За ублажување на ризикот потребна е контрола на ризикот.
- Одговорите на позитивните ризици може да бидат
- **ризикот да се искористи** – подразбира искористување на можностите и приликите, односно искористување на позитивниот ризик;
- **ризикот да се подели** – подразбира искористувањето на можностите и приликите да се вклучи уште некој партнер, кој со своето знаење, стручност и експертиза ќе го поддржи остварувањето на приликите и достигнувањето на можностите;
- **ризикот да се зголеми** – зголемувањето на позитивниот ризик подразбира зголемување на веројатноста на позитивниот ефект од ризикот [41,42].

4.1.4.2.5. Мониторинг и контрола на ризик

Процесот на мониторинг и контрола на ризикот е процес кој се занимава со активно и континуирано пратење и контрола на постоечките идентификувани и утврдени ризици, пратење на можностите за појава на други нови ризици, планирање на алтернативни одговори при појава на непредвидени настани и планирање на корективни активности и сл.

Со процесот на мониторинг и контрола, систематски се следи и имплементацијата на стратегијата за третман, обработка и одговор на ризикот, се оценува нејзината ефективност и се контролираат резултатите добиени од нејзината примена. Со тоа се добива слика за тоа колку успешно се решени проблемите или ситуациите кои произлегле од појавата на ризикот.

4.1.4.2.6. Комуникација и консултација

За време на животниот циклус на проектот, информациите кои произлегуваат од процесот на мониторинг и контрола, влијаат врз првобитната проценка на ризиците. Заради тоа, мора да постои константно и континуирано информирање, комуницирање и консултирање за ризиците и нивниот статус. Ова покажува дека процесот на отворена комуникација и консултација претставува еден од најклучните фактори за успехот на процесот на управување со ризикот.

Ризикот од аспект на безбедност го гледаме од аспект на загуба (штета). Под загуба или штета се подразбира повреда на физички, психолошки и морален интегритет на луѓето и/или закана за материјалните средства, природните средства и околината.

Ризикот, по својата суштина, подразбира несигурност и загуба, и истиот може да се разгледува од два аспекта

- **Аспект на причините** – кога ризикот е функција од опасноста (O) и заштитата (Z)
- **Аспект на последиците** – кога ризикот е функција на веројатноста за ризичен настан (P) и мерката на загубата предизвикан од него (G).

Ако постојат најмалку два исхода од некој настан или барем еден исход да не е пожелен, тогаш може да зборуваме за ризик [42].

4.1.4.2.7. Процена на ризик

Поради основната улога, проценката на ризикот претставува почетна точка за развој на систем за управување со безбедноста и треба да се спроведува систематски. Систематскиот пристап ќе помогне да се задоволи законот и да се осигури дека ништо што може да претставува ризик ненамерно е изоставено. Она што на многумина им се чини застрашувачка задача за спроведување на сите потребни проценки на ризик за кое било дадено деловно работење, може да се постигне релативно лесно со едноставна прогресија низ голем број логички чекори [43].

Постојат голем број на различни методологии кои во моментот се користат за да се постигне систематски пристап кон проценка на ризикот. Во пракса најприфатен е пристапот со **Пет чекори за проценка на ризикот**, кој ги опфаќа следните чекори за проценка на ризиците по здравјето и безбедноста на работното место:

1. Идентификација на опасностите;
2. Идентификација на лицата кои се изложени на ризик;
3. Проценка на ризиците (во смисла на веројатност и сериозност) и одлука дали постојните мерки на претпазливост се соодветни или треба да се направи повеќе;
4. Запишување на значајните наоди;
5. Контрола на проценката и спроведување на ревизија доколку е потребно.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Со цел да се спроведе соодветна и задоволителна проценка на ризикот и да се обезбеди сите ризици што произлегуваат од работните активности да бидат идентификувани, проценети и ефикасно контролирани, потребно е да се донесе систематски пристап кон спроведување на проценката на ризиците.

Пристапот кој е вклучен во **методот на пет чекори** треба да помине низ следните фази:

- ✓ Попис на активности што јасно ги идентификува видовите на работно место, активностите и процесите што треба да се проценат;
- ✓ Идентификување на значајните опасности (опасности со потенцијал да предизвикаат штета, итн.), за секоја област или активност вклучена во пописот;
- ✓ Идентификување на сите лица на кои се изложени на опасност, со идентификување на различни групи на луѓе, и разгледување на бројот на лица од секоја група кои може да бидат изложени на опасност;
- ✓ Евалуација на нивоата на преостанат ризик земајќи ги предвид веќе воспоставените мерки за контрола на ризикот;
- ✓ Примена (каде што е потребно) на дополнителни контролни мерки што може да бидат потребни за да се намали ризикот на најниско иразумно изводливо ниво;
- ✓ Евидентирање на значајните наоди од проценката, што е законско барање кога се вработени пет или повеќе лица;
- ✓ Прегледи каде што е потребно ревидирање на проценката на ризикот;
- ✓ Доставувањена наодите до сите засегнатилица.

Прва фаза е подготовка на **Програма за проценка на ризикот**. Програмата се изработува врз база на првичен преглед на секој објект или зона, на секоја задача или активност што треба да помине соодветна проценка. Овој пристап им овозможува на организациите да направат приоритетна листа на простории, задачи и активности што треба да бидат предмет на проценка. Програма за проценка на ризикот треба да е подложна на повремени ревизии.

Дефинирани се пет чекори за процена на ризикот:

Чекор 1: Идентификација на опасностите

Можеби највредниот извор на информации во врска со опасностите, ризиците и ефективноста на постојните системи за контрола на ризиците на работното место се вработените и нивните претставници. Честопати оние што преземаат одредена задача или работат во одреден објект се свесни за опасностите и потенцијалните ризици поврзани со работата и во многу случаи имаат ставови за тоа како може да се направат подобрувања во управувањето со безбедноста. Покрај консултациите со работната сила, постојат голем број извори за информации во врска со опасностите што тимовите за проценка треба да ги земат предвид. Најважните од нив вклучуваат:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- ✓ Преглед на записи:
 - Записи за безбедносен настан (несреќен случај/инцидент, пожар/лажен аларм), евиденција за информации за опасност и евиденција за присуство на опасни материји.
- ✓ Преглед на документи:
 - Безбедносни политики на компанијата, декларирани методи, постапките за итни случаи итн.
- ✓ Инспекција на локацијата:
 - Обиколка на локацијата и контрола на безбедноста на лице место
- ✓ Набљудување на активностите:
 - Анализа на безбедноста на работното место / анализа на безбедноста на задачите кои се извршуваат.

Многу од физичките и потенцијалните психолошки ризици по здравјето исто така можат да бидат поврзани со сценарио за пожар и затоа мора да се земат предвид за време на процесот на проценка на ризик.

Сепак, во овој чекор најбитно е точно да се идентификуваат елементите кои предизвикуваат пожар или учествуваат и го потпомагаат процесот на горење, а тоа се трите фактори: запаливи материјали, извори на топлина и извори на кислород.

Во овој чекор потребно е да се изврши и идентификација на конструкцијата на објектот и да се дефинираат нејзините карактеристики од аспект на применети материјали (горливост), архитектонски решенија (поделба на пожарни сектори, должина на патишта за евакуација, доволен број излези до безбедно место, пристапност до излезите и сл.) и да се дефинира дали истата би придонела за зголемување на опасноста од појава на пожар, односно би обезбедиле брзо ширење на пожарот.

Чекор 2: Идентификација на лицата кои се изложени на ризик

Вториот чекор опфаќа идентификација на луѓе кои би биле загрозувани од пожар. Тие можат да бидат луѓе кои се затекнати на спиење, луѓе кои се во поголем број и се наоѓаат во некоја работна просторија (фабрика, работилница, канцеларија и т.н.), луѓе кои не ги знаат излезите од просториите во објектот, луѓето кои не можат да се движат или кои не слушат, децата, родители со бебиња, постари лица.

Исто така, во овој случај треба да се земат во предвид и лицата кои не се способни брзо да реагираат при случај на појава на пожар или тие што се наоѓаат на некое место што е подалеку од излезот на објектот, тие што се веќе зафатени од пожарот и тн.

Чекор 3: Оцена на ризикот (по отстранување/намалување на опасностите)

Во овој чекор процесот на проценка на ризикот се оценува нивото на преостанатиот ризик, земајќи ги предвид сите тековни контролни мерки (мерки на претпазливост на

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

работното место и системите за контрола на ризикот) што веќе се во сила, а се донесени врз база на резултатите од првиот чекор.

При идентификација на опасностите во првиот чекор, во третиот чекор следува процедурата на прашања: Дали може да се отстрани опасноста? Дали може да се намали опасноста? Дали може да се поправи причинетата штета? и слично.

Можна е различна комбинација на интервенции, како на пример отстранување на прекумерна количина на запаливи материји, намалување на површините на запаливи ѕидни облоги, заштита на електрична опрема со термостати, поправка на електричните кабли, на оштетен мебел и така натаму.

Кратко, со овој чекор се одлучува дали сите овие отстранувања или намалувања треба да се превземаат веднаш, во блиска иднина или многу покасно.

Постојат голем број на методи за проценка на ризикот. Методот што се применува за поодделен ризик ќе зависи од голем број фактори, како што се комплексноста на извршените активности и видот и природата на работното место.

За многу од секојдневните ризици на кои се изложени луѓето на работното место, вклучително и пожарот, доволно е да се примени едноставна квалитативна проценка, но за покомплексни ризици најчесто е потребна квантитативна или полу-квантитативна проценка.

- ✓ **Квалитативна анализа** - го опишува квалитетот на ризикот користејќи зборови.
- ✓ **Квантитативна анализа** - го квантифицира ризикот со нумерички податоци.
- ✓ **Полу-квантитативна анализа** - користи броеви за да се квантифицираат квалитативните податоци.

Чекор 4: Запишување на наодите и превземање на активности

Овој чекор опфаќа запишување на наодите од проценката на ризикот од пожар и ги соодржи значајните опасности кои се утврдени дека се присутни, деталите за кадарот кој е во ризик и датумот кога е направена проценката.

Во овој чекор треба да се зачуваат сите информации добиени од првата фаза, треба да се опише и бројот на лица кои се идентификувани во втората фаза и мора да се евидентираат мерките што се превземени во чекорот за проверка на мерките, дали истите се соодветни или е потребно нивно подобрување.

Врз основа на резултатите од проценката на ризикот од пожар се изработува план за справување со ризикот. Планот треба да биде соодветно изработен за да овозможи самиот персонал да го реализира на најдобар можен начин.

Персоналот треба да поседува информации и соодветни упатства како да реагира при случај на појава на пожар. Таквите информации и упатства опфаќаат:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- значајни наоди од проценката на ризикот;
- активни мерки за намалување на ризикот;
- акции кои треба да се превземат во случај на пожар;
- назначување на лица одговорни за заштита од пожар.

Персоналот треба да е соодветно обучен, а обукатада опфати:

- акција за откривање на пожар;
- како да се подигне алармот;
- дејство при звук на аларм за пожар;
- употреба на противпожарната опрема;
- важноста на затворање на пожарните врати;
- постапкака за алармирање на членовите на колективот;
- причината за некористење на лифтовите и т.н.

Чекор 5: Контрола на проценката и спроведување на ревизија

Во овој чекор се одлучува дали постојните мерки за заштита од пожар се соодветни или има потреба за нивно подобрување.

Во случај на нивно подобрување, се вклучуваат чекори:

- Намалување на време на евакуација;
- Заштита на патеките за бегство;
- Обезбедување на дополнителни патеки за бегство;
- Инсталирање на аларми за откривање на пожар;
- Инсталирање на системи за откривање на пожари;
- Инсталирање на системи за прскање;
- Инсталирање на систем за итно осветлување;
- Обезбедување или зголемување на бројот на противпожарни апарати;
- Одделување на запаливите материјали од изворите на палење;
- Спроведување забрана за пушење;
- Подобрување на пожарникарските знаци;
- Обезбедување редовна обука и практика на вежби за пожар и евакуација [44,45].

4.1.5. Меѓусебна врска на опасноста, изложеноста, ранливоста и ризикот

Во процесот на процена на ризик од пожар, овие четири поими се длабоко поврзани меѓусебе и тоа:

- Опасноста го обезбедува изворот на пожар;
- Изложенаоста ја одредува веројатноста колку луѓето или имотот можат да дојдат до контакт со извор на пожарот или пожарот;
- Ранливоста покажува во каква состојба се наоѓаат луѓето или имотот за да можат да ги издржат ефектите од пожарот т.е. каква е нивната способност да издржат топлина или чад или нивната подготвеност за евакуација;
- Ризикот го претставува резултатот добиен од комбинација на овие фактори т.е. веројатноста за појава на пожар помножена со сериозноста на неговото влијание.

Даден е пример кој ги претставува сите овие поими во едно сценарио:

- Опасност – електричен трансформатор кој не функционира;
- Изложеност – работници кои се наоѓат во непосредна близина на трансформаторот, на мало растојание помеѓу нив и опасноста;
- Ранливост – недостаток на системи за гаснење на пожар, лоша конструктивна проекција на објектот и несоодветна противпожарна обука за вработените;
- Ризик – висок ризик од појава на пожар бидејќи пожар на трансформатор може да доведе до значителна штета или оштетување на луѓе, опрема и инфраструктура, особено со оглед на високата изложеност и ранливост.

Со помош на овие поими се обезбедува процена на севкупен ризик од пожар во дадено сценарио и истовремено да се обезбедуваат мерките за заштита од пожари со помош на кои се контролира или се намалува ризикот.

Друг пример за процена на ризик од пожар во еден магацин е:

- Идентификација на опасноста – во магацин се наоѓаат големи количини на запаливи хемикали
- Процена на изложеноста – во магацинот има 50 работници, а дел од хемикалите се чуваат во близина на електрична опрема
- Оцена на ранливоста – Во магацин нема систем за гаснење на пожар, сидовите на објектот не се отпорни на пожар, а работниците не се обучени за противпожарна заштита т.е. не знаат како да се однесуваат во случај на појава на пожар
- Пресметување на ризик – веројатноста за појава на пожар е умерена поради присуство на запаливи хемикали и електрични опасности, додека последиците

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

се големи поради изложени работници, недостаток на системи за гаснење на пожар и испарливата природа на хемикалите:

Ризик = веројатност (умерено) × Последици (големи) = висок ризик

За намалување на ризик, потребно е да се инсталираат пркалки или систем за гаснење на пожар, да се подобри обуката за заштита од пожари на вработените, да се спроведуваат редовни проверки на електричните системи и да се обезбеди соодветна вентилација и противпожарни материјали [43].

5. МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Постојат голем број на методи за проценка на ризикот. Методот што се применува за поодделен ризик ќе зависи од голем број фактори, како што се комплексноста на извршените активности и видот и природата на работното место.

За многу од секојдневните ризици на кои се изложени луѓето на работното место, вклучително и пожарот, доволно е да се примени едноставна квалитативна проценка, но за покомплексни ризици најчесто е потребна квантитативна или полу-квантитативна проценка.

- **Квалитативна анализа** - го опишува квалитетот на ризикот користејќи зборови.
- **Квантитативна анализа** - го квантифицира ризикот со нумерички податоци.
- **Полу-квантитативна анализа** - користи броеви за да се квантифицираат [1,46].

5.1. КВАЛИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Квалитативната анализа го опишува квалитетот на ризикот. Типично за квалитетите што најчесто се опишуваат е големината на магнитудата. Со оваа метода ризикот од пожар се оценува како висок, нормален и низок. Квалитативната анализа на ризикот е субјективна и зависи од проценката на проценувачот на ризикот. Како и кај сите методи за проценка на ризикот, квалитативната проценка овозможува разгледување на двата елемента на ризикот, т.е. веројатноста за одредена појава и сериозноста на последиците.

Бидејќи со овој метод не се воведени нумерички скали тешко е да се утврди прецизна индикација за нивото на ризикот. Дополнително, овој пристап не обезбедува лесен механизам за потврдување дали ризикот е намален на најниско разумно изводливо ниво. Сепак, со воведување на горенаведените субјективни проценки на двата елемента на ризикот во едноставна матрица на ризик, може да се направи квалитативна проценка на ризикот.

Врз база на нивото на опасност, категориите на ризик се делат во три групи:

- **Ниска** - подразбира ретка можност за појава на пожар, количината на запаливите материјали е многу мала и практично нема извори на топлина;
- **Нормална (средна)** - подразбира постоење на доволна количина на запаливи материјали и извори на топлина, можно е да се случи пожар, но истиот ќе биде ограничен или ако се шири ќе се шири бавно;
- **Висока** - подразбира постоење на значителни количини на запаливи материјали и изворите на топлина доведуваат до појава на пожар кој се шири релативно брзо.

Квалитативниот метод обезбедува основна проценка на ризикот и овозможува да се донесе одлука кое ниво на безбедност е разумно и практично. Меѓу примарните типови

на квалитативни методи кои се користат во проценката на ризик од пожар се наративите, прописите и списоци за проверка (check lists) кои се лесни за употреба и претставуваат вредни алатки за идентификација на факторите на ризик од пожар [47].

5.1.1. Метод на списоци за проверка (Checklist Method)

Методот на список за проверка (NFPA 551, 2007) е метод кој се употребува за квалитативна процена на ризик од пожар преку формирање на список за проверка на потенцијални опасности од пожар и список за разгледување на мерките за заштита од пожари на време или истите треба да се додадат, со цел да се обезбеди субјективно расудување за ризиците од пожар. Со создавање на список за проверка на потенцијалните опасности од пожар се овозможува систематска проверка на потенцијалните опасности од пожар кои се присутни во објектот. Набројувањето (листинг) на мерките за заштита од пожар заедно со потенцијалните опасности од пожар овозможува брза проверка на сите безбедносни недостатоци и секоја потреба од обезбедување дополнителни мерки за заштита од пожар за да се минимизира ризикот. Според тоа, методот на список за проверка е набројување на потенцијални опасности од пожар, мерките за заштита од пожар кои се поставени или кои треба да се додадат, и субјективно расудување за преостанатите ризици од пожар. Овој метод се користи за идентификација на сите недостатоци и мерки кои треба да се корегираат/поправат со цел минимизирање на ризици од пожар, без да се вклучува разгледувањето на логичкиот развој на настаните од пожар.

Методата на листа за проверка претставува едноставна но ефикасна метода за процена на ризик од пожар и процена на безбедност од пожар во објекти. Како квалитативна метода вклучува креирање на контролна листа на опасности од пожар, безбедносни карактеристики и процедури кои што е потребно да бидат присутни во околината со цел да се ублажат ризиците од пожар. Овој метод често се користи за брза процена на ризикот и обезбедува лесно идентификување на недостатоците во безбедноста од пожар.

Методата на листа за проверка многу им помага на лицата кои се занимаваат со заштита од пожари (професионалци) или на менаџерите на објектите да се осигураат дека сите основни (суштински) мерки за заштита од пожар се поставени и правилно функционираат во објектите. Тоа овозможува да се идентификуваат опасностите од пожар и недостатоците во системите за заштита од пожар, осигурувајќи дека можно е превземање навреме на поправни (корективни) активности со цел за да се намали ризикот од пожар.

Ова метода вообичаено се користи за спроведување на рутинска контрола или рутински инспекции во различни типови на објекти (станбени, комерцијални, индустриски и друго).

Методата на листа за проверка формира листа за проверка на критични критериуми за безбедност од пожар врз основа на прописи, стандарди и најдобри практики за заштита

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

од пожар и служи како водич за проверка на системите за спречување, откривање, сузбивање и евакуација на пожари.

Листа за проверка е поделена на неколку делови, каде што секој дел одговара на специфичен аспект на безбедноста од пожар во објектот и секој дел покриваа различна област на управување со ризик од пожар, и тоа:

1. Превенција од пожари:

- Извори на палење;
- Електрична безбедност;
- Складирање запаливи материјали;
- Управување со отпад;
- Места за пушење;

2. Системи за откривање пожар:

- Детектори за чад и топлина;
- Системи за аларм;
- Системи за автоматско откривање;

3. Системи за сузбивање пожар:

- Противпожарни апарати;
- Системи за прскање;
- Опрема за гаснење пожар;

4. Патеки за бегство и процедури за итни случаи:

- Патеки за бегство;
- Противпожарни врати;
- Знаци за излез и осветлување за итни случаи;
- Планови за итна евакуација;

5. Изградба на згради и отпорност на пожар:

- Огноотпорни материјали;
- Амортизери за пожар;
- Огнот;

6. Обука и свесност:

- Обука на вработените;
- Противпожарни вежби;
- Знаења за прва помош и заштита од пожари.

Процена на ризик од пожар со користење на методот на листа за проверка се одвива низ неколку чекори:

- **Чекор 1 – Развивање на список за проверка:** во почеток, потребно е да се развие сеопфатна листа за проверка врз основа на стандардите за заштита од пожар, како што се: Стандарди на Националната асоцијација за заштита од пожари

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

(NFPA), Локални градежни кодови и прописи за пожари и Меѓународни стандарди како што се ISO 45001 (Управување со здравјето и безбедноста при работа) и ISO 22320 (Управување со итни случаи). Зависно од специфичните потреби и ризици на објектот треба да се формира и листа за проверка, притоа земајќи го во предвид нејзината големина, функционалност и вид на сместување. Заедничките области кои треба да се разгледаат вклучуваат: превенција од пожар (извори на палење, опасни материјали, практики за одржување), откривање пожар (детектори за чад, детектори за топлина, аларми за пожар), потиснување пожар (противпожарни апарати, прскалки, системи за сузбивање), патеки за бегство (излезни врати, противпожарни врати, сигнализација, осветлување за итни случаи), обука за безбедност од пожари (свесност на персоналот, вежби за евакуација, процедури за итни случаи) и системи за заштита од пожар (оценки за отпорност на пожар, запирање на оган, амортизери за пожар);

- **Чекор 2 – Спроведување на физичка проодна инспекција:** откако ќе се подготви листа за проверка, следува да се изврши физичка проодна инспекција на објектот, која опфаќа: визуелна проверка на мерките за заштита од пожар, проверка на системите за откривање пожар, потврдување на системите за гаснење пожар, проценка на правците за бегство, оценување на градежната конструкција за отпорност на пожар и набљудување на напорите за обука и подигање на свеста;
- **Чекор 3 – Оценување и бодување:** после спроведената инспекција, секоја ставка од листата за проверка се оценува за усогласеност. Оцената на предметите може да биде на бинарен начин (Да/Не):
 - Усогласеност (Да): Ставката ги исполнува бараните стандарди и не е потребно дополнително дејство.
 - Делумно усогласен (потребно е внимание): Има мали недостатоци и потребни се корективни активности.
 - Неусогласеност (неуспешно): Ставката не е во согласност со стандардот и бара итно внимание.

или може да се бодува со различни нивоа на итност или усогласеност односно систем на бодување со цел да ги приоритизираат недостатоците, како на пример:

- Ако добиената оцена се одвива од 1 до 2 – потребна е итна акција;
- Ако добиената оцена се одвива од 3 до 4 – потребна е корективна акција во одредено време;
- Ако оцената е од 5 – не е потребна итна акција;

или на пример 1 за “лошо”, 2 за “соодветно”, 3 за “добро”.

Освен тоа, листа за проверка може да вклучи и целокупна оцена на ризик, и тоа:

- Низок ризик – сите или повеќето мерки за заштита од пожар добро се поставени и добро функционираат;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Среден ризик – идентификувани се некои недостатоци, но може да се превземат корективни мерки во одреден временски период;
 - Висок ризик – утврдени се значителни недостатоци кои бараат итно внимание;
- **Чекор 4 – Идентификување и документирање на недостатоците:** во оваа фаза се забележуваат сите недостатоци или проблеми кои се идентификуваат за време на физичката проодна инспекција низ објектот и истите се приоритизираат врз основа на нивното потенцијално влијание врз безбедноста од пожар и севкупниот ризик што тие го претставуваат. Освен тоа, ова вклучува и давање на детални коментари за областите каде што се потребни подобрувања или корективни активности со цел да се осигура дека објектот е усогласен со прописите за заштита од пожар и не се занемаруваат никакви опасности;
 - **Чекор 5 – Акционен план и корективни мерки:** откако ќе се утврдат недостатоците, потребно е да развие акционен план за решавање на проблемите, план кој треба да содржи: временска рамка за завршување на корективните активности, задачи на одговорност за секоја задача, барања за ресурси (на пр., материјали, услуги, обука), процеси на верификација и следење за да се осигура дека корективните активности се завршени и дека мерките за заштита од пожари остануваат ефективни.

Врз основа на клучните области кои се опфатени во методот на листа за проверка и чекорите низ кои истата треба да помине, во табела 5.1 е даден пример за детална листа за процена на ризик од пожар [48].

Табела 5.1. Метод на листа за проверка за процена на ризик од пожар

Метод на листа за проверка	
Превенција од пожари	
Извори на палење	(Да/Не)
1. Дали електричните инсталации и жици се во шифра	
2. Дали опремата и машините редовно се сервисираат и одржуваат за да се спречи прегревање?	
3. Дали запаливите течности се чуваат во соодветно проветрени, етикетиран и затворени садови?	
4. Дали отворениот пламен е ограничен на одредени области?	
Складирање на опасни материјали	(Да/Не)
1. Дали запаливите хемикалии се чуваат одделно од изворите на палење?	
2. Дали MSDS (Материјални безбедносни листови) се достапни и достапни за опасни материјали?	
3. Дали има соодветно означување и ознака за означување на опасни материјали?	

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Системи за откривање на пожар	
Детектори за чад	(Да/Не)
1. Дали се инсталирани детектори за чад во секоја соба, ходник и скали?	
2. Дали детекторите редовно се тестираат за функционалност (на пр. месечни проверки)?	
3. Дали детекторите се поставени подалеку од отворите за вентилација или климатизерите за да се избегнат лажни аларми?	
Систем за аларм за пожар	(Да/Не)
1. Дали системот за аларм за пожар е поврзан со централна станица за мониторинг?	
2. Дали алармните сигнали се слушаат во сите простории и области, вклучувајќи ги бањите и подрумите?	
3. Дали се достапни визуелни аларми (трепкачки светла) во области со ограничен пренос на звук?	
Системи за сузбивање на пожар	
Преносливи противпожарни апарати	(Да/Не)
1. Дали апаратите за гаснење пожар се наоѓаат во близина на области со висок ризик (на пр., кујни, електрични панели, места за складирање)?	
2. Дали противпожарните апарати се правилен тип (на пр., класа ABC за општа употреба)?	
3. Дали апаратите за гаснење пожар редовно се сервисираат и проверуваат дали имаат рок на употреба?	
Систем за прскање	(Да/Не)
1. Дали системот за прскалки е инсталиран според градежните прописи?	
2. Дали прскалките се одржуваат и се тестираат годишно?	
3. Дали главите на прскалките се непречени и без остатоци?	
Патеки за бегство и процедури за итни случаи	
Излезни патеки	(Да/Не)
1. Дали маршрутите за итни излези се означени со осветлени излезни знаци?	
2. Дали излезните врати се без пречки и лесно се отвораат без клучеви или алатки?	
3. Дали излезните правци се доволно широки за да се приспособат на максималното оптоварување?	
Осветлување за итни случаи	(Да/Не)
1. Дали е инсталирано осветлување за итни случаи долж патеките за бегство и скалите?	
2. Дали осветлувањето за итни случаи редовно се тестира и одржува?	
Изградба на објекти и пожарна отпорност	
Противпожарни врати	(Да/Не)
1. Дали се користат противпожарни врати онаму каде што е потребно (на пр., скали, механички простории)?	
2. Дали противпожарните врати се правилно одржувани и без пукнатини или оштетувања?	

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Заптивки за задржување на огнот	(Да/Не)
1. Дали пенетрациите во противпожарните ѕидови се соодветно запечатени со огноотпорни материјали?	
2. Дали се поставени мерки за запирање на огнот во каналите за вентилација и климатизација, носачите за кабли и продорите за комуналните услуги?	
Обука и вежби за заштита од пожар	
Обука на вработените	(Да/Не)
1. Дали вработените се обучени за процедурите за заштита од пожари и плановите за евакуација?	
2. Дали вработените знаат да користат противпожарни апарати и што да прават во случај на пожар?	
Противпожарни вежби	(Да/Не)
1. Дали вежбите за пожар се спроведуваат најмалку еднаш годишно?	
2. Дали вежбите за пожари се закажани и најавени однапред или се спроведуваат ненајавено?	

Методата на листа за проверка како и сите други методи за процена на ризик од пожар, има свои предности и недостатоци. Како негови предности може да се набројат:

- Едноставност – овој метод е многу јасен и лесен за разбирање и истиот може да се користи од различни поединци (било тоа и неексперти);
- Брза идентификација – обезбедува брза идентификација на ризици и недостатоци од пожар при редовни инспекции, обезбедува брза процена, што го прави идеален за првична процена на ризик од пожар;
- Стандардизација – обезбедува стандардизиран пристап за процена на безбедност од пожар на повеќе објекти;
- Документација – овозможува лесна документација на резултатите од листа за проверка кои понатаму ќе служат како доказ за усогласеноста со прописите за заштита од пожар;
- Ефикасност – метод со релативно ниска цена која му овозможува на организациите да спроведуваат процена на ризик од пожар без потреба од други софистицирани модели или алатки.

додека, како недостатоци на методот на листа за проверка се:

- Ограничена длабочина – иако опфаќа суштински аспекти, сепка некои скриени ризици или посложени прашања за безбедност од пожар може да не ги идентификува;
- Субјективност – ставките од листата за проверка може различно да се толкуваат од страна на различни инспектори т.е. може да има субјективност во толкувањето дали мерките за заштита од пожар го исполнуваат бараниот стандард;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Не е сеопфатен – методот на листа за проверка не ги опфаќа сите потенцијални ризици од пожар, особено во сложените средини;
- Пропуштени опасности – ако листата за проверка не е сеопфатен или доволно специфичен тогаш повеќе нијансирани ризици може да се занемарат.

Во една куќа може да има многу опасности од пожар, затоа за да биде целосна проценката на ризик од пожар, треба да се идентификуваат сите потенцијални опасности од пожар и да се разгледуваат сите различни мерки за заштита од пожар со цел да се минимизира ризикот.

Во Табела 5.2. прикажан е пример кога методот на список за проверка е користен за квалитативна процена на ризик од пожар во една дневна соба на куќа и разгледување на голем број на дополнителни мерки за заштита од пожар со цел смалување на ризикот.

Секој изграден објект е реализиран врз база на некои мерки за заштита од пожар, но со додавање на дополнителни мерки за заштита од пожар, ризикот дополнително ќе се намали. Во овој пример се разгледуваат три дополнителни мерки за заштита од пожар, како:

- Забрането пушење или материјал за пушење (како цигари) во дневна соба;
- Прскалки;
- Редовни вежби за евакуација;

и шест различни комбинации на овие три дополнителни мерки за заштита од пожар.

Секоја од овие три мерки има влијание или на веројатноста за појава на пожар или на последиците од појава на пожар. На пример, мерката “забрането пушење или пушачки материјал во дневна соба” би имало влијание врз намалувањето на веројатноста за појава на пожар, додека мерката на “прскалки” и “редовни вежби за евакуација” би имале влијание врз намалувањето на последиците од појава на пожар со потиснување или контролирање на пожарот или со овозможување на корисниците побрзо да се евакуираат.

Во табелата, ознаката Р ја опишува веројатноста на опасност од пожар, а С ја опишува последицата на опасност од пожар. Мерката “забрането пушење во дневна соба” е единствената мерка која влијае на веројатноста за појава на пожар во дневна соба, а сите други мерки за контрола на пожарот имаат влијание врз последицата.

Од Табела 5.2. се гледа дека инхерентниот ризик е “умерен”, но со дополнителни мерки за заштита од пожар, ризикот може да се намали на “низок” или на “незначителен” ризик.

На Табела 5.3. претставени се дефинициите за нивоата на веројатност и последици.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.2. Дефиниции за инхерентен ризик и преостанат ризик од пожар

Број	Опасност од пожар	постоечка противпожарна заштита	инхерентен ризик од пожар (inherent fire risk)	Дополнителна противпожарна заштита			преостанат ризик од пожар		
				С	Ризик	С	Р	С	Ризик
1	пожар во дневната соба	аларм за чад (smoke alarm)	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	нема пушачки материјал во дневната соба	крајно неверојатно	критички (critical)	мал
2	пожар во дневната соба	аларм за чад	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	спринклери	малку веројатно (unlikely)	маргинална (marginal)	мал
3	пожар во дневната соба	аларм за чад	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	вежби за евакуација	малку веројатно (unlikely)	маргинална (marginal)	мал
4	пожар во дневната соба	аларм за чад	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	нема пушачки материјал во дневната соба + спринклери	крајно неверојатно	маргинална (marginal)	мал
5	пожар во дневната соба	аларм за чад	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	нема пушачки материјал во дневната соба + вежби за евакуација	крајно неверојатно	маргинална (marginal)	мал
6	пожар во дневната соба	аларм за чад	малку веројатно (unlikely)	критички (critical)	умерено (moderate)	спринклери + вежби за евакуација	малку веројатно (unlikely)	занемарлив	занемарлив

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.3. Дефиниции за нивоата на веројатност и последици

Ниво на веројатност	Опис
Предвидливо	Може да се појави неколку пати во тек на животниот век на куќата
Малку веројатно	Не се очекува, но може да се случи за време на животниот век на куќата
Исклучително малку веројатно	Веројатно нема да се појави во текот на животниот циклус на куќата (не престојуваат пушачи)
Екстремно малку веројатно	Можноста да се случи е минимална
Ниво на последици	Опис
Катастрофални	Многу смртни случаи
Критични	Некои од станарите ќе избегаат, но ќе има и смртни случаи (без прскалки или вежби за евакуација);
Маргинални	Сите станари бегаат, но некој од нив имаат повреди (или со прскалки или со вежби за евакуација);
Занемарливи	Сите станари бегаат без повреди (и со прскалки и со вежби за евакуација)

Од горенаведените табели последиците или сериозноста се определува на следен начин: на пример ако “нема дополнителни прскалки или вежби за евакуација”, последицата ќе биде “некои корисници ќе избегаат со некои смртни случаи”, а сериозноста ќе биде дадена на “критично” ниво. Ако има “или прскалки или вежби за евакуација”, последицата ќе биде “сите корисници ќе избегаат со некои повреди” и на сериозноста ќе се даде “маргинално” ниво. Ако има “и прскалки и вежби за евакуација”, последицата ќе биде “сите корисници ќе избегаат без повреди” и сериозноста ќе се даде на “незначително” ниво.

Откако ќе се дефинираат нивоата на веројатност и на последици, со помош на матрицата на ризик се добијат инхерентните ризици од пожар и преостанатите ризици од пожар на Слика 5.1.

Веројатност да се случи	Предвидливо дека ќе се случи				Неприфатлив ризик
	Малку веројатно да се случи			Критичен ризик	
	Исклучително малку веројатно		Мал ризик		
	Екстремно малку веројатно	Занемарлив ризик			
		Занемарливи	Маргинални	Критични	Катастрофални
		Последици			

Слика 5.1. 4x4 матрица на ризик од пожар

На крај, може да се заклучи дека методот на листа претставува суштински и практичен метод за проверка за процена на ризик од пожар кој се користи од овластени лица или надзор на објекти за да се извршат рутинските проверки за безбедност од пожар и да се обезбеди усогласеност со безбедносните стандарди. Иако ова метода не е сеопфатна или метода со помош на која се врши подетална процена на ризик, сепак е многу ефикасна за секојдневни инспекции и ја подобрува свеста за безбедност од пожар и обезбедува пристапни средства за ублажување на ризици од пожар во објекти [1].

5.1.2. Метод на дрво на настани (Event-Tree Method)

Во групата на квалитативни методи за процена на ризик од пожар спаѓа и методот на анализа на дрво на настани, метод кој овозможува идентификување на потенцијалните опасности од пожар, процена на нивните веројатности и последици за да на крај да се врши процена на ризик од пожар.

Методот на дрво на настани се состои од списоци за потенцијални опасности од пожар и мерки за заштита од пожар со помош на кои списоци се врши процена на веројатностите, последиците и оцена на ризик (risk rating). После иницирање на опасност од пожар, овој метод конструира стебла на настани кои даваат повеќе информации за процена на веројатноста, последиците и рејтингот на ризик.

Методот на анализа на дрво на настани (ETA) претставува квалитативен метод кој е широко користен во процесот на процена на ризик од пожар бидејќи обезбедува систематски и визуелен начин за процена на сценарија на пожар при тоа земајќи ги во предвид и веројатноста за различни настани заедно со нивните потенцијални последици.

ETA всушност е веројатен метод кој се користи за анализа на потенцијалните секвенци на настани кои можат да резултираат со опасност од пожар или било кој друг вид на дефект во системот и исто така се користи за моделирање на веројатноста од различни настан и на последиците кои произлегуваат од тие настани. Со помош на ова се овозможува да се разбере текот на настаните кои водат до критични сценарија (на пример пожар) и да се одредува веројатноста за тие сценарија.

ETA, при процена на ризик од пожар, овозможува оценување на различни опасности од пожар кои можат да се развиват со тек на време и кои мерки треба да се земат во предвид за да ја спречат или ублажат штетата предизвикана од тие ризици.

ETA систематски ја истражува низата на потенцијални настани, идентификувајќи ја веројатноста за инциденти поврзани со пожар и проценувајќи го влијанието на секој настан еден по друг, на синџирен начин при што овозможува длабинско разбирање на сценаријата за пожари и обезбедува клучни сознанија за безбедносните стратегии за ушравување и ублажување со ризици [49].

Целта на ETA при процена на ризик од пожар е да врши:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Систематска евалуација – ЕТА помага да се врши оцена на работата на системите за спречување, откривање и сузбивање на пожар;
- Веројатна процена – ЕТА обезбедува да се врши квалитативна анализа на ризик од пожар, идентификувајќи ја веројатноста за секој можен потенцијален исход заедно со неговите последици;
- Идентификација на сценарија на пожар – ЕТА обезбедува да се идентификуваат сценаријата на пожар кои се со најголем ризик, насочувајќи ја приоритизацијата на стратегиите за ублажување.

Со помош на овие секвенции, ЕТА обезбедува да се идентификуваат областите каде што дополнителни безбедносни мерки се неопходни или каде што постоечките мерки треба да се подобрат.

Методот на дрво на настани се состои од гранки, каде што скоја гранка претставува различен можен исход или одлука на секој чекор во низа на настани. Гранките од секој јазол за одлучување ги претставуваат можните исходи од одреден настан, како што е неуспехот или успехот на системите за откривање на пожар. Процесот на ЕТА за процена на ризик од пожар се состои од неколку чекори, како:

Чекор 1 – Дефинирање на почетен настан:

Во процесот на процена на ризик од пожар според ЕТА, како прв чекор е дефинирањето на почетниот настан т.е. причина за појава на пожар. Во почеток се иницира настан кој ја започнува низата, а во случај на процена на ризик од пожар, тоа е типично првичната причина за пожарот. Како примери за започнување на настани може да се набројат: електричен дефект или краток спој, човечка грешка (на пример пушење во опасна просторија), искра од машини или алати, спонтано согорување (на пример хемиска реакција) или природни причини (на пример удари од гром);

Чекор 2 – Развивање на секвенции на настани:

Овој чекор всушност го претставува почетокот на ЕТА, при што иницијативниот настан се разгранува во различни потенцијални исходи кои одредуваат дали пожарот ескалира или не и дали ќе доведе до материјална штета, повреда на луѓе или смртни случаи. ЕТА всушност претставува дијаграм каде што секој настан се разгранува на два можни исходи “успех” или е “неуспех” и секоја гранка ја претставува веројатноста да се случи одреден настан.

Во Табела 5.4 претставени се клучните посредни настани за сценарио за пожар.

Како се врши моделирање на разгранувањето на настани во ЕТА е дадено во Табела 5.5.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.4. Посредни настани на сценарио за пожар

1. Откривање пожар		
Дали пожарот ќе се открие навреме?	Успех (Да)	Неуспех (не)
	Системот за откривање (на пр. детектори за чад или топлина) функционира правилно и рано го открива пожарот	Системот за откривање не успева (на пр., дефект или е предоцна)
2. Активирање на аларм		
Дали системот за аларм за пожар се активира или предупредување се активира по откривањето на пожарот?	Успех (Да)	Неуспех (не)
	Алармите за пожар ги активираат и ги предупредуваат патниците	Алармот не се активира, спречувајќи навремена евакуација или потиснување
3. Потиснување пожар		
Дали системот за гаснење пожар е активиран за да се контролира пожарот?	Успех (Да)	Неуспех (не)
	Системот за потиснување се активира и пожарот е контролиран	Системот за потиснување откажува, а пожарот продолжува да се шири
4. Пристапност на рутата за бегство:		
Дали патеките за бегство се јасни за станарите во зградата?	Успех (Да)	Неуспех (не)
	Патеките за евакуација се јасни и луѓето можат безбедно да се евакуираат	Блокирани или недостапни патишта за евакуација, одложување или спречување на евакуацијата
5. Ширење на пожар		
Ако пожарот не се контролира, како ќе се прошири?	Неконтролирано ширење: пожарот се шири на други делови од зградата или дури и на соседните згради	

Табела 5.5. Разгранување на настани

Разгранување на настани	
Настан	Исход
Настан 1: Електричен дефект (иницирачки настан)	Исход 1: Запали пожар
	Исход 2: Нема пожар
Настан 2: Откривање пожар	Исход 1: Откриен пожар (успешно)
	Исход 2: Не е откриен пожар (неуспех)
Настан 3: Активирање на аларм	Исход 1: Алармот е активиран (успешно)
	Исход 2: Алармот не е активиран (неуспех)
Настан 4: Потиснување пожар	Исход 1: Активирано е гаснење пожар (успешно)
	Исход 2: неуспешно сузбивање на пожар (неуспех)
Настан 5: Пристапност на рутата за бегство	Исход 1: Исчисти правци (успех)
	Исход 2: Блокирани рути (неуспех)
Настан 6: конечен исход (влијание на пожар)	Исход 1: Контролиран пожар (минимална штета)
	Исход 2: Голема материјална штета
	Исход 3: Жртви или катастрофални штети

Чекор 3 – Определување на веројатностите:

Откако ќе се врши разгранување на иницијативниот настан, на секоја гранка или исход во ETA и се доделува веројатност врз основа на достапните податоци, како: историски стапки на неуспех на системите за заштита од пожар (детектори за пожар, прскалки), индустриски стандарди или спецификации на производителот и експертско расудување врз основа на искуство со слични системи. Веројатностите можат да бидат:

- Веројатност за откривање на пожар (успешно) = 0.95 (подразбира дека 95% од времето системот за откривање на пожар работи правилно);
- Веројатност за активирање на алармот (успешно) = 0.90 (подразбира дека 90% се шансите алармот да се огласи по откривање на пожар);
- Веројатност за гаснење на пожар (успешно) = 0.85 (подразбира дека 85% се шансите системот за гаснење на пожар да работи ефикасно);
- Веројатност за пристап до патеките за бегство (исчисти пат) = 0.98 (подразбира 98% се шансите дека патеките за бегство ќе останат непречени).

По доделување на веројатностите, за секоја точка на разгранување се множат веројатностите за успех и неуспех со цел да се врши понатамошно оценување на добиените резултати. На пример:

Ако шансите на системот за откривање на пожар се 95% за да откријат пожар, а шансите на системот за гаснење се 85% истата да работи, тогаш комбинираната вредност на веројатноста за откривање и гаснење на пожар се пресметува на следен начин:

$P(\text{Откривање и гаснење}) = 0,95 \times 0,85 = 0,8075$
 $P(\text{Откривање и гаснење}) = 0,95 \text{ \textbackslash пати } 0,85 = 0,8075$ (или 80.75%).

Ова подразбира дека пожарот има 80.75% шанси да биде откриен и контролиран;

Чекор 4 – Оценување на добиените резултати:

После доделување на веројатноста за секоја гранка, следува оценување на резултатите, односно по утврдувањето на веројатноста за различни исходи долж гранките, следува процена на последиците од секое сценарио:

- Контролиран пожар – доколку пожарот се открие, се гаси и се врши безбедна евакуација на луѓето, последиците се минимални т.е. нема материјална штета, нема повредени луѓе и нема жртви;
- Умерена имотна штета – ако пожарот се прошири низ другите простории но истиот е контролиран со ситемите за гаснење на пожарот, објектот може да претрпи одреена штета а станарите се безбедни;
- Повреда или смртност – доколку се појави пожар и не успее откривањето на пожарот, гаснењето на пожарот и евакуација на луѓето, последиците можат да бидат сериозни, вклучувајќи голема материјална штета, повреди или смртни случаи;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Овластени лица ќе вршат процена на последиците од овие исходи врз основа на нивната сериозност, на пример загуба на животи, материјална штета или еколошка штета;

Чекор 5 – Пресметување на ризик:

Откако е завршено доделувањето на веројатностите на секоја гранка и е направено нивно оценување, следи да се пресметува вкупниот ризик од пожар за секое сценарио. Вкупниот ризик од пожар се одредува со множење на веројатностите на секоја гранка на настани во ЕТА која обезбедува квантитативна мерка на ризик за секое сценарио, помагајќи да се идентификуваат кои патеки водат до повисоки ризици и дали се потребни дополнителни мерки за безбедност од пожар. Ризикот поврзан со исходот на секој настан се пресметува на следен начин:

Ризик=P(Успех на секој настан)× Тежина на последица $\text{Ризик} = P(\text{Успех на секој настан}) \times \text{Сериозност на последица}$.

На пример, ако се работи за откривање и гаснење на пожар, а патиштата за евакуација се блокирани, тоа подразбира дека последиците можат да бидат: умерена материјална штета или смртни случаи во зависност од степен на ширење на пожар. Веројатноста за ова сценарио се пресметува со множење на веројатностите по гранките, а потоа ќе се додели вредноста на ризик со вредноста за сериозност на последица.

ЕТА, како и сите други методи за процена на ризик од пожар, има свои предности и недостатоци. Како предности од користење на ЕТА се:

- Овозможува детални секвенции на настани – ЕТА овозможува секој чекор во синџирот на настани да се моделира детално што доведува до спречување на пожар или пак помага да се идентификуваат слабите точки во системите за заштита од пожар;
- Квантитативна процена на ризик – со множење на веројатностите на секој настан, ЕТА обезбедува квантитативни мерки на ризик со што овозможува процена на ризик од пожар во нумерички термини, која помага да се даде приоритет на стратегиите за намалување на ризикот;
- Визуелизација на сценарија – визуелната претстава на сценаријата на пожар му помага на инженерите за заштита од пожар да ги разберат критичните точки каде интервенциите се најпотребни;
- Поддршка за донесување одлуки – со квантифицирање на потенцијалните исходи, ЕТА, врз основа на веројатноста и сериозноста на ризиците им помага на носителите на одлуки да им дадат приоритет на стратегиите за спречување и ублажување пожари;
- Флексибилност – ЕТА може да се примени на различни сценарија за пожар, од едноставни системи до сложени индустриски поставки, вклучувајќи сценарија кои вклучуваат човечко однесување, дефекти на опремата и фактори на животната средина.

Додека како негови недостатоци се:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Комплексноста – во големи објекти или многу сложени системи, ЕТА може да стане сложена и да бара многу податоци, што зема време истата да се заврши и дрвото на настани може да стане тешко за управување;
- Достапност на податоци – ЕТА во голема мера се потпира на веројатни податоци кои не секогаш се лесно достапни или точни. Ако точните податоци не се достапни, потребно е да се направат претпоставки, што потенцијални ќе влијае на веродостојноста на анализата;
- Претпоставки – ЕТА си прави претпоставки за независноста на настаните од вид дека неуспехот на еден систем не влијае на другите, што можеби не е секогаш реално, особено кога станува збор за сложени средини.

Методот на анализа на дрво на настани (ЕТА) се користи за процена на ризик од пожар, особено во сложени средини, каде што помага да се идентификува и визуелизира редоследот на настани што водат до сценарио за пожар. ЕТА ги анализира сите настани и на секои им доделува веројатности, при што може да го квантифицира ризикот од различни исходи од пожар. Иако ЕТА нуди значителни сознанија за ризик од пожар, сепак квалитетот и точноста на анализата зависат од веродостојните податоци и соодветното моделирање [50].

Подолу е претставен еден пример на процена на ризик од пожар согласно методот на дрво на настани (ЕТА) за складиште во кое се складираат запаливи хемикалии:

Иницирање на настанот:

- Електричен краток спој поради дефект на опремата.

Средни настани:

- Откривање пожар = 0.9: 90% веројатност системот навреме да го открие пожарот.
- Активирање на аларм = 0.85: 85% веројатност дека алармот ќе се активира кога ќе се открие пожар.
- Активирање на гаснење = 0.95: 95% веројатност дека системот за гаснење ќе работи.
- Пристапност на пат за евакуација = 0.98: 98% веројатност дека излезните патеки се јасни.

Последици:

- Контролиран оган: ако откривањето, гаснењето и евакуацијата успеат.
- Умерена штета на имотот: Ако системот за гаснење не успее.
- Тешка материјална штета/смртни случаи: ако откривањето, гаснењето или евакуацијата не успеат.

Пресметка на исходот:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

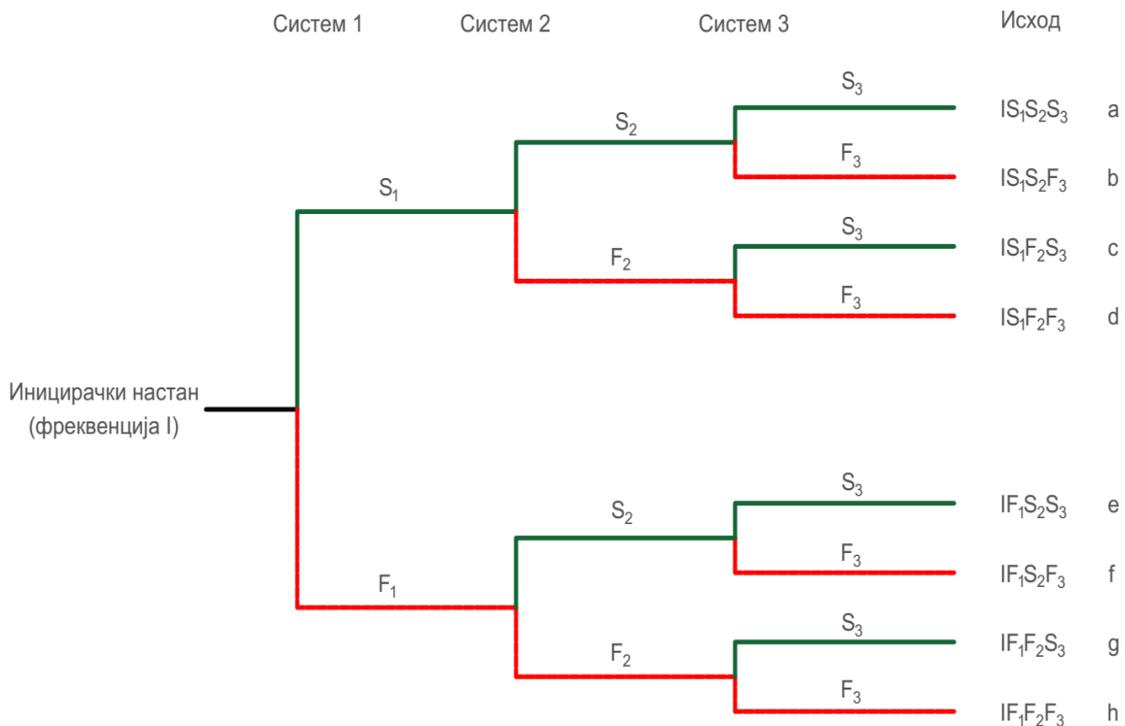
- Вкупната веројатност за секој можен исход може да се пресмета со множење на веројатностите долж гранките.

На пример:

- Веројатност за контролиран пожар: $0,90$ (откривање) \times $0,85$ (аларм) \times $0,95$ (потиснување) \times $0,98$ (евакуација) = $0,72270,90$ (\text{откривање}) \ пати $0,85$ (\text{аларм}) \ пати $0,95$ (\text{suppression}) \ times $0,98$ (\text{евакуација}) = $0,7227$ или 72.27% се шансите за контролирање на пожарот;
- Веројатност за умерена имотна штета или смртни случаи: можете ги веројатностите за неуспех за соодветните патеки на настанот, а потоа пресметајте ги поврзаните последици врз основа на сериозноста.

Нивна тенденција е да започнат лево со иницијативниот настан и да напредуваат десно, разгранувајќи се прогресивно, каде што секоја точка на разгранување се нарекува јазол.

На Слика 5.2. се прикажува пример како се нацрта стебло на настани т.е. секвенца на неуспех на систем во 3 фази.



Слика 5.2. Секвенца на неуспех на систем во 3 фази.

Се гледа дека дијаграмот се состои од иницирачки настан, кој може да биде на пример пожар, и последователна работа на три системи кои вообичаено би функционирале доколку настанот се случи. Секој систем може или да работи или да не работи и зависно од комбинациите на успех/неуспех на секој систем, бројот на конечни исходи е поголем (во дијаграмот се означени од а до h).

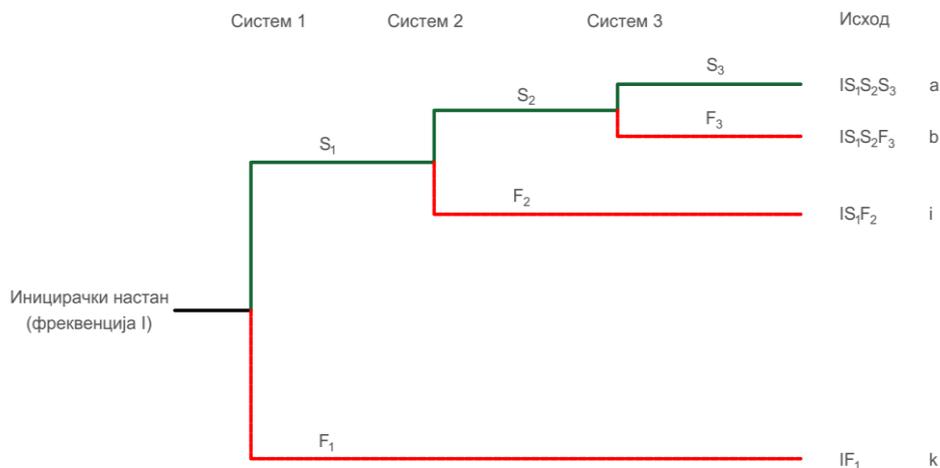
Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Освен тоа, во дијаграмот се илустрира и квантифицирањето на дрво на настани, каде што почетниот настан се зема како настан кој се одредува како очекувана фреквенција (на пример 2 пати годишно) и како веројатност се зема успех/неуспех за секој систем.

За време на реализација на пресметките, треба да се земат во предвид некои правила:

- За да се пресметува фреквенцијата на секој конечен исход кој во дијаграмот е означен од а до h, множењето треба да се врши по гранките движејќи се од лево кон десната страна, од иницираниот настан до конечниот исход. Од тука, фреквенцијата на случениот инициран настан и **И системите 1 И 2 И 3** кои работат правилно е $I \times S_1 \times S_2 \times S_3$;
- Збирот за секој пар на веројатност за успех/неуспех, на секој специфичен јазол се собира до 1, на пример $S_1 + F_1 = 1$. Ова подразбира дека ако се дадени вредностите само за веројатноста за успех на одреден систем, тогаш многу лесно може да се пресмета и веројатноста за неуспех за истиот систем, знаејќи дека нивниот збир е 1;
- Збирот на сите фреквенции на конечниот исход ќе се собере со цел да се изедначи со фреквенцијата на иницирачкиот настан.

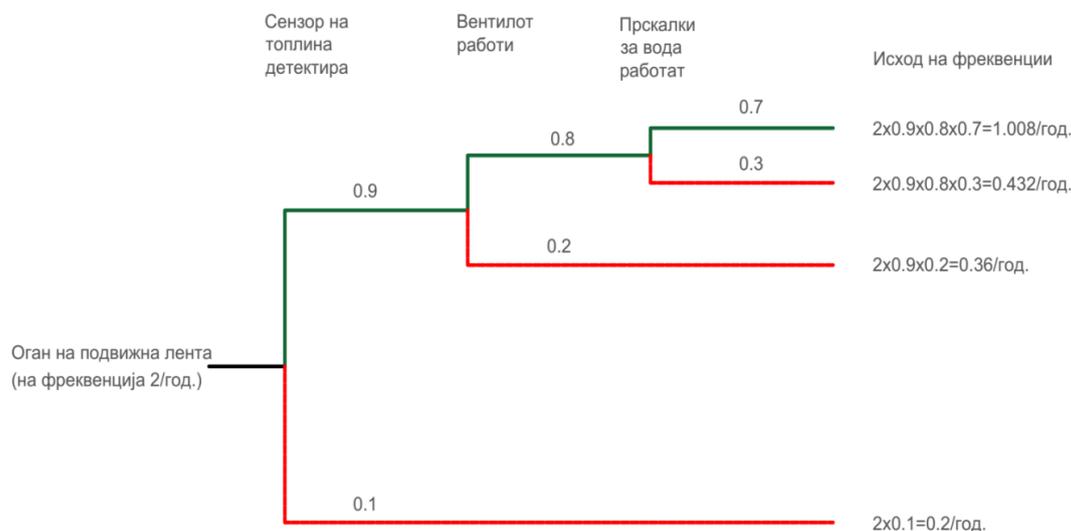
Иако ова звучи прилично комплицирано, дрво на настани често пати може да се поедностави. На пример, во случај кога неуспехот на систем 1 подразбира дека систем 2 и систем 3 нема да го спречуваат исходот на “неуспехот”, тогаш нелогично е да се продолжи со разгранување по гранките на неуспех на систем 1. Во дијаграмот, ако единствениот реален исход, кој е важен за работите да не излегуваат од контрола, е системите 1,2 и 3 сите да работат правилно, тогаш се друго води до неконтролирани последици. Земајќи го ова во предвид, горниот дијаграм драстично ќе се “изчисти”, но не заборавајќи дека правилата за пресметка кои беа наведени погоре важат и тука (Слика 5.3.).



Слика 5.3. Поедноставен пример на дрво на настани

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Ако сакаме дијаграмот прикажан на Слика 5.3. да изгледа пореално, тогаш вршиме квантификација на дрво на настани за пример кога имаме дејство на пожар на транспортерски систем (Слика 5.4.).



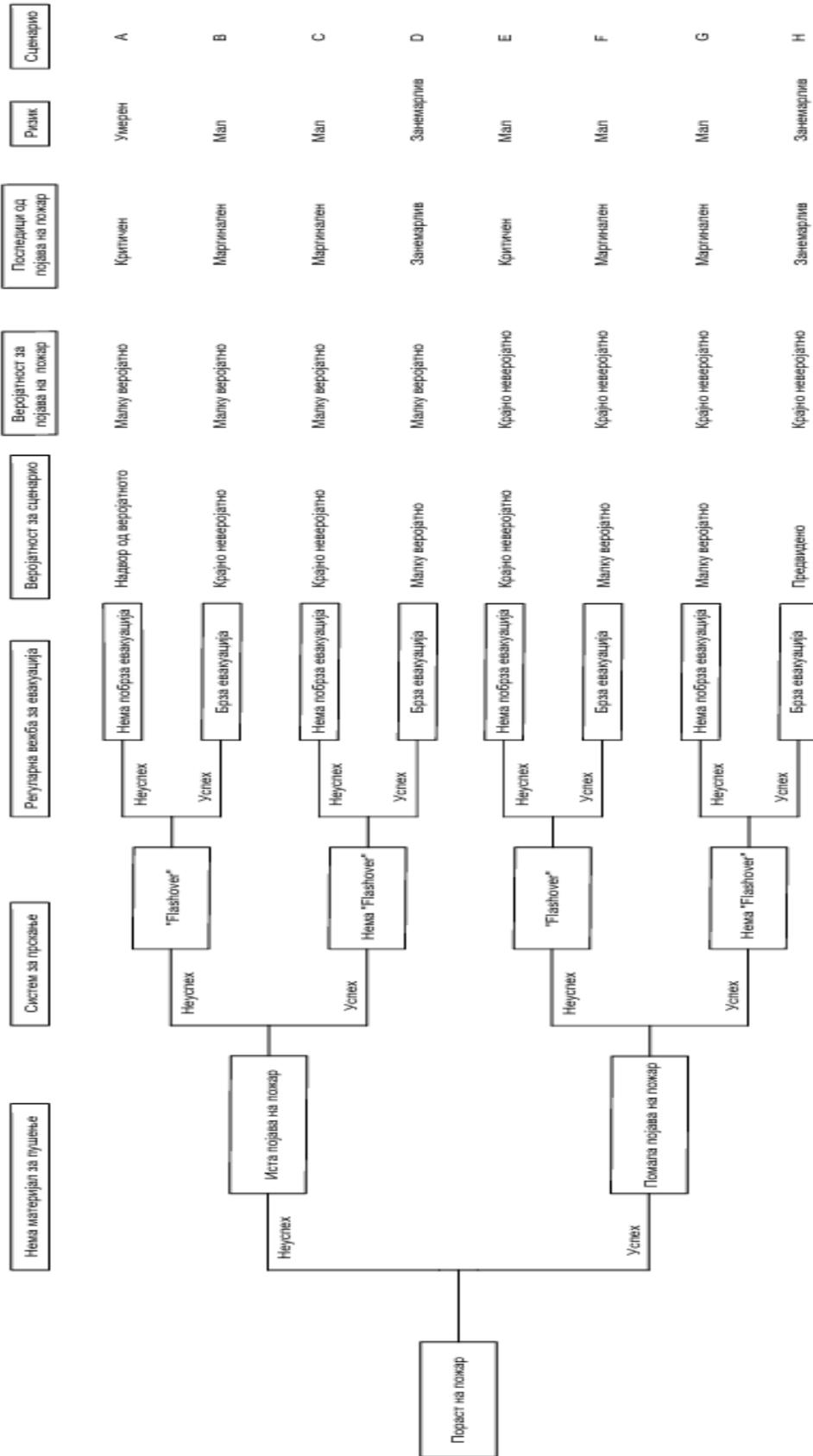
Слика 5.4. Дрво на настани при пожар на транспортерски систем

Од дијаграмот се гледа дека единствениот исход што резултира со контрола на настанот е местото каде што работат сензорот, вентилот и прскањето со вода и дека збирот на сите исходни фреквенции, во овој случај, се собира до 2 [50].

Тоа што е важно да се потенцира е фактот дека стебло на настани може да се користи за проверка на тоа дали има системи за откривање, предупредување и гаснење на пожар.

Друг пример за метод на дрво на настани за процена на веројатноста, последиците и рејтингот/нивото на ризик за различни пожарни сценарија кои произлегуваат од појава на пожар во станбена зграда е даден на слика 5.5. На таа слика се гледа дека разгранувањето на различни настани зависи од успехот или неуспехот на превземените мерки за заштита од пожар. Во овој пример, се разгледува еден опасност од пожар во една претпоставена станбена зграда и за да се минимизира ризикот, се разгледуваат голем број на дополнителни мерки за заштита од пожар. За повеќе опасности и повеќе мерки за заштита од пожар може да се изгради истото дрво на настани. Процена на ризик од пожар, комплетирана, треба да вклучи идентификација на сите потенцијални опасности од пожар и разгледување на различни мерки за заштита од пожар со цел да се минимизира ризикот. Дрво на настани претставен на слика 5.5 е само еден пример за да се покаже како истиот може да се користи како метод за квалитативна процена на ризик од пожар.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 5.5. Дрво на настани за процена на веројатност, последици и ниво на ризик за различни пожарни сценарија кои произлегуваат од појава на пожар во станбена зграда

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Зградите, вообичаено се изградени врз база на одредени мерки за заштита од пожар т.е. конструкција е отпорна на пожар и се инсталирани аларми за пожар. Освен овие мерки за заштита од пожар, дополнителните мерки за заштита од пожар како: отстанување на материјал за пушене/отпушоци, прскалки и редовни вежби за евакуација, би обезбедиле дополнително намалување на ризикот. Секој од овие дополнителни мерки за заштита од пожар има влијание или врз веројатноста за појава на пожар или на последиците од појава на пожар и тоа:

- Забрането пушење/ материјал за пушење – оваа мерка влијае врз намалување на веројатноста за појава на пожар;
- Инсталација на прскалки – дополнителна мерка која влијае врз намалувањето на последиците од појава на пожар со потиснување или контролирање на пожарот;
- редовни вежби за евакуација – дополнителна мерка која влијае врз намалувањето на последиците од појава на пожар со овозможување на патниците да се евакуираат од објектот што побрзо.

Во дрво на настани, секое пожарно сценарио има вредност на веројатност во зависност од успехот или неуспехот на мерките за заштита од пожар поврзани со тоа сценарио. На Табела 5.6. претставени се нивоата на веројатност и дефинициите за секое ниво на веројатност соодветно, вредностите на преостанатата веројатност за појава на пожар за секое пожарно сценарио и тежината на преостанатата последица за секое пожарно сценарио.

Се претпоставува дека дефинициите се засноваат на бројот на успеси и неуспеси на мерките за заштита од пожари поврзани со сценариото, со дополнителна претпоставка дека веројатноста за неуспех на секоја мерка за заштита од пожар е многу помала вредност од онаа на веројатноста за успех. На пример, во Табела 5.6, ако сценариото има “нула неуспех” на мерките за заштита од пожари, веројатноста за сценарио е дадено “предвидено” ниво или ако сценариото има “три неуспеси” на заштита од пожар, нивото на веројатноста за сценарио е “надвор од неверојатно”. Секое сценарио на веројатност е претставено на слика 5.5. На пример, Сценарио А, со “три неуспеси” на мерки за заштита од пожар, дадена му е веројатност на сценарио “надвор од неверојатно”.

Ако може да се воспостави превенција од пожар за да се дозволи “забрането пушење материјал во станот”, тогаш пожарот “најверојатно нема да се случи за време на животниот циклус на куќата” и нивото на веројатност е намалено на “исклучително неверојатно”, како што е прикажано во Табела 5.6. Преостанатата веројатност за појава на пожар за секое сценарио е прикажана на сл. 5.5.

На пример, сценаријата А,В,С,Д, сите со неуспех во спроведувањето на “материјал за забрането пушење”, имаат преостаната веројатност за појава на пожар како “неверојатно”, додека сценаријата Е,Ф,Г,Н, со успех од имплементирање на “материјал за

забрането пушење”, имаат преостаната веројатност за појава на пожар од “исклучително неверојатна”.

Табелата 5.3 покажува дека сериозноста на преостанатата последица се заснова на тоа колку од дополнителните мерки за заштита од пожари не успеваат. На пример, ако прскалките не работат и редовните вежби за евакуација не успеат да се спроведат, последицата ќе биде “некои корисници ќе избегаат со некои смртни случаи”, а сериозноста ќе се даде на “критично” ниво. Ако или прскалките не работат или не се спроведат редовните вежби за евакуација, последицата ќе биде “сите патници да избегаат со некои повреди” и сериозноста да се даде на “маргинално” ниво. Ако не функционираат прскалките и не се спроведат вежбите за евакуација, последицата ќе биде “сите патници да избегаат без повреди”, а сериозноста ќе се даде на “незначително” ниво. Преостанатата последица од појавата на пожар за секое сценарио е прикажана на слика 5.5.

На пример, сценаријата А, со неуспех и на “прскалките” и на “вежбите за евакуација”, има резидуална последица од “критична”, додека сценаријата Б, со дефект само на “прскалките”, има преостаната последица од “маргинална”.

Користејќи ја преостаната веројатност и нивоата на резидуални последици во секое сценарио, резидуалниот ризик според тоа сценарио може да се добие со помош на матрицата на ризик, прикажана на сл.5.1.

Слика 5.5 покажува дека преостанатите ризици се намалени од “умерени” на “ниски” или “незначителни”, во зависност од успехот или неуспехот на дополнителните мерки за заштита од пожари. На сл. 5.5, секое пожарно сценарио има веројатност за сценарио и оцена на преостанат ризик. На пример, сценариото А има веројатност на сценариото “надвор од малку веројатно” и преостанат ризик од “умерен”. Во квалитативната проценка на ризикот, не е можно да се комбинираат сите сценарија за да се дојде до единствен преостанат ризик бидејќи оценките не се нумерички. Комбинираната оцена може да се добие само со користење на квантитативна проценка на ризикот.

За квалитативна проценка на ризик од пожар, методот на стебло на настани се користи за да се надминат потенцијалните сценарија за пожар и мерките за заштита од пожар што треба да се земат предвид и субјективната проценка на нивните ризици од пожар [1].

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.6. Дефиниции за нивоа на веројатност и последици

Ниво на веројатност на сценарио	Опис
Предвидено	Нулта неуспех на мерките за заштита од пожари;
Малку веројатно;	Еден неуспех на мерките за заштита од пожари;
Исклучително неверојатно;	Два неуспеси на мерките за заштита од пожари;
Надвор од малку веројатно	Три неуспеси на мерките за противпожарна заштита
Ниво на преостаната веројатност за појава на пожар	Опис
Предвидено	Може да се појави неколку пати во текот на животот на зградата;
Малку веројатно;	Не се очекува да се случи за време на животниот век на зградата;
Исклучително неверојатно;	Веројатно нема да се случи во текот на животниот циклус на зградата (забрането пушачки материјал);
Надвор од малку веројатно	Помалку од екстремно малку веројатно да се случи
Ниво на резидуална последица од појава на пожар	Опис
Катастрофално	Многу смртни случаи;
Критички	Некои патници бегаат со некои смртни случаи (неуспеси и на системот за прскање и на вежбите за евакуација);
Маргинална	Сите патници бегаат со некои повреди (неуспех или на системот за прскање или на вежбите за евакуација);
Занемарливо	Сите патници бегаат без повреди (без дефект на системот за прскање или вежбите за евакуација)

5.1.3. Метод на дрво на грешки (Fault Tree Method)

За несреќа или друг настан проследен со загуба, во многу случаи постојат голем број на различни причини за нивна појава. Анализата на дрво на грешки (Fault Tree Analysis - FTA) претставува аналитичка техника која служи за следење на настаните што би можеле да придонесат и може да се користи при истрага на несреќи и на детална проценка на опасност.

Дрво на грешки претставува логички дијаграм кој е заснован врз база на принципот на повеќе-причинителство (multi-causality) каде што ги следи сите можни гранги на настани кои би можеле да придонесат за несреќа или неуспех. Се состои од сет на симболи, етикети и идентификатори. Дијаграмот е нацртан од врвот надолу при што почетната точка на дијаграмот е несаканиот настан од интерес наречен како “врвен настан”. Потоа е потребно логично да се разработат и да се нацртат непосредните услови за дефекти/неуспеси кои придонесуваат за тој настан, при што секој од нив може да биде

предизвикан од други дефекти/неуспеси и може да биде бесконечно. Како најнезгоден дел од целата работа е разработувањето на редоследот на зависности од неуспех на прво место.

Методот на анализа на стебло на грешки (FTA) за процена на ризик од пожар претставува структуриран метод кој се користи за процена на причините и последиците кои излегуваат од инцидентите од пожар во сложени системи. Тоа овозможува да се идентификуваат потенцијалните дефекти во системите за заштита од пожар, во оперативните процеси и човечките интервенции кои можат да придонесат во пожарот. Главна цел на FTA е што преку идентификување на слабостите и ранливостите во системот да се подобри безбедноста од пожари и да обезбедува ефективни стратегии за спречување, откривање и гаснење на пожарот [51].

FTA е дедуктивен пристап од горе-надолу за анализа на дефекти која започнува со врвниот настан, кој вообичаено е непожелен инцидент (како пожарот) и работи наназад преку низа логични чекори за да се идентификуваат потенцијалните причини (дефекти во системи, опрема, човечки грешки или надворешни фактори) или грешки на тој настан.

FTA во себе претставува дијаграм кој се состои од логични порти (И, ИЛИ) со помош на кои се поврзуваат различни настани и одредуваат како неуспесите во овие компоненти придонесуваат во севкупниот ризик од највисокиот настан. Како клучни компоненти на FTA се:

- Врвен настан – претставува несакан настан (пожар) кој што анализата се обидува да го спречи;
- Средни настан – претставуваат настани кои се случуваат помеѓу врвниот настан и основниот настан;
- Основни настани – претставуваат најфундаментални неуспеси или причини кои придонесуваат во врвниот настан;
- Логички порти – се поделени во И Порти и во ИЛИ Порти кои овозможуваат врска помеѓу различни настани. И Портата бара сите услови да не успеат за да се случи највисокиот настан, додека ИЛИ Портата бара било кој од условите да не успее за да се случи највисокиот настан.

При употреба на FTA за процена на ризик од пожар, најпрво се моделира врвниот настан. Потоа, настанот од пожар се поделува на повеќе податливи причини, испитувајќи кои фактори би можеле да доведат до палење, неуспех на откривање, неуспех при задушување или човечка грешка. Се идентификуваат основните причини или дефекти на компонентите (неисправни жици, дефект на системот за откривање, недостаток на обука) и со помош на И/ИЛИ порти се комбинираат овие причини за да се создаде дрво на грешки. На крај се доделуваат веројатностите и се врши процена на веројатноста секој настан да се случи врз основа на достапните податоци [49].

Спроведувањето на методот на анализа на дрво на грешки за процена на ризик од пожар се одвива низ одреден број на чекори, како:

- **Чекор 1 – Дефинирање на врвен настан:** во ФТА, првиот чекор е дефинирање на врвен настан кој всушност го претставува примарниот непожелен настан што сакаме да го анализираме. Врвен настан или главен настан, во контекст на процена на ризик од пожар претставува типична појава на пожар или неуспех на пожарот. Овој настан всушност го претставува настанот што системот се обидува да го избегне, а анализата работи наназад со цел да се идентификува како тоа може да се случи. Како врвен настан може да биде: "избивање на пожар од објект", "неконтролирано ширње на пожар", "појава на пожар поради електричен дефект", "пожар во опасна просторија", "експлозија од пожар" и слично;
- **Чекор 2 – Идентификација на примарните неуспеси или дефекти што придонесуваат:** Откако ќе се дефинира врвниот настан, се работи наназад за да се идентификуваат потенцијалните причини или неуспеси (грешки) кои би можеле да доведат до тој настан. Овие неуспеси или грешки вклучуваат: извори на палење т.е. идентификација на дефекти кои може да предизвикуваат палење (електричен дефект, механички дефект, човечка грешка, спонтано согорување, надворешно палење), несоодветно откривање на пожар т.е. дефекти или грешки во системите за откривање на пожар (неисправност на детекторот за чад, недостаток на покриеност на детекторот, лажни аларми кои водат до оневозможени системи, прекин на струја или електричен дефект), несоодветно гаснење на пожар т.е. дефекти или грешки во системите за гаснење на пожар (дефект на системот на прскалки, неисправност на апаратите за гаснење на пожар, неуспех на автоматски системи за гаснење на пожар), човечки грешки (несоодветен одговор на аларми, неуспех при евакуација, лошо одржување на опрема за заштита од пожар, необучен персонал) и фактори на животна средина т.е. надворешни фактори (силен ветер, суша, гром, молња), опасни материјали во простории (запаливи хемикалии) и градежни материјали кои го олеснуваат ширењето на пожарот (запалива изолација);
- **Чекор 3 – Разложување на грешките на настани од пониско ниво:** откако ќе се идентификуваат примарните дефекти или грешки, следен чекор е разделување на тие дефекти на неуспеси или поднастани од пониско ниво. Овој чекор вклучува идентификување на сите потенцијални фактори кои придонесуваат што би можеле да доведат до овие дефекти;
- **Чекор 4 – Формирање на дијаграмот на дрво на грешки:** дијаграм на дрво на грешки се формира откако се идентификуваат грешките и нивните поднастани. За да се претстави меѓусебниот однос на грешките и настаните, дијаграмот користи логички порти како:
 - И порти: означува дека сите услови што водат до дефект мора да се појават истовремено за да се случи главниот настан (пожар);
 - ИЛИ порти: означува дека кој било од условите може да доведе до појава на највисокиот настан;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- **Чекор 5 – Доделување на веројатности на грешки за секој настан:** овој чекор вклучува доделување на веројатност на секој настан и на секоја грешка во дрвото на грешки, заснован на историски податоци за стапките на неуспех на опремата, инциденти од пожар и слични сценарија; податоци за веродостојноста на производителот (на пример веројатноста за откажување на одредена компонента во рок од една година) и стручно проценување кога податоците се недостапни. Врз основа на достапните податоци, веројатностите се доделуваат на секоја компонента или на секој под-настан. Ова е клучно за разбирање на веројатноста секој неуспех да води до врвен настан;
- **Чекор 6 – Пресметување на веројатноста за врвниот настан:** откако ќе се формира дијаграмот на дрво на грешки и придружните веројатности се достапни, следува пресметувањето на веројатноста за врвниот настан (пожар). Вредноста на вкупната веројатност се определува со комбинирање на поединечните веројатности за секоја грешка според нивните односи (И порти и ИЛИ порти). Комбинираната веројатност за ИЛИ портите се пресметува со помош на равенката:
$$P_{OR} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \dots (1 - P_n)$$
каде што: P_1, P_2, \dots, P_n се веројатностите на поединечните грешки.
Комбинираната веројатност за И портите се пресметува со множење на веројатностите на поединечните настани:
$$P_{AND} = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n$$
- **Чекор 7 – Идентификување на критичните дефекти и превземање мерки за ублажување:** откако ќе се пресметуваат веројатностите, како следен чекор е идентификувањето на грешките кои имаат најзначајно влијание врз веројатноста за врвен настан која помага да се даде приоритет на областите каде што се потребни безбедносни подобрувања од тип на одржување, надградба или отстранување на непотребни системи со цел да се намали ризикот од пожар;
- **Чекор 8 – Континуирано следење и ажурирање:** откако ќе се формира првичното дрво на грешки на настани и врз основа на тоа се применуваат мерки за намалување на ризик од пожар, како последен чекор е редовно следење и ажурирање на системот. Веројатностите за одредени настани може да се променат зависно од промените во опремата, процедурите или надворешните услови, а дрвото на грешки треба периодично повторно да се пресметува со цел да се обезбеди негова континуирана релевантност.

Методот на дрво на грешки иако наоѓа широка примена во процесот на процена на ризик од пожар, како сите други методи има свори предности и недостатоци. Како негови предности се:

- Систематски пристап – FTA претставува јасен метод со помош на кој чекор по чекор се идентификуваат причините за пожар;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Квантитативна процена на ризик – со помош на FTA се пресметува веројатноста за пожар и се идентификуваат најверојатните причини за пожар;
- Идентификација на слабостите – FTA овозможува да се идентификуваат критичните слаби точки во системот за заштита од пожар.

Како недостатоци на FTA се:

- Интензивни податоци – за стапките на неуспех, FTA бара доверливи податоци кои не секогаш се достапни, особено за нови системи или непроверени компоненти;
- Сложеност – FTA е тешко за управување и одзема могу време за негово формирање кога станува збор за големи и сложени системи;
- Претпоставка за независност – FTA вообичаено претпоставува дека неуспесите се независни.

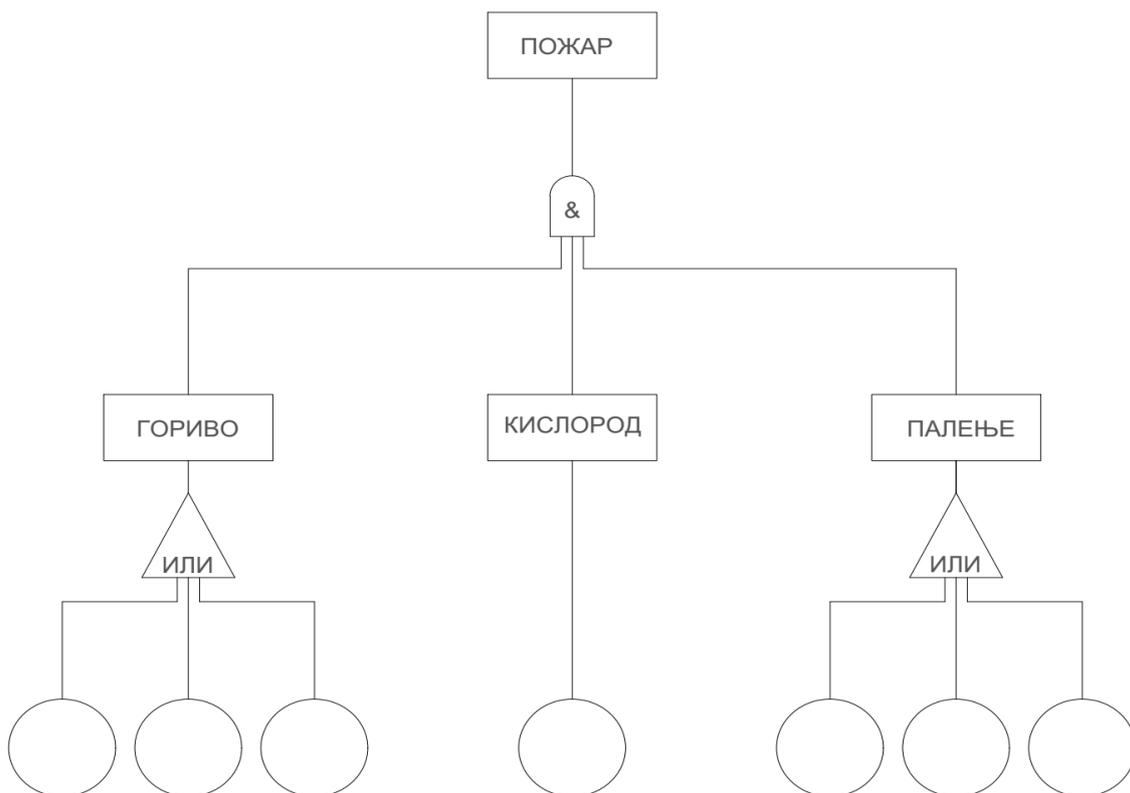
Подолу е даден еден пример како се врши анализа на дрво на грешки за пожар во фабрика која произведува запаливи хемикали. Како највисок настан се појавува избувнувањето на пожар во фабриката. Дрвото на грешки во таков случај изгледа вака:

- Врвен настан: Избивање на пожар во фабрика;
 - о ИЛИ Порта: Настан на палење;
 - Електричен дефект: краток спој или напојување ($P = 0,05$);
 - Извор на топлина: прегреана опрема ($P = 0,02$);
 - Спонтано согорување: хемиска реакција ($P = 0,01$);
 - о И порта: неуспех на откривање;
 - Детектор за чад: дефект ($P = 0,01$);
 - Дефект на системот за аларм: загуба на енергија ($P = 0,005$);
 - о ИЛИ порта: неуспех при сузбивање пожар;
 - Дефект на системот за прскање: Нема довод на вода ($P = 0,02$);
 - Дефект на апаратот за гаснење: неправилно одржуван ($P = 0,01$);
 - о И порта: Човечка грешка;
 - Доцнење во евакуацијата: бавна реакција ($P = 0,02$);
 - Неправилна употреба на противпожарна опрема: неискусен персонал ($P = 0,01$).

Пресметка на веројатност:

- Веројатност за палење = $0,05 + 0,02 + 0,01 = 0,08$ (ИЛИ порта);
- Веројатност за неуспех на откривање = $0,01 \times 0,005 = 0,00005$ (AND Gate);
- Веројатност за избувнување на пожар = палење \times дефект на откривање = $0,08 \times 0,00005 = 0,000004$.

Подолу е даден друг пример за анализа на стебло на грешки за пожарниот триаголник (Слика 5.6).



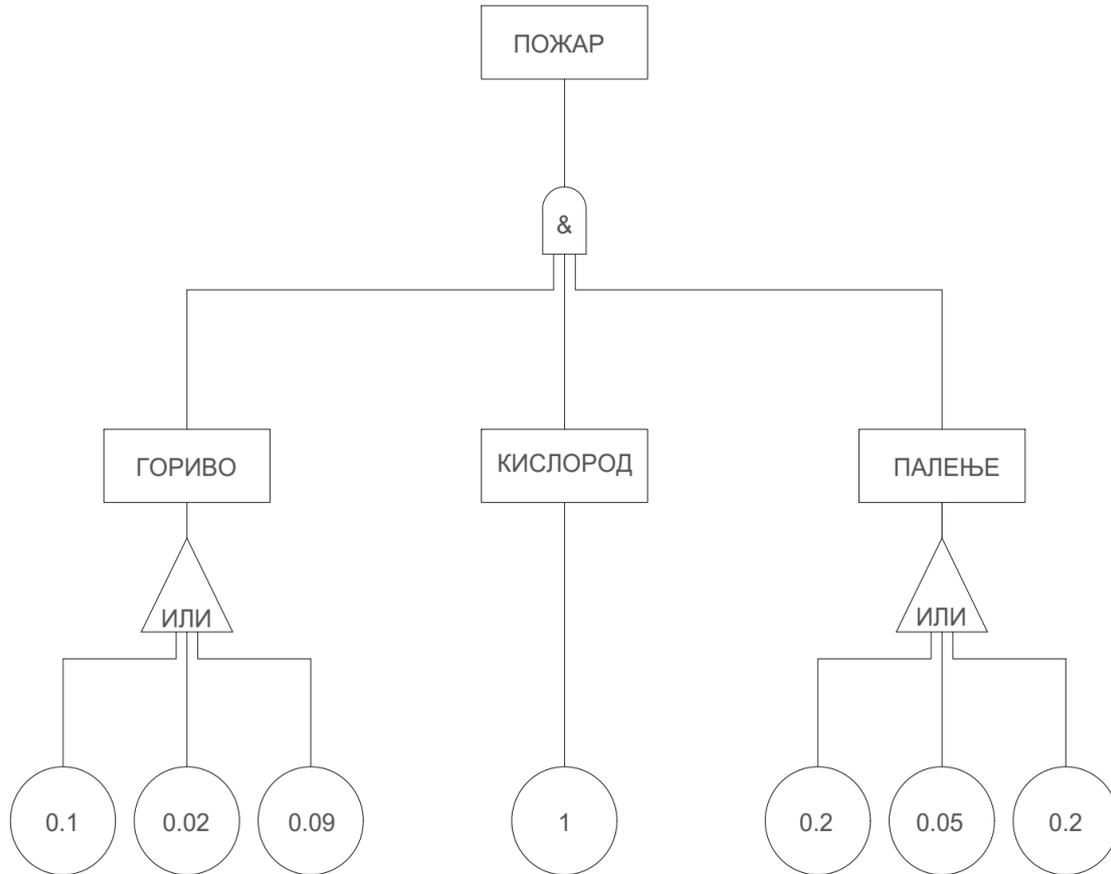
Слика 5.6. Анализа на дрво на грешки за пожарен триаголник

Основните елементи потребни за да настане пожар се:

- Гориво;
- Кислород и
- Извор на палење.

Од Слика 7.6 се гледа дека се користи И (OR) порта за да се обезбеди поврзување помеѓу трите елементи бидејќи сите три елементи треба да бидат присутни во исто време за да се овозможи врвниот настан. Примерот покажува дека во ова сценарио, може да се случи да има три можни извори на гориво и три можни извори на палење и еден извор на кислород (на пример атмосферата). Во секој случај се применува ИЛИ (OR) ситуацијата поради тоа што само една од нив е потребно да биде присутна. Ако сакаме да го спречиме појавата на загуби, прво треба да се испитува дијаграмот за И (AND) портите бидејќи загубата може да се спречи само ако еден од овие услови се спречува .

Дрвото на грешки можат и да се квантифицираат. Тоа ќе се прикаже на истиот пример каде што може да се утврди веројатноста за секој од почетните неуспеси кои се присутни или се случуваат (Слика 5.7).



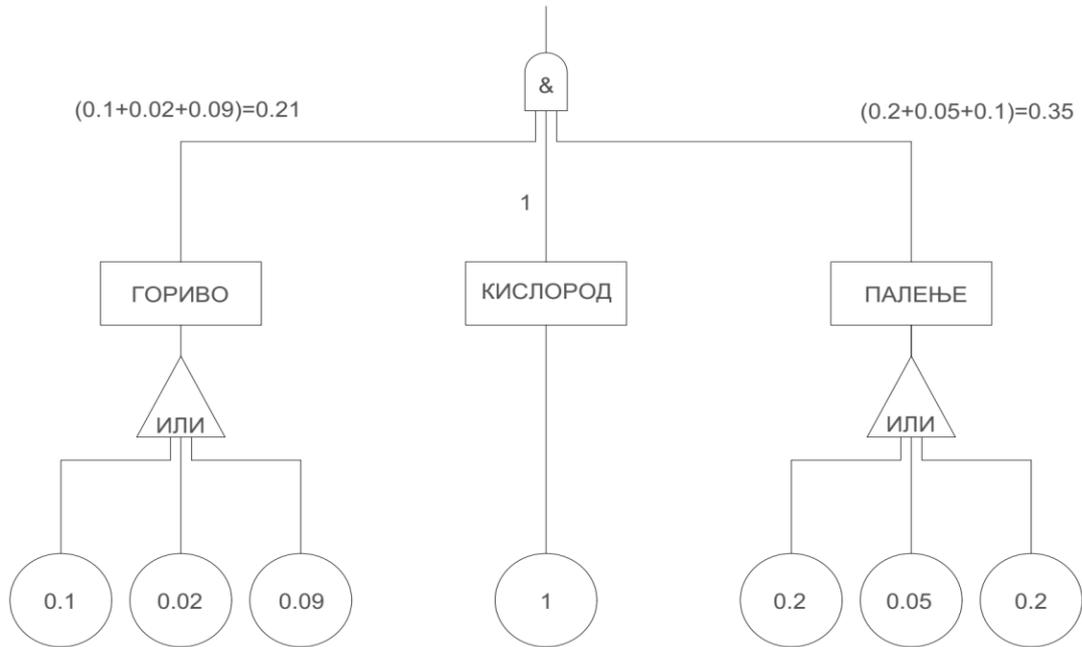
Слика 5.7. Квантифицирана анализа на дрво на грешки за пожарен триаголник

Потоа, може да се користат два добро воспоставени правила за комбинација на овие веројатности и да се напредува со дијаграмот со цел да се добие веројатноста за појава на највисок на настан на пожар. Во принцип:

- **Се додават** веројатностите кои се наоѓаат под портата ИЛИ (OR) (не е строго точно но е приближно на “редовен настан”);
- **Се умножуваат** веројатностите кои се наоѓаат под портата И (AND).

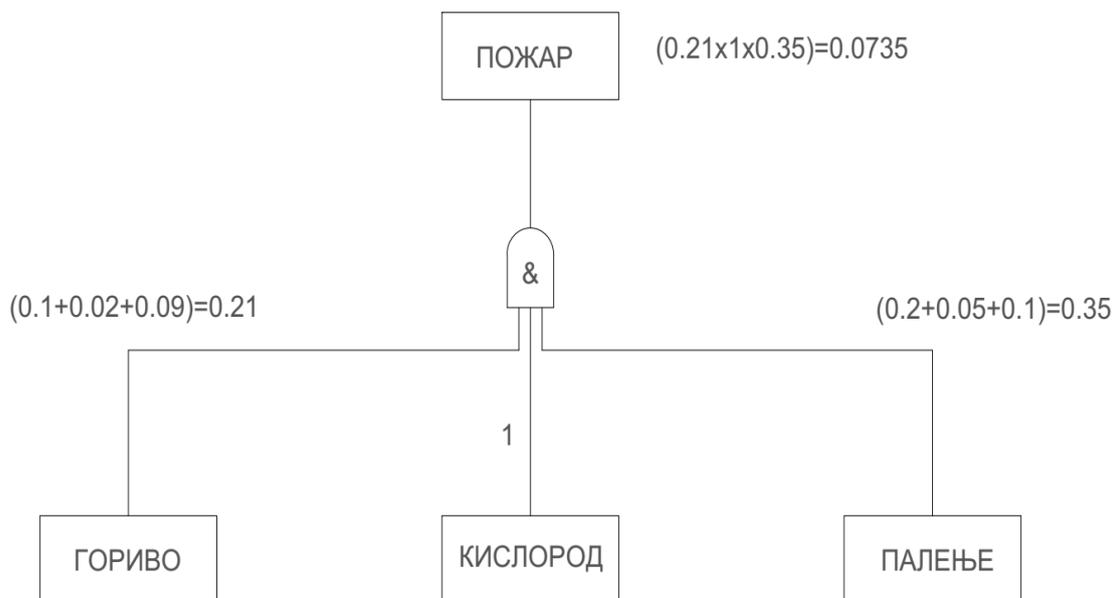
Со комбинација на веројатностите, се добива следново:

- Веројатност за присуство на гориво = $0.1 + 0.02 + 0.09 = 0.21$;
- Веројатност за присуство на кислород = 1 ;
- Веројатност за присуство на извор на палење = $0.2 + 0.05 + 0.1 = 0.35$ (Слика 5.8).



Слика 5.8. Нумеричка вредност на веројатноста за појава на највисок настан на пожар во дрво на грешки

Движејќи се повторно нагоре, може да се пресмета веројатноста за врвниот настан. Бидејќи грешките/неуспесите (faults) се наоѓат под портата И (AND), веројатностите можат да се множат, при што се добива $0.21 \times 1 \times 0.35 = 0.0735$ и конечно врвот на целосно квантифицираното дрво на грешки изгледа вака (Слика 5.9) [50]:



Слика 5.9. Квантифицирано дрво на грешки

5.1.4. Идентификација на опасност – HAZID (Hazard Identification)

HAZID претставува квалитативна метода која се користи за откривање и идентификување на опасностите во работното место кои често пати се причина за повреди, смрт и финансиски загуби. Главната цел на студијата HAZID е да се идентификуваат и проценат потенцијалните опасности во раните фази од животниот циклус на проектот и да се воспостават превентивни мерки за минимизирање на веројатноста и влијанието на таквите опасности. Исто така како негова цел е да ги утврди негативните ефекти од изложеноста на опасност и истовремено дава предлози за ублажување на ризиците.

HAZID всушност е техника составена од пакет на алатки за проценка на опасност и управување со ризик, која вклучува систематско идентификување и евалуација на потенцијалните опасности кои можат да произлегуваат од процесот, системот или операцијата. Вообичаено ги испитува сите можни извори на опасност за време на проектирање, изградба, инсталација и активности за деактивирање, како и можните извори на опасност за предложените промени на постојните операции.

Целите на HAZID се:

- Идентификација на потенцијалните опасности;
- Утврдување на потенцијалните последици од опасностите;
- Идентификување на заштитни мерки кои се поставени за да се обезбеди превенција, контрола или ублажување на опасностите (вклучувајќи ги тука и предвидените заштитни мерки во зависност од фаза на проектирање);
- Предлог препораки за елиминирање, спречување, контрола или ублажување на опасностите (по потреба);
- Обезбедување на рано внесување на безбедност и ризик во барањата за проектирање и управување со безбедноста за одредена активност;
- Обезбедување на јасна основа за скрининг на настани од големи несреќи како дел од следните формални студии за проценка на безбедноста.

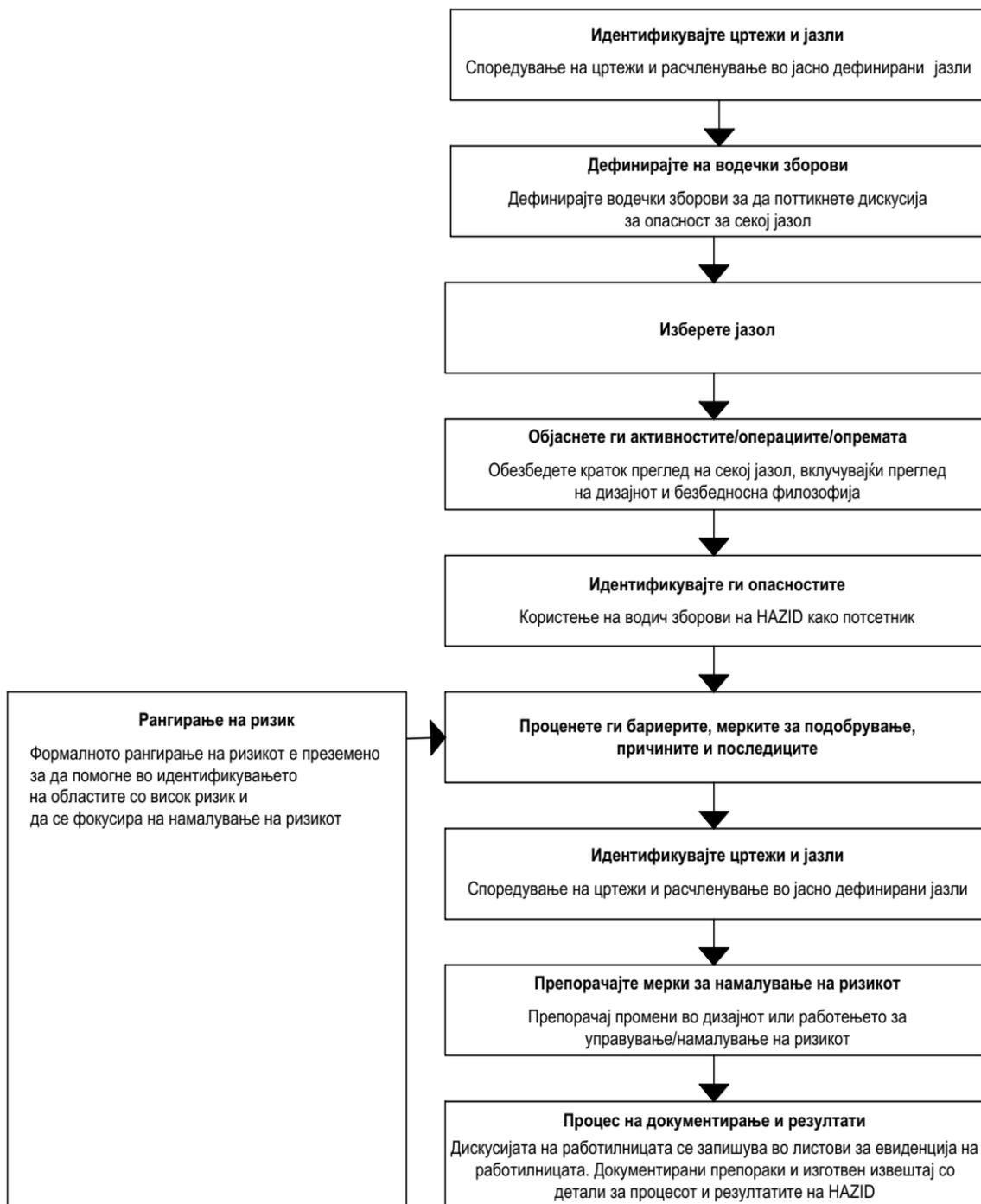
При спроведување на HAZID се вклучуваат следните клучни елементи:

- **Подлоги (groundwork)** – се собираат сите релевантни информации во врска со проектот, вклучувајќи ги цртежите, разбирање на стандардите и очекувањата на клиентот и формирање на ефективен тим за HAZID студијата;
- **Услови на работа и Подготовка (УРП) (Term of Reference [TOR] and Preparation)** – се подготвува документ кој ги содржува целите на HAZID, опсегот, упатставата, предложените јазли, методологијата и местото за одржување на сесиите на работилницата на HAZID, референтни документи, распоред и испораки, детали за персоналот кој присуствува на работилницата;
- **Сесии на работилница (Workshop sessions)** – вклучуваат преглед на студијата на УРП и нивно снимање, основни правила, преглед на простории и операции. Времетраењето на работилницата може да варира зависно од обемот на студијата;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- **Известување (Reporting)** – врз основа на УРП и снимките од сесиите на работилницата се подготвува документ за извештај за HAZID, нагласувајќи ги клучните наоди. За снимање на сесиите на работилницата треба да се користат работни листови одобрени од клиентот и методи за снимање.

На Слика 5.10 претставена е методологијата на работилницата HAZID.



Слика 5.10. Методологијата на HAZID

Подлоги (Groundwork) - Тим (Team)

➤ Водич/лидер на HAZID студијата

Секоја HAZID студија треба да има водач/лидер кој во главно треба да има искуство и да ги има следните вештини:

- Има реализирано обука за лидерство на HAZID студија која обезбедува инструкции за подготовка, водење и документирање на HAZID и за самата техника HAZID;
- Учествовал како член на HAZID тимот во претходните HAZID студија или делувал како писар за сесиите на HAZID која се одвивал под раководство на компетентен HAZID лидер;
- Има искуство околу вид на објектот, опремата, работата или процесот што се разгледува;
- Да поседува силни олеснувачки и комуникациски вештини за стимулирање на бура на идеи, управување со конфликти, сумирање на дискусијата и водење на тимот до консензус за доделениот распоред.

HAZID лидерот е одговорен да обезбеди издавање на извештај од HAZID студијата.

➤ Записничар на HAZID студијата

Записничарот претставува посебно лице кое служи за снимање на дискусиите на работилницата. Доколку нема посебно назначен записничар, се препорачува со оваа функција да не управува раководителот на студијата кој е посветен и треба да се концентрира на ефективно и експедитивно водење на студијата.

Со цел да се осигури дека лиредот и тимот не се расејуваат со давање насоки на писарот, тој треба да:

- Биде запознаен со проектот на самиот процес или објект кој ќе се анализира;
- Има добри вештини за слушање и пишување;
- Биде технички консултант наместо не-технички администратор.

Освен тоа, записничарот исто така треба да:

- Подготви ПРУ под водство на лидерот;
- Работи со лидерот за да се осигури дека студиската документација е целосна и дека препораките се јасно формулирани;
- Подготвува извештај на HAZID за одобрување и издавање од лидерот.

➤ Тим на HAZID студијата

Тимот составен од членови со искуство има големо влијание врз квалитетот на HAZID студијата. Затоа, за успешно проучување на HAZID, од клучно значење е изборот на членовите на тимот на HAZID студијата. Согласно на тоа:

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- HAZID студијата ќе се спроведе со придонес од мултидисциплинарен тим кој е запознаен со проектот или објектот;
- Членовите на тимот и информациите за контакт за HAZID студијата се идентификуваат преку ПРУ (TOR);
- За да се одржуваат податливи состаноци, бројот на присутни се сведува на минимум без да се загрози квалитетот на HAZID. Минималниот предложен број на учесници треба да биде 3, со исклучок на олеснувачот и писарот, додека максималниот предложен број на учесници треба да биде приближно 12. Исклучоци од препорачаниот број на учесници може да се појават во случај кога на пример во една операција се вклучени повеќе ентитети и нивната застапеност е потребна од поширока перспектива на разбирање и планирање;
- За да се обезбеди континуитет и хомогеност на студијата, потребно е да се избегнува или да се минимизира замената на ченовите на тимот на HAZID студијата;
- Лидерот на HAZID студијата треба да работи со клиентот за да разбере и назначи компетентни членови на тимот врз основа на нивното искуство, вид и обем на студијата што се спроведува;
- Членството во тимот може да вклучува инженерска и оперативна експертиза со разбирање и искуство со дизајн на процес/објект, намера на дизајнот, опрема што ќе се користи и операции на локацијата.

Во зависност од опсегот на студијата HAZID, присуството може да биде ограничено на оние системски интерфејси или специјализирани области на знаење за кои се вклучени учесниците. Сите планирани учесници треба да бидат присутни на почетокот на студијата HAZID за да се обезбеди заедничко разбирање на методологијата и опсегот на HAZID.

➤ Локација

Локацијата за студирање треба да биде однапред избрана и подготвена со документација, компјутерски алатки за регистрација, порјектори, комуникација, постери, 3D модели (доколку се достапни) и друго. Локацијата треба да биде доволно голема за да се обезбеди удобно сместување на учесниците, и да биде со минимум надворешно вознемирување. Идеално, местото треба да има лесен пристап до просториите за освежување за да овозможи редовни кратки паузи со минимално нарушување. Проектор за податоци мора да биде достапен со цел да му се овозможи на сите учесници да ги прегледаат информациите снимени од страна на писарот.

➤ Придружна документација и информации

Потребната документација и потребните информации за HAZID студијата треба да се идентификуваат во ПРУ(TOR) и истите треба да се подготват пред работилницата. Во зависност од обемот на студијата и времето, документацијата и информациите за HAZID варираат и истите, најмалку една недела пред состаноците на работилницата треба да

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

се достават до олеснувачот на HAZID, при што се овозможува ефективна подготовка за работилницата. Потребната документација вклучува:

- Распоред на објектот, вклучувајќи ја локацијата на главната опрема и окупираниите згради;
- Локација и природа на теренот и условите на животната средина;
- Главни операции и други активности;
- Детали за опасните залихи;
- Ракување со хемикалии и материјали/опрема;
- Тип/дизајн на процес и податоци за корисност, како што се дијаграми за проток на процеси (PFD), дијаграми за цевки и инструменти (P&ID) и оперативни пликови
- Дизајнерски филозофии, вклучително и персонал, работење, одржување и безбедност;
- Наоди од какви било претходни студии на HAZID;
- Историја на несреќи за слични единици;
- Планови за одговор при итни случаи;
- Планови за градежни, транспортни и монтажни активности;
- Регистар на опасност и ризик;
- Опис на соседните објекти, операции и области на живеење.

➤ **Подготовка и услови за работа (TOR)**

За секоја студија потребно е да се развие ПРУ и да се договори со сите засегнати страни. ПРУ треба да се издаде најмалку една недела пред работилницата и истата треба да вклучува:

- Цел;
- Опсег, кој вклучува:
 1. Граници на објект и/или процес на прегледот, вклучувајќи и тоа дали ќе бидат вклучени потенцијалните опасности од соседните постројки или објекти;
 2. Видови на опасност што треба да се земат во предвид, како: здравје и безбедност, животна средина, привилегија за дејствување, штета на имот и прекин на бизнисот;
 3. Начини на работа што треба да се земат во предвид, како: рутински операции, пресврт или исклучување, изработка, транспорт, монтажа/изградба и симултанти операции (SIMOPS);
- Целокупна методологија и дали ќе се користи рангирање на ризик;
- Расчленување на сесиите на HAZID на логични “јазли”;
- Предлог стандарден работен лист и дефинирана хиерархија на полињата;
- Водиз-збороби кои би можеле да помагаат во сесиите за бура на идеи на работилницата;
- Персонал кој се бара да присуствува на работилницата;
- Распоред и испораки;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Референтни документи (на пример распоред на локацијата, тип на процес итн.);
- Документација на ставки кои не се директно поврзани со процесот на идентификација на опасност со користење на посебен регистар.

➤ Сесии на работилница

На почеток на работилницата, лидерот има задача да обезбеди ориентација на тимот со цел да се осигура дека сите се на исто ниво на знаење во однос на студијата. Тука се вклучува:

- Воведување на учесниците;
- Преглед на ПРУ (TOR) студијата, вклучувајќи ги тука целие, опсегот и методологијата на студијата;
- Основни правила за проучување и очекувањата на членовите на тимот;
- Севкупен преглед на капацитетите, операциите и/или активностите.

За секој „јазол“:

- Таму каде што е соодветно, упатен член на тимот треба да даде преглед на специфичните капацитети, операции или активности на „јазли“;
- Потенцијалните опасности треба да се идентификуваат преку водич-зборови кои помагаат при нивна идентификација;
- Треба да се земат во предвид потенцијалните последици кои произлегуваат од идентификуваните опасности;
- Опасностите и последиците може да се рангираат по ризик за да се олесни работниот процес и донесувањето одлуки во иднина;
- Сите постојни заштитни мерки треба да бидат документирани;
- Хоризонталното документирање на парови на ризични сценарија, посебно евидентирање на заштитните мерки (т.е. по една по линија) и снимање на броеви на етикети, локацци на мрежа, референции за документи и било какви други применливи информации во работни листови, се смета како најдобра практика;
- Треба да се генерираат препораки за елиминирање, спречување, контрола или ублажување на опасноста. Притоа, HAZID лидерот треба да обезбеди да:
- Постои тимски консензус за препораките;
- Препораките да бидат јасни, целосни и сите треба да бидат самостојни. Секоја добро напишана препорака ги содржи трите W, и тоа:
 - Што (What),
 - Каде (Where), и
 - Зошто (Why).

Времетраењето на работилницата HAZID може да варира во однос на бројот на денови, во зависност од обемот на дадена студија, но, важно е секој ден од сесијата да не надминува 6-7 часа време за состаноци, за да се задржи интересот меѓу членовите на тимот и да се направи ефикасна и ефективна работилница.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

➤ Прелиминарна процена на ризик

HAZID, честопати побарува да се преземе прелиминарна процена на ризик за да може да се идентификуваат опасностите. Таква процена на ризик вообичаено треба да се заснова на инхерентен ризик поврзан со опасноста, односно ризик без мерки за превенција или ублажување. Ваквата мерка за ризик укажува на потенцијална закана доколку се намалат мерките за превенција или ублажување. Понекогаш постои барање да се обезбеди проценка на резидуалниот ризик, односно ризикот откако ќе се земат предвид мерките за превенција и ублажување. Разликата помеѓу инхерентниот и резидуалниот ризик ја покажува важноста на мерката што е поставена за да се намали ризикот. Вообичаено, клиентот ќе има своја матрица за прифаќање на ризикот и ќе ја снабдува оваа за употреба во HAZID. Во отсуство на матрица обезбедена од клиентот, се препорачува да се користи матрицата во 0, која е претставена на слика 5.11.

Сериозност	Последици				Зголемена веројатност				
					A	B	C	D	E
	Луѓе	Средства	Животна средина	Углед	Никога не слушале	Слушале	Се случило во организацијата или повеќе од еднаш годишно во индустријата	Се случило на локацијата или повеќе од еднаш годишно во организацијата	Се случувало повеќе од еднаш годишно на локацијата
0	Нема повреда или здравствен ефект	Нема штета	Нема ефект	Без влијание	L	L	L	L	L
1	Крајно мала повреда или здравствен ефект	Мало оштетување	Занемарлив ефект	Занемарливо влијание	L	L	L	L	L
2	Мала повреда или здравствен ефект	Мала штета	Мал ефект	Мало влијание	L	L	L	M	M
3	Голема повреда или здравствен ефект	Умерено оштетување	Умерен ефект	Умерено влијание	L	L	M	M	H
4	< 3 смртни случаи или трајни вкупни инвалиди	Голема штета	Голем ефект	Големо влијание	L	M	M	H	H
5	> 3 смртни случаи	Тотална загуба	Масовен ефект	Огромно влијание	M	M	H	H	H

Опис на ризик
L - мал ризик
M - среден ризик
H - висок ризик

Слика 5.11. Општа матрица за процена на ниво на ризик

➤ Снимање и известување

Извештајот од HAZID студијата служи како постојан запис на HAZID студијата и се користи од луѓе кои не биле дел од тимот на HAZID студијата. Со тек на време, извештајот на HAZID е единствениот показател за квалитетот и комплетноста на HAZID студијата и кој служи како евиденција за трудољубивоста на тимот. За да се обезбеди јасност и точност на работните листови и извештаите, потребно е лидерот на HAZID да има големо внимание на деталите [52].

➤ **Придобивки од спроведување на HAZID студијата**

Главна цел на спроведувањето на HAZID е обезбедување на суштински придонес во одлуките за развој на проекти која помага да се идентификуваат или испитуваат сите можни извори на опасност во сите фази на проектот (проектирање, изведба, инсталација, операции, промени во тековните операции и деактивирање). Освен тоа, други придобивки на HAZID студијата се:

- Откривање на опасностите во рана фаза (пред некој да се повреди);
- Идентификување на можности за вродена безбедност;
- Снимање, управување и ублажување на опасностите;
- Воспоставување специфични модификации на процесот во рана фаза;
- Примена на превентивни мерки;
- Избегнување на пречекорувања на буџетот;
- Воспоставување критериуми за скрининг на опасност;
- Документирање на некритични опасности кои инаку може да се игнорираат.

HAZID студијата има и свои недостатоци, меѓу кои:

- Корективната акција би била на широка основа (На пример: Препорачете да инсталирате дополнителни детектори за пожар. Но, HAZID генерално не би можел да заклучи на која област ќе му треба дополнително откривање и колкава е количината) [53].

➤ **Резултати и примена на HAZID студијата**

Од HAZID студијата, како главни исходи би се наведнувале: список на опасности кои се применуваат во објектот, заштитни мерки за секоја од разгледуваните опасности, препораки за дополнителни мерки за намалување на ризикот и рангирање на ризик на опасностите за идентификување на главните ризици.

HAZID студијата се широко применети во различни индустрии. На пример, во индустрија за нафта и гас, HAZID студијата се спроведуваат за време на фазата на проектирање на нов проект со цел да се идентификуваат и ублажуваат потенцијалните безбедносни опасности. Во хемиска индустрија, HAZID студијата се користат за идентификување на опасностите поврзани со хемиските процеси, додека во производствена индустрија се користат за идентификување на потенцијалните безбедносни опасности присутни во производниот процес.

Може да се заклучи дека HAZID студијата претставуваа витална техника за процена на ризик и истата се фокусира на рана идентификација и процена на ризикот, без оглед на нивното потекло. HAZID може да послужи како придонес за подобрување во општиот распоред и безбедносните стратегии и може да работи како основа за понатамошно управување со бариерите за спроведување на мерките [54].

5.1.5. Анализа на опасност и оперативност (Hazard & Operability Analysis – HAZOP)

HAZOP претставува структурирана и систематска техника која се употребува за системско испитување и управување со ризик. Воглавно, HAZOP често се користи како техника за идентификување на потенцијалните опасности во системот и идентификување на проблеми со оперативноста кои веројатно ќе доведат до несоодветни производи. HAZOP е заснова на теорија која претпоставува дека ризичните настани се предизвикани од отстапувањата на проектот или оперативни намери. Таквите отстапувања се идентификуваат на многу лесен начин со користење на множества од „**водички зборови**“ како систематска листа на перспективи за отстапување. Овој пристап претставува единствена карактеристика на HAZOP методологијата која помага да се стимулира имагинацијата на членовите на тимот при истражување на потенцијалните отстапувања.

HAZOP се фокусира на идентификување и оценување на опасностите и проблемите во оперативноста во системот и негова главна цел е систематски да ги испитува отстапувањата од предвидените параметри на проектот и да ги идентификува потенцијалните опасности, проблемите со оперативноста и потенцијалните последици.

HAZOP вклучува систематско и структурирано испитување на секој поединечен елемент на системот или процесот за да се идентификуваат отстапувањата од нормалните работни услови што може да резултираат со опасности или несакани последици, која обично се спроведува од мултидисциплинарен тим со длабоко познавање на системот или процесот што се оценува.

HAZOP е алатка за процена на ризик и како таква, често се опишува како:

- Техника за бура на идеи;
- Квалитативна алатка за процена на ризик;
- Индуктивна алатка за проценка на ризикот, што значи дека е пристап за идентификација на ризикот „одоздола нагоре“, каде што успехот се потпира на способноста на експертите за предметот (SMEs) да ги предвидат отстапувањата врз основа на минатите искуства и општата експертиза за предметот.

Дефинициите кои се корисни при опишување на HAZOP методологијата се:

- **Опасност** – претставува потенцијален извор на штета и се во фокусот на студиите на HAZOP. Треба да се забележи фактот дека една опасност потенцијално може да доведе до повеќе форми на штета. Отстапувањата од проектот (дизајнот) или оперативната намера може да предизвикуваат опасност;
- **Штета** – претставува последица од појава на опасност која може да биде повреда или оштетување на здравјето на луѓето, оштетување на имотот или животната средина;
- **Ризик** – претставува комбинација на веројатноста за појава на штета и неговата сериозност. Во студиите на HAZOP, ризикот не е секогаш експлицитно

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

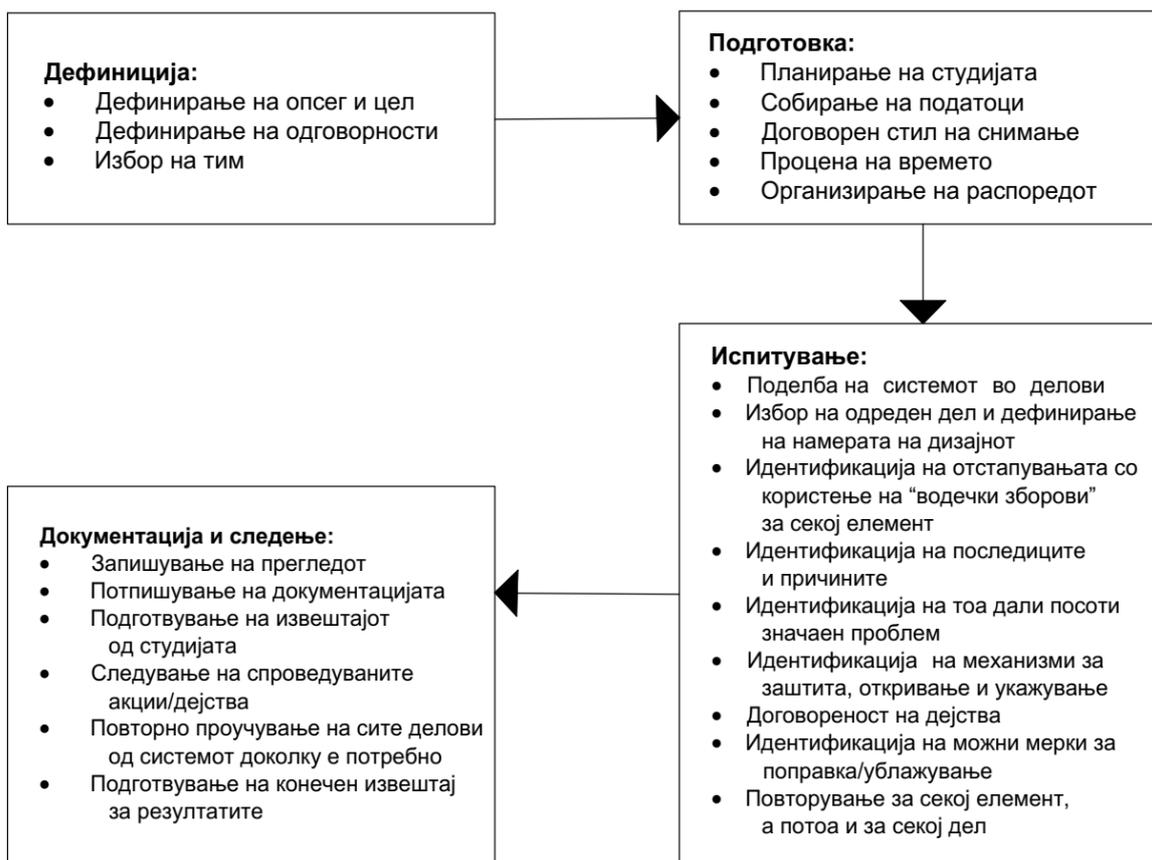
идентификуван, бидејќи основната методологија не бара идентификација на веројатноста или сериозноста на штетата. Сепак, тимот за процена на ризик може да избераат да ги оценат овие фактори со цел дополнително да ги квантифицираат и да ги приоритизираат ризиците, доколку е потребно.

Процесот на анализа на HAZOP се одвива во четири фази, и тоа:

1. Дефиниција:
 - Дефинирање на опсег и цел;
 - Дефинирање на одговорности;
 - Избор на тим;
2. Подготовка:
 - Планирање на студијата;
 - Собирање на податоци;
 - Договорен стил на снимање;
 - Процена на времето;
 - Организирање на распоредот;
3. Испитување:
 - Поделба на системот во делови;
 - Избор на одреден дел и дефинирање на намерата на дизајнот;
 - Идентификација на отстапувањата со користење на “водечки зборови” за секој елемент;
 - Идентификација на последиците и причините;
 - Идентификација на тоа дали посоти значаен проблем;
 - Идентификација на механизми за заштита, откривање и укажување;
 - Договореност на дејства;
 - Идентификација на можни мерки за поправка/ублажување;
 - Повторување за секој елемент, а потоа и за секој дел;
4. Документација и следење:
 - Запишување на прегледот;
 - Потпишување на документацијата;
 - Подготвување на извештајот од студијата;
 - Следување на спроведуваните акции/дејства;
 - Повторно проучување на сите делови од системот доколку е потребно;
 - Подготвување на конечен извештај за резултатите.

и истите се претставени на Слика 5.12.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 5.12. Методологија на HAZOP

→ **Фаза на дефинирање** - Во фазата на дефинирање се врши прелиминарна идентификација на членовите на тимот за процена на ризик. HAZOP е наменет да биде меѓуфункционален тимски напор и се потпира на специјалисти (SMEs) од различни дисциплини со соодветни вештини и искуство кои покажуваат интуиција и добро расудување и исто така треба да се спроведува во клима на позитивно размислување и искрена дискусија.

За време на фазата за дефинирање, со цел да се фокусира напорот, тимот наменет за процена на ризик мора внимателно да го идентификува опсегот на процената, вклучувајќи тука и дефинирање на границите на студијата и клучните интерфејси, како и клучните претпоставки според кои ќе се изврши оценувањето.

→ **Фаза на подготовка** - Во подготвителната фаза се вклучуваат следните активности:

- Идентификација и лоцирање на природни податоци и информации;
- Идентификација на публиката и корисниците на резултатите од студијата;
- Подготовки за управување со проекти;
- Консензус за формат на шаблон за евидентирање на резултатите од студијата;
- Консензус за „водечки зборови“ на HAZOP кои ќе се користат за време на студијата.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

„Водечките зборови“ на HAZOP претставуваат клучни придружни елементи во извршувањето на HAZOP анализата.

Одговорни за идентификување на „водечки зборови“ кои најдобро ќе одговараат на обемот и изјавата за проблемот на нивната анализа се тимовите за процена на ризикот. Во табела 5.7 дадени се некои вообичаени „водечки зборови“ на HAZOP.

Табела 5.7. „Водечки зборови“ на HAZOP.

Не или не;	Освен;
Повеќе;	Рано;
Помалку;	Доцна;
Како и;	Пред;
Дел од;	После;
Обратна (на намерата);	Може дас е изработат други по потреба...

„Водечки зборови“ на HAZOP функционираат на таков начин што обезбедуваат систематски и конзистентни средства за бура на идеи за потенцијални отстапувања во операциите.

Откако ќе се избераат „водички зборови“ на HAZOP, следен чекор е фаза на испитување.

→ **Фаза на испитување** - Фазата за испитување започнува со идентификација на сите елементи од системот или процесот што треба да се испита.

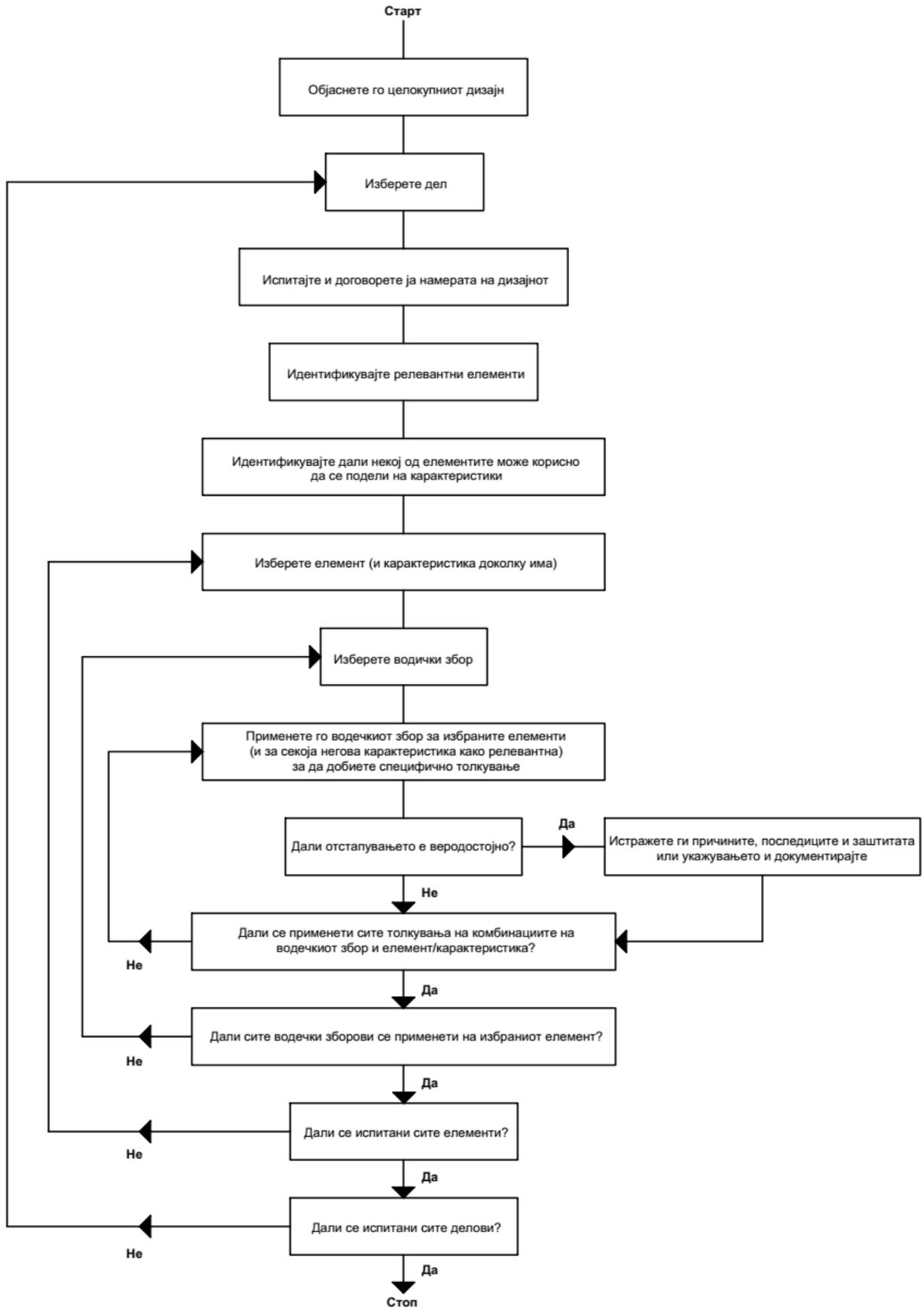
На пример:

- Физичките системи, по потреба, може да се поделат на помали делови;
- Процесите може да се поделат на дискретни чекори или фази;
- Сличните делови или чекори може да се групираат заедно за да се олесни оценувањето.

Потоа, „водички зборови“ на HAZOP се применуваат на секој од елементите и потоа, на систематски начин се врши темелно пребарување за отстапувања. Од сите комбинации на „водички зборови“ и елементи не се очекува да се добијат разумни или веродостојни можности за отстапување. Сите разумно услови за употреба и злоупотреба што ги очекува корисникот треба да се идентификуваат и последователно да се оспорат за да се утврди дали се “веродостојни” или треба да се проценат дополнително. Кога комбинациите на „водички зборови“ и елементи кои не даваат никакви веродостојни отстапувања тогаш таквите случаи не треба да се документираат.

На слика 5.13 е претставен процесот на испитување т.е. методологијата на HAZOP.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини



Слика 5.13. Процесот на испитување на HAZOP

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

→ **Фаза на документација и следење** - Документацијата на HAZOP анализата често се олеснува со користење на образец за снимање наведен во стандардот IEC 61882. Тимот наменет за процена на ризик, по потреба, може да врши модификација врз образецот врз основа на некои фактори, како:

- Регулаторни барања (regulatory requirements);
- Потреба за поексплицитна оцена на ризик или приоритизација;
- Политики за документација на компанијата (company documentation policies);
- Потребни за следливост или ревизија (needs for traceability or audit readiness);
- Други фактори.

На слика 5.14 претставен е типичен HAZOP шаблон за снимање.

Број	На секој запис да му се додели единствен број за следење	Примери од отстапувања на средствата за чистење кои беа користени за објаснување на HAZOP водички зборови	1	2
Водечки зборови	Да се вметнува употребен водечки збор за отстапување		Не	Освен
Елемент	Да се опишува на што се однесува водечкиот збор (материјал, чекор на процес итн.)		Средство за чистење	Средство за чистење
Отстапување	Да се опише отстапувањето		Не се додава детергент за време на чистење	Употребен погрешен детергент
Можни причини	Да се опише како може да дојде до отстапување		Празен резервоар за снабдување со детергент	Техничар извадил погрешен детергент од магацин
Последици	Да се опише што може да се случи ако дојде до отстапување		Остатоците не се ефикасно отстранети, оставајќи го системот во нечиста состојба	Неточниот детергент може да биде неефикасен во отстранувањето на остатоците, оставајќи го системот во нечиста состојба
Заштитни Мерки	Да се наведат мерки (пасивни или активни) кои ја намалуваат веројатноста за отстапување или сериозноста		Техничарите го проверуваат резервоарот за детергент пред секој циклус	Дневникот за чистење бара проверка на правилна употреба на детергент. Детергентот е означен
Коментари	Да се фатат клучните релевантни образложенија, претпоставки, податоци, итн.		Се претпоставува дека техничарите можат со сигурност да го проценат волуменот визуелно	Многу различни контејнери за детергент изгледаат слично
Потребни Дејства	Да се идентификуваат сите потребни активности за ублажување или контрола на опасноста		Да се земе во предвид алармот за ниско ниво на резервоар за детергент	Да се осигура дека обуката на техничар се однесува на изборот на детергент
Дејства доделени на...	Да се евидентира кој е одговорен за акција		Инженер	Тренер

Слика 5.14. Типичен HAZOP шаблон за снимање

Откако ќе заврши анализата на HAZOP, резултатите и заклучоците од студијата треба да се документаат сразмерно на природата на ризиците проценети во студијата и по одделни политики за документација на компанијата.

- **Преглед и рангирање на ризик**

На долгорочна основа, оперативната повратна информација треба да потврди дека чекорите за процена и контрола соодветно го решаваат прашањето со ризик, во спротивно ќе треба да се преиспитаат сите претпоставки. Повратните информации треба да одговараат на уверувањето дека претпоставките направени за нивото на резидуални ризици се уште се валидни. Резидуалните ризици се ризици кои се очекува да останат откако ќе се применат стратегиите за контрола на ризикот. Исто така, од практиките за контрола на ризик може да произлезат и нови ризици. Ризиците кои не биле првично

идентификувани или можеби биле филтрирани за време на првичната процена на ризикот, понекогаш може да станат отежнувачки фактори поради спроведувањето на мерките за контрола на ризикот.

- **Комуникација за ризик (Risk Communication)**

HAZOP претставува моќна алатка за комуникација каде што излезните податоци од алатката секогаш треба да бидат претставени на детално ниво соодветно за различните засегнати страни и е важно за прикажување на резултатите. Доколку HAZOP се користи како основа за „GxP“ одлука или некое друго регулирано овластување, пристапот треба да се документира во Стандардна оперативна процедура. Во постапката можеби не е неопходно да се вклучат детални чекори за бодување или алгоритми, но тие треба да бидат документирани во контролиран извештај и исто така ажурирањата на портфолиото треба да се контролираат.

HAZOP претставува најсоодветна алатка за провена на опасност во објекти, опрема и процеси, и е способен да врши процена на системи од повеќе перспективи:

- **Проектирање:**
 - Процена на способноста на проектот на системот да ги исполни корисничките спецификации и безбедносни стандарди;
 - Идентификација на слабостите во системите;
- **Физички и оперативни средини:**
 - Процена на околината за да се осигура дека системот е соодветно поставен, поддржан, сервисиран, содржан итн.;
- **Оперативни и процедурални контроли:**
 - Процена на инженерски контроли, секвенции на операции, процедурални контроли итн.;
 - Процена на различни режими на работа – стартување, мирување, нормално функционирање, нормално исклучување, стабилни и нестабилни состојби итн.[55].

HAZOP како метода за процена на ризик, има свои предности и недостатоци. Како предности на HAZOP се:

- Обезбедува систематски пристап за идентификување на опасностите, отстапувањата и потенцијалните последици;
- Ги анализира причините и последиците од отстапувањата, помагајќи да се идентификуваат ефективни превентивни мерки;
- Ја подобрува оперативноста и перформансите на системот;
- Мултидисциплинарниот тимски пристап во HAZOP студиите овозможува евалуација на различни перспективи, зголемувајќи ја ефективноста на идентификацијата на опасностите;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Обезбедува детални препораки за корективни активности, помагајќи во спречување на несреќи и инциденти пред да се случат;
- Овозможува евидентирање на наодите на систематски начин што може лесно да се разбере за идна референца;
- Корисен во случаи кога се соочуваме со опасности кои тешко се квантифицираат
- Вградена методологија за бура на идеи;
- Систематска и сеопфатна методологија;
- Во споредба со другите користени алатки за управување со ризик е поедноставен и поинтуитивна метода.

Како недостатоци на HAZOP се:

- Недостаток на средства за процена на опасности кои вклучуваат интеракции помеѓу различни делови од системот или процесот;
- Нема можност за рангирање на ризик или приоритизација;
- Недостаток на средства за процена на ефективност на постоечките или предложените контроли (заштитни мерки);
- Одзема време и интензивни ресурси.

HAZOP наоѓа широка примена во различни индустрии, како: во индустрија за гас и нафта HAZOP студијата се спроведуваат за испитување на морските платформи, рафинерии, цевководи и терминални објекти, во хемиските погони се користат за да се обезбеди безбедно ракување со опасните хемикали и за спречување на несреќи, во фармацевтските компании се користат за процена на потенцијални ризици во производните процеси во усогласеност со безбедносните стандарди, додека во производниот сектор се применуваат за идентификување на опасностите поврзани со сложените производствени системи.

Главните исходи на HAZOP студијата би биле: детални опасности кои се специфични за процесот, специфични заштитни мерки на процесот (аларми, безбедносни патувања, исклучување), како и препораки за дополнителни безбедносни системи или промени во проектот на објектот за подобрување на безбедноста.

HAZOP е една од техниките конкретно спомнати во некои регулативи и е општо прифатена како една од преферираните методологии за идентификација на опасности во хемиската и нафтената индустрија.

HAZOP претставува витална техника за процена на ризик, навлегува подлабоко во отстапувањата од планираниот проект и се фокусира на оперативните аспекти.

HAZOP претставува подетална и подлабока методологија која се фокусира на секој поединечен елемент на системот или процесот, која доведува до намалување на ризиците во објекти и подобрување на безбедносните резултати, при што објектот, луѓето и животната средина, на крај, да бидат заштитени од катастрофалните последици [53].

5.2. КВАНТИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Квантитативните методи резултираат со квантифициран ризик, каде што ризикот е еднаков на производот на веројатноста за појава на пожар и последиците од пожарот, кои се изразени во форма на нумеричка вредност. Во тој случај, веројатноста за настанот е неговата зачестеност по единица време, а последиците се претставени како број на смртни случаи или нумерички изразена материјална загуба.

Lamont & Ingolfsson (2018) направија преглед на алатките за проценка на ризикот, и во контекст на проценка на ризикот од пожар се споменати следните квантитативни методи: метод на дрво на настани, метод на дрво на неуспех, пробабистички методи, cost-benefit анализи, компјутерски модели за проценка на ризик итн. Најчесто применувани квантитативни методи за проценка на ризик од пожар се:

- Пресметување на индексите на ризик со симулациски процедури (Computation of Risk Indices by Simulation Procedures – CRISP);
- Модел за проценка на ризик од пожар и проценка на трошоците (Fire Risk Evaluation and Cost Assessment Model – FIRECAM);
- Евалуација на пожар и проценка на ризик (Fire Evaluation and Risk Assessment – FIERA);
- Лундова стандардна квалитативна анализа на ризик (Lund QRA Method);
- Метод на ризик на Центарот за Безбедност на животна средина и инженерство на ризик (Centre for Environmental Safety and Risk Engineering (CESARE) – Risk Method).

5.2.1. Пресметување на индексите на ризик со симулациски процедури (Computation of Risk Indices by Simulation Procedures – CRISP)

CRISP претставува компјутерски модел кој го проценува ризикот од пожар по животот на корисниците на објектот врз основа на детерминистичка симулација на пожар кој вклучува физички параметри за објектот и веројатност да се случи пожар, а кои се однесуваат на градежните компоненти, активностите на станарите/корисниците на објектот и карактеристиките на горивото. Моделот CRISP, како краен резултат ги дава распределбата на загубите од пожар и вкупниот број на жртви. Овој модел е развиен во Обединетото Кралство.

Во моделот CRISP, триаголниот систем објект-оган-станар (корисник) се третира како збир на интерактивни предмети. Овие предмети вклучуваат: прегради и отвори, детектори и аларми, мебел, корисници, слоеви за топол и ладен чад и меѓусебе разменуваат информации преку сложени интеракции кои се случуваат истовремено.

Во CRISP, симулацијата на пораст на пожарот и ширење на чадот се врши преку двозонски модел со повеќе прегради, во комбинација/заедно со подмодел за одговор и евакуација на станарите/корисниците. Двозонскиот модел претпоставува формирање

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

на два хомогени слоеви со рамномерна температура, концентрација на гас и густина на чад во секторот. Секоја соба е јасно дефинирана со горна зона на топол чад и долна зона на ладен воздух.

Во моделот, развојот на пожар е поделен на три главни фази:

- **Фаза 1** – термичко распаѓање на горивото: процес на пиролиза на горивото во запаливи, испарливи материји;
- **Фаза 2** – согорување во гасна фаза: брза оксидација на пиролизираното гориво и добивање на производи од согорувањето;
- **Фаза 3** – ширење на пожарните производи: транспорт на честички од чад во горниот топол слој на пожарниот сектор.

Моделот на облак (The plume model) е двозонски модел (two-layer zone model) и е развиен од Зукоски и Хескестајд (22). Димот од ладниот слој, како резултат на протокот на воздух (топлиот воздух оди нагоре а ладниот се спушта) ги пренесува производите од согорувањето (CO и CO₂), горивните гасови, топлината и чадот во горниот слој во просторијата. Движењето на масата помеѓу топлиите слоеви и соседните ладни слоеви преку вратите и прозорците се пресметува со интегрирање на Бернулиевата равенка. Моделот ги пресметува загубите на топлина од топлиот слој до околниот ладен слој во заградениот простор.

Сидовите и преградите, во моделот CRISP, се претпоставува дека имаат бесконечен топлински капацитет, така да за време на процесот на спроведување на топлина сидовите остануваат на константа амбиентална температура.

Најважниот подмодел на CRISP е моделот за евакуација на корисниците. Овој модел се обидува да го опише однесувањето на станарите/корисниците на објектот за време на пожар. Факторите кои влијаат на вредноста на нивото на издржливост на пожарниот сектор се: длабочина на топлиот слој, температура, густина на флуксот на зрачење, зачадувањето на просторот и брзината на движење на корисниците/станарите во одделот.

Компонентите од кои е составен овој модел се:

- Физиолошки одговор (physiological response);
- Сензорна перцепција (sensory perception);
- Реакција на станарите на пожар (occupant reaction to the fire).

За време на пожар, знаците за пожар со кои станарите може да се соочуваат се: присуство на чад, чувство на топлина од огнот или слушање на необични звуци за време на пожарот. Повеќе од овие перцепции се управуваат со дефинирање на горни граници на состојби во просторијата со цел предупредување на станарите.

Откривањето на чад е земено во предвид под претпоставка дека ако оптичката густина на чад го надмине прагот од 0.1m^{-1} , тогаш се активира детекторот за чад.

Станарите, откако ќе бидат предупредени од условите за пожар и чад, може да преземат различни активности, а секоја акција бара преселување на лицето на нова локација и тоа треба да го прави се додека не стигне до излезот.

Моделот CRISP, за поедноставување на процесот на евакуација, на станарите им овозможува пристап до информации што можеби ги немаат во реалниот живот. Се претпоставува дека станарите ја знаат просторијата од која потекнува пожарот и просториите во кои се проширил пожарот и исто така ги знаат теѓините на вратите (брзината со која се отвараат) на секоја соба и тие можат да ја изберат излезната патека со најмал можен степен на тежина и со минимално растојание за евакуација.

Условите опасни по живот, предизвикани од CO и CO₂, недостатокот од кислород и интензивна топлина, се изразени во однос на соодветни фракционо-ефективни дози (FED). Во случај кога станарите остануваат во пожарниот сектор или се движат по излезната патека, тие се изложени на чад, топлина и други опасни услови, тие добиваат одреден FED. FED на секое токсично соединение е интегрирано во секој временски чекор. Кога еден од предодредените прагови на FED ќе се надмине, може да се претпостави дека станарите во одделот ја губат свеста или кога FED ќе достигне 100% станарите умираат (21). CRISP сценаријата се дефинирани со случајно избрани параметри за влезните податоци: сезоната, времето на денот, просторијата од каде потекнува пожарот и типот на прво запаленото гориво. Според сезоната и времето од денот, дополнително се одредува статусот на отворите (отворени или затворени). Откако ќе се дефинираат влезните услови, моделот предвидува како се развива сценариото со тек на време, додека пожарот не се изгасне или додека сите станари не се мртви или не избегаат. Што повеќе изработени симулации овозможуваат да се добие хистограмска дистрибуција на бројот на загинати или повредени станари [56].

5.2.2. Модел за проценка на ризик од пожар и проценка на трошоците (Fire Risk Evaluation and Cost Assessment Model – FiRECAM)

Моделот FiRECAM е модел кој се употребува за проценка на ризик од пожар и истиот, во соработка со Јавните служби и Владините служби во Канада, е развиен во Националниот истражувачки совет на Канада (National Research Council of Canada [NRCC]). Главна/основна намера за развој на моделот е проценка на нивото на ризик од пожар за станарите, капиталните и оперативните трошоци на системите за заштита од пожар и загубите од пожар во стан или деловна зграда.

Овој модел може да се користи за да се:

- идентификува дали предложеното проектно решение на системот за заштита од пожар на зградата ги исполнува барањата за изведба наведени во прописите засновани на перформанси, или
- покаже дека нивото на ризик со предложениот проект е еквивалентно на ризикот што се обезбедува со проект кој е во согласност со прописите.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Пристапот ризик-трошок е пристап што ја следи основната методологија на FiRECAM. FiRECAM, за да го пресмета очекуваниот ризик по живот (ERL) и очекуваните трошоци за преземените мерки (FCE), користи и пристап за веројатност и детерминистички пристап. FiRECAM, за да ги процени последиците од пожар во објект/зграда преку симулација на целиот процес на пожар и однесување на луѓето за време на појава на пожар, користи детерминистички пристапи. Моделот FiRECAM ги зема во предвид пожарите кои започнуваат на различни локации, пожарот и ширењето на чадот во зградата, реакцијата/одговорот и евакуацијата на станарите и реакцијата/интервенцијата на противпожарната бригада. За да се завршат гореспоменатите пресметки, тринаесет подмодели за симулирање на динамичката интеракција на развојот на пожар/чад, човечкото однесување и перформансите на системот за заштита од пожар во зградата се развиени, и тоа:

1. **Модел за градење и евалуација на ризикот** – претставува изборен модел кој има за цел да ги корегира факторите за потенцијален ризик од палење и карактеристиките на пожарот во објектот тогаш кога нормалната статистика за пожар не може да се примени. Пресметките се вршат врз база на распоредот на објектот, видот и количината на запаливи материји присутни во објектот, управувањето со објектот, карактеристиките на корисниците на објектот и одржувањето на системите за гаснење на пожар, доколку тие се инсталирани. Крајните/излезните резултати од овој модел се користат понатаму во Моделот за проектирање на пожар со цел да се корегираат статистичките вредности на стапката на појава на пожар, веројатноста за тип на пожар, веројатноста за неуспех на преградите и доверливоста на системите за потиснување на пожарот.
2. **Модел на проектиран пожар** - овој модел заедно со Моделот за развој на пожарот овозможуваат симулација на развој на пожарот и движење/ширење на чадот во FiRECAM моделот. Преку овој модел се предвидува веројатноста за секој од шесте проектирани пожари користени во FiRECAM;
3. **Модел на развој на пожар** – претставува еднозонски модел кој претпоставува дека условите во одделот се рамномерни и претставени со една температура и концентрација на чад. Со помош на овој модел се врши симулација на развојот на проектниот пожар во опожарената просторијата и се пресметуваат вредностите на HRR зависни од времето, собната температура, концентрација на чад и брзината со која масата се движи од изворот на пожарот кон надвор од просторијата. Со помош на овој модел се одредува времето на појавување на клучните настани како што е развојот на знаците за пожар, активирање на детекторот за чад, активирање на детектор за топлина/спринклер и моментот кога ќе се случи “flashover”. Овие подоцна се користат како влезни податоци за други модели;
4. **Модел за ширење на чадот** – претставува модел преку кој се пресметува ширењето на топлиите гасови од просторијата каде се јавил пожарот до останатите простории на објектот. Со помош на овој модел се одредува и температурата која

зависи од времето и концентрацијата на отровните гасови и исто така го определува времето кога скалите стануваат неодржливи, време кога скалите се полни со отровни гасови и не се повеќе достапни за евакуација. Моделот за движење/ширење на чад ја предвидува веројатноста за опасност од чад врз основа на изложеноста на корисниците на токсични гасови и зголемувањето на температурата во објектот во моментот на пристигнување на противпожарната бригада или времето на изгорување на пожарот во просторијата од каде што потекнува пожарот;

5. **Модел на одговор на противпожарна служба** – со помош на овој модел се пресметува веројатноста за пристигнување на противпожарната служба, очекуваното време на нивно пристигнување, ефективноста на гаснење на пожарот и ефикасноста на спасувањето врз основа на карактеристиките на објектот, искуството и карактеристиките на противпожарната бригада, известувањето и условите за патување. Моделот претпоставува дека пожарот ќе биде контролиран и дека сите корисници на објектот ќе бидат спасени во моментот кога пожарниките ќе пристигнат на местото на настанот;
6. **Модел за одговор и евакуација на корисниците** – со помош на овие модели се пресметуваа веројатноста за одговор на предупредувањата за пожар од знаците за пожар, системите и пожарните аларми, како и предупредувањата дадени од други корисници или пожарници. Потоа, веројатноста за одговор се користи во Моделот за евакуација, заедно со критичното време пресметано во Моделот за движење/ширење на чад, со цел да се утврди дали корисниците на објектот можат да го напуштат објектот или не, т.е. да се евакуираат или не. FiRECAM моделот за евакуација користи детерминистички пристап за да го предвиди движењето на корисниците во објектот. За да се поедностави пресметката, претпоставени се голем број на параметри во однос на распоредот на подот, локацијата на излезот и протокот на корисниците;
7. **Модел на опасност по живот – Модел за очекуван број на смртни случаи и модел за очекуван ризик по животот** – токсичните гасови, високата температура и топлинското зрачење од преградите или излезните патишта претставуваат закана за корисниците во објектот. Врз база на вредностите за опасност од чад, веројатноста за ширење на пожарот и бројот на корисници во објектот добиени од другите модели, моделот за очекуван број на жртви овозможува проценка на негативните влијанија врз безбедноста на животот на корисниците од секое пожарно сценарио. Во овој модел, во предвид се земени и други фактори кои можат да влијаат на очекуваниот број на жртви (на пример засолништата). Очекуваниот број на жртви добиен со помош на овој модел, заедно со веројатноста за појава на секое пожарно сценарио добиен преку Моделот за проектирање на пожарот, се комбинираат во Моделот за очекуван ризик по живот со цел да го претстават севкупниот ризик од пожар по живот во објектот;

8. **Модел за трошоци** – преку овој модел се пресметуваат трошоците за системите за заштита од пожар, вклучувајќи ги тука и капиталните инвештиции и годишните трошоци за инспекција и нивно одржување;
9. **Модел за очекувани загуби на имот поради пожар** – преку овој модел се пресметуваат севкупните очекувани трошоци како резултат на сите можни пожари во објектот, со разгледување на веројатноста за секое сценарио добиено од Моделот за проектирање на пожар;
10. **Модел за очекувани трошоци од пожар** – преку овој модел се пресметуваат севкупните очекувани трошоци од случен пожар како резултат на сите можни пожари во објектот, со разгледување на веројатноста за секое сценарио добиено од Моделот за проектирање на пожар.

За да се оцени перформансата на моделот FiRECAM, NRCC и PWGSC спроведоа голем број на реални и фиктивни студии на случај, кои покажаа дека предвидувањата на моделот се генерално разумни и прифатливи [56,57].

5.2.3. Евалуација на пожар и проценка на ризик (Fire Evaluation and Risk Assessment – FIERA)

Националниот совет за истражување во Канада (NRCC), по успешниот развој на FiRECAM, одлучи концептите за процена на ризик од пожар кои беа развиени во FiRECAM да ги прошири на други места. Со цел да бидат задоволени потребите за проектирање за заштита од пожар засновани на перформанси во магацини, хангари за авиони и други лесни иднустриски објекти, развиен е системот FIERA. Системот FIERA обезбедува флексибилност при негово користење врз основа на индивидуални видувања. Тоа му овозможува на корисникот да користи стандардни инженерски корелации за да изврши едноставни инженерски пресметки за заштита од пожар за развој на пожарот, движење/ширење на чадот, сериозноста на пожарот итн. Корисникот дополнително може да користи поединечни подмоделите за да врши проценка на перформансите на одредена компонента од системите за заштита од пожар за кои што е заинтересиран. Времето на активирање на системите за откривање на пожарот, времето на колапс на конструктивниот елемент или времето до “flashover”, како критични параметри, можат да се пресметат за да се оцени дали системот за заштита од пожар ги исполнува специфичните цели за безбедност од пожар.

Системот FIERA може да се користи и за да се изврши целосна анализа на ризикот и да се измери или квантифицира целокупната перформанса на пожарот на објектот. Системот FIERA обезбедува процена на очекуван ризик по живот (ERL) во објектот како резултат на избрани пожарни сценарија и исто така ги пресметува очекуваните загуби од пожар (FCE) на објектот во однос на трошоците за системот за заштита од пожар и економските загуби поради инциденти од пожар. Овие две пресметани параметри се користат за да се најдат оптимални пожарни безбедносни проектни решенија, во согласност со прописите.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

За да се пресметат вредностите за ERL и FCE, системот FIERA ги зема во предвид интеракциите помеѓу развојот на пожарот, движењето/ширењето на чадот, перформансите на системите за заштита од пожар, одговорот и евакуацијата на корисниците и интервенцијата на противпожарната служба. За да се извршат пресметките, се интегрираат голем број на интерактивни подмодели.

Системот FIERA, за да ги пресмета параметрите кои зависат од времето, а со цел да го карактеризира развојот на пожарот, користи проектни пожарни модели. Во овој систем се моделираат овие видови на пожар: пожари на течности во базени и пожари на сталажи за складирање. Согласно стандардните инженерски корелации се пресметуваат стапката на горење, собната температура и производството на димни гасови. Крајните/излезните резултати од Моделот за развој на пожар се внесуваат во Моделот за животна опасност со цел да се предвиди веројатноста за смрт од изложеност на високи флуковски на зрачење. Излезните информации се користат и од Моделот за колапс/неуспех на конструктивниот систем за да се предвиди веројатноста за колапс/неуспех на конструкцијата.

Моделот FIERASmoke претставува двозонски модел (модел со две зони) развиен за системот FIERA кој има за цел да го пресметува движењето/ширењето на чадот во објектот. Моделот за чад со две зони го дели одделот на две различни зони и тоа: горна зона со висока температура и долна зона со ниска температура. И во двете зони, температурата, концентрацијата на гасот и густината на чадот се претпоставува дека се хоомогени. За секој оддел во објектот, овие параметри се пресметуваат како функција од времето врз основа на равенките за зачувување на масата и енергијата. Излезните резултати од моделот за движење/ширење на чад се користат за да се предвиди нивото на издржливост за просториите во објектот, освен за просторијата со потекло на пожар.

Моделот користи влезни податоци како што се:

- Стапка на ослободување на топлина од пожар (HRR)
- Услови за вентилација (на пр., отворени прозорци, врати)
- Геометрија и материјали на просторијата

Со помош на подмоделите на системот FIERA се врши оцена на активните системи за заштита од пожари кои имаат големо влијание врз импактот на корисниците и имотот. Системите за откривање и алармирање за пожар обезбедуваат рано предупредување за опасност од пожар за корисниците и ги активираат системите за гаснење на пожар со што се минимизира влијанието на пожарот и врз животот и врз имотот. Моделот за откривање на пожар е развиен за да го предвиди времето на активирање на детекторите за топлина, главите на прскалките и детекторите за чад. За секој сензор за детекција на топлина се пресметува температурата со цел да се одреди времето на неговото активирање. Со помош на моделите за развој на пожар и движење/ширење на чад се пресметува времето на активирање на детекторите за чад. Времето за активирање

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

пресметано за системите за откривање на пожарот се користи за одредување на времето на одговор на противпожарната единица и корисниците на објектот.

Ефикасноста на автоматските системи со прскалки во објектот се проценува преку Моделот за дефинирање на ефективност на системот FIERA и ја модифицира кривата HRR добиена од Моделот за развој на пожар или од тестовите за пожар. Со променетите вредности на HRR, дополнително се корегираат температурите на пламенот и димот, како и зрачните топлински протоци и се дефинираат температурите на пламенот и на таванот, кои се користат како влезни податоци за други модели за одредување на времето на колапс на граничните елементи за раздвојување на пожарниот сектор.

Моделот за одговор на корисниците и Моделот за евакуација на корисниците се модели кои овозможуваат проценка на одговорот и евакуацијата на корисниците. Моделот за одговор на корисниците се користи за пресметување на веројатноста корисниците, во случај на пожар, да почнат да се евакуираат од објектот. Веројатноста за согледување на присуството на пожар се пресметува врз основа на временски зависната состојба на пожарот и изворите на предупредување во секој временски чекор. Откако ќе се согледа присуството на пожарот, корисниците врз основа на видот на перцепција ја толкуваат ова информација, при што Моделот за одговор на корисниците користи три нивоа на толкување за да го пресмета времето на доцнење. Потоа, врз основа на изворите за предупредување и класификација на корисниците, се пресметува веројатноста за можните дејства преземени од страна на корисниците. Главните резултати на Моделот за одговор на корисниците се кумулативната веројатност за започнување на евакуација за корисниците во секој оддел во функција од времето, како и времето и веројатноста за повикување на противпожарната служба.

Моделот за евакуација на корисниците го пресметува движењето на секој корисник од неговата локација на самиот почеток на пожарот се до безбедно место. Освен тоа, за корисниците во секој оддел, моделот ја пресметува пондерираната просечна брзина, времето потребно за успешна евакуација и моменталната и кумулативната крива на веројатност за успешна евакуација. Заедно со другите подмодели, оваа информација се корисити за одредување на бројот на успешно евакуирани корисници или заробени корисници во објектот.

Преку системот FIERA се предвидуваат смртните случаи како резултат на ефектите од дишење на токсични гасови, изложеноста на висок топлински флукс по пат на зрачење и изложеноста на високи температури. Моделот за животна опасност ја пресметува веројатноста за смрт во секој оддел со здружување на поединечните веројатности за смрт од изложеноста на корисниците на флуксот на топлинското зрачење и дишењето на топли или токсични гасови, каде што зависно од времето, очекуваниот број на мртви во објектот за одредено сценарио се предвидува како збир на производите на веројатноста за времето на смртни случаи и преостанатите корисници кои се живи во секој оддел во било кое дадено време. Вкупниот очекуван број на мртви во објектот и

веројатноста за појава на секое сценарио се зема во предвид од Моделот за очекуван ризик за животот со цел да се пресмета Очекуваниот ризик за животот (ERL).

Системот FIERA ги зема во предвид економските загуби кои директно или индиректно произлегуваат од пожарни инциденти и капиталните инцестии и трошоците за одржување на системите за заштита од пожар во објектот. Економскиот модел ги пресметува капиталните инвестиции за конструкцијата на објектот и неговата содржина, капиталните инвестиции и годишните оперативни трошоци на системите за заштита од пожари. Покрај овие инвестиции, преку овој модел се пресметуваат и директните штетите на конструкцијата и на содржината на објектот со разгледување на влијанијата на чадот, водата и топлината.

Моделот за застој (the downtime model) го пресметува времето на прекин на работење и соодветните парични загуби кои произлегуваат од прекилот на деловното работење по пожарот. За да се процени очекуваниот трошок од пожар (FCE) се комбинираат загубите од пожар, трошоците од пожар во објектот и веројатноста за појава на секое пожарно сценарио [56].

5.2.4. Метод на Лунд за стандардна квалитативна анализа на ризик (Lund QRA)

На Универзитетот Лунд во Шведска, Frantzych предложи два пристапи за проценка на ризикот од пожар - Лунд Стандардна квантитативна метода за анализа на ризик (QRA) и Проширена QRA метода. Главната цел на неговата работа е да развие квантитативни методи за одредување на ниво на ризик за станарите кои се изложени на пожар во објекти.

И индивидуалниот ризик и општествениот ризик кои произлегуваат од пожар може да се проценат со користење на QRA методите. Индивидуалниот ризик се дефинира како ризик на кој е подложен секој конкретен станар/корисник, додека општествениот ризик се дефинира како ризик од повеќекратни смртни случаи. Типичниот краен резултат за индивидуален ризик е опишан како веројатност за смрт на лица на годишно ниво како резултат на изложеност на пожар. Општествениот ризик од методот QRA често се изразува како крива FN која ја опишува веројатноста за настан и последиците од настанот во однос на бројот на смртни случаи на станари. Општествениот ризик се изразува и како просечен општествен ризик (ASR), кој го претставува бројот на жртви на годишно ниво при настанување на пожар. ASR го изразува ризикот со еден број за да го олесни споредувањето на ризиците при различни проектни решенија или да утврди дали одреден проект е во согласност со утврденото ниво на толеранција на ризик.

За да се испитаат влијанијата на инцидентот од пожар, се користи **Концептот на тројката на Каплан и Гарик** кој вклучува сценарија за несреќи, зачестеност на несреќи и последици од несреќи.

Веројатносниот аспект на методот Lund QRA базира на дрво на настани. Дрвото на настани, познато и како дрво на веројатност, често се конструира со дефинирање на

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

иницијативен настан проследен со низа гранки, секоја означува можен исход од синџир на настани. Со користење на дрвото на настани, настаните што може да се случат се организираат и графички се прикажуваат во структура на сценариото. На секое сценарио му се доделува веројатност со комбинирање на веројатностите на сите гранки кои водат до тоа сценарио.

За да се квантифицираат последиците од секое сценарио што произлегува од инцидент со пожар, се користат детерминистички противпожарни инженерски пресметки. Целокупната последица е изразена со функција на гранична состојба G . Изразувањето на функцијата на граничната состојба зависи од целта за заштита од пожари. Во студија на случај за анализа на ризикот за безбедност од пожари на здравствена установа, Францих ја дефинира функцијата на граничната состојба преку граничното време на евакуација.

$$G = T_s * M_s - (T_d + T_r + T_e)$$

каде:

G – Горна граница на време на евакуација, што е време за постигнување неодржливи услови минус времето за евакуација за секое сценарио во дрвото на настанот;

T_s – пресметано време до неодржливи услови;

M_s – фактор на несигурност на моделот;

T_d – пресметано време за откривање на пожар;

T_r – време за реакција и одговор за персоналот;

T_e – пресметано време на движење за пациентите.

Во проценката, проектираниот пожар се претпоставува дека е t -квадратен пожар. Времето до неодржливи услови во зградата се одредува со симулирање на сценаријата за пожар со компјутерската програма CFAST. Времето на откривање се одредува со користење на програмата Detact-t2 за да се пресмета времето на активирање на детекторот за чад или топлина. Факторот M_s е несигурноста на CFAST моделот. Со користење на метод на поставување на најмал квадрат, се добива изразот на T_s и T_D во однос на стапката на раст на пожарот и висината и површината на просторијата. Времето на реакција и одговор на персоналот T_r се зема како случајна променлива по нормална распределба во секунди. Времето на движење T_e се пресметува со едноставна равенка во врска со односот на бројот на пациенти и бројот на персоналот за време на евакуацијата. Негативната последица или неуспехот на процесот на евакуација се дефинира како G и е помала или еднаква на нула.

Бидејќи многу варијабли што се користат во инженерската пресметка за заштита од пожари вклучуваат статистичка дистрибуција и неизбежни несигурности, довербата во профилот на ризик што произлегува од стандардниот QRA е непозната. За да се проучи влијанието на несигурностите во веројатноста или променливите гранки, се предлага употреба на проширен QRS. Проширената QRA ги зема предвид информациите за

несигурноста на системот. Тројката на Каплан и Гарик потоа може да се изрази како $R=\{s_i, p_i(x_i), c_i(y_i)\}$ за да се одрази влијанието на променливите кои се предмет на неизвесност. Сепак, направени се многу малку обиди да се примени проширениот QRA метод во практиката за проценка на ризик од пожар.

Во стандардниот QRA, последиците и веројатностите на сценаријата може да се испитаат поединечно или заедно како систем во зависност од целите на анализата. Предноста на користењето на QRA методите е што може да се истражат голем број настани. Понатаму, со продолжениот QRA метод се разгледува инхерентна несигурност во променливата. Frantzych сугерира дека овие два методи за анализа на ризик може да се користат како алатки за одлучување за споредување на различни проектни опции [56].

5.2.5. Метода за процена на ризик од пожар CESARE – Risk

Моделот CESARE-Risk е модел за проценка на ризик од пожар развиен од Центар за Безбедност на животна средина и инженерство на ризик (CESARE) на Технолошкиот универзитет Викторија во Австралија. Во овој модел се применуваат различни типови на објекти, вклучувајќи ги тука станбените објекти, хотелите и објектите за нега на стари лица. Заедно со воведувањето на прописот за градење во Австралија во 1996 година, кој е заснован на перформанси, овој модел е развиен со намера да им обезбеди на инженерите за заштита од пожари алатка за квантифицирање на перформансите на системите за заштита од пожар и проценка на нивоата на ризик од пожар во објектите, со што се помага да се идентификуваат ефективни решенија за проектирање на објектите.

CESARE-Risk користи комбинација од веројатност и детерминистички пристап за да ги процени двата параметри за донесување одлуки ERL и FCE за сите сценарија за пожар што може да се појават во објектот. ERL е очекуваниот број на жртви на 1000 пожари или очекуваниот број на жртви во текот на проектниот век на објектот. FCE е збир на капитални инвестиции во системите за заштита од пожар и сите загуби на имот од сите пожари во објектот во тек на самиот проектен век.

Во моделот CESARE Risk, сценаријата за пожар се опишани со дрва на настани. Употребата на методот на дрво на настани е да се справи и со успешните и неуспешните операции на мерките за заштита од пожари во зградата. Теоретски, како резултат на анализа на дрвото на настани, би имало бесконечен број на сценарија доколку се земат предвид сите фактори кои влијаат на нивото на ризик од пожар во објектот. За да се ограничи сложеноста на проблемот и да се направат пресметките со користење на можна тековна технологија за пресметување, моделот на ризик CESARE ги разгледува само најважните фактори кои би претставувале голем ризик за безбедноста на животот на корисниците и загубата на имот. Овие фактори се: димензиите и содржината на објектот, профилите на станарите, условите за палење, системите за противпожарна заштита и одговорот на противпожарната бригада. Посебна карактеристика на ризикот

добие со CESARE е тоа што овој модел користи динамична структура на сценарио за да го измери стохастичкиот процес на инцидент од пожар.

Во процесот на пожар во објектот, дефектите на бариерите и на конструктивните компоненти се третира како стохастички процес. При пожари кои тлеат и не се шират, веројатно нема да дојде до ширење на пожарот во други оддели. Меѓутоа, за пожари кај кои се појавува фазата на “post-flashover”, структурата на дрвото на настани може да се промени поради ширење на пожарот од просторијата од која потекнува пожарот во други простории. За да се справи со овој проблем, се користи структура на динамично дрво на настани за да се претстават сценаријата за пожар во овој стохастички процес.

CESARE Risk го користи моделот за раст на пожарот NRCC за да ја предвиди собната температура, концентрацијата на чад и висината на слојот на чад во просторијата од каде што потекнува пожарот. Овој модел се заснова на методологија за раст на пожарот во една зона, и тој е модифициран и потврден со резултатите од експериментите спроведени на Технолошкиот универзитет во Викторија.

Со развојот на пожарот, чадот и производите од горењето можат да се транспортираат надвор од просторијата во која започнал пожарот. Центарот CESARE развил модел за ширење на чад наречен CESARESmoke за да го предвиди ширењето на чадот низ објектот.

Перформансите на бариерите и конструктивните елементи се проценуваат со Моделот за неуспех на бариери развиен од BHP Australia. Овој модел е поврзан со моделот за раст на пожарот за да се предвиди времето на откажување на бариерите и конструктивните елементи изложени на реален пожар и стандардната состојба на оптоварување. Се спроведува симулација на Монте Карло за да се симулираат повеќе пожари за да се одреди веројатноста за неуспех, стандардното отстапување и просечното време на неуспех. Критериумите што се користат за одредување на отпорноста на бариерите и на конструктивните елементи се: изолација I, интегритет E и носивост (отпорност) R.

Моделот на човечко однесување се однесува на човечкиот одговор за време на пожарот и ја проценува кумулативната изложеност на корисниците на токсични и термички ефекти, во врска со моделите за раст на пожарот и ширење на чад. Моделот на човековото однесување се состои од три компоненти:

- Подмодел на одговор;
- Подмодел за евакуација;
- Подмодел за интервенција на противпожарна бригада.

Подмоделот за одговор се однесува на однесувањето на корисникот пред почетокот на евакуацијата. Овој модел користи веројатносен пристап за пресметување на времето на препознавање на опасноста и времето на предевакуација врз основа на собраните податоци.

Подмоделот за евакуација на CESARE Risk е динамичен мрежен модел што се справува со движењето на станарите од нивната соба кон надворешноста на објектот. Станарите

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

во зградата се категоризираат или како мобилни или немобилни. Подмоделот за евакуација ја проценува просторната распределба на станарите во секој момент од инцидент со пожар и времето за кое корисниците ќе останат на некоја локација. Два модели на евакуација - стандардната евакуација и евакуација со присуство на чад се земени предвид за да се оцени времето на евакуација со или без ефектите на топлина и чад. Во моделот за евакуација со чад, на корисниците им е дозволено да ја менуваат насоката на движење барајќи алтернативни излезни патеки доколку се очекуваат услови на високо затемнување од чад на нивната рута/патека. Во CESARE Risk, ризикот за безбедност на животот се претпоставува дека е резултат или на временска акумулација на токсични гасови или на термички ефекти врз корисниците. Кумулативната доза на COHb (карбоксиемоглобин) во крвта и температурата се користат за да се утврди неспособноста и смртноста на станарот/корисникот.

Одговорот на пожар и активностите на противпожарната бригада се оценуваат со поедноставена верзија на Моделот за интервенција на противпожарната бригада развиен од Советот на австралиските противпожарни власти (AFAC – Australian Fire Authorities Council). Моделот користи веројатносен пристап за да го пресмета времето на пристигнување на противпожарната бригада, времето на подготовка и времето кога противпожарната бригада започнува да се справува со пожарот и го започнува процесот на пребарување и спасување. Резултатите од овој подмодел се или пожарот е успешно изгаснат или не, што е во функција на сериозноста на пожарот, времето за почеток на борбата против огнот и достапноста на вода.

Економскиот подмодел се користи за пресметување на инвестициските трошоци на системите за заштита од пожари и загубата на имот како резултат на пожарот. Пресметката на капиталните трошоци на системите за заштита од пожари ги вклучува инвестициите во системот за активна и пасивна противпожарна заштита, како и годишните трошоци за инспекција и одржување на системите за противпожарна заштита. Загубите од пожарот се проценуваат со разгледување на штетите од пожар, штетите од чад и штетите од вода, како и веројатностите на секое сценарио. Резултатот од моделот е Очекувани трошоци од пожар (FCE) кој ги собира паричните трошоци и факторите на загуба во текот на животниот век на објектот [56].

5.3. ПОЛУ-КВАНТИТАТИВНИ МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Полуквантитативните методи претставуваат комбинација од квантитативни и квалитативни методи и можат да го проценат ризикот на едноставен, делумно квантитативен начин кога пристапот до податоци е ограничен.

Квантитативните и полуквантитативните методи бараат спроведување на детални анализи, како и постоење на соодветни статистички податоци за пожарите. Пожарите што се случиле во минатото сведочат за тоа како пожарите се шират и укажуваат на (не)ефикасноста на мерките што се спроведуваат со цел да се исполнат минималните технички барања диктирани со прописите, но вистинското влијание на секоја одредба за заштита од пожари или комбинација на одредби не може да се мери.

Следниве методи се наведени како четири најчесто користени и најдобро документирани полуквантитативни методи за проценка на ризикот од пожар:

- Американскиот систем за проценка на безбедноста од пожари, FSES (Fire Safe Evaluation System);
- Единбург шемата (Edinburgh Scheme, продолжение на системот FSES);
- FRAME (Fire Risk Assessment Method (for) Engineering);
- Швајцарски метод Гретенер (Gretener method);
- Полу-квантитативен матричен метод (Risk Matrix method).

FSES и моделот Единбург се базираат на оценка и рангирање на варијаблите на ризикот. Оценките се засноваат на колективно инженерско расудување кое е вградено во методологијата.

Методот FRAME се заснова на математички формули за потенцијален ризик, ниво на прифаќање и ниво на заштита. Развиен е за сценарија на пожар во внатрешноста на објектот.

Швајцарски метод Гретенер познат како Еуроаларм метода, се користи за проценка на ризикот од пожар, како основа за донесување одлука за поставување на автоматско алармирање и гаснење на пожар, како и за донесување одлука за дополнителни мерки за заштита од пожар.

Матричниот метод ја определува вредноста на ризикот како производот помеѓу вредноста на опасноста од пожар и вредноста на веројатноста за појава на пожар, односно ризикот од пожар.

5.3.1. Американскиот систем за проценка на безбедноста од пожари, FSES (Fire Safe Evaluation System)

Американскиот систем за проценка на безбедноста од пожар (FSES) е систематски пристап кој ги комбинира инженерските принципи, прописите за заштита од пожар и методологиите за проценка на ризик со цел да се оцени и да се подобри безбедноста од пожар во објектите. FSES ги интегрира инженерските принципи за пожар со процесот на

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

процена на ризик од пожар за да се осигурува дека се покриени сите аспекти на безбедност од пожар. FSES претставува сеопфатен пристап за заштита од пожар кој во неговата анализа ја зема во предвид динамиката на однесувањето на пожарот, евакуацијата на луѓето и интеракцијата помеѓу системите за заштита од пожар во еден објект, односно е проактивен пристап заснован на податоци кој користи и квантитативна анализа (на пример симулации за динамика на пожар) и квалитативна анализа (на пример анализа на однесување на луѓето) за да се ублажат ризиците од пожар. FSES вообичаено вклучува детален, систематски пристап за идентификување на опасностите од пожар, процена на ризици од пожар и обезбедување на соодветни мерки за заштита од пожар и постапка за итни случаи.

FSES најчесто се користи за процена на ризик од пожар кај високите станбени објекти, здравствените установи и големите комерцијални објекти и помага да се идентификуваат слабостите во стратегиите за заштита од пожари, да се препорачаат решенија и да се обезбеди усогласеност со релевантните прописи и стандарди за заштита од пожари.

FSES е проектиран и дизајниран да може да врши:

- Оптимизација на мерките за заштита од пожар врз основа на карактеристиките на објектот (распоред, зафатеност, материјал и употреба);
- Процена и квантификација на ризиците од пожар со користење на модели, симулации и техники за анализа;
- Интегрирање на принципите за противпожарно инженерство со регулаторната усогласеност со цел да се обезбеди сеопфатен пристап за заштита од пожар.

FSES се состои од три главни карактеристики:

1. **Симулација на однесување во пожар** – симулира однесување, ширење и интеракција со градежните елементи на пожарот;
2. **Симулација на евакуација** – анализира како ќе реагираат луѓето на сценаријата за пожар и како безбедно ќе се евакуираат од објектите;
3. **Дизајн и оптимизација на системот за заштита од пожар** – ги подобрува мерките за заштита од пожар, како што се системите за гаснење на пожар, аларми, прскалки и системи за сузбивање на распоредот на објектот и профилот на ризик;
4. **Квантификација и ублажување на ризикот** – врши идентификување на опасностите и примена на стратегии за нивно минимизирање.

Процена на ризик од пожар согласно FSES се реализира во неколку фази, од кои секоја фаза има за цел да ги процени ризиците и да обезбеди стратегии за нивно ублажување. Клучните фази на FSES за процена на ризик од пожар се:

- **Фаза 1 – Идентификација на опасност од пожар:** ова фаза ја претставува почетната фаза каде што се идентификуваат сите потенцијални опасности од пожар во еден објект т.е. се идентификуваат сите потенцијални извори на палење

било тоа електрични (неисправни жици, електрични апарати и опрема), механички (неисправни машини, системи за греење или системи за HVAC) или човечка грешка (пушење, готвење или лоши практики на домаќинство), се идентификуваат сите извори на гориво односно сите материјали кои лесно може да се запалат (дрво, текстил, пластика или запаливи хемикали) и се идентификуваат изворите на кислород, било какви услови кои можат да обезбедат дополнително гориво за пожарот, како што се системи за вентилација или отворени прозорци;

- **Фаза 2 – Моделирање на динамика на пожар:** основна компонента на FSES всушност е моделирањето на динамика на пожар која вклучува користење на алатки за симулација со цел да се предвиди како пожарот ќе се развие и ќе се прошири низ објектот. Освен тоа, овозможува подобро да се разбере однесувањето на пожарот, движењето на чадот и влијанието на системите за заштита од пожар. Во ова фаза се анализира како растот на пожарот ќе се зголеми во објектот т.е. се одредува колку брзо и интензивно ќе се шири пожарот под влијание на материјалите во просторијата, димензиите на просторијата и условите за вентилација, со помош на модели за динамика на пожар се проценува колкава топлина би произвела пожарот со тек на време и како тоа би влијаело врз станарите, врз околните простории и врз структурниот интегритет на објектот, и се проценува како топлината од пожар може да ги оштети чувствителните материјали, структурните елементи или луѓето во непосредна близина. Исто така се реализира симулација на чад и отровни гасови, како истите можат да се шират низ објектот за време на пожар, следи како чадот ќе се движи низ објектот, земјаќи ги во предвид факторите како што се отворените врати и прозорци и проток на воздух од системите за вентилација. Сите овие симулации се реализираат со користење на алатки како:
 - CFD (Computational Fluid Dynamics- Нумеричка динамичка анализа на флуиди) се користи за симулирање и анализа на однесувањето на пожар, топлина, чад и гасови во зградата и
 - PyroSim или FDS (Fire Dynamics Simulator-Симулатор на динамика на пожар) се користат за моделирање на растот на пожарот, ширењето на чадот и однесувањето на чадот и квалитетот на воздухот во големи и сложени згради;
- **Фаза 3 – Анализа на однесување и евакуација на станарите:** за да се види дали објектот е соодветно подготвен за евакуација потребно е да се разбира како станарите од објектот ќе се однесуваат во итен случај на пожар. Однесувањето на патниците додека се обидуваат да излезат и да го напуштат објектот за време на пожар се одредува со помош на симулациски софтвер. Клучните фактори кои се оценуваат во оваа фаза вклучуваат:
 - Определување на време на евакуација т.е. колку време ќе биде потребно за

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

да можат сите станари безбедно да се евакуират од објектот во кој настанал пожар;

- Идентификување на потенцијални точка за застој (безбедно засолниште) каде што може да се заработ голем број на луѓе (во ходници или на излезите за пожар);
 - Проверка на адекватноста на патеките за бегство т.е. дали скалите, излезните патеки за пожар и патеките за евакуација се доволно за бројот на станарите.
 - Pathfinder или BuildingEXODUS се софтверски алатки кои се користат за симулирање на процесите на евакуација, земајќи го предвид однесувањето на патниците, застојот и безбедните излезни правци. Овие алатки помагаат да се процени ефикасноста на патеките за евакуација и колку време ќе им биде потребно на станарите да излезат од зградата под различни сценарија за пожар;
- **Фаза 4 – Евалуација на системи за противпожарна заштита:** FSES се фокусира да обезбедува поставеност на соодветни системи за заштита од пожар зависно од ризиците од пожар во објектот. Тоа всушност подразбира:
 - Активна противпожарна заштита – дали алармите за чад, детекторите за топлина и детекторите за пламен се соодветно распоредени низ објектот т.е. дали во објектот има системи за откривање на пожар и дали прскалките, апаратите за гаснење на пожар, системите за водена магла или системите за гаснење на пожар се ефикасно дизајнирани да контролираат пожари во различни области т.е. дали во објектот има системи за гаснење на пожар;
 - Пасивна противпожарна заштита – да се процени пожарната отпорност на сидови, подови, врати и тавани кои одвојуваат различни простории на објектот и да се обезбеди дека главните конструктивни елементи (греди и столбови) се отпорни на пожар за одредено времетраење;
- **Фаза 5 – Стратегии и препораки за намалување на ризикот:** откако ќе се идентификуваат и анализираат сите ризици, како последен чекор останува да се развиваат стратегии за намалување на ризикот. Нивна цел е намалување или елиминирање на идентификуваните ризици и подобрување на мерките за заштита од пожар. Тоа се постигнува со прилагодување на распоредот на зградите, подобрување на поделбата или инсталирање дополнителни противпожарни врати и бариери за спречување на пожари во одредени области (модификации во проектот/дизајнот), надградба или додавање системи со прскалки, инсталирање дополнителни аларми за чад и зајакнување на знаците за евакуација (подобрување на заштита од пожар) и обезбедување на патниците и персоналот да добијат редовна обука за заштита од пожари и да спроведуваат вежби за пожар за да се обезбеди подготвеност во случај на итен случај на пожар (вежби за пожар и обука).

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Американскиот систем за проценка на безедноста од пожар (FSES) обезбедува посеопфатен и динамичен пристап во зависност од традиционалните проценки на ризик од пожар (FRA) кои често се фокусираат на обезбедување усогласеност со прописите за заштита од пожари и проверка на основните мерки за заштита од пожар (на пр., противпожарни врати, аларми, излези за итни случаи). Во Табела 5.8 претставени се разликите помеѓу FSES и FRA.

Табела 5.8. FSES наспроти традиционална проценка на ризик од пожар

Традиционален FRA:	Американскиот систем за проценка на безедноста од пожар (FSES)
Се потпира на прописни кодови и стандарди (на пр., прописи кои го специфицираат бројот на излези или потребната оценка за отпорност на пожар на ѕидовите)	Ја анализира динамиката на пожарот и симулира раст на пожарот, преземајќи попроактивен пристап со проценка на специфичните опасности и услови единствени за зградата
Врз основа на постатички поглед на безедноста од пожари, често земајќи ги предвид типот на зградата и населеноста	Моделирање на евакуација и проценка на човековото однесување за време на итни случаи
	Ги зема предвид сложените распореди на зградите и интеракцијата на системите (на пр., системи за греење, вентилација и климатизација (HVAC))
	Користи напредни алатки како моделите CFD (Computational Fluid Dynamics) за симулирање на движењето на оган, топлина, чад и гасови во реално време

Конечно може да се заклучи дека Американскиот систем за проценка на безедноста од пожар (FSES) обезбедува многу детален, динамичен и научно управуван пристап за проценка на ризикот од пожари. Со инкорпорирање на напредно моделирање на пожар, симулации и анализа на евакуација за да се создадат попрецизни, сеопфатни проценки, FSES ги надминува традиционалните методи за процена на ризик од пожар. FSES обезбедува поефикасна стратегија за безбедност од пожар која води до оптимизиран дизајн на објектот, подобро ублажување на ризикот и зголемена безбедност за станарите во објектот [8, 58].

5.3.2. Единбург шемата (Edinburgh Scheme, продолжение на системот FSES)

Единбург шемата претставува метода за процена на ризик од пожар и се однесува на методологија за проценка на ризик од пожар специјално развиена во градот Единбург, Шкотска, особено во контекст на историските и наведените градби во градот. Шемата не претставува универзално признат стандард како што се регулативите за заштита од пожар или други стандарди за заштита од пожар, туку истата се однесува на локална

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

рамка или методологија која што е развиена за да одговори на уникатните предизвици на безбедноста од пожари во историската средина на Единбург.

Како примарна цел на Единбург шемата е да се осигури дека проценката на ризик од пожари за објектите, со посебен осврт кон тие со историско значење, да е ефективна и соодветна на специфичните потреби на градот. Шемата е развиена за да се постигне рамнотежа помеѓу современите барања за заштита од пожари и потребата да се зачува наследството.

При процена на ризик од пожар и заснова на план за безбедност од пожар, Единбург шемата ги зема во предвид и специфичните барања што ги имаат зградите во Единбург, како:

- **Тесни скалила;**
- **Ограничена преграда за пожар;**
- **Историска градба од дрво;**
- **Стари или несоодветни системи за гасење на пожар;**
- **Ограничен пристап за модерна противпожарна опрема.**

Рамката на Единбург шема е изградена на неколку основни принципи кои ги земаат во предвид и современите најдобри практики за безбедност од пожари и зачувувањето на наследството на зградата. Ова рамка вклучува:

- **Размислување за наследството** – шемата е прилагодена на имотите на наследството во Единбург, каде што поради нивната историска вредност може да дојде до сложени распореди, наведени карактеристики или ограничувања на измените. Поради тоа, примената на мерките за заштита од пожар треба да биде на таков начин што нема да доведе до загрозување на естетскиот, архитектонскиот интегритет или историската ткаенина на зградата;
- **Спречување и сузбивање на пожар** – врз основа на распоредот на зградата, употребата и историските карактеристики се врши оцена на системите за откривање на пожар (аларми за чад, прскалки) и системите за гаснење на пожар (систем со прскалки, апарати за гаснење на пожар). Освен тоа, системите за гаснење на пожар треба да бидат избрани така што ќе обезбедат минимизирање на потенцијалната штета на структурата или уметничкото дело, што е особено важно за музејските простории, јавните објекти и историските ентериери;
- **План за евакуација** – зависно од староста и дизајнот на објектите, планот за евакуација е внимателно дизајниран. Со цел да се обезбеди пристапност и доволен капацитет за евакуација, можно е да се врши измена или подобрување на патеките за бегство. Шемата исто така вклучува и вежби за евакуација, сигнализација за пожарникарски излези и одредби за лица со посебни потреби или оние со проблеми во мобилноста;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- **Методологија за процена на ризик** – Единбург шемата следи пристап заснован на ризик за безбедност од пожар, што подразбира процена на ризик во однос на тип на искористеност, структура на објектот и користење на просторот, каде што клучен елемент би бил идентификувањето на области со висок ризик, како: кујни, електрични простории итн. Освен тоа, шемата ќе обезбеди објектот да има соодветни противпожарни прегради со цел да се спречи брзото ширење на пожарот низ објектот;
- **Градежни регулативи и стандарди за заштита од пожар** – шемата ќе биде информирана со шкотските регулативи за безбедност од пожари, како што се Законот за пожар (Шкотска) од 2005 година и Регулаторната реформа (безбедност од пожар) од 2005 година. Како дел од техничките упатства во рамките на шемата, дополнително, ќе бидат и британските стандарди како BS 9999 (Безбедност од пожар во дизајнот, управувањето и Употреба на згради);
- **Посебни размислувања за изградената средина во Единбург** – знаејќи дека Единбург има светско наследство на УНЕСКО и голем број на згради се стари со векови, безбедноста од пожари станува многу предизвикувачка, што подразбира дека градежните прописи мора да се придржуваат до строгите правила за конзервација кои ги ограничуваат модификациите на овие својства. При процена на ризици од пожар треба внимателно да се разгледаат некои карактеристики што се присутни кај многу објекти: објектите може да имаат сложени распореди, мали внатрешни простори, дрвени скали и запаливи материјали како на пример дрвени греди, историски мобел и друго.

При процена на ризик од пожар, Единбург шемата ги следи неколку чекори:

- **Чекор 1 - Почетна консултација:** како почетен чекор, консултантот за заштита од пожари ќе започне со посета на локацијата за да врши процена на структурата, распоредот и статусот на наследството на објектот, ќе се соберат информации за историјата на објектот, користењето и станарите со цел да се разберат специфичните потреби;
- **Чекор 2 - Преглед за безбедност од пожар:** во овој чекор се врши оцена на постојните системи за откривање на пожар, апарати за гаснење на пожар, процедури за евакуација и одделување. Се проверува дали има опасност од пожар, земајќи ги во предвид и опасностите од електрична енергија, места за готвење или било што може да претставува ризик од пожар во контекст на старост на објектот;
- **Чекор 3 - Идентификување на ризични области:** после проверката на опасностите од пожар, следува идентификација на високоризичните зони како што се кујните, механичките простории и области со голем сообраќај;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- **Чекор 4 – Препораки:** во овој чекор се вклучуваат дадените предлози за подобрување на безбедноста од пожари кои вклучуваат инсталирање на модерни системи за откривање и сузбивање на пожар, зајакнување на бариери за пожар или имплементација на специфични стратегии за евакуација за просториите со наследство. Цел на препораките е да го зачуваат архитектонскиот интегритет на објектот, истовремено обезбедувајќи соодветни мерки за заштита од пожар;
- **Чекор 5 - Известување и усогласеност:** последниот чекор опфаќа изготвување на формален извештај за процена на ризик од пожар кој ги наведува ризиците, препорачаните мерки и чекорите за усогласување со прописите за заштита од пожари. Исто така, овој документ може да вклучува и детали за тековното следење и одржување на системите за заштита од пожар во објектот.

За да се врши процена на ризик од пожар согласно Единбург шема потребно е пред се да се знае како да се користи таа шема. Начинот како се користи ова шема е објаснето чекор по чекор и тоа:

- **Фаза 1 - Подготовка:** подготовката ја претставува почетната фаза каде што се собираат релевантните документи и основни информации за објектот, неговата употреба и нејзината историја на заштита од пожари. Релевантните документи вклучуваат: план на градба (распоред, патеки за бегство, локација на клучните карактеристики за заштита од пожар), информации за историски објект (година на градба, каков вид на реновирање бил настанат во објектот, статус на наследство и друго), употреба на објектот (станбен објект, канцеларија, јавен објект, музеј или објект за различна употреба), доколку е достапно да се прегледуваат и претходните проценки со цел да се разберат претходните мерки за заштита од пожар и какви промени се направени со тек на време и да се разбере и прегледува Законот за пожар (Шкотска) од 2005 година, Регулаторната реформа (заштита од пожари) од 2005 година, регулативите за градежни стандарди (Шкотска) и специфичните упатства на Градскиот совет на Единбург;
- **Фаза 2 - Посета на локација и почетна процена:** во ова фаза се спроведува целосна проверка на објектот на лице место со цел да се идентификуваат и проценат сите можни опасности од пожар, обрнувајќи големо внимание на:
 - Структура и дизајн на објектот – се оценува староста, распоредот и дизајнот на објектот, се врши идентификација на карактеристиките на објектот како што се дрвените греди, тавани, камини и украсни елементи кои можат да предизвикуваат ризик од пожар, се врши процена на конструктивните елементи дали истите придонесуваат за ризиците од пожар и дали за нив се потребни мерки за заштита од пожар, се проверуваат дали патеките за бегство се јасно означени и достапни особено кај постарите објекти;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Постојни мерки за заштита од пожар – се врши преглед на тековните системи за откривање на пожар, се врши процена на системите за гаснење на пожар и се оценуваат противпожарните врати, противпожарните прегради и противпожарните бариери;
- Опасност од пожар – се идентификуваат потенцијалните извори на палење (електрична опрема, кујни или извори на греење), се проверува дали има запаливи материјали и се идентификуваат областите каде што пожарот може брзо да се шири;
- Информации за станарите – се идентификува бројот на станарите и нивните потреби (лица со оштетена подвижност, постари жители и друго) на кои, во случај на пожар, можеби ќе им треба дополнителна помош и да се рабере распоредот на сместување (дали објектот се користи во тек на денот или ноќта);
- **Фаза 3 - Процена на безбедност од пожар:** при процена на безбедност од пожар, Единбург шемата треба да се фокусира на подобрување на противпожарните бариери и одвојување на областите со висок ризик од другите простории на објектот, за да се спречи ширењето на пожарот од една во друга просторија потребно е да се поставуваат противпожарни врати, запечатени отвори или огноотпорни облоги за да се прегради пожарот, патеките за бегство да бидат огноотпорни и да имаат соодветна сигнализација и да бидат добро осветлени за да се обезбеди полесна евакуација на станарите и доколку внатрешните скали се ограничени поради причини нза наследство да се додадат надворешни противпожарни скали, да се врши реконструкција на системите за заштита од пожар со користење на неинвазивни системи за откривање на пожар или прскалки и системи за потиснување, и да се обезбеди конструктивна отпорност на пожар;
- **Фаза 4 - Препораки за заштита од пожар:** откако ќе се врши проценката на објектот, следуваат препораките за заштита од пожар кои опфаќаат:
 - Системи за откривање на пожар и аларм – да се инсталираат соодветни, неинвазивни системи за откривање пожар што ќе ги предупредат патниците рано без да ја загрозат историската внатрешност и да се користат напредни детектори за чад или детектори за топлина во чувствителните области за да се минимизираа оштетувањето на уметничките дела, мебелот или историските материјали;
 - Одделување и протипожарни бариери – се дава како предлог да се поставуваат или да се надградуваат огноотпорни бариери, противпожарни врати и прегради за да се создадат безбедни зони за евакуација и да се контролираат пожарите и да се размислува за додавање на огноотпорно

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

стакло или премази во клучните области за да се заштитат историските карактеристики и истовремено да се зајакне безбедноста од пожари;

- Патеки за бегство - патеките за бегство да бидат јасни и достапни за сите патници. Се препорачуваат подобрувања на патиштата за бегство, како што се проширување на скалите, додавање знаци или осветлување за итни случаи каде што е потребно и доколку е изводливо, се препорачуваат нови надворешни излези кои се во согласност со стандардите за заштита од пожари без да се оштети наследството на објектот;
 - Потиснување на пожар – Доколку системите за гаснење пожар, прскалките и другите технологии за гаснење пожар се неопходни, тогаш тие треба да се избираат внимателно за да се осигура дека тие се минимално наметливи;
- **Фаза 5 - Подготовка на извештај за процена на ризик од пожар:** извештајот во себе треба да вклучува: наоди од проценката, вклучувајќи ги сите идентификувани опасности од пожар, структурни проблеми и неусогласеност со тековните стандарди за заштита од пожари, нивоа на ризик за различни области на зградата (на пр., висок, среден, низок) врз основа на веројатноста за пожар и способноста за негово задржување, специфични препораки за стратегии за заштита од пожар, поделба, потиснување, откривање и излез и размислувања за зачувување на наследството, обезбедување мерки за заштита од пожари усогласени со историската вредност на зградата;
 - **Фаза 6 - Консултации со релевантни органи за одобрување:** проценката на ризик од пожар, заедно со препораките треба да се достави до релевантните органи за негово одобрување. Како релевантни органи се: Советот на градот Единбург, за усогласеност со локалните градежни кодови и прописите за заштита од пожари и Историска средина Шкотска, особено за зградите наведени во одделение А, за да се осигури дека мерките за заштита од пожари ги исполнуваат и стандардите за зачувување и безбедност;
 - **Фаза 7 - Спроведување на мерки за заштита од пожар:** откако ќе се одобрат препораките, следен чекор е спроведување на предложените мерки за заштита од пожар, осигурувајќи дека тие ги исполнуваат и стандардите за заштита од пожари и барањата за наследство;
 - **Фаза 8 - Преглед и мониторинг (следење):** перформансите на објектот за безбедност од пожар треба постојано да се следат преку редовни прегледи и ажурирања на проценката на ризик од пожар кога е потребно.

Единбург шемата всушност претставува сеопфатен процес кој бара внимателно баланисрање на потребите за безбедност од пожар и зачувување на историските својства и негова цел е да се идентификуваат потенцијалните ризици од пожар, да се осигури дека современите мерки за заштита од пожари се имплементираат на начин што не ја загрозува историската вредност на зградата и да се спроведат соодветни

безбедносни мерки, истовремено обезбедувајќи ја безбедноста на нејзините станари и да се осигура дека вредноста на наследството на зградата не е загрозувана [59].

5.3.3. FRAME – Метода (Fire Risk Assessment Method (for) Engineering)

FRAME методата претставува полуквантитативна метода за проценка на ризик од пожар и е развиен во раните шеесети години од метода предложен од швајцарскиот инженер М. Гретенер и од разни други слични пристапи како: ERIC (Évaluation du Risque d’Incendie par le Calcul), развиена метода од SARAT и CLUZEL во Франција, DIN 18230 (Германија), TRBV100 (Австрија) итн. Ова метода е најлесната алатка за дефинирање на доволен и економичен концепт за безбедност од пожар за нови или постоечки објект. FRAME методата е практичен, сеопфатен и транспарентен метод кој се користи за пресметка на ризиците од пожар во објекти и негова цел е заштита на објектот, нејзината содржина и активностите во неа. Овој метод, на лесен начин може да се користи за да се врши проценка на ризици од пожар во постојните ситуации и да се открие дали алтернативните проектни решенија исто така имаат споредлива ефикасност.

Методот FRAME се заснова на математички формули за потенцијален ризик, ниво на прифаќање и ниво на заштита. Развиен е за сценарија на пожар во внатрешноста на објектот и не погоден за инсталации на отворено.

Иако методот FRAME не може да се докаже преку вистински пожарни тестови, истиот често се проверува на вистински студии на случај на следен начин:

- за серија на објекти кои од страна на експертите се сметаат за добро заштитени, пресметаните вредности означуваат исто така добро заштитени згради;
- за серија на реални пожари во објекти опишани детално во стручната литература, пресметаните вредности ги означуваат истите слаби точки евидентирани порано преку реалните пожари;
- рамнотежата на факторите на влијание што се користи во методот FRAME е споредлива со она што се наоѓа во повеќето меѓународни кодови/прописи за пожар.

Методот FRAME може да се користи за:

- Проектирање на добри концепти за заштита од пожар;
- Проверка на постоечките ситуации;
- Проценка на загуба;
- Споредба на методот со прописите за пожарна состојба во објекти;
- Квалитетна контрола за инженерот за противпожарна заштита.

Постојат пет основни принципи на методот FRAME и тоа:

1. Во соодветен заштитен објект постои рамнотежа помеѓу ризикот и заштитата – кога ризикот и заштитата се изразени во бројки, нивната вредност мора да биде еднаква или количникот “ризик поделен со заштита” треба да биде еднаков или

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- помал од 1. Повисока вредност од 1 укажува одреден недостаток на заштита во споредба со ризикот, додека помалата вредност претставува подобра ситуација;
2. Изразување на можната сериозност и зачестеност на ризикот како резултат на голем број на фактори на влијание – нумеричките вредности за најлошите случаи се дефинираат со помош на првиот сет на фактори на влијание. Тие ќе бидат именувани како Потенцијални ризици и ја одразуваат сериозноста. Нумеричките вредности со помош на кои се врши мерење на прифатливоста на пожар, се дефинираат преку вториот сет на вредности. Веројатноста за пожар е главниот фактор, но за да се дефинира колку добро може да се толерира ризикот од ситуација на пожар се користат и вредноста на содржината, околностите за евакуација и економската важност. Со помош на овие податоци се добиват вредностите на Ниво на Прифаќање;
 3. Изразување на ниво на заштита од пожар како комбинација на вредностите за различни техники за заштита – елементите претставени преку овие вредности се: водата како најуниверзално средство за гаснење на пожар, проектирање на патеки за евакуација, конструкција отпорна на пожар, методи за откривање и известување на пожар, рачни средства за гаснење на пожар, автоматски системи за гаснење на пожар, јавни и приватни противпожарни екипи, физико раздвојување на ризиците и организација за спасување во случај на пожар;
 4. Проценка на ризик во објектот се врши посебно за имотот (објект и содржина), за станарите и за активностите во неа – три неопходни пресметки каде што најлошиот случај е различен за трите фактори и тоа:
 - За објектот и неговата содржина како најлош случај се претпоставува да е целосното уништување;
 - За станарите како најлош случај се претпоставува секој почеток на пожар;
 - За активностите како најлош случај се зема пожарот кој предизвикува целосна оштета и без целосно уништување;
 5. Извршување на посебна пресметка на ризик и заштита за секој оддел – FRAME, за повеќеспратни објекти, користи едностепено противпожарно одделение каде што секое ниво се разгледува посебно.

Во FRAME методот, за главните компоненти (објект и содржина, сопственици/станари и активности) постојат дефиниции и равенки за пресметување на ризик од пожар (R), потенцијален ризик (P), ниво на прифаќање (A) и ниво на заштита (D).

- **Пожарен ризик на објектот и неговата содржина**

Ризик на пожар (R) се дефинира како количник на потенцијалниот ризик (P) со нивото на прифаќање (A) и нивото на заштита (D):

$$R = P / (A * D)$$

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Потенцијалниот ризик (P) се дефинира како производ на факторот на пожарно оптоварување (q), фактор на ширење на пожарот (i), фактор на површина (g), фактор на ниво (e), фактор на вентилација (v) и фактор на пристап (z):

$$P = q * i * g * e * v * z$$

Нивото на прифаќање (A) се дефинира како разлика од максимална вредност (1.6) и фактор на активирање (a), фактор на време на евакуација (t) и фактор на вредност (c):

$$A = 1.6 - a - t - c$$

Нивото на заштита (D) се дефинира како производ на факторот на довод на вода (W), нормалниот заштитен фактор (N), специјалниот заштитен фактор (S) и факторот на отпорност на пожар(F):

$$D = W * N * S * F$$

- **Пожарен ризик за сопствениците на објектот**

Ризик на пожар (R₁) се дефинира како количник на потенцијалниот ризик (P₁) со нивото на прифаќање (A₁) и нивото на заштита (D₁):

$$R_1 = P_1 / (A_1 * D_1)$$

Потенцијалниот ризик (P₁) се дефинира како производ на факторот на пожарно оптоварување (q), фактор на ширење на пожарот (i), фактор на ниво (e), фактор на вентилација (v) и фактор на пристап (z):

$$P_1 = q * i * e * v * z$$

Нивото на прифаќање (A₁) се дефинира со одземање од максимална вредност (1.6) на фактор на активирање (a), фактор на време на евакуација (t) и фактор на околина (r):

$$A_1 = 1.6 - a - t - r$$

Нивото на заштита (D₁) се дефинира како производ на нормалниот заштитен фактор (N) и факторот на евакуација/бегство (U):

$$D_1 = N * U$$

- **Пожарен ризик по активностите во објектот**

Ризик на пожар (R₂) се дефинира како количник на потенцијалниот ризик (P₂) со нивото на прифаќање (A₂) и нивото на заштита (D₂):

$$R_2 = P_2 / (A_2 * D_2)$$

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Потенцијалниот ризик (P_2) се дефинира како производ на фактор на ширење на пожарот (i), фактор на површина (g), фактор на ниво (e), фактор на вентилација (v) и фактор на пристап (z):

$$P_2 = i * g * e * v * z$$

Нивото на прифаќање (A_2) се дефинира со одземање на фактор на активирање (a), фактор на вредност (c) и фактор на зависност (d) од максимална вредност (1.6):

$$A_2 = 1.6 - a - c - d$$

Нивото на заштита (D_2) се дефинира како производ на факторот на снабдување со вода (W), нормалниот заштитен фактор (N), специјалниот заштитен фактор (S) и факторот за спасување (Y):

$$D_2 = W * N * S * Y$$

Од горе наведените равенки, се гледа дека потенцијалните ризици за зграда, сопственици и активности се пресметува како производ на фактор на пожарно оптоварување (q), фактор на ширење на пожарот (i), фактор на површина (g), фактор на ниво (e), фактор на вентилација (v) и фактор на пристап (z) и тоа:

- фактор на пожарно оптоварување (q) – покажува колку изнесува ослободената топлинска енергија од согорувањето по единица површина;
- фактор на ширење на пожарот (i) - покажува пожарот колку лесно се прошири низ објектот;
- фактор на површина (g) – го означува хоризонталното влијание на пожарот;
- фактор на ниво (e) – го означува вертикалното влијание на пожарот;
- фактор на вентилација (v) – го означува влијанието на чадот и топлината во внатрешноста на објектот;
- фактор на пристап (z) – покажува колку е тешко надворешната помош да се вклучи во пожарната област.

Согласно равенките прикажани порано, нивото на прифаќање се пресметува со помош на факторот на активирање (a), фактор на вредност (c), фактор на зависност (d), фактор на време на евакуација (t) и фактор на околина (r). Со помош на нивото на прифаќање се одразува фактот дека луѓето можат да живеат со закана од пожар до одредено ниво се додека пожарот е неверојатен настан а последиците не се премногу неповратни.

При определување на нивото на прифаќање, првично треба да се определат сите фактори одделно и тоа:

- факторот на активирање (a) – овој фактор се дефинира преку прегледување на сите можни извори на пожар (главни и секундарни активности, системи за

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

греење на просториите, електрични инсталации, присуство на запаливи гасови, течности и прашина) и сумирање на сите релевантни вредности;

- фактор на вредност/содржински фактор (c) – го проценува можноста за замена на објектот и неговата содржина, како и паричната вредност;
- фактор на зависност (d) – мери какво влијание има пожарот врз бизнисот;
- фактор на време на евакуација (t) – се пресметува земајќи ги во предвид димензиите на пожарниот сектор, број на луѓе, излезни единици и патеки и фактор на мобилност;
- фактор на околина (r) – ја одразува брзината на движење на пожарот.

Нивото на заштита се пресметува преку:

- факторот на снабдување со вода (W) – ги зема во предвид видот и капацитетот на мрежата за складирање и дистрибуција на водата;
- нормалниот заштитен фактор (N) – ги зема во предвид стражарските услуги, рачно гаснење на пожар, временско доцнење на интервенција на противпожарната екипа, обука на персоналот;
- специјалниот заштитен фактор (S) - ги зема во предвид автоматското откривање, сигурноста на водоснабдување, автоматска заштита и спремност на противпожарната бригада;
- факторот на отпорност на пожар (F) – ги зема во предвид конструктивните елементи, надворешните и внатрешните ѕидови, таванот или покривот;
- факторот на евакуација/бегство (U) – ги зема во предвид сите мерки кои овозможуваат забрзување на евакуацијата или го успоруваат раниот развој на пожарот;
- факторот за спасување (Y)–ги зема во предвид заштитата на критичните предмети и планирање на вонредни ситуации [60,61].

5.3.4. Полу-квантитативен Матричен метод за процена на ризик од пожар

Матричниот метод за проценка на ризик од пожар е широко употребувана метода за проценка на потенцијалните ризици од пожар во дадена средина, овозможувајќи на организациите на таков начин да им дадат приоритет на напорите за заштита од пожари врз основа на веројатноста и влијанието на различни сценарија за пожари.

Процена на ризик од пожар со помош на матрица на ризик се врши со разгледување на две клучни димензии:

- 1. Веројатност за појава на пожар (изложеност) и**
- 2. Последици од пожар (т.е. сериозноста на потенцијалната штета-ранливост).**

Всушност, матричниот метод за проценка на ризик од пожар е метод со помош на кој, проценката на ризик од пожар, се одвива на таков начин што се дефинира

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

веројатноста дека ќе се појави пожар, претставен како **изложеност**, додека штетата која би се појавила од тој настан се дефинира како **ранливост**.

Според овој метод, анализата се спроведува на таков начин што вредноста на ризикот се добива како производот помеѓу вредноста на ранливоста и вредноста на веројатноста за појава на пожар, односно изложеноста.

Вредност на ризикот = Изложеност на пожар x ранливост од пожар

За да се изврши нумеричко мерење на вредноста на ризикот, матрицата обично е поделена на мрежа, каде што во едната оска (хоризонтална оска) се претставува веројатноста за појава на пожар, а во другата оска (вертикална оска) се претставува сериозноста на неговите последици. Секој квадрат во мрежата претставува специфично ниво на ризик, пресметано со множење на веројатноста за настан со неговите потенцијални последици.

Оската за веројатност, односно изложеност, се однесува на тоа колку е веројатно дека ќе се појави пожар во дадена средина и истата често пати се дели на неколку категории, како:

- **Многу малку веројатно** – високо контролирана средина или нема идентификувани опасности од пожар;
- **Малку веројатно** – мала веројатност за појава на пожар, но постојат некои ризици;
- **Можно** – умерена веројатност за појава на пожар врз основа на услови;
- **Веројатно** – голема веројатност за појава на пожар;
- **Многу веројатно** – речиси сигурно дека ќе се случи пожар поради висока концентрација на извори на палење (лоша заштита од пожар).

Оската за последици, односно ранливост, ја проценува потенцијалната сериозност на штетата доколку дојде до пожар. Тука се вклучуваат повреда и/или смрт на луѓе, оштетување на имот (конструктивни оштетувања и загуба на материјални средства) и штети по животната средина. Последиците се поделени на неколку категории и тоа:

- **Занемарлива** – минимална, скоро никаква оштета или повреди на луѓе;
- **Мала** – мали повреди или оштетувања, со ограничено влијание врз конструкцијата на објектот или на жителите;
- **Умерена** – значително оштетување, но без катастрофални ефекти;
- **Голема** – сериозна штета на луѓе или имот, со потенцијални долгорочни последици;
- **Катастрофална** – потполно уништување, значителна загуба на живот на луѓе и непоправлива штета.

Меѓусебната врска е претставена во Табела 5.9.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.9. Врска помеѓу веројатноста (изложеноста на пожар) и ранливоста (последниците од пожар)

Последици	Вредност	Веројатност
Опис		Опис
Занемарлива	1	Многу мала веројатност
Мала	2	Мала веројатност
Умерена	3	Можно
Голема	4	Веројатно
Катастрофална	5	Многу веројатно

Ако сега се применува формулата за вредност на ризик на сите можни комбинации, помеѓу вредностите на опасноста од пожар и вредностите на ризикот (веројатноста) од појава на пожар, еден сет од 25 броеви е достапен за вредностите на ризик, кој потоа може да се претстави како дводимензионална мрежа наречена "Матрица на вредности на ризикот".

Користејќи го овој метод, согласно категориите на веројатноста и последиците, се создава една матрична форма на заедничка врска помеѓу вредноста на опасноста од пожар и вредноста на ризик од пожар, слика 5.15 [45, 62].

		Повредливост							
		Занемарлива	Ниска	Средна	Висока	Многу висока			
		1	2	3	4	5			
Изложеност	Занемарлива	1	1	2	3	4	5	1-2	Занемарлив ризик
	Ниска	2	2	4	6	8	10	3-7	Низок ризик
	Средна	3	3	6	9	12	15	8-12	Среден ризик
	Висока	4	4	8	12	16	20	13-20	Висок ризик
	Многу висока	5	5	10	15	20	25	>20	Неприфатлив ризик

Слика 5.15. Матрица за проценка на ризик 5x5 (полу-квантитативна метода за процена на ризик)

Зависно од комбинацијата на двете категории се добиваат и нивоата на ризик, како:

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- **Занемарлив ризик** – ризик од пожар со многу мала веројатност за да се случи, проследен со занемарливи последици;
- **Низок ризик** – ризик од пожар што е малку веројатно да се случи и доколку се случи, би имало мали последици;
- **Среден ризик** – ризик од пожар што може да се случи со умерена веројатност и да предизвикува умерена штета;
- **Висок ризик** – ризик од пожар што веројатно ќе се случи и може да предизвикува сериозни последици;
- **Неприфатлив ризик** – многу веројатна појава на пожар проследено со катастрофални последици.

При примена на матричниот метод за процена на ризик од пожар, истиот се одвива низ неколку чекори:

1. Идентификација на опасности од пожар – проверка на областа за сите можни извори за палење и запаливи материјали;
2. Процена на веројатноста – да се одреди веројатноста за секоја опасност од пожар која може да доведе до пожар врз основа на вашата проценка за околината;
3. Процена на последиците – процена на потенцијална штета на пожар во секоја област, односно каква штета би се случило на луѓето, имотот и животната средина доколку се појави пожарот и истиот се проширува;
4. Замисла на ризик – откако ќе се добијат оценките за веројатноста и последиците, да се исцрта сценарио на матрица на ризик;
5. Приоритизација на ризици – сите ризици кои спаѓаат во групата со висок или неприфатлив ризик треба да бидат приоритетни за ублажување;
6. Спроведување на стратегии за ублажување – спроведување на мерки за заштита од пожар како што се протипожарните апарати, прскалките, аларми итн., подобрување на обука и вежби за пожар и спроведување на редовни проверки за одржување;
7. Преглед и ажурирање – редовен преглед на проценетиот ризик од пожар и ажурирање на истиот врз основа на промените во животната средина, зафатеноста или мерките за заштита од пожар.

Матричниот метод за процена на ризик има свои предности и недостатоци. Како предности на ова метода се:

- едноставност и јасност;
- приоритизација;
- сеопфатност;
- флексибилност.

Како недостатоци на матричниот метод за проценка на ризик од пожар се:

- субјективноста;
- недостаток на детали;
- преголемо поедноставување.

Може да се заклучи дека матричниот метод за проценка на ризик од пожар претставува моќна алатка за идентификување, оценување и приоритизирање на опасностите од пожар во различни типови на објекти. Исто така, со разгледување на веројатноста за појава на пожар заедно со последиците од таков настан, со помош на овој метод може да се донесат одлуки за мерките за заштита од пожар, распределба на ресурсите и стратегии за ублажување на ризикот [63,64].

5.3.5. Швајцарски Гретенер метод (Еуроаларм метод)

Полуквантитативниот метод Gustav Purt, во пракса познат како метод EUROALARM, именуван е по Европската асоцијација на производители на аларми за пожар, за чии потреби е развиен во 70-тите години на минатиот век. Овој методот е поедноставена верзија на методот Гретенер развиен во Швајцарија во 1965 година.

Методот се користи за проценка на ризикот од пожар, како основа за донесување одлука за поставување на автоматско алармирање и гаснење на пожар, како и за донесување одлука за дополнителни мерки за заштита од пожар. Овој метод се смета за објективен и едноставен за примена, но во работата може да има сомнежи при утврдување на коефициентите, поради што се препорачува да се утврдат оние кои водат до поголема сигурност [65,66].

Еуроаларм методот се состои од 2 фази:

1. Дефинирање на големината на ризикот од пожар за конструкцијата на објектот (носечки елементи, меѓукатни конструкции, покривни конструкции и сл.);
2. Дефинирање на ризикот од пожар за содржината на објектот (луѓе, опрема, мебел, складирана стока итн.).

Ризикот за конструкцијата на објектот е опасност што може да доведе до значително оштетување или уништување на објектот, додека ризикот за содржината на објектот е опасност за луѓето и имотот во објектот. Овие два ризици се многу поврзани, бидејќи уништувањето на објектот обично повлекува уништување на нејзината содржина, односно интензитетот на пожарот предизвикан од палењето на содржината на објектот е главната опасност за објектот. Вкупниот ризик не може да се наведе со една од овие две нумерички вредности, поради тоа што, доколку сакаме резултатот да биде употреблив, потребни се најмалку два посебни податока, компонентата за ризик на објектот и компонентата за ризик на содржина на објектот.

Вредностите на овие две компоненти се внесуваат во дијаграм. Секоја комбинација од овие две компоненти одговара на една специфична точка, што покажува дали е оправдано да се применат дополнителни мерки за заштита од пожар или да се инсталираат инсталации за аларм и гасење пожар во објектот.

Спроведувањето на двете фази на Еуроаларм методот ги вклучува следните чекори:

- Пресметка на пожарното оптоварување на објектот;
- Пресметка на ризикот од пожар за градежната конструкција;
- Пресметка на ризикот од пожар за содржината на зградата;
- Утврдување на потребата од поставување систем за гасење пожар [67].

5.3.5.1. Пожарно оптоварување во објект

Пожарното оптоварување е количина на топлина што се ослободува при целосното согорување на сите запаливи материјали кои се составен дел на зградата, инсталациите и мебелот, изразена по единица површина на просторот за кој се пресметува пожарното оптоварување. Пресметката на пожарното оптоварување се врши во согласност со стандардот SRPS U.J1.030 (1976).

За да се одреди ризикот од пожар на градежната конструкција, можна е пресметка на специфичното пожарно оптоварување врз основа на следната равенка:

$$P_i = \frac{\rho_i \cdot H_i \cdot V_i}{S_i}$$

каде се:

- ρ_i – волуменска маса на материјалот, во kg/m^3 ;
- V_i – волумен на материјал, во m^3 ;
- H_i - топлинска вредност на материјалот, во MJ/kg ;
- S – површина на основата на објектот, во m^2 ;
- i – индекс на елементарна единица.

Специфичното пожарно оптоварување може да се класифицира во три групи:

- мало пожарно оптоварување, до 1 GJ/m^2 ;
- средно пожарно оптоварување, од 1 GJ/m^2 до 2 GJ/m^2 ;
- големо пожарно оптоварување, над 2 GJ/m^2 .

Пожарното оптоварување може да се подели на подвижно и неподвижно пожарно оптоварување. Неподвижното пожарно оптоварување се состои од запаливи конструктивни елементи на зградата, облоги на ѕидови, тавани и подови, прозорци, врати и други, а се одредува врз основа на волуменот на запаливите материји. За да се соберат податоците потребни за пресметка, се применува методот на попис, кој вклучува мерење на димензиите на елементите.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Подвижното пожарно оптоварување се состои од запалив мебел и апарати, а се користи комбиниран метод за собирање на податоците потребни за пресметката, при што масата на помалите (мерливи) внатрешни елементи се одредува со методот на директно мерење (мерење на вага), а во случај на големи (преголеми) елементи се користи методот на попис.

Во досегашната практика, при определување на пожарното оптоварување главно се применуваа табеларните вредности кои датираат од 1985 година. Иако физиката на пожарот не е променета со текот на времето, промените што се случија во последните 50 години во контекст на големината на објектите, нивната геометрија, просторната организација, содржината, како и применетите градежни материјали влијаеја на промената на динамиката на пожарите во објектите. Од таа причина во Еврокод 1, дел 1-2 (EN 1991-1-2, 2002), дадени се нови вредности кои се засноваат на студии за проценка на пожарното оптоварување во различни типови на објекти и кои се доста повисоки од вредностите кои датираат од 1985 година.

5.3.5.2. Пожарен ризик на објектот

Ризикот од пожар на објектот зависи од можниот интензитет и времетраење на пожарот, како и од конструктивните карактеристики на носечките елементи на објектот (отпорност на конструкцијата на високи температури) и се пресметува според изразот:

$$R_0 = \frac{((P_0 * C) + P_k) * B * L * S}{W * R_i}$$

каде што:

R_0 —пожарен ризик на објектот;

P_0 —коефициент на пожарно оптеретување на содржината во објектот;

C —коефициент на согорливост на содржината во објектот;

P_k — коефициент на пожарно оптоварување од материјали вградени во конструкцијата на објектот;

B —коефициент на големината и положбата на пожарниот сектор;

L —Коефициент на каснење на почеток на интервенција на гасење;

S —коефициент на големина на пожарниот сектор;

W — коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на објектот;

R_i — коефициент на намалување на ризикот.

Коефициентот на пожарно оптеретување на содржината на објектот (P_0) се определува така што сите запаливи материјали според нивната топлинска моќ се претвораат во калориска вредност на дрвото во MJ/m², користејќи податоци од Табела 5.10.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.10. Коефициент на пожарно оптеретување на содржината во објектот- P_0

Топлинска моќ P_0 (MJ/m ²)	P_0
0÷251	1
252÷502	1.2
503÷1004	1.4
1005÷2009	1.6
2010÷4019	2
4020÷8038	2.4
8039÷16077	2.8
16078÷32154	3.4
32155÷64309	3.9
64310 -	4

Коефициент на согорливост на содржината во објектот се определува според класата на опасност од пожар, а се избира од Табела 5.11. Сите технолошки процеси се поделени во шест класи на опасност од пожар.

Табела 5.11. Коефициент на согорливост на содржината во објектот -C

Класа на опасност од пожари	VI	V	IV	III	II	I
Коефициент на согорливост – C	1	1	1	1.2	1.4	1.6

Коефициент на пожарно оптоварување од материјалите вградени во конструкцијата на објектот се определува од Табела 5.12, со претходна пресметка на топлинската вредност на сите запаливи материјали во објектот, во (MJ/m²).

Табела 5.12. Коефициент на пожарно оптоварување од материјали вградени во конструкцијата на објектот - P_k

MJ/m ²	0-419	435-837	845-1675	1691-4187	4203-8373
P_k	0	0.2	0.4	0.6	0.8

Коефициентот на големината и положбата на пожарниот сектор се определува според Табела 5.13.

Коефициент на каснење на почетокот на интервенција на гасење се определува од Табела 5.14 и зависи од видот и опремата на интервентната противпожарна бригада, нејзината оддалеченост од објектот загрозен од пожар, како и од состојбата на патиштата (пречки).

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 5.13. Коефициент на големината и положбата на пожарниот сектор - В

Карактеристики на објектот	Коефициент В
Пожарен сектор до 1500 m ²	1
Висина на просториите до 10 m	
Најмногу три ката	
Пожарен сектор 1500-3000 m ²	1.3
4 до 8 ката	
Висина на просторијата 10-25 m	
Еден кат во сутерен	1.6
Пожарен сектор 3000-10000 m ²	
Повеќе од 8 ката	
Висина на просторијата над 25 m	
Повеќе од две нивоа во сутерен	2
Пожарен сектор над 10000 m ²	

Табела 5.14. Коефициент на задоцнување на стартот на гаснењето -L

Време до почеток на гаснење (min)		до 10	10 до 20	20 до 30	над 30
Оддалеченост (km)		1	1 до 6	6 до 11	над 11
Вид на ПП единица	Професионална индустриска ПП – единица	1	1.1	1.3	1.5
	Доброволна индустриска ПП – единица	1.1	1.2	1.4	1.6
	Територијална професионална ПП – единица	1	1.1	1.2	1.4
	Територијална доброволна ПП – единица со стално дежурство	1.1	1.2	1.3	1.5
	Територијална доброволна ПП – единица без стално дежурство	1.3	1.4	1.6	1.8

Коефициент на големината на пожарниот сектор зависи од ширината на пожарниот сектор и се определува од Табела 5.15.

Табела 5.15. Коефициент на ширина на пожарниот сектор -S

Најмала ширина на пожарниот сектор (m)	S _h
до 20	1
20 – 40	1.1
40 – 60	1.2
над 60	1.3

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на објектот зависи од конструктивните карактеристики на објектот и е одреден од Табела 5.16.

Табела 5.16. Коефициент на отпорност на пожар на носечки конструкции- W

Отпроност на пожар во min	помалку од 30	30	60	90	120	180	240
W	1	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2

Со пресметување на ризикот од пожар на објектот врз основа на горенаведените коефициенти се добива максималниот ризик од пожар, кој може да се случи со голема веројатност, брзо да се прошири и да согори целокупното пожарно оптоварување.

Во зависност од видот на запаливиот материјал, начинот на складирање, брзината на неговото согорување и другите фактори кои влијаат, ризикот од пожар на објектот може да се намали во зависност од коефициентот на намалување на ризикот од пожар, чии вредности се дадени во Табела 5.17.

Табела 5.17. Коефициент на намалување на ризик од пожар - Ri

Проценка на ризикот	Фактори кои влијаат на проценка на ризикот	Ri – Коефициент на намалување на ризикот
Максимален	Голема запаливост на материјалот и складирање со мали меѓурастојанија	1
	Се очекува брзо ширење на пожарот	
	Во самиот процес на функционирање постои поголем број на можни пожари	
Нормален	Запаливоста не е посебно голема, а складирањето е со растојанија доволни за манипулација	1.3
	Се очекува нормална брзина на ширење на пожарот	
	Во самиот процес на функционирање постојат нормални извори на палење	
Помалку од нормален	Намалена запаливост поради користење на несогорлива амбалажа	1.6
	Не се очекува брзо ширење на пожарот	
	Приземни објекти со површина до 3000 м ²	
	Објекти каде е предвидено одведување на чадот и топлината	
Незначителен	Мала веројатност од запалување	2
	Се очекува мошне споро ширење на пожарот	

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

За разгледуваниот објект, со примена на соодветни коефициенти, се пресметува ризикот од пожар (R_0), каде што согласно добиените вредности се определуваат и потребните мерки за заштита од пожар и тоа:

- Во случај кога $R_0 < 1$ – објектот треба да се заштити со рачни средства за гаснење, како што се преносните и превозните апарати за гаснење на пожар;
- Во случај кога $R_0 = 1 \div 1,6$ – објектот треба да се заштити со надградба на претходните мерки на заштита со соодветен систем на детекција, дојава и алармирање;
- Во случај кога $R_0 = 1,6 \div 4,5$ – објектот треба да се заштити со претходните мерки на заштита и со соодветен стабилен систем за гаснење на пожар;
- Во случај кога $R_0 > 4,5$ – објектот покрај претходните мерки за заштита треба да се заштити од пожар со додатни превентивни мерки за да се намали нивото на ризикот од пожар.

5.3.5.3. Пожарен ризик на содржината на објектот

Пожарниот ризик на содржината во објектот (опасност по луѓе, опрема и сл.) се означува со R_s , а се пресметува според изразот:

$$R_s = H \cdot D \cdot F$$

каде што:

H – коефициент на опасност за луѓе;

D – коефициент на ризик на имотот;

F – коефициент на делување на димот.

Коефициент на опасност за луѓе H зависи од можноста за навремена евакуација на луѓето од објектот и се определува од Табела 5.18.

Табела 5.18. Коефициентот на опасност за луѓето - H

Степен на загрозеност	Коефициент H
Нема опасност за лицата во објектот	1
Постои опасност за лицата во објектот, но самите можат да се спасат	2
Постои опасност за луѓето, а евакуацијата е отежната (јака задименост, голем број на присутни лица, брз развој на пожарот, повеќекатен објект, присуство на неподвижни лица-болни, стари, деца)	3

Коефициентот на ризик на имотот D зависи од концентрацијата на вредноста во еден пожарен сектор, како и од можноста за повторно стекнување на уништениот имот, а се определува од Табела 5.19.

Појавата на поголема количина на чад претставува закана и опасност за луѓето и имотот и истата се зема во предвид преку коефициент на делување на чад од Табела 5.20.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

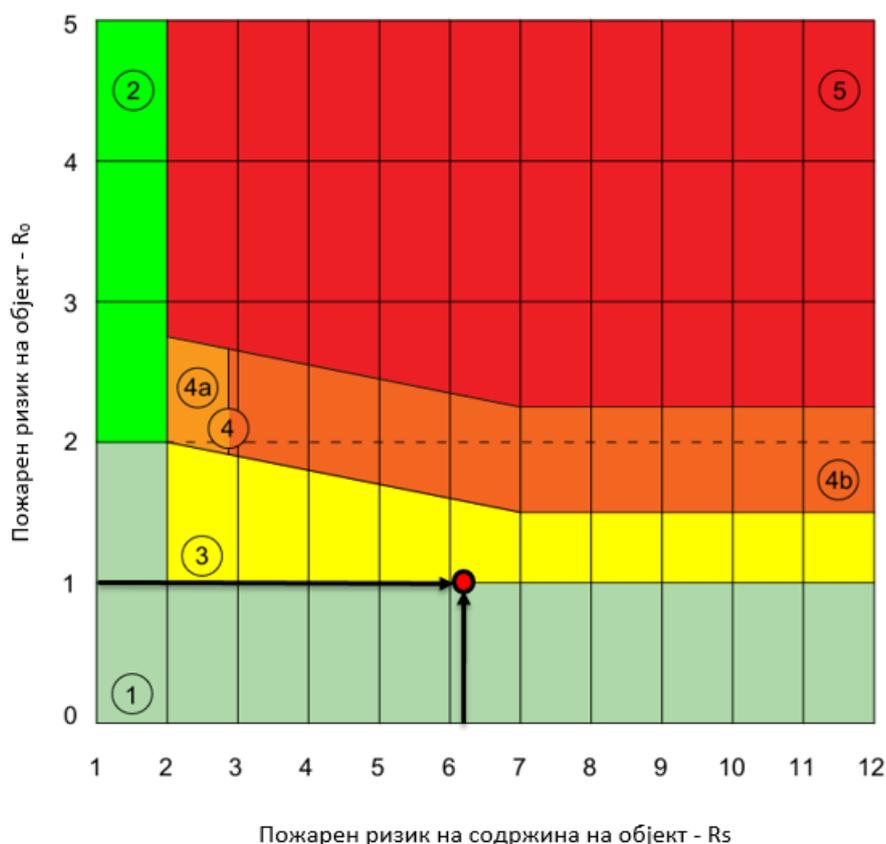
Табела 5.19. Коефициент на ризик на имотот- D

Концентрација на вредностите	Коефициент D
Содржината на објектот не преставува голема вредност и е со мала склоност кон уништување	1
Содржината на објектот претставува вредност и е со склоност кон уништување	2
Уништувањето на вредноста е дефинитивно и загубите се ненадоместиви (колтурни добра и сл.) или со уништување посредно се загрозува егзистенцијата на жителите	3

Табела 5.20. Коефициент на делување на чад- F

Фактори кои доведуваат до појава на задименост	Коефициент F
Нема посебна опасност од задименост и корозија	1
Повеќе од 20% од вкупната маса на сите гориви материи предизвикуваат задименост или ослободуваат отровни продукти од согорувањето	1.5
Повеќе од 50% од вкупната маса на сите гориви материи предизвикуваат задименост или ослободуваат отровни продукти од согорувањето	2

За добиените вредности на R_0 и R_s , се определува точка од дијаграм кај кој на апцисата се нанесува вредноста за R_s – ризик од пожар на содржината на објектот, а на ординатата се нанесува R_0 – ризик од пожар на објектот (Слика 5.16).



Слика 5.16. Дијаграм за проценка на ризик од пожар

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Зависно од тоа во кој дел од дијаграмот спаѓа пресметковната точка, се превземаат следните мерки за заштита од пожар:

- 1 – Превентивните мерки се доволни –инсталација на автоматски систем за аларм на пожар не е потребна, не се препорачува (во секторот 1 ризикот е многу мал, посебните мерки за заштита се непотребни);**
- 2 – Потребна е инсталација за автоматско гаснење пожар, но не е потребна инсталација на автоматски систем за дојава на пожар – не е прикладна на ризикот;**
- 3 – Потребна е инсталација на аларм за дојава на пожар, инсталација за автоматско гаснење на пожар не одговара на ризикот – не е потребно;**
- 4 – Се препорачува двојна заштита (автоматски алармен систем за дојава на пожар и автоматски систем за гаснење пожар), двојна заштита може да се избегне која ризикот е на граничната линија, ипа потребно е:
 - 4a – Автоматски систем за гаснење пожар;**
 - 4b – Автоматски систем за детекција на пожар;****
- 5 – Задолжително автоматско известување и автоматско гасење на пожарот.**

Доколку со пресметката се добие точка која е надвор од дијаграмот, потребно е да се преземат мерки како на пр. замена на основните конструктивни елементи, намалување на оптоварувањето со пожар во објектот, формирање на соодветна противпожарна единица или други мерки [68,69,70,71].

6. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ВО УРБАНИ СРЕДИНИ

6.1. ПОЖАРЕН РИЗИК НА СТАНБЕНИ ОБЈЕКТИ

Пожарот во урбани средини претставува опасност (хазард) поради тоа што процесот на горење предизвикува материјални штети, загуби на живот на луѓе или повреди, економско и социјално нарушување, но и деградација на животната средина. Оштетувањето и евентуалното рушење на конструкцијата на објектот и согорувањето на материјалните добра во него предизвикуваат материјални штети, додека чадот и пламениот можат да предизвикуваат загуба на живот на луѓе, повреди или различни здравствени последици. Ослободените токсички гасови, доколку се поинтензивни, предизвикуваат деградација на животната средина, додека потребата од санација на опожарените објекти доведува до економско и социјално нарушување на семејствата кои настрадале во пожарот. Во случај кога се работи за пожар во индустриски или комерцијален објект се појавуваат големи финансиски загуби поради прекин на извршување на дејноста.

6.1.1. Причинители на пожар во станбени објекти

Во процесот на процена на опасност од пожар, примарно е да се детектираат можните причинители на пожар во станбените објекти, односно изворите на топлина кои може да доведат до палење. Како извори на палење може да се наведат:

- Отворен пламен;
- Жешки површини;
- Електрични искри (внатрешни и надворешни);
- Триење (машина);
- Електрично создадени лаци;
- Хемиски реакции;
- Компресија на гасови.

Изворите на палење и бројот на случени пожари повразни со секој од можните извори можат да се идентификуваат од статистичките податоци. Врз база на истите утврдено е дека во групата на иницијатори кои предизвикуваат најголема опасност за пожар во станбени објекти спаѓаат:

- опушоци;
- запалки;
- електрични апарати;
- системи за греење на просторот;
- бојлери;
- електрични кабли;
- свеќи;
- удар од гром (молња) и др.

Доколку се работи за производни погони, дополнителни извори на топлина на работното место можат да бидат:

- Електростатски празнења;
- Печки за согорување или отворени огништа;
- Мотори со внатрешно согорување;
- Опрема за горење масло;
- Опрема за заварување и сечење и др.

Класификацијата на причините за појава на пожар може да се врши и според видот на енергија од која настанала топлината која ја прима горивото, при што според светската статистика, застапеноста на типот на енергија е следна:

- Топлинска енергија (64%);
- Електрична енергија (15%);
- Хемиска енергија (11%);
- Механичка енергија (9%);
- Останато (1%).

Во секој дом или работно место најчесто се присутни повеќе од еден причинител.

Карактеристиките на просторот (намената, што директно влијае на количината на горливи материјали, и конструктивните материјали од кои е изведен самиот објект) и дотурот на свеж воздух (што е поврзано со големината на прозорите или капацитетот на системите за вентилација) се две главни фактори од кои зависи дали примарно запалениот предмет ќе предизвика потполно разгорување на просторот проследено со високи температури и чад, односно дали ќе настане „flashover“.

За евидентирање на причините за пожар во објектите во Северна Македонија се задолжени Територијалните противпожарни бригади кои интервенирале при гаснење на пожарот, како и посебен оддел во рамките на Министерството за внатрешни работи, но за поголемиот број на случени пожари не постојат соодветни податоци за изворот на палење, што го отежнува процесот за проценка на ризикот од пожар.

6.1.2. Причини за висок пожарен ризик на станбени објекти

Зградите, а посебно високите станбени објекти, поради нивната висина и број на катови, присуство на голем број луѓе, големо пожарно оптоварување (запалива содржина) и постоење на голем број на потенцијални извори на палење, во контекст на безбедност од пожар се сметат како објекти со висок ризик.

Проблемите кои се карактеристични за високите објекти во случај на пожар се разгледувани и претставени од страна на Xiuyu & Qingming [74], и тоа:

- Брзо ширење на пожар – во случај на појава на пожар, при отсуство на пожарни сектори, доаѓа до ширење на пожарот и чадот со голема брзина низ скалите, шахтите на лифтот и другите вертикални отвори и се палат постојните запаливи

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

содржини кои се наоѓаат на патеката на пожарот. Ова влијае на забрзување на ширење на пожарот и зголемување на неговиот интензитет. Во случај на пожар во објект со висина 100 метри, се наведува дека се потребни само 30 секунди чадот да стигне до последниот кат преку вертикалните отвори, при што брзината на чадот во вертикална насока е 10 пати поголема од онаа во хоризонтална насока;

- Тешка евакуација – кај повеќето високи објекти, евакуацијата се врши по скали и доколку нема сигурносни скалила, изолирани од оган и чад, тогаш движењето на корисниците на објектот ќе се врши по небезбедна патека;
- Тешко гасење на пожар - Факторите кои влијаат на отежнување на процесот на гасење на пожар во високите објекти се: интензивно топлотно зрачење, голема брзина на ширење на пожарот, потреба од големо количество на вода за гасење, тежок или неможен пристап до повисоките катови и однадвор и слично.

Lamont & Ingolfsson [75] ги имаат опишано и категоризирано променливите кои можат да имаат влијание врз нивото на безбедност од пожар на високи објекти на глобално ниво (Табела 6.2).

Табела 6.1. Променливи кои можат да влијаат на нивото на безбедност од пожар на високи објекти на глобално ниво (Lamont & Ingolfsson, 2018)

Категорија	Подкатегија	Варијабла
Карактеристики на зградата и корисниците	Тип на конструкција	Конструкција од армиран бетон, бетон, челик, дрво, сидарија и сл.
	Висина на зграда	Висината на објектот ја означува должината на патот што корисниците на објектот мора да го поминат при евакуацијата.
	Стратегија за евакуација	Симултана евакуација на сите корисници, етапна евакуација или стратегија за евакуација „остани таму каде што си“;
	Корисна површина на зграда	Корисната површина ја означува големината на оптоварувањето на пожарот и ризиците од избувнување на пожар, како и бројот на луѓе во зградата
	Карактеристики на загрозените корисници	Дали корисниците на објектот се будни или спиеат, дали се запознаени со објектот, каде се наоѓаат во внатрешноста на зградата;
Начин на евакуација и алармирање	Детекција	Рачно, автоматско откривање чад, автоматско откривање на топлина;
	Аларм	Само во станот; Фазен на 3 ката; Истовременото активирање е можно автоматски и/или рачно;
	Излези и пристап на излези	Број на скали; Дали скалите се оддалечени? Безбедносни скалила; Материјали за обложување на сидови / тавани на рутата за евакуација; Огноотпорни врати присутни или не, состојба? Излегува отворено или заклучено; Постоење на прозорец во скалилата; Надворешно скалило долж фасадата; Капките кои горат паѓаат од фасадата до земјата над излезот;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

	Управување	Одржување на згради; Одржување на сите пасивни/активни системи за противпожарна заштита (сигурност);
	Контрола на дим	Контрола на чад присутна на излезните правци; Контрола на чад / прекумерен притисок во скали или ходници. Дали се одржуваат системите за контрола на чад (сигурност)?
Спречување на ширење на пожар и негово гасење	Инсталација на спринклер	Опсег на системот (никаков, делумно, целосно); Брз или стандарден одговор; Се снабдува од јавната мрежа или посебен резервоар; Противпожарни пумпи (на должност или во режим на подготвеност). Дали системот се одржува (доверливост)?
	Пристап на ВСЈ	Периметарски пристап до зградата? Улични хидранти? Колку е лесно да се пристапи до фасадата ако гори? Локација/блискост/точка на одговор на ВСЈ; Внатрешни мерки за гасење пожар (акумулации, противпожарна јама со заштитени лифтови/скалила/лоби); Комуникациски системи;
	Поделба на пожарни сектори	Пожарни сектори, огноотпорни врати во огноотпорни ѕидови помеѓу станови или други простории (на пр. оставата, чајната кујна и сл.).

6.2. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА ПОЖАРЕН РИЗИК

Врз база на детална анализа, најчесто на голем број статистички достапни податоци, може да се процени ризикот од појава на пожар во урбани средини, каде најмногу изложени на пожар се објектите од високоградбата [73].

Самата анализа опфаќа (Слика 6.1):

- **Идентификација на опасноста (хазардот)**, односно анализа на можните причинители на пожар (извори на палење) и присуството на горлив материјал кој ќе го поддржи горењето (пожарно оптоварување);
- **Проценка на изложеноста** на пожари на објектите и нивните корисниците од просторен и временски аспект (дефинирање на бројот на пожари по жител, по одредена површина од населеното место и по време на појава);
- **Проценка на ранливоста** на корисниците на објектите и на материјалните добра во нив, што подразбира прибирање на податоци за населението (густина на население, старост, попреченост), податоци за карактеристиките на објектите (старост на објектите, катност, материјали од кои се изведени, квалитет на изведба, почитување на мерките за заштита од пожар и сл.), но и податоци за урбанизираност на просторот (густина на изграденост, запазени препорачани растојанија помеѓу два соседни објекта, постоење на соодветни пристапни патишта за противпожарни служби, оддалеченоста на противпожарните единици од објектите);

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- **Проценка на ризикот** – врз база на влезните податоци да се предвидат можните штетите од случен настан (загинати, повредени и материјална штета).



Слика 6.1. Чекори за дефинирање на ризик

Потоа, врз база на дефинираниот ризик, доколку е потребно, се предвидуваат мерки за смалување на ризикот до прифатливи граници и се предвидуваат постапки за управување со ризикот.

Во Северна Македонија не постои национално дефинирана методологија за проценка на ризикот од пожари во урбани средини, па во рамките на докторската дисертација е предложена методологија која најмногу одговара на локалните услови, односно на можноста за прибирање на податоци од случени пожари и достапните статистички податоци за објектите и населението во нив. Истата базира на Матричната полуквантитативна метода за проценка на ризик опишана во Глава 5.3.4. и опфаќа проценка на изложеноста на населението и материјалните добра (врз база на податоци за број на случени пожари, добиени од ТППБ) и проценка на ранливоста на населението и материјалните добра (врз база на достапни статистички податоци за населението и објектите). Податоци за времето на настанување на пожарот и причините за настанување не се достапни за сите општини во Северна Македонија, па овие фактори не се вклучени во предложената методологија.

6.2.1. Проценка на изложеност на пожар во објекти

Анализата за изложеност на пожар во урбани средини подразбира дефинирање на број на пожари по жител и по број на станбени објекти. Во рамките на оваа анализа, покрај просторниот аспект, односно локацијата на пожарот, многу важна улога има и временскиот домен, имајќи предвид дека распределбата на пожарите во објектите варира во зависност од времето од денот, денот од неделата, месецот во годината, па дури и сезоната. Набљудувањето и разбирањето на однесувањето на пожарот во објектите во просторот и времето дава можност за насочување на мерките за подобрување на заштитата од пожари кон зоните и објектите за кои анализата утврдува дека се карактеризираат со висок ризик од пожар. За потребите на предложената методологија усвоено е бројот на пожари по жител да се дефинира на 10.000 жители, на годишно ниво. За изложеност на материјалните добра на опасност од пожари во објекти,

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

предложено е бројот на пожари да се дефинира на 10,000 изградени станбени објекти, односно да се поврзе бројот на пожари со населеноста и изграденоста на просторот. На тој начин ќе се овозможи споредба на случените пожари по општини и ќе можат да се изработат карти на изложеност на ризикот.

Изложеноста се изразува преку **Коефициент на изложеност на пожар – K_i** чија вредност се добива како производ помеѓу бројот на пожари на 10.000 жители и бројот на пожари на 10,000 изградена објекти, согласно Табела 6.2. Неговата вредност се движи од 1 до 5 (согласно матричниот метод даден во Глава 5.3.4), при што вредноста 5 се добива за најголема изложеност.

Табела 6.2. Коефициент за изложеност на пожар K_i во зависност од број на население и на изградени објекти

Коефициент на изложеност K _i	1	2	3	4	5
Производ на просечните вредности за број на пожари на 10000 жители и на 10000 станбени објекти	<50	50 - 150	151 – 250	251 – 350	>350

6.2.2. Проценка на ранливост од пожар во објекти

Ранливоста во случај на пожар се однесува на ранливост на корисниците на објектите и ранливост на самите објекти и материјалните добра во нив.

За дефинирање на **ранливоста на објектите** потребни се податоци за типот, катноста и староста на објектите, и по општини и по квартави, како и податоци за материјалите од кои се изградени, квалитетот на градбата и оддалеченоста на објектите од ПП бригадите. Истите се дадени во статистичките податоци добиени врз база на последниот попис во Северна Македонија, но статистички податоци за случени пожари во така категоризираните објекти не постојат.

За дефинирање на ранливоста на корисниците (станари или вработени) на објектите потребна е категоризација на населението по општини и квартави од аспект на возраст и можна попреченост), Истите се дадени во статистичките податоци добиени врз база на последниот попис во Северна Македонија, но статистички податоци за попреченост и за случени пожари во така категоризираните објекти не постојат.

Дополнителните фактори кои влијаат на ранливоста на објектите и на ранливоста на станарите се: поставеноста на објектите во однос на пристапните патишта, опременоста со системи за алармирање и гасење на пожари, за кои фактори соодветни податоци можат да се добијат со увид во урбанистичките планови и анкетирање на станарите, но формата на податоците би зависела од методологија за анализа на ризикот од пожари во објекти. Во усвоената методологија истите не се вклучени поради немање соодветни податоци за сите објекти.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Во склад со достапните статистички податоци, во предложената методологија за проценка на ризик од пожар во урбани средини, коефициентот за ранливост на објектите и станарите е дефиниран како производ на два коефициента:

- Коефициент за ранливост на објектите – K1;
- Коефициент за ранливост на корисниците на објектите – K2.

Овие коефициенти се добиваат врз база на 9 критериуми, и тоа: старост на објектите, број на жители во објектите категоризирани по старост, катност на објектите, број на жители во објектите категоризирани по катност, квалитетот на градбата, број на жители во објектите категоризирани по квалитетот на градбата, оддалеченоста на објектите од ПП бригадите, бројот на жители во објектите категоризирани по оддалеченост од противпожарна единица и старосната структура на населението.

Коефициентот за ранливост на објектите – K1 се добива како средна вредност од четири индекси:

- Индекс во ф-ја од староста на објектите - I1 (Табела 6.3);
- Индекс во ф-ја од катноста на објектите - I2 (Табела 6.4);
- Индекс во ф-ја од квалитет на градбата на објектите (материјали) – I3 (Табела 6.5);
- Индекс во ф-ја од оддалеченоста на објектите од ТППБ – I4 (Табела 6.6).

Во овие индекси е вклучено процентуалното учество на секоја категорија на објекти со соодветни тежински коефициенти од 1 до 5, при што најнеповолниот случај е оценет со индекс 5, додека најповолниот случај добива индекс 1. На тој начин се добива пондерирана вредност за соодветниот индекс.

Така на пример, **индексот за староста на објектите - I1** се добива кога сумата од производите помеѓу бројот на објекти изградени во даден период и соодветниот тежински коефициент ќе се подели со вкупниот број на објекти (Табела 6.3).

Табела 6.3. Индекс за ранливост на објектите во зависност од годината на градење

Индекс за ранливост I1	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес

Индексот за катност на објектите – I2 се добива кога сумата од производите помеѓу бројот на објекти со одредена катност и соодветниот тежински коефициент ќе се подели со вкупниот број на објекти (Табела 6.4).

Табела 6.4. Индекс за ранливост на објектите во зависност од катноста

Индекс за ранливост I2	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	$P+10 \div P+19$	$P+5 \div P+9$	$P+3 \div P+4$	до $P+2$

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Индексот за квалитет на градбата – I3 се добива кога сумата од производите помеѓу бројот на објекти изведени од одреден материјал и соодветниот тежински коефициент ќе се подели со вкупниот број на објекти (Табела 6.5).

Табела 6.5. Индекс за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата

Индекс за ранливост I3	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	сидарија	бетон и армиран бетон

Индексот за близина на ПП служби – I4 се добива кога сумата од производите помеѓу бројот на објекти поставени во зона со одредена оддалеченост од ТППБ и соодветниот тежински коефициент ќе се подели со вкупниот број на објекти (Табела 6.6). Податоци за поставеноста на објектите можат да се обезбедат од урбанистичките планови на општините.

Табела 6.6. Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ

Индекс на ранливост I4	5	4	3	2	1
Оддалеченост од ТППБ (km)	> 20	10-20	5÷10	2÷5	< 2

Коефициентот за ранливост на објектите K1 се добива како:

$$K1 = (I1 + I2 + I3 + I4) / 4$$

Коефициентот за ранливост на населението K2 се добива како средна вредност од пет индекси:

- Индекс во ф-ја од бројот на жители во објекти категоризирани по старост – I5;
- Индекс во ф-ја од бројот на жители во објекти категоризирани по катност – I6;
- Индекс во ф-ја од бројот на жители во објекти категоризирани по квалитет на градба (материјали) – I7;
- Индекс во ф-ја од бројот на жители во објекти категоризирани по оддалеченост од ТППБ – I8 ;
- Индекс во ф-ја од старосната структура на населението – I9 (Табела 6.7).

Пондерираната вредност за првите четири индекси (I5 до I8) се добива на соодветен начин како и за индексите за ранливост на објектите, но сега во зависност од бројот на жители во секоја од поединечните категории на објекти, односно сумата од производите на бројот на станари во одредена категорија и тежинскиот коефициент за таа категорија се дели со вкупниот број на жители.

Индексот за старост на населението - I9 се добива кога сумата од производите помеѓу бројот на жители во одредена категорија на возраст и соодветниот тежински коефициент за таа категорија ќе се подели со вкупниот број на жители (Табела 6.7).

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

При тоа, во групата која е најзагрозена при појава на пожар се стари луѓе на возраст над 70 години и младите под 9 години, па тежинскиот фактор за оваа група изнесува 5, додека групата станари на возраст од 15 до 29 години е најмалку загрозена и добива тежински фактор 1.

Табела 6.7. Индекс за ранливост во зависност од старост на населението

Индекс на ранливост I9	5	4	3	2	1
Број на станари според возраст (години)	≥ 70 и ≤ 9	60÷69 и 10÷14	40÷59	30÷39	15÷29

Коефициентот за ранливост на населението K2 се добива како средна вредност од петте индекси на ранливост за соодветната категорија:

$$K2 = (I5 + I6 + I7 + I8 + I9) / 5$$

Вкупниот коефициент на ранливост се добива со множење на двата одделни коефициенти:

$$Kr = K1 * K2$$

6.2.3. Проценка на ризик од пожар за општина/регион

По дефинирање на коефициентот за изложеност на пожар на објектите и населението (K_i) и коефициентот за нивната ранливост (K_r), а врз база на полуквантитативната Матрична метода за проценка на ризик (Слика 5.15), се дефинира ризикот од пожар во урбани средини.

Предложено е да се примени матрица 5x5, во која за коефициентите за изложеност и ранливост се задаваат вредности од 1 до 5 (согласно дефинициите дадени во Табела 5.9). На тој начин, со множење на овие два коефициента, за ризикот се добиваат нумерички вредности со 5 можни нивоа, и тоа: занемарлив (вредност 1-2), низок (вредност 3-7), среден (вредност 8-12), висок (вредност 13-20), и неприфатлив ризик (вредност 21-25).

6.2.4. Карта на ризик од пожар за општина/регион

Дефиниран ризик од одредена опасност, кога се однесува на населено место, општина, град, цел регион или држава, најдобро се претставува со конструирање на карта на ризикот.

За да се создаде карта на ризик, најпрво потребно е да се креира карта на опасност и карта на ранливост. Процесот на формирање на карта на ризик воглавно се состои од три чекори [77] и тоа:

- Собирање податоци - креирање и подготовка на податоци;
- Обработка на податоци во форма на поединечни карти (опасности и ранливости);

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Креирање на карта на ризик, односно поврзување (преклопување) на картата на опасност и картата на ранливост.

Картите на опасност се карти со помош на кои се прикажува природата и обемот на реалните и потенцијалните опасности. Почетната фаза во мапирањето се состои од собирање, споредба и интерпретација на податоци за природата, зачестеноста и големината на настаните од минатото. После, како следен чекор е обидот да се предвиди природата и обемот на идните појави, што бара испитување на веројатната фреквенција или веројатноста за појава на несакани настани преку статистичка проценка и/или моделирање. Преку картите за опасност можно е да се обезбеди релативно добро разбирање за она што се случило во минатото и исто така да се добијат индикации за тоа каде може да се очекуваат идни проблеми. Веродостојноста на картите на опасност во голема мера зависи од количината и точноста на изворните податоци и од валидноста на прогнозата и процесот на моделирање [78].

Картите на ранливост покажуваат локации каде што луѓето, објектите и/или природната средина, изложени на потенцијална опасност (во случајот пожар), може да доживеат смрт, повреди, материјални загуби и штети по животната средина.

Картите на ризик, во основа се карти на изложеност дополнети со процена на последиците од одреден настан со дадена големина во контекст на живот, повреда, финансиски, еколошки и/или други влијанија [78]. Поточно картите на ризик се добиваат со преклопување на картите на изложеност и картите на ранливост.

Во процесот за управување со ризикот од катастрофални настани, во кои спаѓаат и пожарите, во текот на последната деценија беа широко применети технологиите базирани на собирање и анализа на просторни и описни податоци за катастрофи. Знаејќи дека катастрофалните настани по природа се фундаментално просторни, клучна улога во управувањето со овие феномени игра науката за геопросторни информации [79]. ГИС, од 1990-тите претставува моќна алатка и служи за претставување и анализа на слоеви на информации на просторен начин [80]. Заснованите методи за процена на ризик на ГИС технологијата може да се прилагодат за процена на ризик од пожар во урбани средини [79]. При анализа и евалуација на ризиците од пожар во објекти, ГИС може да се користи за мапирање на опасност од пожар, ранливост и ризик и нивно прикажување во просторна форма.

При анализа на ризик од пожар, покрај просторниот аспект, многу важна улога игра и временскиот домен, имајќи го во предвид фактот дека распределбата на пожарите во објектите варира во зависност од времето на денот, денот во неделата, месецот во годината, па дури и сезоната. Со успешно наблудување и разбирање на однесувањето на пожарот во зградите во простор и време се обезбедува можност за насочување на мерките за подобрување на заштитата од пожари за зградите кои преку анализа на ризикот се карактеризираат со високо ниво на ризик од пожар.

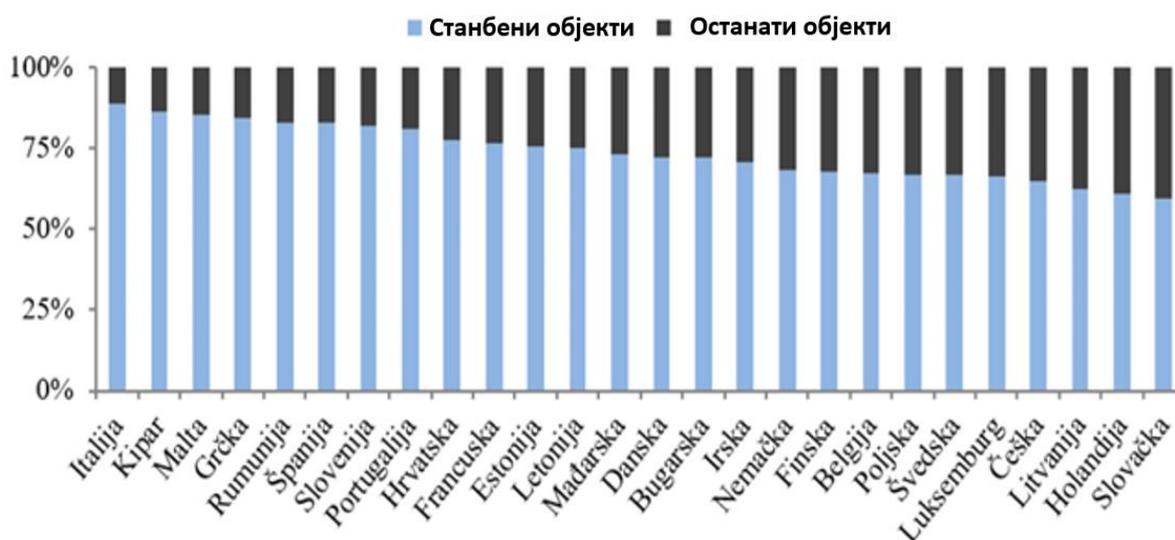
6.3. ПРИБИРАЊЕ И АНАЛИЗА НА ПОДАТОЦИ ЗА ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ВО УРБАНИ СРЕДИНИ

6.3.1. Анализа на станбен фонд во ЕУ

Во земјите на ЕУ (Слика 6.2), повеќе од 75% од сите објекти се станбени објекти. За потребите на поодделни анализи, извршена е основна класификација на станбените објекти во две групи:

1. Објекти за домување за едно семејство – во оваа група спаѓаат објекти кои се едносемејни куќи, самостојни или терасовидно поставени објекти со најмногу 4 апартмани;
2. Објекти за повеќесемејно домување – овие објекти вклучуваат станбени објекти со повеќе од 4 апартмани и станбени блокови со повеќе од 4 станови по влез.

Утврдено е дека половина од вкупниот станбен фонд го сочинуваат објектите за повеќесемејно домување (Европска комисија, 2020а).

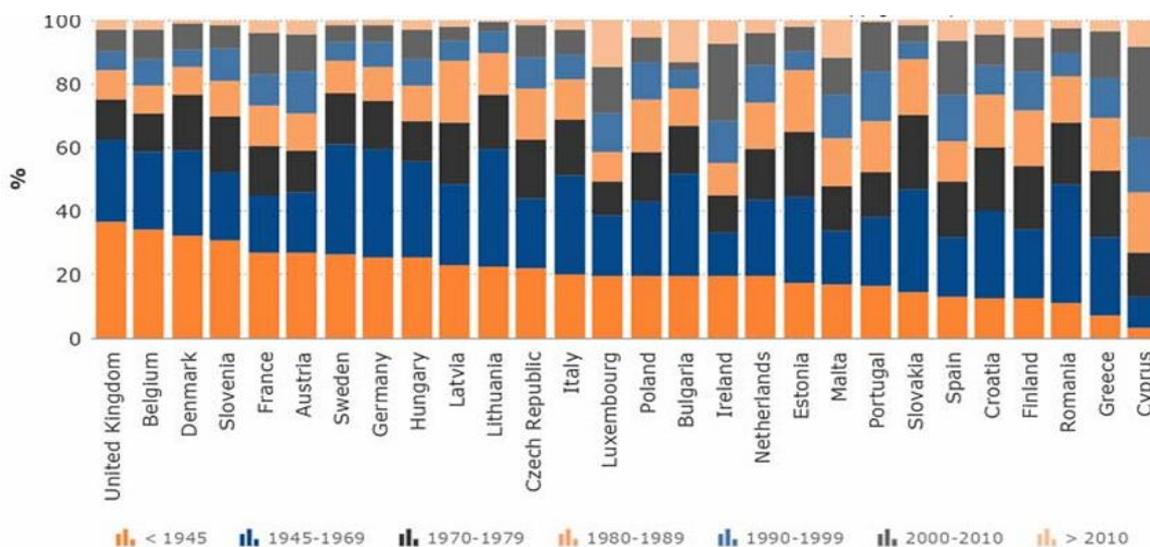


Слика 6.2. Застапеност на зградите во земјите на ЕУ по површина, во 2014 година (европски Комисија, 2020а)

При проценка на состојбата на постојниот станбен фонд, периодизацијата на градбата игра важна улога бидејќи квалитетот на изведба на зградата може да се смета за директна последица на тогашните важечки прописи, применетите градежни технологии и материјали карактеристични за дадениот период. Распределбата на станбениот фонд во земјите на ЕУ, според годината на изградба, е прикажана на Слика 6.3.

Пред Втората светска војна се изградени околу 20% од вкупниот станбен фонд, додека после овој временски период се изградени околу 25% од станбените објекти. Повеќе од половина од постоечкиот станбен фонд е изграден помеѓу 1945 и 1990 година, односно во повоениот период (Европска комисија, 2020а).

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.3. Распределба на станбениот фонд во земјите на ЕУ, според годината на изградба (Европска комисија, 2020а)

Истражувањето спроведено од Европскиот институт за градежни перформанси (Buildings Performance Institute Europe [BPIE], 2011), опфати и класификација на станбените згради во европските земји врз основа на периодот на градба. Станбените згради се класифицирани во три основни групи со цел да се овозможи споредба на староста на станбениот фонд во различни земји:

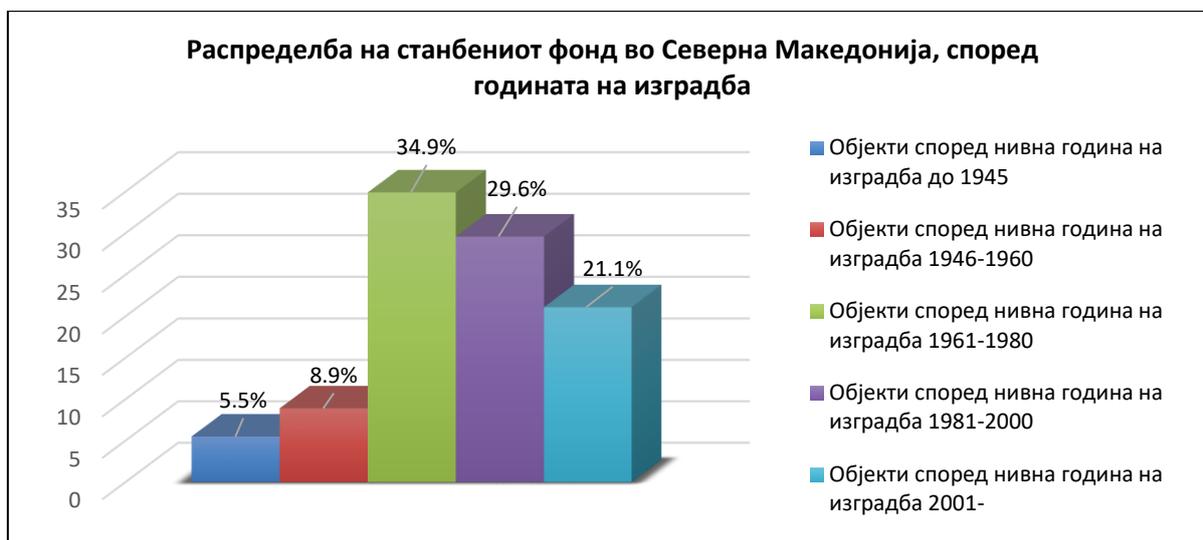
- Објекти изградени пред 1960 година;
- Објекти згради изградени во периодот 1961-1990 година;
- Објекти изградени во периодот 1991-2010 година.

Во Данска, Шведска, Франција, Чешка и Бугарија најголем процент од станбениот фонд го сочинуваат објектите изградени пред 1960 година. Во Естонија, Унгарија, Латвија и Финска најголем процент од станбениот фонд го сочинуваат објектите изградени во периодот 1961-1990 година, додека во Ирска, Шпанија и Полска доминираат објекти изградени во периодот 1990-2010 година. Исто така, во речиси сите земји на ЕУ, периодот од 1961 до 1990 година се карактеризира како период на интензивна градба и станбениот фонд изграден во овој период претставува повеќе од половина од вкупниот станбен фонд [72].

6.3.2. Анализа на станбен фонд во Северна Македонија

Врз основа на податоци добиени од Завод за Статистика на Република Северна Македонија, во периодот од 1961 до 1980 година се изградени најголем број на објекти кои го сочинуваат најголемиот процент од станбениот фонд во Северна Македонија. Потоа, следуваат објектите изградени во периодот од 1981 година до ден денес, додека помалиот процент од станбениот фонд го сочинуваат објектите изградени пред 1960 година (Слика 6.4).

Анализата покажува дека најголемиот дел од изградената инфраструктура е составен од згради односно објекти од високоградбата кои играат клучна улога во социо-економскиот развој на земјата. Голем број на згради имаат проектен век од неколку децении, што подразбира дека во тој период во нив е потребно непречено да се одвиваат станбени и функционални операции на голем број на жители. Зградите, за време на овој долг временски период, може да бидат изложени на различни природни опасности како: земјотреси, поплави, свлечишта, силни ветрови, големи снежни наноси и др. и опасности предизвикани од човек (пожар, експлозија и др.). Овие опасности можат да предизвикаат целосно или делумно уривање на објектот и онеспособување на неговите функции, што може да доведе до загрозување на безбедноста на корисниците на објектот и може да предизвика значителни материјални загуби, било тоа директни или индиректни загуби. Затоа, проектирањето на зградите треба да биде на таков начин што истите да можат да ги издржат инцидентните дејства од можните опасности со цел да се осигура безбедност и на корисниците и на објектите во тек на нивниот проектен век.



Слика 6.4. Распределба на станбениот фонд во Северна Македонија, според годината на изградба

6.3.3. Случени пожари во станбени објекти

За да се процени ризикот од пожар во станбени објекти прв чекор е анализата на случените пожари во соодветниот тип на објекти, населби, региони, или цела држава. Овие анализи се спроведуваат врз база на записи од случени пожари кои ги подготвуваат противпожарните единици и најчесто се презентирани во годишните извештаи на службите за заштита од пожари кои постојат во секоја земја.

Врз база на овие податоци за случени пожари на годишно ниво се дефинира **изложеноста на пожар** на објектите и на нивните корисници, додека врз база на податоци за смртни случаи, повредени и материјалната штета се дефинира и **ранливоста**.

6.3.3.1. Случени пожарни во станбени објекти во светот

Од далечната историја постојат записи за незначителни, но и многу големи пожари во населени местс, проследени со катастрофални последици т.е. човечки загуби и голема материјална штета. 86,4 милиони пожари, кои настанале во период од 1993 година до 2015 година, предизвикале повеќе од еден милион смртни случаи [81], а вкупната годишна загуба од глобалната опасност од пожар претставувала околу 1% од светскиот БДП [82].

Во целиот свет, и во развиените земји и во земјите во развој, на годишно ниво, 3.8 милиони пожари предизвикуваат просечно 44.300 смртни случаи [81]. Во САД, како развиена земја, се случиле максималниот број на пожари и вториот најголем број смртни случаи од пожар (период 2010-2014 година), а Индија и Пакистан, како земји во развој, претрпеа најголем број жртви од пожар и се рангирани на второ место во однос на бројот на случени пожари (Brushlinsky et al., 2016).

Присуството на пожарите, проследени со катастрофални последици, не недостасува и денес. Во 27-тиот извештај на “*International Association of Fire and Rescue Services (CTIF) - Center of Fire Statistics (CFS)*”, врз база на анализа на случени пожари во 48 земји од светот во кои живеат 3,3 милијарди луѓе, дадени се статистички податоци за 2020 година. Противпожарните бригади во овие земји, во тек на 2020 година, добиле 4 милиони повици за случени пожари, со наведените последици:

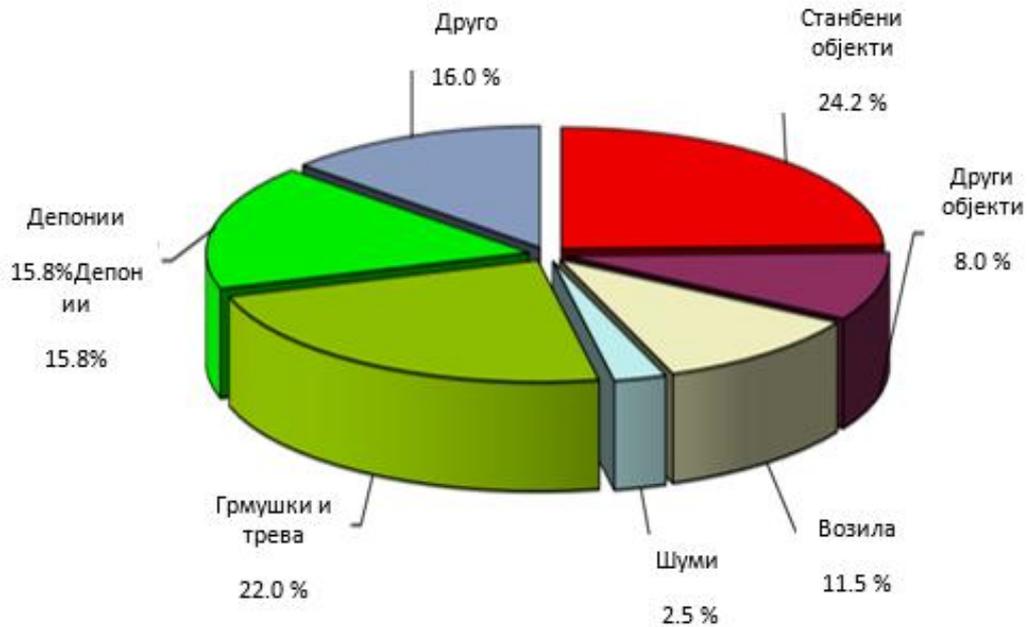
- Над 20.700 загинати и над 70.000 повредени луѓе;
- 1.2 пожари на 1.000 жители на годишно ниво;
- На 100.000 жители регистрирани се 0,6 смртни случаи од пожари и 2,1 повредени;
- На секои 100 пожари имало 0,5 загинати и 1,8 повредени.

Пожари се појавуваат во различни објекти (јавни и деловни објекти, образовни објекти/училишта, домови, болници, музеи, библиотеки итн.), во индустријата, на отворено (во шуми, во грмушки и треви), на депонии, на возила.

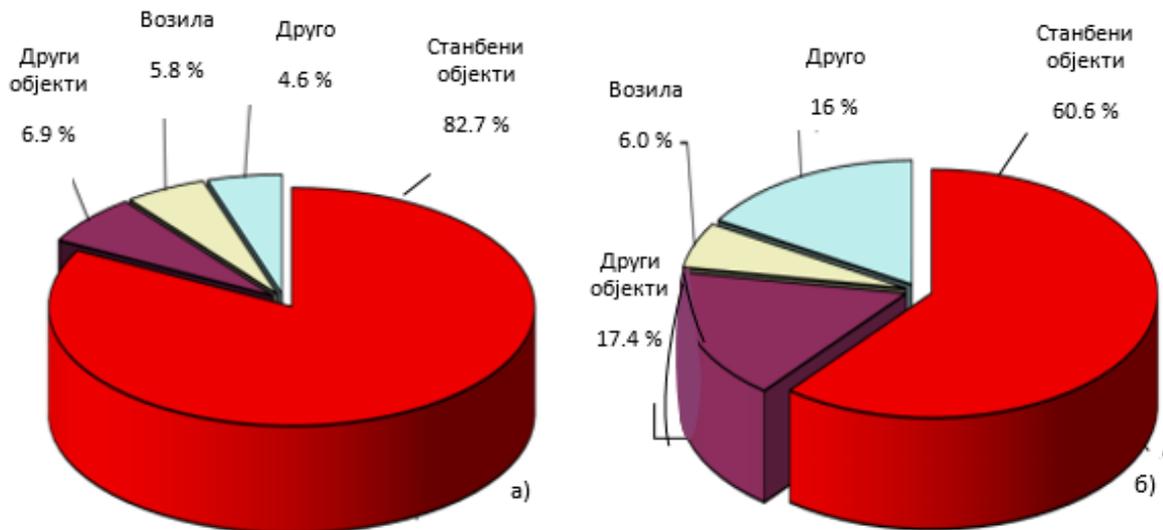
Во 27-тиот извештај на CTIF-CFS даден е преглед за случени пожари во светот со процентуална застапеност по место на случување, број на смртни случаи и повредени. Податоците за 2020 година покажуваат дека 24.2% од вкупниот број на пожари настануваат во станбени објекти, 8% во други објекти, а 11.5% на возила (Слика 6.5).

Во истиот извештај е дадена анализа и за бројот на смртни случаи и повредени лица како резултат на пожарен настан, повторно по место на случување (Слика 6.6). Повторно најголем број смртни случаи (82,7%) и повредени (60,6%) има во случај на пожар во станбени објекти.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.5. Процентуална застапеност на пожарите по место на случување, (СТИФ-CFS, 2020)



Слика 6.6. Процентуална застапеност на: а) смртни случаи од пожар, б) повредени во пожари, по место на случување, (СТИФ-CFS, 2020)

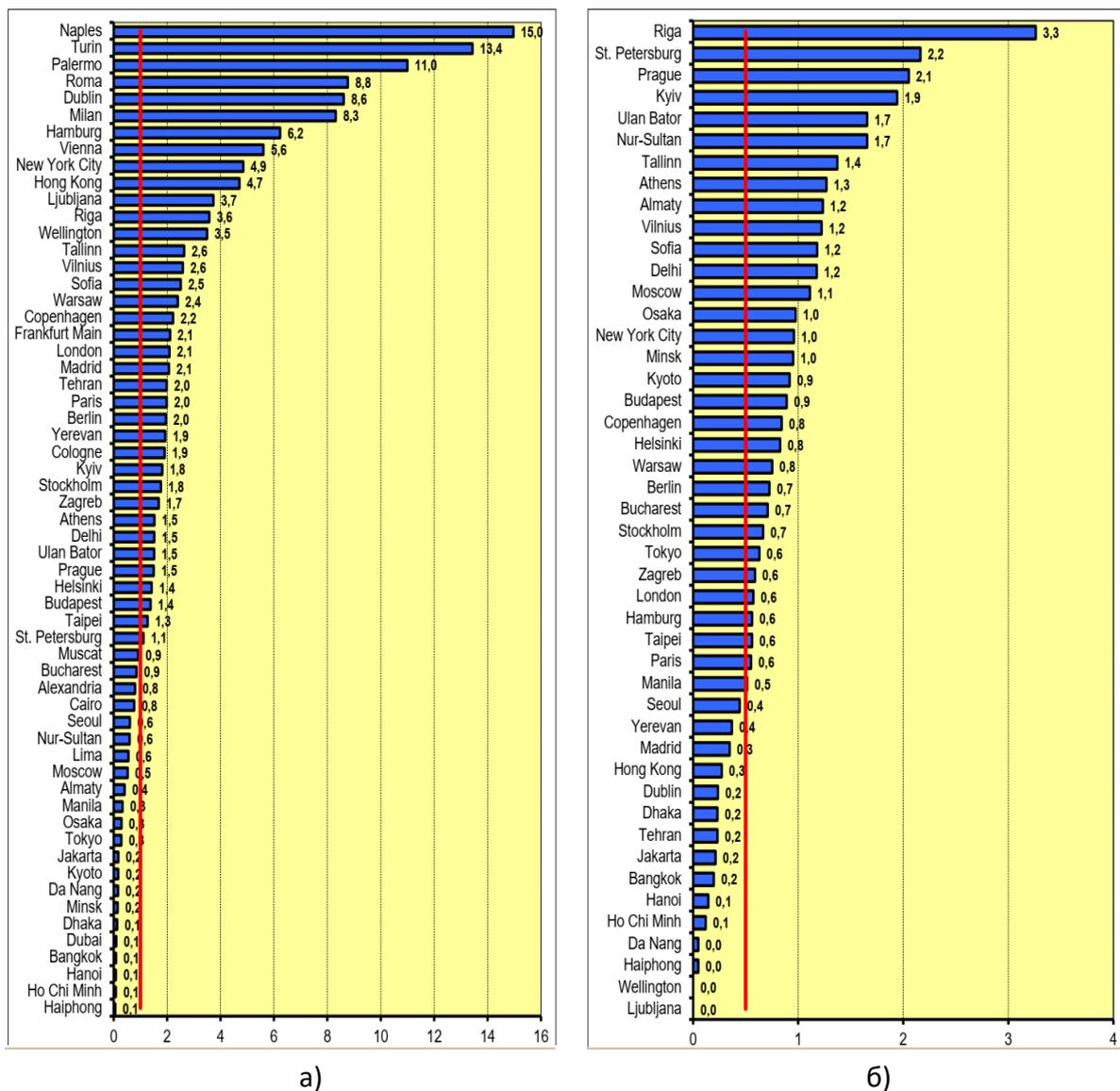
Евидентно е дека најголем број пожари се во станбени објекти, па од таа причина треба посебно да се анализира токму ризикот од појава на пожари во овие објекти врз база на разработена методологија за процена на ризик од пожар во станбени објекти и населени места која ќе зависи од спецификата на регионот и расположивоста на податоци.

Добиени се статистички податоци за период 2016-2020 година за просечен број на пожари на 1000 жители (Слика 6.7 а) и просечен број на жртви од пожар на 100.000 жители (Слика 6.7 б) врз база на податоци од 40 поголеми градови во светот, при што е евидентирано дека степенот на развиеност на државата нема големо влијание врз

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

бројот на случените пожари, ниту пак на бројот на жртви, што потврдува дека степенот на пожарна безбедност на објектите треба да се анализира за секоја земја поодделно.

При пожар во објекти од високоградбата, оштетувањата на конструкцијата и евентуалниот колапс, како и согорувањето на инвентарот, се причини за појава на поголеми материјални штети, додека загушувањето од токсичните гасови кои се ослободуваат во процесот на горење е најчеста причина за појава на смртните случаи. Анализите покажуваат дека кумулативните штети предизвикани од пожари се поголеми дури и од штетите предизвикани од земјотреси [83].



Слика б.7. а) Просечен бројна случени пожари во градски средини, на 1.000 жители
 б) Просечен бројна жртви од пожари во градски средини, на 100.000 жители
 (CTIF-CFS, 2016-2020)

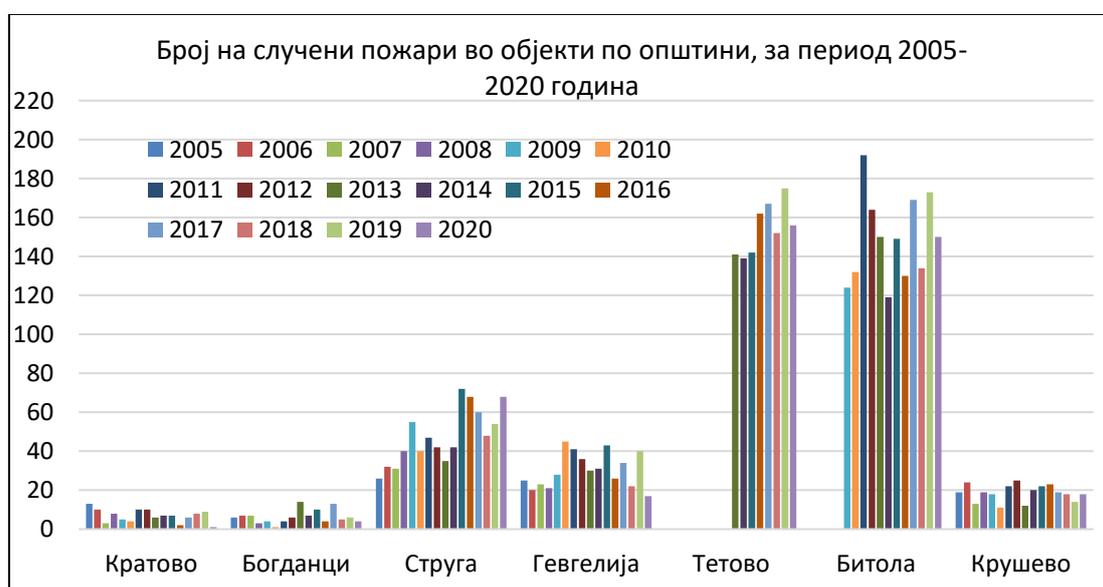
6.3.3.2. Случени пожарни во станбени објекти во Северна Македонија

Во Северна Македонија, детална евиденција за случени пожари во објекти не е водена, но за поголем број на општини постојат податоци од аспект на: локација, намена на објектот, време во денот и годината, повредени лица и жртви, додека нема податоци за типот на запалениот објект од аспект на конструктивен материјал и катност, причина за пожарот и предизвиканата материјална штета. Поради оваа причина не може да се направи соодветна анализа за зачестеноста на пожарите, изложеноста на населението и предизвиканите штети.

Во делот на ова истражување ќе бидат презантирани податоци за случени пожари за одредени градови и за одредени периоди за кои се обезбедени потребните податоци.

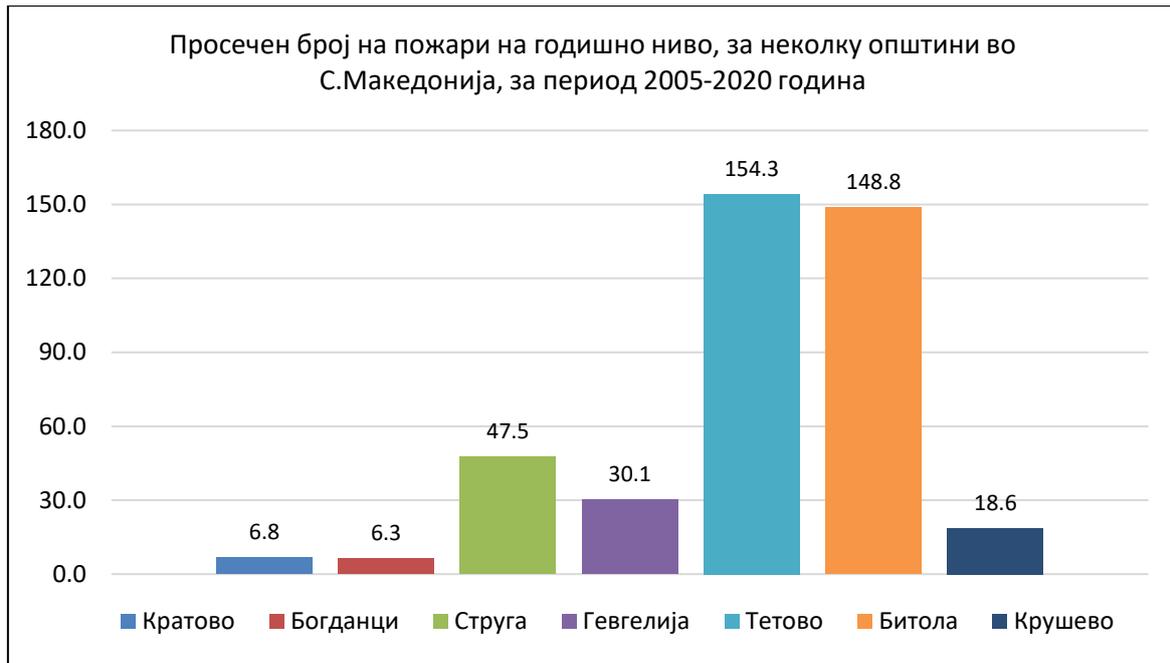
За случените пожари во објекти на територијата на Северна Македонија податоците се добиени од Територијалните Противпожарни Бригади (ТППБ), при што дел од податоците се за период од 2005 до 2020 година, а дел од податоци се за период од 2018 година до 2023 година (Скопје и Куманово).

На Слика 6.8 е прикажан бројот на случени пожари во објекти по години, за период 2005-2020 година, за избраните општините Кратово, Богданици, Струга, Гевгелија и Крушево. За општина Тетово се добиени податоци за период 2013-2020, додека за Битола податоците се за период 2009-2020 година.



Слика 6.8. Број на случени пожари во објекти по години, за период 2005-2020 година, за општини во С. Македонија за кои постојат податоци

На дијаграмот на слика 6.9 е прикажан просечниот број на случени пожари во објекти во општините Кратово, Богданици, Струга, Гевгелија и Крушево, за период од 16 години, додека за општините Тетово и Битола просекот е за 8, односно 12 години, соодветно на податоците.



Слика 6.9. Просечен број случени пожари во објекти, на годишно ниво по општини во С. Македонија, период 2005-2020 година

За дел од општините во Северна Македонија се добиени податоци за бројот на случени пожари по години и месеци, за период 2005-2020 година, но за дел од општините се добиени понови податоци, односно само за период 2018-2023 година. Од таа причина резултатите се прикажани одделно. За голем број на општини бараните податоци не се добиени и истите не се вклучени во анализата.

Со цел да се покаже влијанието на големината на општината врз бројот на случени пожари, анализирани се 3 помали, 2 средни и 2 големи општини. Притоа е внимавано годините за кои постојат податоци да се поклопуваат.

Во Табела 6.8 е даден преглед на просечен број на случени пожари во објекти, по месеци, за општините за кои се достапни податоци, како и просечен број на пожари во објекти на годишно ниво.

Во табелата се вклучени и општините за кои е надлежна ТППБ на град Скопје, и покрај тоа што истите не се дел од градот. Опфатен е период од 2005 до 2020 година, односно 16 години но, како што е веќе наведено, за општините Тетово и Битола бројот на анализирани години е помал, и изнесува 8, односно 12 години.

Во Скопје, како и во другите градови на Северна Македонија, пожарните случаи низ години биле чести. Податоците за случените пожари во објекти за општина Скопје се евидентирани од страна на Територијалната Противпожарна Бригада (ТППБ) на град Скопје. Податоците се доставени за два различни временски периоди: дел од ТППБ доставија податоци за период од 2005 до 2020 година, додека дел од ТППБ доставија податоци за период од 5 години, односно од 2018 до 2023 година.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.8. Просечен број на случени пожари во објекти по општини во С. Македонија и по месеци, за период 2005-2020 год.

Општина	Просечен број на пожари во објекти по месеци												Просек годишно
	Месец												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Арачиново	0.0	0.2	0.5	0.2	0.3	0.2	0.5	0.0	0.3	0.5	0.5	0.3	3.5
Богданци	0.9	0.9	0.9	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.5	1.4	6.1
Босилово	2.0	1.7	2.0	1.3	0.3	1.0	0.3	0.7	0.0	0.3	0.3	1.7	11.7
Валандово	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Василево	1.3	0.7	1.7	0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	1.0	6.3
Вевчани	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.5
Гевгелија	7.2	4.9	4.1	1.6	1.0	1.1	0.8	0.9	1.1	1.1	1.8	4.4	30.1
Гостивар	12.8	12.2	9.4	5.0	5.4	2.0	5.0	3.2	4.2	6.8	7.6	16.0	89.6
Дојран	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	1.3
Зелениково	0.0	0.7	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2	1.8
Илинден	1.5	0.8	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.8	0.3	0.3	0.3	2.5	8.8
Конче	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	1.0
Кратово	0.9	0.7	0.5	0.6	0.3	0.4	0.7	0.8	0.7	0.3	0.6	0.8	7.2
Крушево	3.0	3.1	2.2	1.6	1.3	0.6	0.5	0.7	0.8	1.0	1.6	2.2	18.6
Куманово	2.6	2.8	3.4	3.4	2.2	1.8	4.2	6.0	1.0	3.2	3.6	2.6	36.8
Ново село	0.3	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.3	1.0	4.0
Петровец	0.2	0.8	0.3	0.3	0.7	0.2	0.0	0.5	0.3	1.0	1.2	0.7	6.2
Пробиштип	0.3	0.7	0.0	0.6	0.3	0.7	0.6	0.9	0.6	0.7	0.1	0.7	6.0
Радовиш	8.2	6.2	5.2	2.5	1.9	1.2	1.3	1.2	1.2	1.6	2.0	6.0	38.7
Ранковце	0.2	0.3	0.8	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.2	0.2	0.3	3.8
Сопиште	0.2	0.8	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.3	1.3	4.7
Струга	7.1	6.6	4.6	1.1	1.2	1.6	2.1	1.9	2.3	4.8	6.3	7.9	47.5
Струмица	18.3	13.0	16.7	7.3	1.7	0.7	1.0	1.3	2.3	0.3	2.0	7.3	72.0
Студеничани	0.7	1.3	1.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.7	1.0	0.2	0.8	0.5	7.2
Тетово*	26.5	19.1	21.8	8.9	5.4	7.3	8.9	7.9	6.4	7.4	13.6	21.3	154.3
Чучер Сандево	0.3	0.7	0.5	0.5	0.2	0.2	0.0	1.0	0.3	0.2	0.2	0.2	4.2

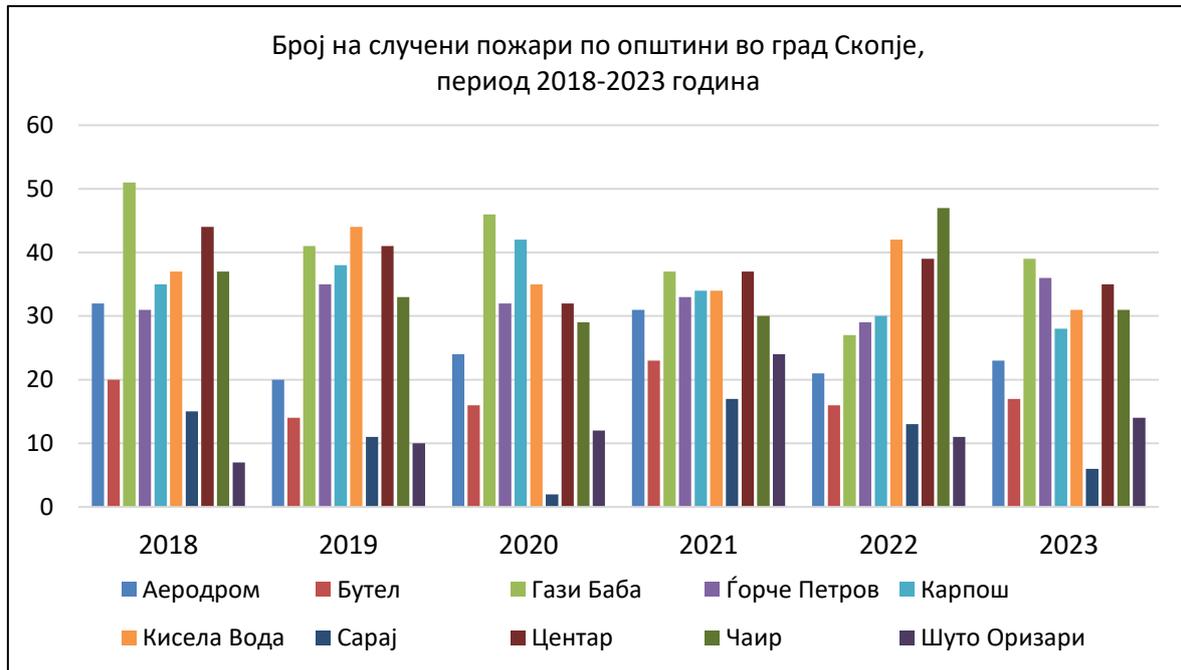
* Вклучени се и општините: Теарце; Јегуновце; Желино; Боговиње; Брвеница

Согласно доабиените податоци од Територијалната Противпожарна Бригада (ТППБ) на град Скопје, направена е анализа на пожарни случаи на објекти за период од последните 5 години, односно 2018-2023 година.

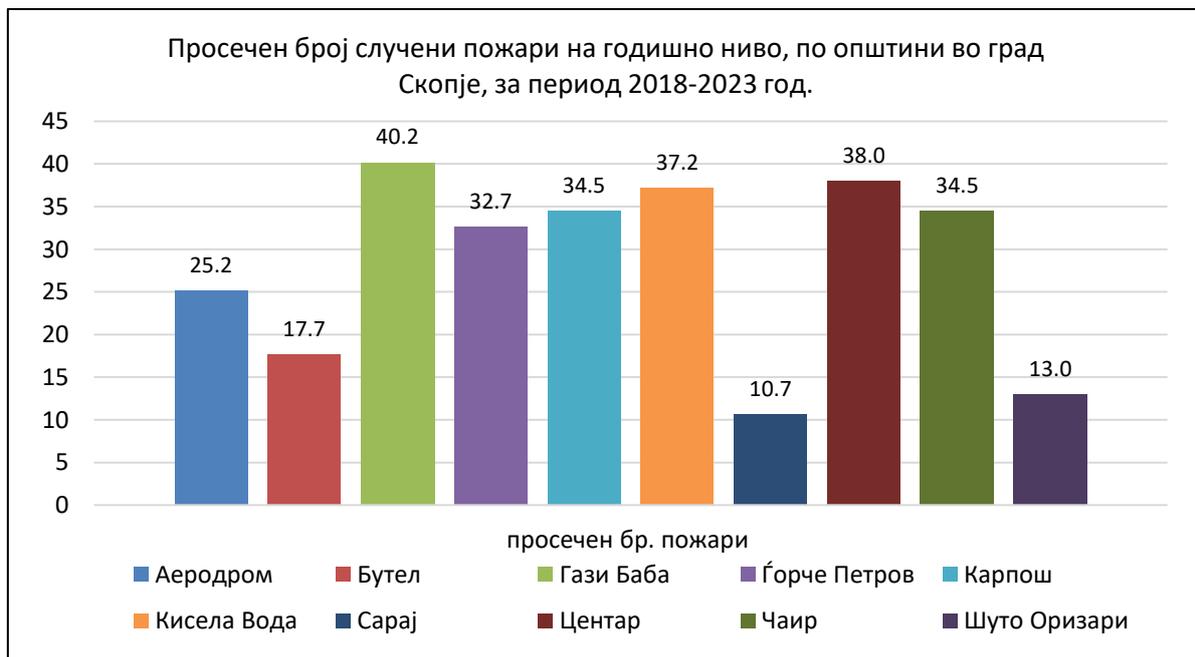
Во анализата се опфатени 3 општини во рамките на град Скопје. Бројот на случени пожари во објекти по општини кои припаѓаат на град Скопје е даден на дијаграмот на

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Слика 6.10, додека на дијаграмот на Слика 6.11 е прикажан просечниот број на случени пожари по општини.



Слика 6.10. Број на случени пожари во објекти во Скопје во период 2018-2023 година



Слика 6.11. Просечен број случени пожари на годишно ниво, во објекти по општини на градот Скопје, период 2018-2023 година

Од Територијалната Противпожарна Бригада на град Скопје добиени се податоци и за бројот на повредени и загинати во пожарите во објекти за секоја општина на град Скопје.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Во Табела 6.9 даден е преглед на добиените податоци од ТППБ на град Скопје, за период 2018-2023 година.

Табела 6.9. Број на жртви и повредени во пожари во објекти во град Скопје и околните општини, за период 2018-2023 год

Повредени и жртви од пожар во објекти во град Скопје и околните општини за кои е надлежна ТППБ на град Скопје, период 2018-2023		
Општина	Повредени	Жртви
Аеродром	3	2
Бутел	2	1
Гази Баба	13	0
Ѓорче Петров	2	2
Карпош	4	1
Кисела Вода	10	0
Сарај	1	0
Центар	4	1
Чаир	7	0
Шуто Оризари	2	2
Илинден	2	0
Чучер Сандево	0	1
Петровец	1	0
ВКУПНО	51	10

6.4. ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР ЗА ОПШТИНА КУМАНОВО – СТУДИЈА НА СЛУЧАЈ

6.4.1. Случени пожари во станбени објекти во општина Куманово

Куманово е град кој се наоѓа во североисточниот дел на Северна Македонија и е втор град по број на жители (97962-попис 2021) во ова држава. Површината на општина Куманово изнесува 432 km². Вкупниот број на изградени објекти е 27895, односно 65 објекти/ km², додека вкупната површина на изградени објекти изнесува 3.823.166 m² (3.82 km²), односно густината на изграденост изнесува 0.885 km² изградена површина на секој 100 km² општинска површина. Објектите се изградени од различен материјал (дрво, челик, армиран бетон итн.) и со различна катност (од 2 до над 10 ката).

Куманово како град се состои од 18 урбани единици и тоа:

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Урбана единица Тоде Мендол;
- Урбана единица Бајрам Шабани;
- Урбана единица 11-ти Ноември;
- Урбана единица 11-ти Октомври;
- Урбана единица Х.Т. Карпош;
- Урбана единица Панче Пешев;
- Урбана единица Центар;
- Урбана единица 3-та МУБ;
- Урбана единица Благој Стефковски Гојчо;
- Урбана единица Гоце Делчев;
- Урбана единица Перо Чичо;
- Урбана единица Проевце;
- Урбана единица Долно Којнаре;
- Урбана единица Бедиње;
- Урбана единица Стари Лозја;
- Урбана единица Индустриска;
- Урбана единица 1;
- Урбана единица 2;

од кои што во склоп на урбаната единица 1 и 2 во најголем дел спаѓаат зелени површини и производни површини.

Низ години, во овие урбани единици се појавиле пожарни случаи проследени со различни последици. Пожарните случаи се евидентирани од Територијалната Противпожарна Бригада – Куманово.

Во Куманово, врз база на податоци добиени од Територијалната Противпожарна Бригада (ТППЕ-Куманово), направена е анализа на случени пожари на објекти за период од 2019 година до 2023 година. Во текот на пет години, вкупниот број на пожари, интервенции и технички интервенции изнесува 2585, додека вкупниот број на пожари во објекти за овој период изнесува 184 (7.1 %), односно во просек 36,8 пожари годишно. Бројот на случени пожари во објекти во Куманово е прикажан на дијаграмот на Слика 6.12.

Во анализираниот временски период, бројот на пожари во објекти од година во година нема голема промена. Согласно добиените резултати очигледно е дека најголем број на пожарни случаи се појавиле во 2021 година, додека во 2022 година е регистриран најмал број на пожарни случаи.

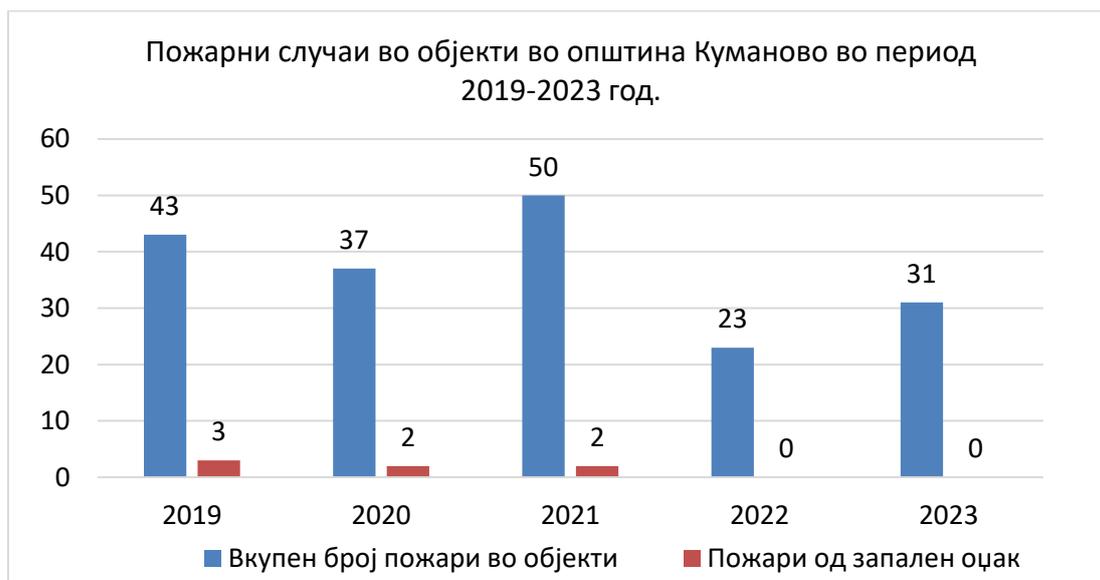
На Слика 6.13 прикажан е вкупниот број на пожари во објекти и вкупниот број на пожари предизвикани од оцаци, за период од 2019 до 2023 година. Согласно добиените

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

податоци, оџаците имаат предизвикано најмал број на пожари, додека во 2022 и 2023 година нема ниту еден случај на пожар предизвикан од оџак.



Слика 6.12. Број на случени пожари во објекти во Куманово, во период 2019-2023 год.



Слика 6.13. Број на пожари во објекти во општина Куманово, за период 2019-2023

Зависно од сезоната кога избувнале пожарите, најголемата разлика во бројот на пожарните случаи се гледа во 2021 година, каде што бројот на пожари во лето (46%) е значително поголем во однос на бројот на пожарните случаи во останатите три сезони. Помала разлика имаме во 2020 година, каде што тука, бројот на пожарните случаи во есен (40.5%) е поголем во однос на пролетта, лето и зима. Пожарните случаи во 2019 година и 2022 година, по сезони, се скоро идентични, а во 2023 година најголем број на пожари се забележани во лето (32.3%) и зима (38.7%), а најмал број на пожари во пролет (19.35%) и есен (9.7%), (Слика 6.14).

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Потенцијални причини за пожарите во овие месеци се идентификувани како грејни елементи кои се користат за загревање на станбени простории во периодот непосредно пред почетокот и по завршувањето на грејната сезона во Куманово, Северна Македонија. Покрај старите и неодржувани електрични инсталации кои претставуваат закана во текот на целата година, во зимските месеци дополнителни закани се светилките на новогодишните елки, неисправни греалки, украсни свеќи или облека што се суши на радијатори. Други причини за појава на пожар се и: плинска боца, догорче од цигара, отворен пламен, самозапалување, намерно и исто така има и пожари чија причина е неутврдено.



Слика 6.14. Број на пожари во објекти во општина Куманово зависно од сезоната во која настанал пожарот, за период 2019-2023

На Слика 6.15 е прикажана распределбата на пожарите во станбените објекти во Куманово врз основа на денот во неделата во кој се случил пожарот, за период од 2019 година до 2023 година. Од дијаграмот се гледа дека број на случени пожари по денови е приближно рамномерен, односно 69.6% во 5 работни дена и 30.4% за време на викендот (во 2 дена). Причините за појава на пожар во работните денови се различни и тоа: невнимание поради замор од работа, лошо домаќинство, заборевени упалени различни електрични елементи поради исрцпеност од работа и така натаму.

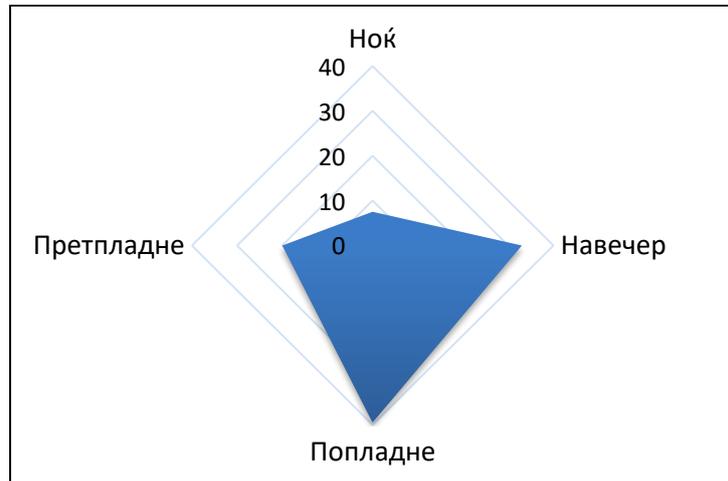
На Слика 6.16 претставена е распределбата на пожарите во објекти во Куманово, по дел на денот во кој настанал пожарот, за период од 2019 год. до 2023 год. Од добиените резултати утврдено е дека во ноќните часови имало најмал број на случени пожари (7%). Попладне и навечер бројот на настанати пожари е зголемен и во вкупниот број на пожари учествуваат со 39.5% и 33% соодветно. Пожарите кои се јавуваат во тек на ноќта претставуваат посебна опасност бидејќи истите можат да се развијат без да се забележат од станарите поради тоа што е време на спиење, па овие пожари можат долго да тлеат. Вообичаени причини за пожари во текот на ноќта се грејните тела кои не се доволно

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

далеку од мебел или други запаливи материјали, како и невнимателно отстранување на догорчиња од цигари (Драганиќ, Шупиќ, Бонџиќ, Лабан и Голочевац, 2016).



Слика 6.15. Број на пожари во објекти во општина Куманово зависно од деновите кога настанал пожарот, за период 2019-2023



Слика 6.16. Процентуална распределба на број на пожари во објекти во Куманово по дел од денот

Слика 6.17 ја прикажува распределбата на пожарите во станбените згради врз основа на местото во зградата каде што се појавил пожарот.

Најголем број пожари избувнале на катови (65%) и на приземје (23%), додека прилично мал број пожари избувнале во подрум (9%), на покрив (2%) или во оџак (1%). Бројот на евидентирани пожари на катови е речиси три пати поголем од бројот на пожари на приземјето. Најчести причини за пожари во приземјето се електричните инсталации (неисправни разводни табли кои најчесто се во приземјето) или намерното палење хартија, картон или рекламен материјал во поштенските сандачиња. Иако пожарите во подрумите ретко се случуваат, тие претставуваат посебна опасност поради лошата пристапност за гаснење на пожарот. Во подрумските простории има претежно магацини на станарите во кои се чуваат стари и непотребни работи, претежно запаливи и лесно горливи, поради што подрумот, во однос на другите делови од зградата, се

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

карактеризира со големо пожарно оптоварување. Покрај тоа, поради малата површина на отворите (мали прозори) пожарите траат подолго (споро согорување заради мал дотур на кислород), а високата температура и чадот се заробени во подрумот и оневозможуваат влез на противпожарните тимови. Малиот број на пожари на покривот се должи на тоа што голем број згради се со рамни покриви, без тавански простор, а бројот на пожари предизвикани од нечисти оџаци е многу мал (само 1,4 на годишно ниво).



Слика 6.17. Распределба на пожарите во објекти во Куманово врз основа на место на настанат пожар

На катовите, врз основа на местото во станот (слика 6.18), пожарите најчесто се јавуваат во кујната (42%). Потенцијална причина се електрични апарати во кујната или заборавено јадење на шпоретот.



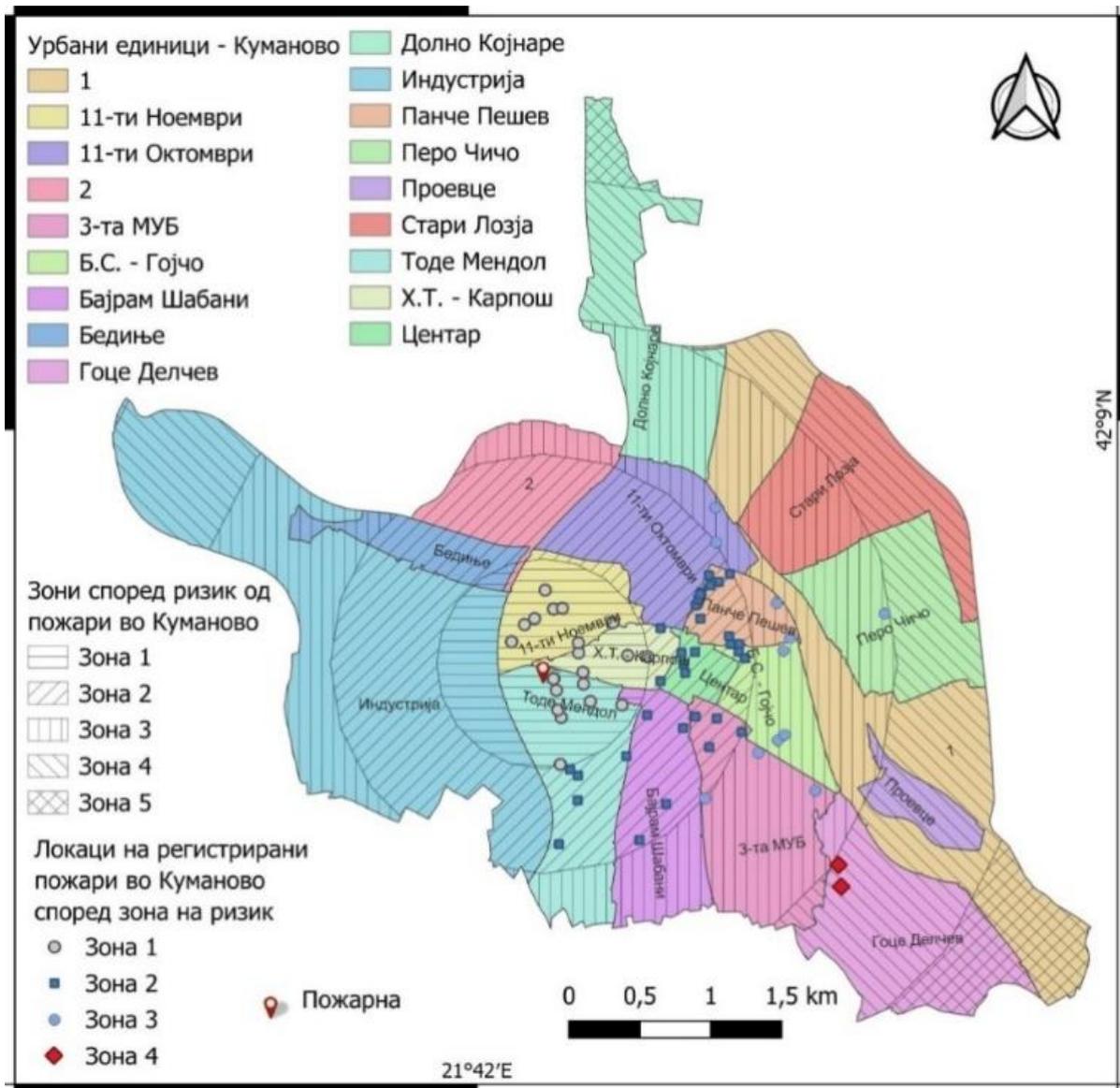
Слика 6.18. Процентуална распределба на пожарите во објекти во Куманово врз основа на место на пожар внатре во објектот

Бројот на пожари што настанале во кујната е значително поголем од бројот на пожари во ходниците, кои се втори по зачестени пожари (29%). Причина за пожар во ходниците може да биде несоодветното одржување и ракување со разводната табла и електричните осигурувачи кои најчесто се поставуваат во овие простории. Во вкупниот број на пожари, пожарите во дневните простории учествуваат само со 12%, а пожарите

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

во бањите со 11% и најчесто се од неисправен бојлер. Најмал број пожари имало на терасата (6%), а причина се поставени плински боци или заборавена недогорена цигара.

Со цел да се добие картата на пожарен ризик за Куманово, анализирани се и податоци за случени пожари по зони. Зоните се дефинирани во зависност од нивната оддалеченост од Територијалната Противпожарна Бригада (ТППБ) која се наоѓа во централното градско подрачје. На тој начин површината на Куманово е поделена на 5 зони и истите со соодветен број на пожари во период од 5 години се прикажани на Слика 6.19. Детално се прикажани локациите на пожари во зоните 1, 2 и 3, додека за зоните 4 и 5 податоците не се соодветно внесени затоа што за сите периферни населби не постојат соодветни нумерички податоци за нивно претставување во ГИС.



Слика 6.19. Пожарни случаи во Куманово за период 2019-2023, по зони

Врз база на спроведената анализа за пожарни случаи во Куманово, период 2019-2023 година, добиени се податоци за вкупен број на жртви и повредени од пожари за тој

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

временски период. Евидентно е дека најголем број на повредени и загинати имало во 2020 година, додека во 2022 и 2023 година, поради појава на пожар, имало само повреда на луѓе, (Табела 6.10).

Табела 6.10. Број на жртви и повредени во пожари во објекти во Куманово, за период 2019-2023 год.

Година	Опожарени објекти	Повредени			Загинати		
		Пожарни-кари	Станари	Вкупно	Пожарни-кари	Станари	Вкупно
2019	44	/	/	/	/	/	/
2020	37	/	7	7	/	3	3
2021	50	/	/	/	/	/	/
2022	23	/	1	1	/	/	/
2023	31	/	4	4	/	/	/

6.4.2. Процена на ризик од пожар за општина Куманово

6.4.2.1. Процена на изложеност на пожар во објекти

За да се дефинира изложеноста на населението на опасност од пожари во објекти, усвоено е да се употреби податок за број на случени пожари на 10.000 жители, по години, додека за да се дефинира изложеноста на материјалните добра на опасност од пожари во објекти, усвоено е да се употреби податок за број на пожари на 10.000 објекти. На тој начин поврзан е бројот на пожари со бројот на население и со изграденоста на просторот и овозможена е споредба на изложеноста на пожари во објекти по општини и зони.

Врз база на податоци добиени од ТППБ, во Табела 6.11 даден е просечниот број на случени пожари во станбени објекти на 10.000 жители, додека во Табела 6.12 даден е просечниот број на случени пожари на 10.000 објекти, по месеци и години, за период од 2019 до 2023 година. Податоците графички се прикажани и на Слика 6.20.

Коефициентот на изложеност на пожар (Ki) за градот Куманово е добиен согласно предложените вредности во Табела 6.2, а се добива како производ од просечниот број на пожари на 10.000 жители и на 10.000 изградени објекти, на годишно ниво.

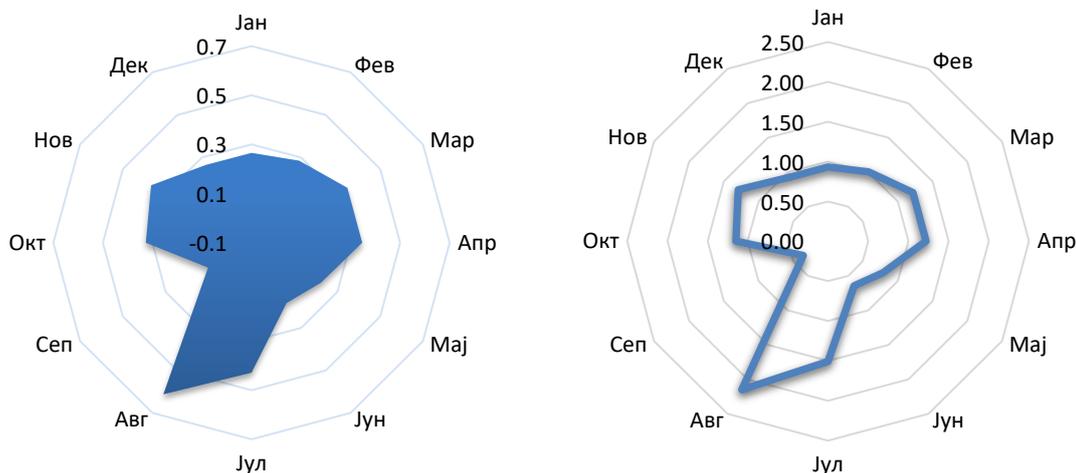
Табела 6.11. Временска дистрибуција на просечен број на пожари на 10,000 жители, за град Куманово, за период 2019-2023 година

Просек на пожари по месеци на 10 000 жители (период 2019-2023 год.)												
Јан	Фев	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дек	Вкупно
0,265	0,286	0,347	0,347	0,225	0,184	0,429	0,612	0,102	0,327	0,367	0,265	3,756

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.12. Временска дистрибуција на просечен број на пожари на 10.000 објекти, за град Куманово, за период 2019-2023 година

Просек на пожари по месеци, на 10000 објекти, за период 2019-2023												
Јан	Фев	Мар	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дек	Вкупно
0,93	1,00	1,22	1,22	0,79	0,65	1,51	2,15	0,36	1,15	1,29	0,93	22,82



Слика 6.20. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти во општина Куманово, по месеци, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)

Производот на просечните вредности за број на пожари на 10.000 жители и на 10.000 објекти за Куманово изнесува 85,7. Добиената вредност е помеѓу 50 и 150, па согласно Табела 6.2, се добива дека коефициентот на изложеност во зависност од на население и изградената површина за град Куманово изнесува **Ki=2**. Добиените резултати се дадени во Табела 6.13.

Табела 6.13. Коефициент за изложеност на пожари на објекти и население за град Куманово со сите општини

Општина	Коефициент на изложеност (Ki)
Куманово	2

6.4.2.2. Процена на ранливост од пожар во објекти

Во рамките на истражувањето за град Куманово, а во склад со достапните статистички податоците, ранливоста на објектите и станарите е дефинирана по 9 критериуми, и тоа: старост на објектите, број на жители во објектите категоризирани по старост, катност на објектите, број на жители во објектите категоризирани по катност, квалитетот на градбата, број на жители во објектите категоризирани по квалитетот на градбата, оддалеченост на објектите од ПП бригадите, број на жители во објектите категоризирани

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

по оддалеченост од противпожарна единица и старост на населението. Коефициентот за ранливост на објектите (K1) се добива како средна вредност на 4 индекса.

Индексот за ранливост на објектите во зависност од годината на градење е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.14. Објектите за кои не е позната годината на градење не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I1 = 2,48**.

Табела 6.14. Индекс за ранливост на објектите во Куманово, во зависност од годината на градење

Индекс за ранливост I1	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на објекти	1249	2037	10142	8840	4909

Индексот за ранливост на објектите во зависност од катноста е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.15. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I2 = 1,03**.

Табела 6.15. Индекс за ранливост на објектите во зависност од катноста

Индекс за ранливост I2	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на објекти	0	8	130	438	27319

Индексот за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.16. Објектите за кои не е познат квалитетот на градба не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I3 = 1,28**.

Табела 6.16. Индекс за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата

Индекс за ранливост I3	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	сидарија	бетон и армиран бетон
Број на објекти	301	8	26	6215	20627

Индексот за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.17. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I4 = 2,34**.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.17. Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ

Индекс на ранливост I4	5	4	3	2	1
Оддалеченост од ТППБ (km)	> 20	10-20	5÷10	2÷5	< 2
Број на објекти	0	0	14162	9154	4579

Коефициентот за ранливост на објектите (K1) се добива како средна вредност од четирите индекса за ранливост на објектите:

$$K1 = (I1 + I2 + I3 + I4) / 4 = (2,48+1,03+1,28+2,34) / 4 = 1,78$$

Коефициентот за ранливост на објектите во општина Куманово изнесува **K1=1,78**.

Коефициентот за ранливост на населението (K2) се добива како средна вредност на 5 индекса.

Индексот за ранливост на населението во зависност од годината на градење на објектите е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.18. Објектите за кои не е познат бројот на жители не се вклучени во пресметката, Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I5 = 2,32**.

Табела 6.18. Индекс за ранливост на населението во зависност од годината на градење на објектите

Индекс за ранливост I5	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на население	1796	4994	36532	33664	20738

Индексот за ранливост на населението во зависност од катноста на објектите е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.19. Пондерираната вредност на индексот е: **I6 = 1,24**.

Табела 6.19. Индекс за ранливост на населението во зависност од катноста на објектите

Индекс за ранливост I6	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на население	0	1030	6167	7946	82819

Индексот за ранливост на населението во зависност од квалитетот на градбата на објектите се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.20. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I7 = 1,19**.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.20. Индекс за ранливост на населението во зависност од квалитетот на градбата на објектите

Индекс за ранливост I7	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	сидарија	бетон и армиран бетон
Број на население	474	18	45	16113	81048

Индексот за ранливост на населението во зависност од оддалеченоста на објектите од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.21. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I8 = 1,66**.

Табела 6.21. Индекс за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ

Индекс на ранливост I8	5	4	3	2	1
Оддалеченост од ТППБ (km)	> 20	10-20	5÷10	2÷5	< 2
Број на население	0	0	19590	44084	34288

Индексот за ранливост на населението во зависност од староста се добива согласно Табела 6.7. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.22. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I9 = 3,1**.

Табела 6.22. Индекс за ранливост во зависност од возраст на населението

Индекс на ранливост I9	5	4	3	2	1
Број на станари според возраст (години)	≥70 и ≤9	60÷69 и 10÷14	40÷59	30÷39	15÷29
Број на население	20992	18100	27110	13162	18583

Коефициентот за ранливост на објектите K2 се добива како:

$$K2 = (I5 + I6 + I7 + I8 + I9) / 5 = (2,32+1,24+1,19+1,66+3,1) / 5 = 1,87$$

Врз база на постојните податоци добиен е коефициентот за ранливост на населението во општина Куманово и истиот изнесува **K2=1,87**.

Вкупниот коефициент на ранливост се добива со множење на двата одделни коефициенти:

$$K_r = K1 * K2 = 1,78 * 1,87 = 3,33$$

6.4.2.3. Проценка на ризик од пожар за општина Куманово

Резултатите за ризикот од пожари во објекти за општина Куманово, добиени со полу-квантитативната матрична метода, се прикажани на Слика 6.20 и во Табела 6.23.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

		Повредливост							
		Занемарлива	Ниска	Средна	Висока	Многу висока			
		1	2	3	4	5			
Изложеност	Занемарлива	1	1	2	3,33	4	5	1-2	Занемарлив ризик
	Ниска	2	2	4	6,66	8	10	3-7	Низок ризик
	Средна	3	3	6	9	12	15	8-12	Среден ризик
	Висока	4	4	8	12	16	20	13-20	Висок ризик
	Многу висока	5	5	10	15	20	25	>20	Неприфатлив ризик

Слика 6.21. Матрица за проценка на ризик од пожари за општина Куманово (полу-квантитативна метода за проценка на ризик)

Табела 6.23. Ризик од пожари во објекти за општина Куманово

Општина	Нумеричка вредност на ризикот ($R = K_i \times K_r$)	Описна вредност на ризикот
Куманово	6,66	Низок ризик

Од анализираните податоци за случени пожари во објекти во општина Куманово произлегуваат следните заклучоци:

- Анализата е базирана на достапни податоци од Државниот завод за статистика на Северна Македонија, од пописот во 2021 година, како и од податоци за случени пожари во период од 5 години, обезбедени од Територијалната противпожарна бригада на град Куманово;
- Не сите податоци, потребни за квалитетна проценка на ризикот од пожари во урбани средини, можеа да се обезбедат на овој начин, па предложената методологија е базирана самои на податоци за кои може да се гарантира точност;
- Повредливоста на луѓето и материјалните добра е дефинирана само врз база на статистички податоци за населението и објектите, но не и врз база на предизвикани материјални штети и точен број на повредени лица од случени пожари. Единствен точен податок е за бројот на загинати лица, па овие податоци не се вклучени во анализата;
- Пожарниот ризик во општина Куманово е низок од причина што:
 - ✓ најголем број на објекти се со катност до П+2 и можна е брза евакуација;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- ✓ најголем број на објекти се изградени после 1960 година, што значи запазени се мерки за справување со пожарите;
 - ✓ најголем број на објекти се со армиранобетонска конструкција, која е најотпорна на дејство на пожар;
 - ✓ Поголем број објекти се во близина на ТППБ и можна е брза интервенција,
 - ✓ Во анализираните 5 години бројот на случени пожари на 10000 жители и на 10000 изградени објекти е релативно мал, За поточна проценка потребна е анализа на подолг временски период со многу повеќе податоци за: причините за пожарот и временската и просторна дистрибуција на случените настани.
- За да се обезбеди веродостојност на резултатите од анализата, неопходно е да се обезбедат квалитетни влезни податоци. Процесот на собирање и складирање податоци треба да биде целосно автоматизиран за да се обезбеди евиденција со највисок квалитет.

6.4.3. Проценка на ризик од пожар во објекти по зони во општина Куманово

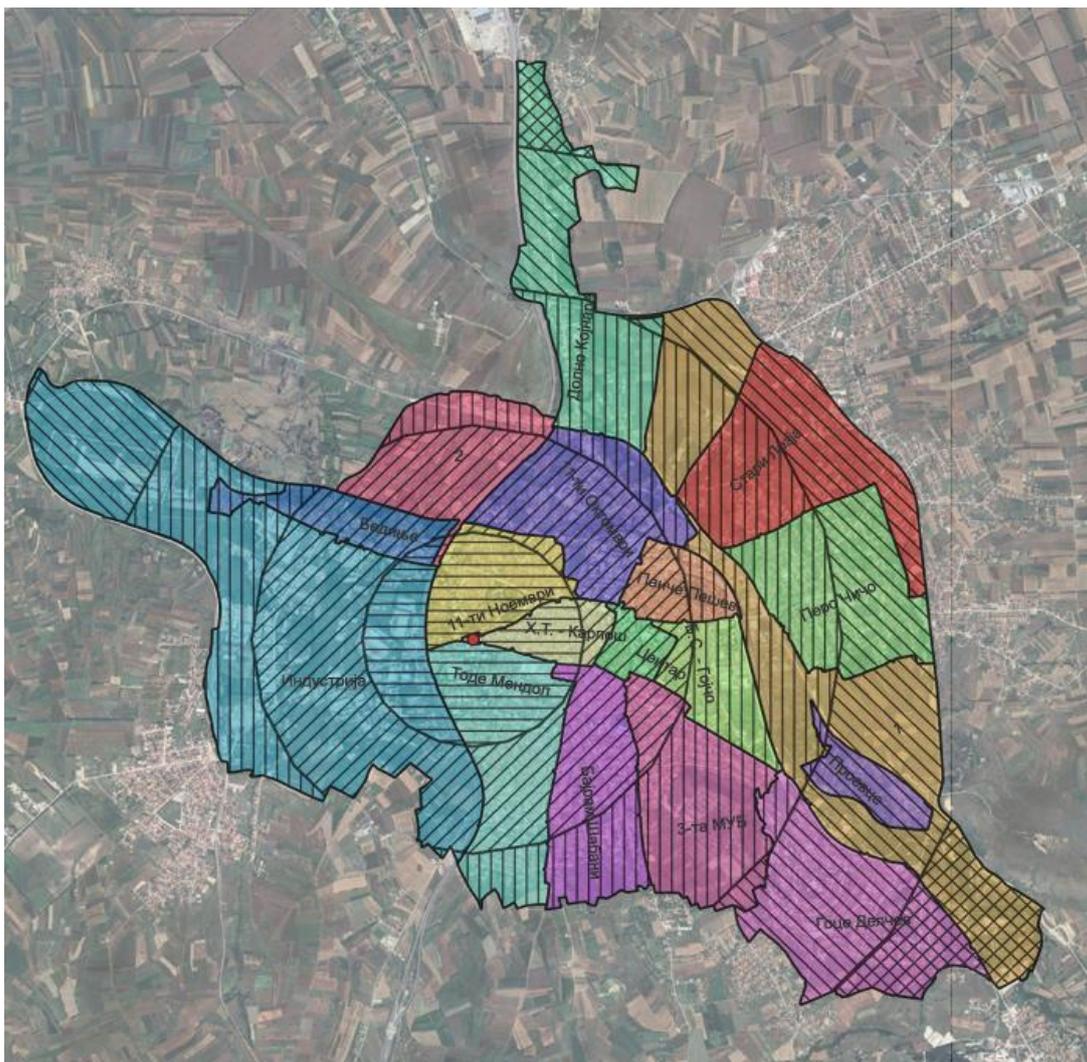
Пожарните случаи во Куманово се појавени на различни места кои се на различно растојание од Територијалната противпожарна бригада, сместена близу до централното градско подрачје. Оддалеченоста на објектите од ТППБ претставува многу важен фактор при дефинирање на нивото на ризик во објектите. Поради тоа, градот Куманово е поделен во зони, зависно од оддалеченоста на објектите од Противпожарната Бригада.

Зоните се претставени со помош на кругови, со различен дијаметар за секоја зона посебно. Како центар на секој круг е земен објектот на ТППБ. Вкупниот број на анализирани зони изнесува 5, односно анализирани се само зони во кои максималната оддалеченост на објектите од ТППБ не е поголема од 5 km.

Првата зона е формирана на таков начин што радиусот е со центар во објектот на ТППБ и истиот изнесува 0,75 km. Поради различна густина на населението и поголем број на изградени објекти во централната зона усвоен е помал радиус за првите две зони, па границите на првата и втората зона во радијален правец се оддалечени една од друга за 0,75 km.

Границите на третата и четвртата зона се наоѓаат на 1 km меѓусебно растојание во радијален правец, додека последната зона се наоѓа надвор од 3,5 km во радијален правец и истата е зона во која спаѓаат населбите на град Куманово со најмал број на изградени објекти и каде што во најголем дел спаѓаат зелени и производни површини.

Анализираните зони на градот Куманово се претставени на Слика 6.22, но зоните 4 и 5 не се целосно претставени поради немање соодветни нумерички податоци за приградските населби кои спаѓаат во овие зони.



Слика 6.22. Зони на оддалеченост на објектите на град Куманово од ТПП бригада

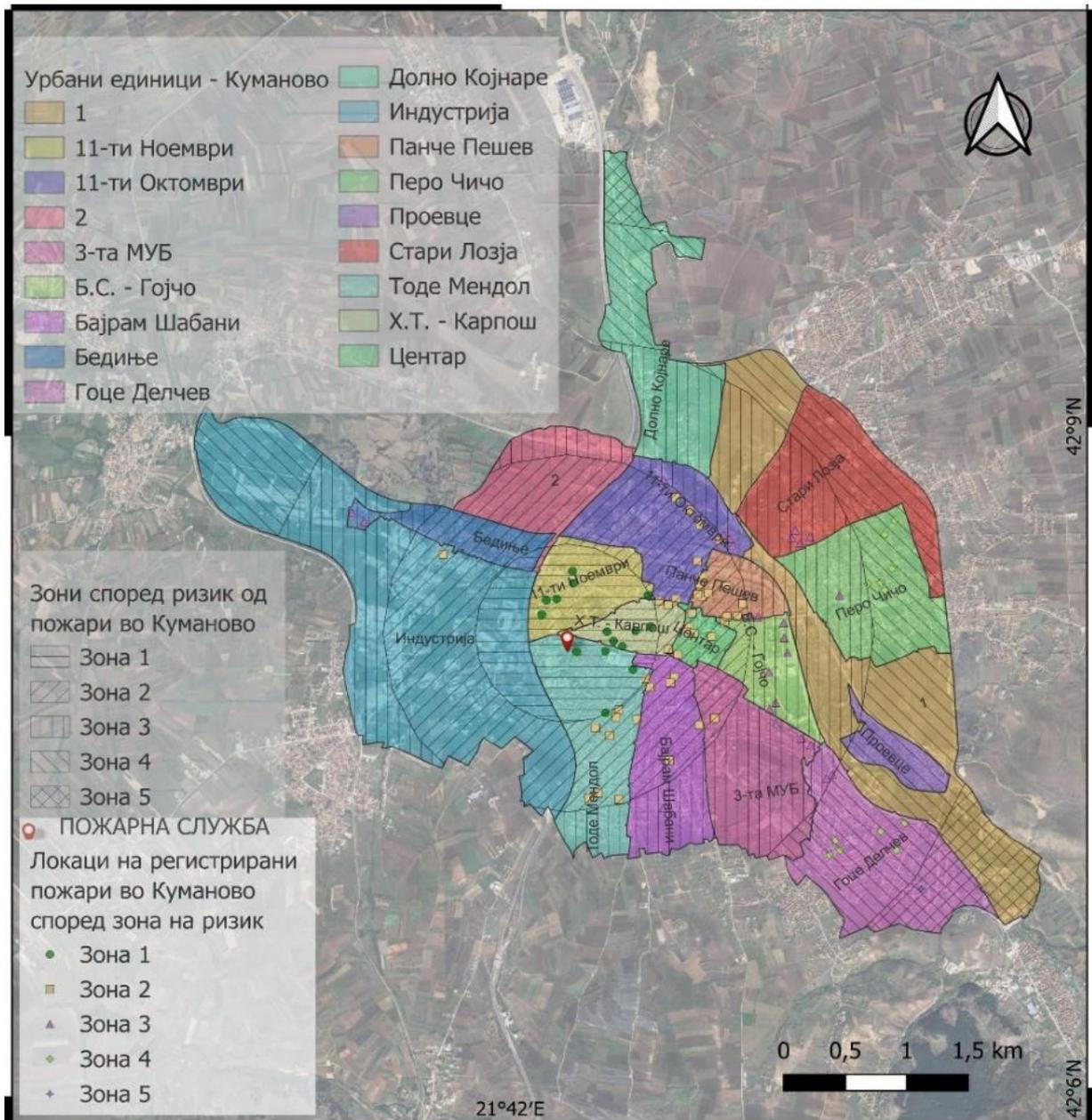
Врз база на најнови податоците добиени со геодетски снимања кои се однесуваат на оваа поделба, во Табела 6.24 прикажан е вкупниот број на жители и објекти по зони, Разликата која се јавува во однос на пописот од 2021 год. е поради новоизградените 655 објекти и прирастот на населението во изминатите 4 години за 5893 лица.

Табела 6.24. Вкупен број на жители и објекти во анализираниите зони на општината Куманово (градот со со приградските населби) во 2025 година

Зони	Број на објекти	Број на жители
Зона 1	4315	15968
Зона 2	13634	48696
Зона 3	7179	26632
Зона 4	3022	11178
Зона 5	400	1381

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Врз база на податоци добиени од ТППЕ – Куманово, направена е анализа на случени пожари на објекти по зони во Куманово, за период од 2019 година до 2023 година. На слика 6.23 прикажан е вкупниот број на пожари во објекти по зони, но за зона 4 истите се некомплетни, а во зона 5 не се претставени, од причина што не постојат соодветни нумерички податоци за нивно претставување во ГИС. Во зоните 1, 2 и 3 одредени локации се повторуваат.



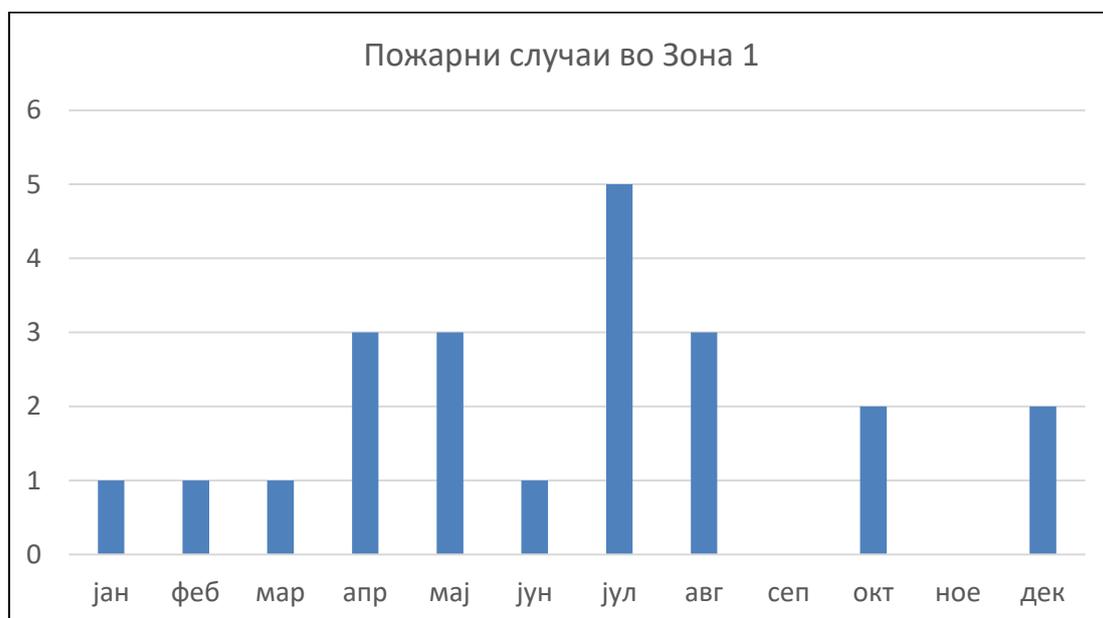
Слика 6.23. Пожарни случаи по зони во општина Куманово со приградските населби

Во Табела 6.25 претставен е вкупниот број на пожарни случаи по зони за период од 5 години. Зависно од бројот на пожарни случаи по зони, добиени се дијаграми за секоја зона каде што се претставени пожарните случаи по месеци за секоја зона.

Табела 6.25. Вкупен број пожарни случаи по зони, за период од 5 години

Зони	Број на пожарни случаи
зона 1	22
зона 2	44
зона 3	35
зона 4	25
зона 5	58

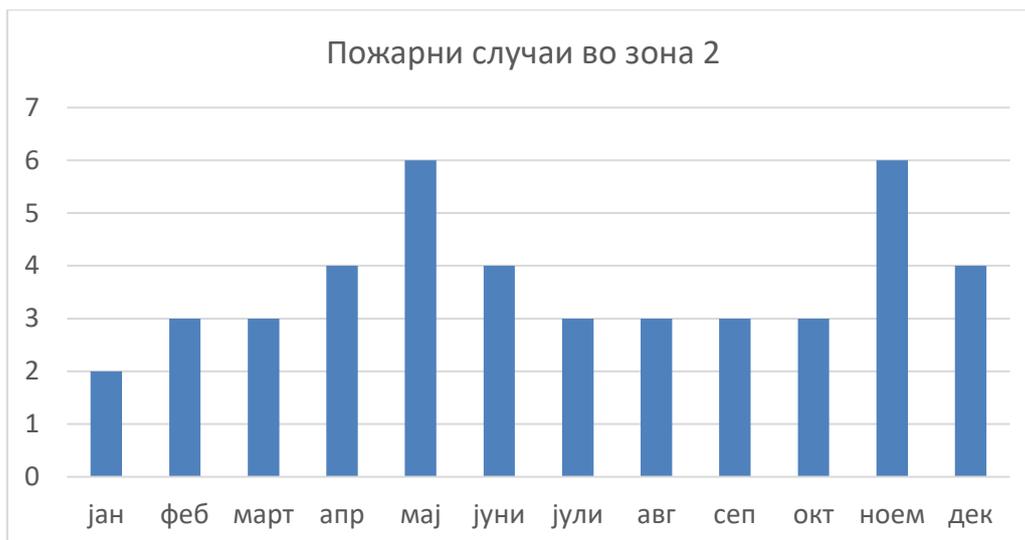
Од дијаграмот на Слика 6.24 се гледа дека во зона 1 доминираат пожарните случаи во месец јули (22,7%) проследени од пожарните случаи во месеците април, мај и август (13,6%). Причини за појава на пожар се: невнимание, намерно палење, оџак и електрична инсталација.



Слика 6.24. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 1

Од дијаграмот на Слика 6.25 се гледа дека во зона 2 доминираат пожарните случаи во месец мај и ноември (13,6%) проследени од пожарните случаи во месеците април, јуни и декември (9,0%). Причини за појава на пожар во ова зона се: самозапалување, намерно палење, оџак, плинска боца, грејни тела и термо печки.

Од дијаграмот на Слика 6.26 се гледа дека во зона 3 доминираат пожарните случаи во август (25,7%) проследени од пожарните случаи во месеците април и ноември (14,3%). Во ова зона, за период од 5 години, нема пожарни случаи во мај. Причини за појава на пожар во ова зона се: електрична инсталација, спој на електрични жици на нисконапонска мрежа, оџак и невнимание.



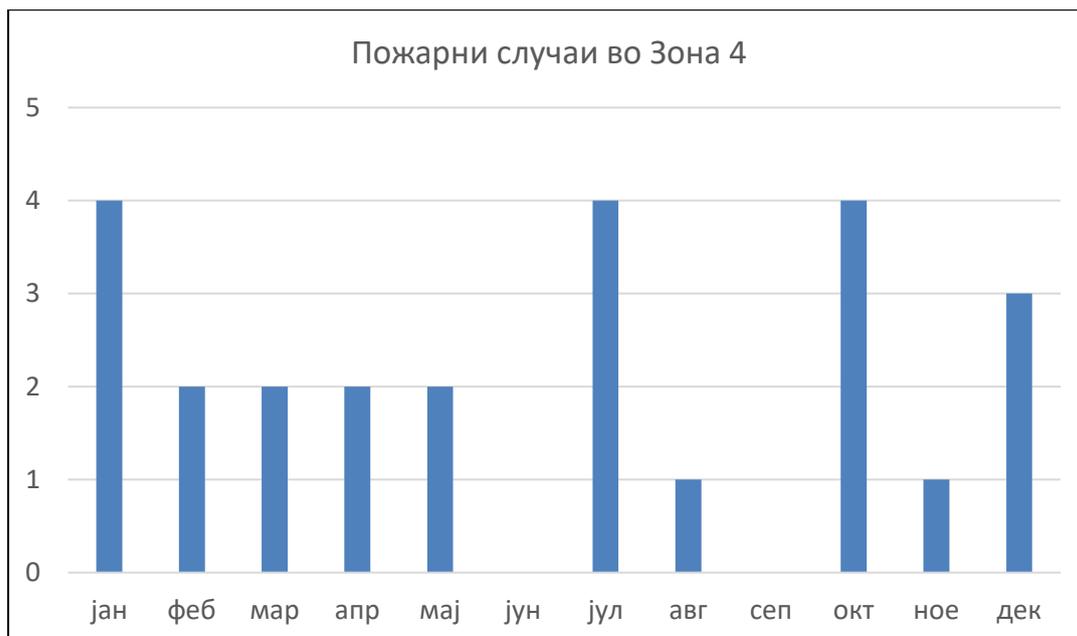
Слика 6.25. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 2



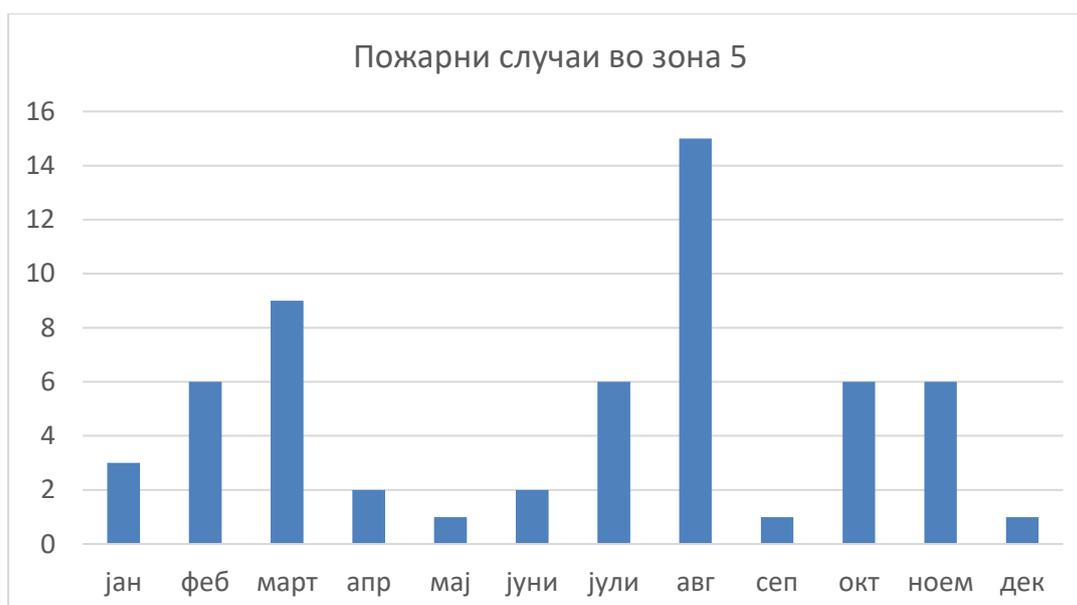
Слика 6.26. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 3

Од дијаграмот на Слика 6.27 се гледа дека во зона 4 доминираат пожарните случаи во јануари, јули, октомври и декември (16%), проследени од пожарните случаи во месеците февруари, март, април и мај (8%). Причини за појава на пожар во ова зона се: палење, невнимание, лошо домаќинство, грејни тела, електричен шпорет и дотраени дрвени елементи присутни во одредени простории.

Зоната 5 е со најголема површина, но со најмал број на станбени објекти и жители. Во оваа зона има најголем број на пожари од причина што се вклучени и пожари во плевни и штали. Од дијаграмот на Слика 6.28 се гледа дека во зона 5 доминираат пожарните случаи во август (26,4%), а потоа следат пожарните случаи во месеците март (15,1%), и февруари, октомври и ноември по 9,43%. Причини за појава на пожари во ова зона се: отворен пламен, самозапалување, намерно палење, оџак, електрична инсталација, удар од гром и невнимание.



Слика 6.27. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 4



Слика 6.28. Дијаграм на пожарни случаи по месеци во зона 5

Сумарен преглед за вкупниот број случени пожари по месеци, во сите 5 зони, даден е со дијаграмот на Слика 6.29.

Од добиените резултати се гледа дека доминантниот број на пожарни случаи е во месец август. Во тој месец најголем број пожари се случиле како резултат на високите температури (во плевни и штали во зона 5), додека во останатите зони пожарите се резултат на електричен спој, невнимание при готвење, оџак, плинска боца, електрична инсталација и разладни тела.



Слика 6.29. Вкупен број на пожарни случаи по месеци, за сите 5 зони, за период 2019-2023 год.

6.4.3.1. Процена на изложеност на пожар во објекти по зони во Куманово

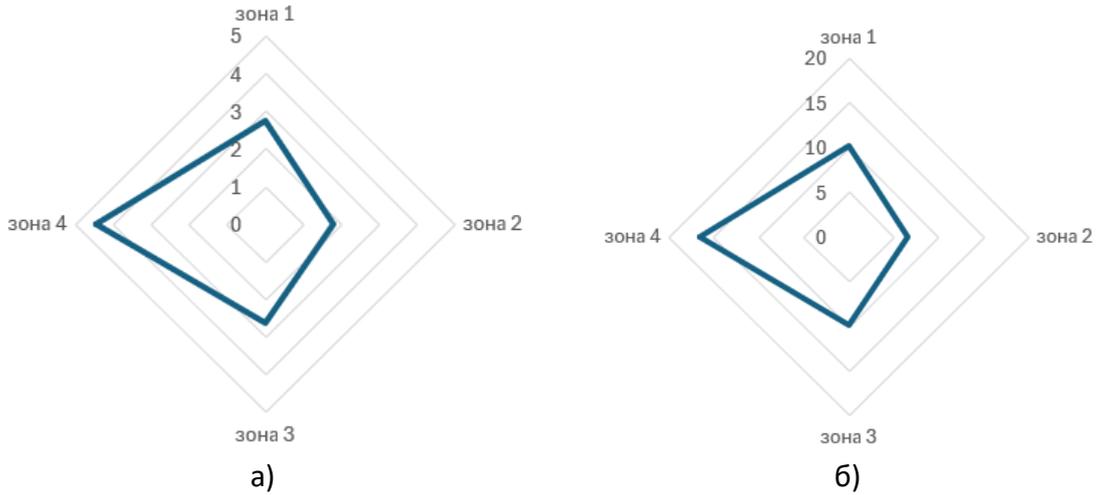
За да се дефинира изложеноста на населението на опасност од пожари во објекти по зони, усвоено е да се употреби податок за број на случени пожари на 10.000 жители, по години, додека за да се дефинира изложеноста на материјалните добра на опасност од пожари во објекти, усвоено е да се употреби податок за број на пожари на 10.000 објекти, со што е поврзан бројот на пожари со населеноста и изграденоста на просторот. Согласно на тоа е овозможена споредба на бројот на случени пожари по зони и добиени се вредности за два коефициенти со помош на кои се дефинира изложеноста на пожар.

Според податоците дадени во Табелите 6.24 и 6.25 евидентно е дека во зона 5 бројот на станбени објекти и бројот на жители е многу мал, за сметка на најголем бројот на пожарни случаи (штали и плевни). За да не се добие грешна слика за изложеноста на ризик по жителите и објектите, оваа зона е исклучена од анализата, па на Слика 6.30 претставени се дијаграми за просечниот број на случени пожари на 10.000 жители и на 10.000 објекти, за четирите зони на градот Куманово.

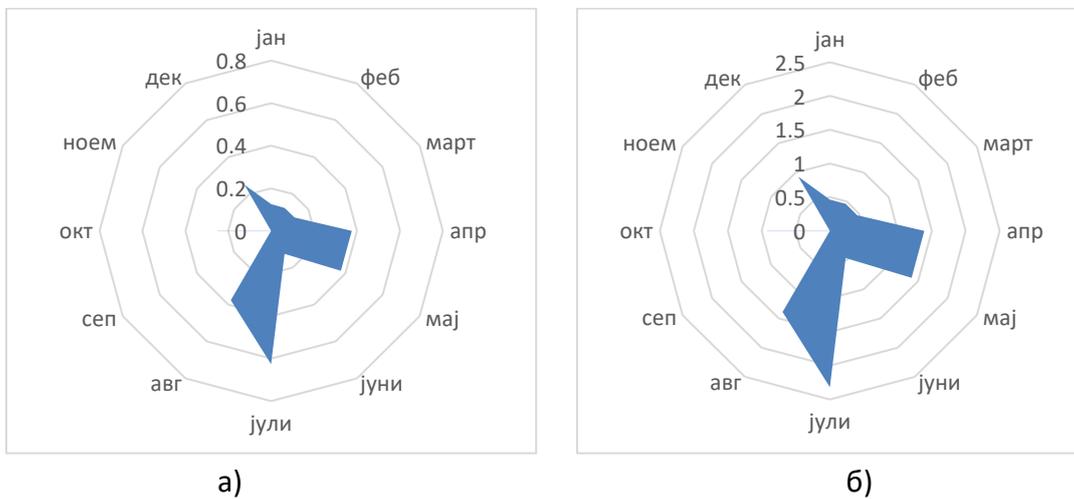
На Сликите 6.31, 6.32, 6.33 и 6.34 претставени се просечните вредности за случени пожари на 10,000 жители и на 10000 објекти, за секоја од четирите зони, посебно.

Коефициентот на изложеност за секоја зона е добиен на ист начин како што е добиен коефициентот на изложеност за целата општина Куманово, со користење на Табела 6.2 Согласно на тоа, коефициентот на изложеност е добиен како производ од просечниот број на пожари на 10.000 жители и на 10.000 објекти, на годишно ниво, за секоја зона посебно. Добиените резултати се претставени во Табела 6.26.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.30. Просечен број на пожари во објекти по зони во Куманово: а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)

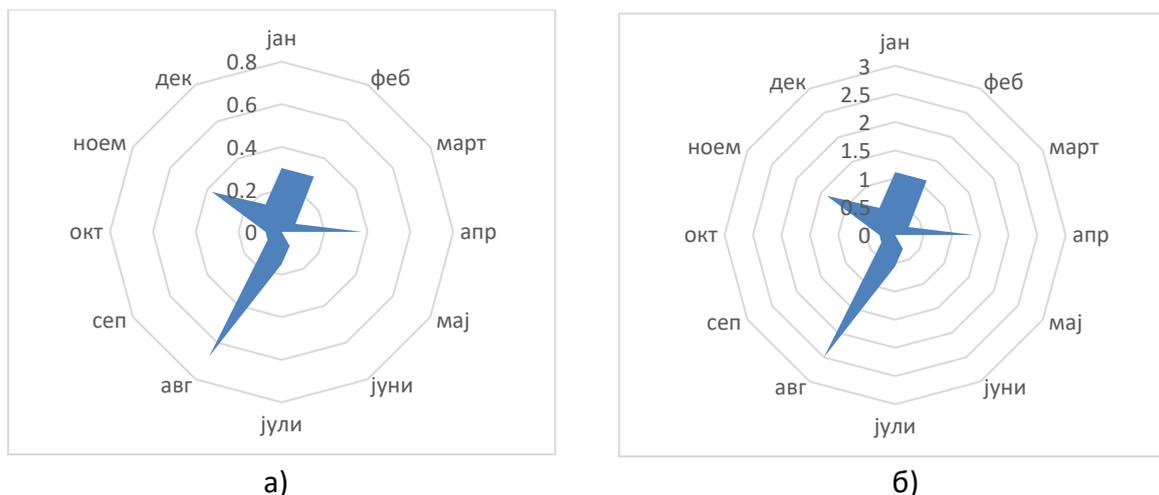


Слика 6.31. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 1, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)

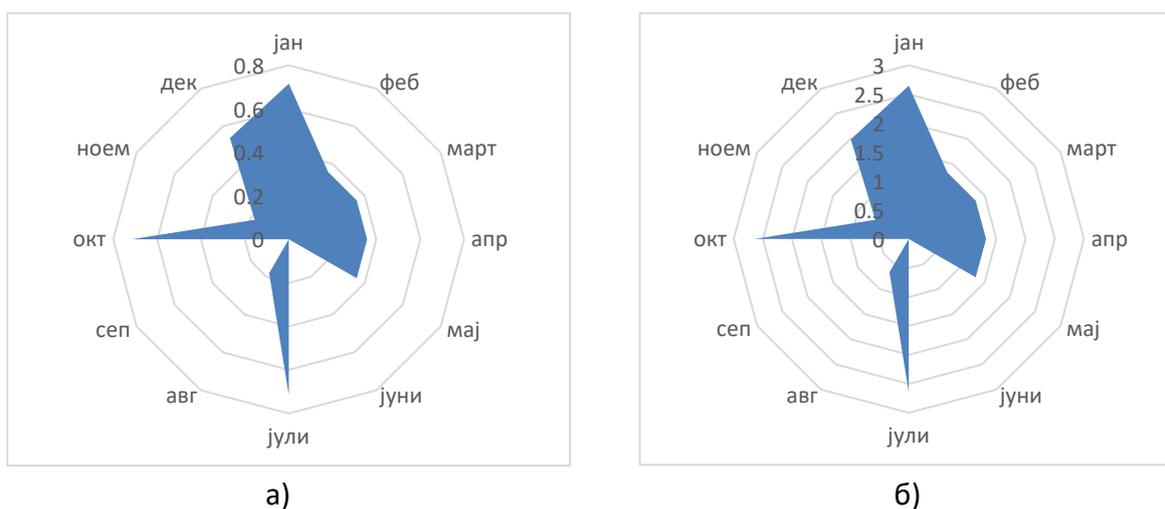


Слика 6.32. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за зона 2, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.33. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за **зона 3**, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)



Слика 6.34. Временска дистрибуција на просечен број на пожари во објекти по месеци за **зона 4**, а) на 10.000 жители, б) на 10.000 објекти (период 2019-2023 година)

Табела 6.26. Коefициент на изложеност на пожар во објекти, по зони во Куманово

Зона	Бр. на пожари на 10000 жители	Бр. на пожари на 10000 објекти	Вредност за изложеноста	Коefициент K_i	Изложеност
1	2,76	10,20	28,10	1	занемарлива
2	1,81	6,45	11,66	1	занемарлива
3	2,63	9,75	25,63	1	занемарлива
4	4,47	16,55	74,01	2	ниска

Евидентно е дека Зона 4 има најголема изложеност на пожар во однос на другите три зони за кои се добива дека изложеноста е занемарлива.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

На ниво на цел град Куманово изложеноста е ниска (Табела 6.13) бидејќи производот на просечните вредности за број на пожари на 10.000 жители и на 10.000 објекти за Куманово изнесува 85,7. Причина што при анализата за цел град се добива повисока вредност е вклучувањето и на Зона 5, за која податоците не се однесуваат само на станбени објекти. Анализата спроведена по зони дава пореална слика за изложеноста на населението и објектите на пожар.

6.4.3.2. Процена на ранливост од пожар во објекти по зони во Куманово

За да се спроведе анализа за ранливост на населението и на материјалните добра од пожари во објекти потребни се соодветни податоци по зони, односно потребно е да се знае бројот на објекти во функција од катноста, староста, материјалот и оддалеченоста од ТППБ, по зони, како и соодветниот број на жители во нив и староста на населението. Истите нецелосно се обезбедени, па затоа анализата за ранливост на зоните не е спроведена и методологијата за процена на ризик од пожар во урбани средини не е тестирана по зони.

Од Државниот завод за статистика на РСМ обезбедени се детални податоци само за два кварта, и тоа за квартал од Зона 1, квартал 11. Ноември, и за квартал од Зона 2, квартал Центар. Истите се детално анализирани и резултатите се споредени со генералната анализа за целата општина Куманово.

6.4.4. Процена на ризик од пожар за урбани квартави во општина Куманово

6.4.4.1. Процена на изложеност на пожар во објекти од квартал 11. Ноември во зона 1

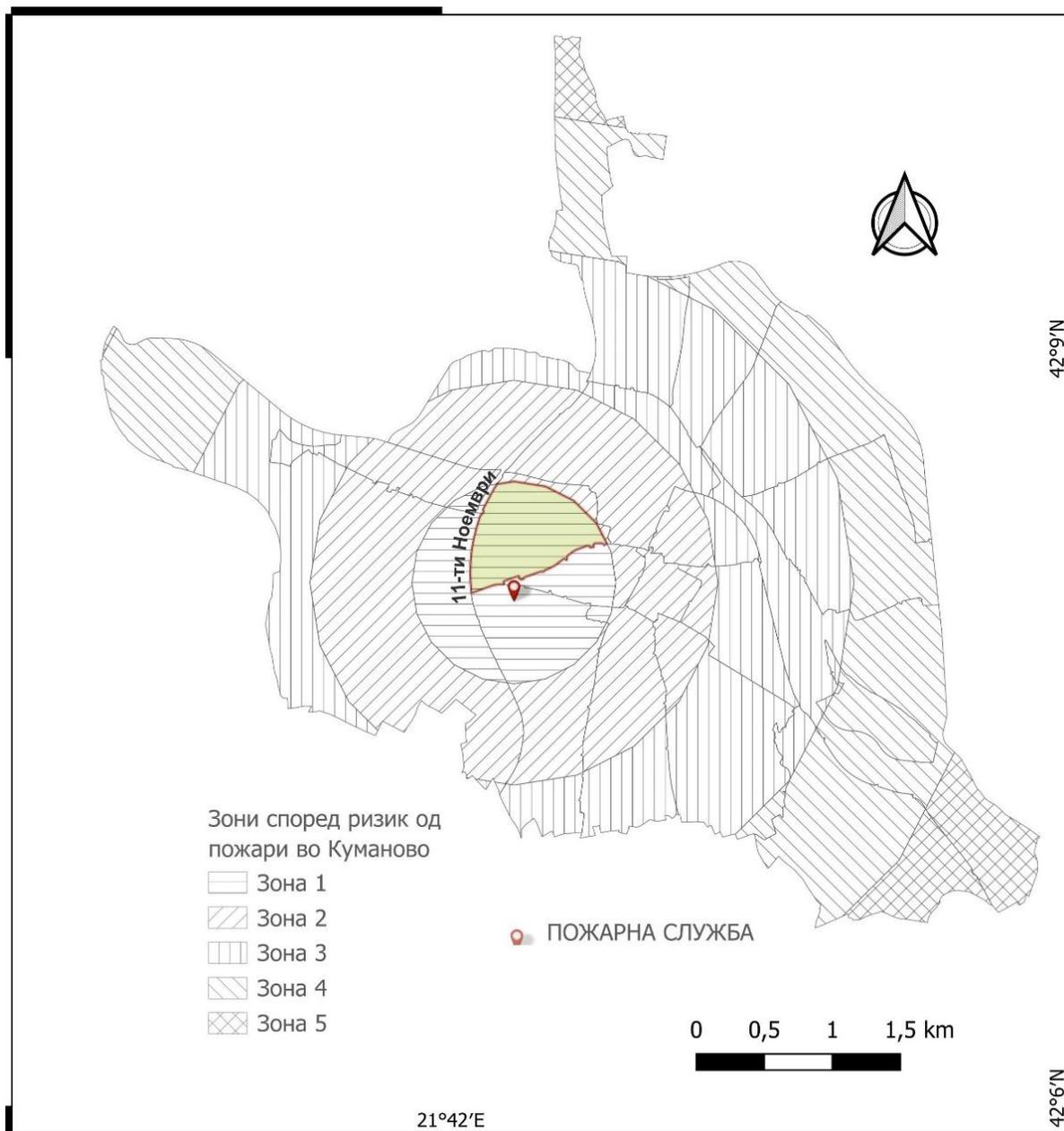
За да се дефинира изложеноста на населението на опасност од пожари во објекти на еден блок/кварт од зона 1, применета е предложената методологија, односно усвоено е да се употреби податок за број на случени пожари на 10000 жители, по години, додека за да се дефинира изложеноста на материјалните добра на опасност од пожари во објекти, усвоено е да се употреби податок за број на пожари на 10.000 жители, односно поврзан е бројот на пожари со густината на изграденост и населеност на просторот.

Квартот 11. Ноември опфаќа површина од 512837 m², се состои од 1091 објекти (куќи и станбени згради) и бројот на население изнесува 4402. Податоците се земени од Завод за Статистика. Квартот е претставен на слика 6.35.

Во Табела 6.27 прикажан е вкупниот број на жители и објекти за кварталот.

Табела 6.27. Вкупен број на жители и објекти на блок 1 – 11. Ноември

Кварт	Број на објекти	Број на жители
Кварт 1	1091	4402



Слика 6.36. Кварт „11 Ноември“ како составен дел од зона 1 во општина Куманово

Врз база на постојните податоци добиен од ТППБ, вкупниот број на пожари за 5 години во овој квартал изнесува 8, односно 1,6 на годишно ниво. Врз база на Табела 6.27 може да се добие и коефициентот за изложеност за блок 1 од зона 1, општина Куманово. Производот на просечните вредности за број на пожари на 10.000 жители и 10.000 станбени објекти изнесува:

$$1,6/0,4402 * 1,6/0,1091 = 53,3$$

Согласно Табела 6.2, производот е поголем од 50, но е помал од 150, па следи дека во однос на изложеноста, овој квартал се класифицира со ниска изложеност, односно коефициентот $K_i = 2$.

Табела 6.28. Коефициент на изложеност за кварталот 11. Ноември

Блок	Коефициент на изложеност К _i
Блок 1	2

4.4.4.2. Процена на ранливост од пожар во објекти од квартал 11. Ноември од зона 1

Во рамките на истражувањето, за блок 1 од зона 1, а во склад со достапните статистички податоците, дефинирана е ранливоста на објектите и станарите кои припаѓаат во квартал од зона 1. Детално се анализирани само 6 претходно дефинирани критериуми, и тоа: старост на објектите, број на жители во објектите категоризирани по старост, катност на објектите, број на жители во објектите категоризирани по катност, квалитетот на градбата и број на жители во објектите категоризирани по квалитетот на градбата. За старосната структура на населението во овој квартал не се обезбедени податоци и соодветниот индекс е усвоен како за општина Куманово.

Дополнително е направен обид за анализирање на опременоста на објектите со системи за алармирање и гасење на пожар и број на жители во тие објекти (согласно Табела 6.29), но соодветни податоци не се обезбедени. Сметајќи дека опременоста на објектите има големо влијание врз пожарниот ризик, се препорачува во иднина, при обезбедување на градежни дозволи да се води евиденција и за овој податок.

Проценката на ранливоста од аспект на овој критериум би се спровела согласно Табела 6.29. Во индексот за ранливост на објектите е земено процентуалното учество на секоја категорија со соодветен индекс од 1 до 5, при што објектите кои не поседуваат противпожарна опрема и системи за предупредување од пожар добиваат индекс 5, додека објектите кои ги задоволуваат тие критериуми добиваат индекс 1. Соодветни индекси би се доделиле и за процентуалната застапеност на населението во така категоризирани објекти.

Табела 6.29. Индекси за ранливост во зависност од противпожарна опрема и системи за предупредување

Индекс за ранливост	5	4	3	2	1
Противпожарна опрема и системи за алармирање	Нема ППА, ВХ, НХ и СЗП	ППА	ППА + ВХ	ППА + ВХ + НХ	ППА + ВХ + НХ + СЗП

*(ППА – Противпожарен апарат, ВХ – Внатрешен хидрант, НХ – Надворешен хидрант, СЗП – Систем за предупредување)

Индексот за ранливост на објектите во зависност од годината на градење е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.30. Објектите за кои не е позната годината на градење не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I1 = 2,45**.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.30. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември, во зависност од годината на градење

Индекс за ранливост I1	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на објекти	15	86	476	286	212

Индексот за ранливост на објектите во зависност од катноста е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.31. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I2 = 1,04**.

Табела 6.31. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември во зависност од катноста

Индекс за ранливост I2	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на објекти	0	0	7	32	1052

Индексот за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.32. Објектите за кои не е познат квалитетот на градба не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I3 = 1,12**.

Табела 6.32. Индекс за ранливост на објектите во квартал 11. Ноември во зависност од квалитетот на градбата

Индекс за ранливост I3	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	сидарија	бетон и армиран бетон
Број на објекти	3	1	0	112	959

Индексот за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Сите објекти се на оддалеченост помала од 2 km, па индексот е: **I4 = 1**.

Коефициентот за ранливост на објектите (K1) се добива како средна вредност од четирите индекса за ранливост на објектите:

$$K1 = (I1 + I2 + I3 + I4) / 4 = (2,45+1,04+1,12+1,0) / 4 = 1,40$$

Коефициентот за ранливост на објектите во кварталот 11. Ноември во општина Куманово изнесува **K1=1,40**.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Коефициентот за ранливост на населението (K2) се добива како средна вредност на 5 индекса.

Индексот за ранливост на населението во зависност од годината на градење на објектите е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.33. Објектите за кои не е познат бројот на жители не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I5 = 2,47**.

Табела 6.33. Индекс за ранливост на населението во кварт 11. Ноември во зависност од годината на градење на објектите

Индекс за ранливост I5	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на население	18	414	2066	999	901

Индексот за ранливост на населението во зависност од катноста на објектите е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.34. Пондерираната вредност на индексот е: **I6 = 1,26**.

Табела 6.34. Индекс за ранливост на населението во кварт 11. Ноември во зависност од катноста на објектите

Индекс за ранливост I6	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на население	0	0	304	543	3555

Индексот за ранливост на населението во зависност од квалитетот на градбата на објектите се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.35. Повторно објектите за кои нема податоци не се земени предвид. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I7 = 1,14**.

Табела 6.35. Индекс за ранливост на населението во кварт 11. Ноември во зависност од квалитетот на градбата на објектите

Индекс за ранливост I7	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб мат.	Дрво	Челик	сидарија	бетон и АБ
Број на население	10	1	0	573	3814

Индексот за ранливост на населението во зависност од оддалеченоста на објектите од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Поради близината на ТППБ пондерираната вредност на индексот е: **I8 = 1,0**.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Индексот за ранливост на населението во зависност од староста се добива согласно Табела 6.7. Податоците врз база на кои би се направила проценката не се добиени, па е усвоена вредноста добиена за целата општина Куманово. Пондерираната вредност на индексот е: **$I9 = 3,1$** .

Коефициентот за ранливост на објектите $K2$ се добива како:

$$K2 = (I5 + I6 + I7 + I8 + I9) / 5 = (2,47+1,26+1,14+1,0+3,1) / 5 = 1,79$$

Врз база на постојните податоци добиен е коефициентот за ранливост на населението во квартал 11. Ноември во општина Куманово и истиот изнесува **$K2=1,79$** .

Вкупниот коефициент на ранливост се добива со множење на двата одделни коефициенти:

$$Kr = K1 * K2 = 1,4 * 1,79 = 2,51$$

6.4.4.3. Процена на ризик од пожар во објекти за квартал 11. Ноември во зона 1

Резултатите за ризикот од пожари во објекти за квартал 11. Ноември во општина Куманово, добиени со полу-квантитативната матрична метода, се прикажани на Слика 6.37 и во Табела 6.36.

		Повредливост							
		Занемарлива	Ниска	Средна	Висока	Многу висока			
		1	2	3	4	5			
Изложеност	Занемарлива	1	1	2	3	4	5	1-2	Занемарлив ризик
	Ниска	2	2	4	5,02	8	10	3-7	Низок ризик
	Средна	3	3	6	9	12	15	8-12	Среден ризик
	Висока	4	4	8	12	16	20	13-20	Висок ризик
	Многу висока	5	5	10	15	20	25	>20	Неприфатлив ризик

Слика 6.37. Матрица за проценка на ризик од пожари за квартал 11. Ноември, зона 1, во општина Куманово (полу-квантитативна метода за проценка на ризик)

Табела 6.36. Ризик од пожари во објекти за квартал 11. Ноември во општина Куманово

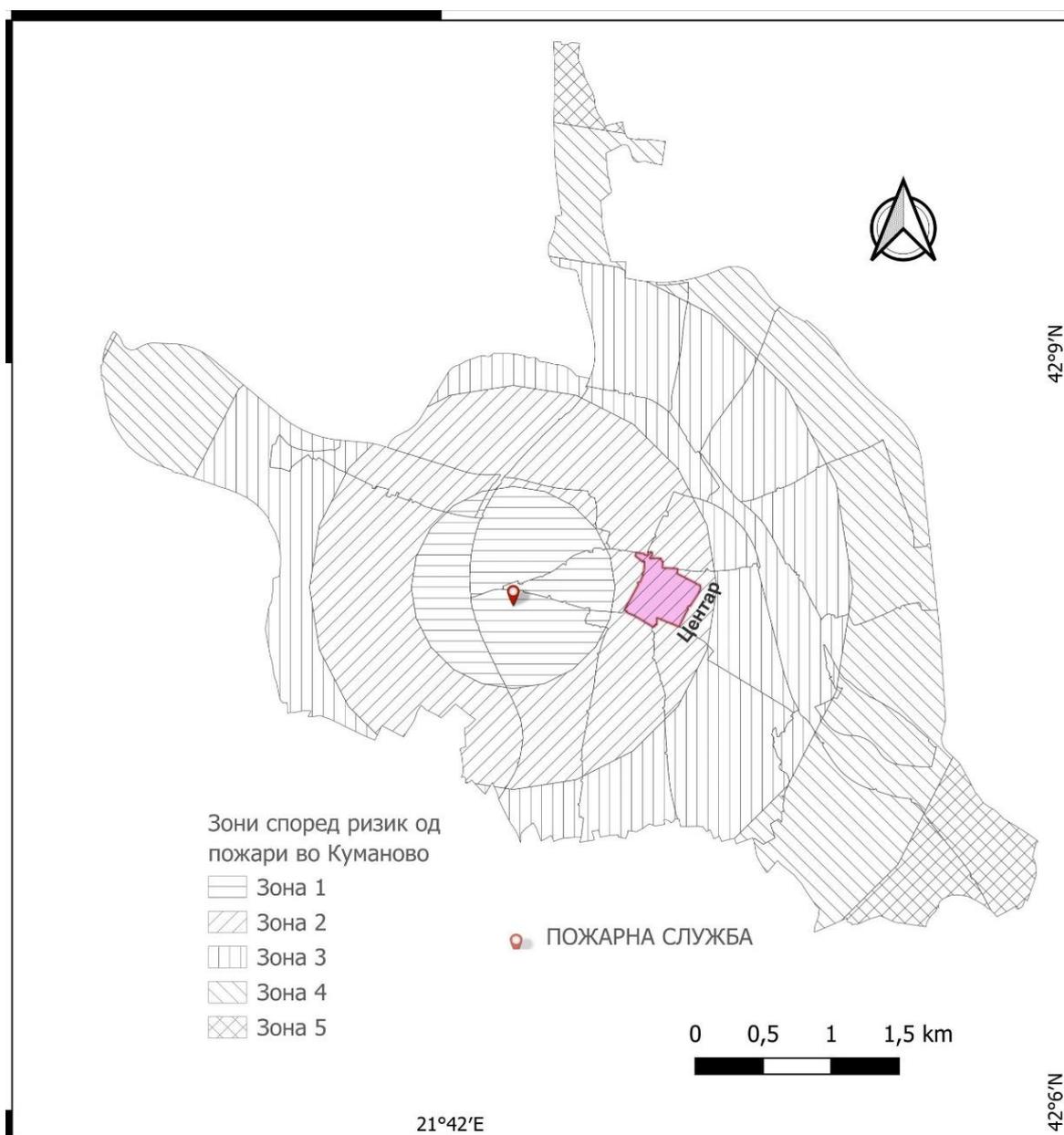
Општина	Нумеричка вредност на ризикот ($R = Ki \times Kr$)	Описна вредност на ризикот
Куманово	5,02	Низок ризик

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Анализата покажа дека во конкретниот случај, со примена на предложената методологија, независно дали се анализира цела општина или само еден квартал, се добиваат приближно исти нумерички вредности за ризикот од пожар во објекти, додека описната вредност е ист: **низок ризик од пожар во објекти**.

6.4.4.4. Процена на ризик од пожар за квартал Центар од зона 2

Квартот Центар опфаќа површина од 177517 m², се состои од 399 објекти (куќи и станбени згради) и бројот на население изнесува 2106. Податоците се земени од Завод за Статистика. Квартот е претставен на слика 6.38, додека во Табела 6.37 прикажан е вкупниот број на жители и објекти за овој квартал.



Слика 6.38. Кварт „Ценар“ како составен дел од зона 2

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.37. Вкупен број на жители и објекти на квартал Центар

Кварт	Број на објекти	Број на жители
Кварт 2	399	2106

Врз база на постојните податоци добиен од ТППБ, вкупниот број на пожари за 5 години во овој квартал изнесува 6, односно 1,2 на годишно ниво. Врз база на Табела 6.37 може да се добие и коефициентот за изложеност за квартал Центар од зона 2, општина Куманово. Производот на просечните вредности за број на пожари на 10.000 жители и 10.000 станбени објекти изнесува:

$$1,2/0,0399 * 1,2/0,2106 = 171,4$$

Согласно Табела 6.2, производот е поголем од 150, но е помал од 250, па следи дека во однос на изложеноста, овој квартал се класифицира со **средна изложеност**, односно **коефициентот $K_i = 3$** .

Табела 6.38. Коефициент на изложеност за кварталот Центар

Кварт	Коефициент на изложеност K_i
Центар	3

6.4.4.5. Процена на ранливост од пожар во објекти од квартал Центар од зона 2

Во рамките на истражувањето, за квартал Центар од зона 2, а во склад со достапните статистички податоците, дефинирана е ранливоста на објектите и станарите кои припаѓаат во овој квартал. Детално се анализирани само 6 претходно дефинирани критериуми, и тоа: старост на објектите, број на жители во објектите категоризирани по старост, катност на објектите, број на жители во објектите категоризирани по катност, квалитетот на градбата и број на жители во објектите категоризирани по квалитетот на градбата. За старосната структура на населението во овој квартал не се обезбедени податоци и соодветниот индекс е усвоен како за општина Куманово.

Индексот за ранливост на објектите во зависност од годината на градење е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.39. Објектите за кои не е позната годината на градење не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **$I_1 = 2,98$** .

Табела 6.39. Индекс за ранливост на објектите во квартал Центар, во зависност од годината на градење

Индекс за ранливост I_1	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на објекти	64	77	127	59	64

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Индексот за ранливост на објектите во зависност од катноста е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.40. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I2 = 1,13**.

Табела 6.40. Индекс за ранливост на објекти во квартал Центар, во зависност од катноста

Индекс за ранливост I2	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на објекти	0	3	11	22	363

Индексот за ранливост на објектите во зависност од квалитетот на градбата се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.41. Објектите за кои не е познат квалитетот на градба не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I3 = 1,55**.

Табела 6.41. Индекс за ранливост на објекти во квартал Центар, во зависност од квалитетот на градбата

Индекс за ранливост I3	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	сидарија	бетон и армиран бетон
Број на објекти	23	0	0	137	231

Индексот за ранливост на објектите во зависност од оддалеченоста од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Сите објекти се на оддалеченост помала од 2 km, па индексот е: **I4 = 1**.

Коефициентот за ранливост на објектите (K1) се добива како средна вредност од четирите индекса за ранливост на објектите:

$$K1 = (I1 + I2 + I3 + I4) / 4 = (2,98+1,13+1,55+1,0) / 4 = 1,67$$

Коефициентот за ранливост на објектите во кварталот Центар во општина Куманово изнесува **K1=1,67**.

Коефициентот за ранливост на населението (K2) се добива како средна вредност на 5 индекса.

Индексот за ранливост на населението во зависност од годината на градење на објектите е определен согласно Табела 6.3. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.42. Објектите за кои не е познат бројот на жители не се вклучени во пресметката. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I5 = 2,62**.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Табела 6.42. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар во зависност од годината на градење на објектите

Индекс за ранливост I5	5	4	3	2	1
Година на изградба	до 1945	1946-1960	1961-1980	1981-2000	2001 -до денес
Број на население	141	367	593	579	418

Индексот за ранливост на населението во зависност од катноста на објектите е определен согласно Табела 6.4. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.43. Пондерираната вредност на индексот е: **I6 = 2,05**.

Табела 6.43. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар, во зависност од катноста на објектите

Индекс за ранливост I6	5	4	3	2	1
Катност на објектите	над 20 ката	П+10÷П+19	П+5÷П+9	П+3÷П+4	до П+2
Број на население	0	314	454	352	986

Индексот за ранливост на населението во зависност од квалитетот на градбата на објектите се добива согласно Табела 6.5. Податоците врз база на кои е направена пресметката се дадени во Табела 6.44. Повторно објектите за кои нема податоци не се земени предвид. Согласно податоците, пондерираната вредност на индексот е: **I7 = 1,29**.

Табела 6.44. Индекс за ранливост на населението во квартал Центар, во зависност од квалитетот на градбата на објектите

Индекс за ранливост I7	5	4	3	2	1
Квалитет на градба на објектите	слаб материјал	Дрво	Челик	Сидарија	бетон и армиран бетон
Број на население	53	0	0	398	1647

Индексот за ранливост на населението во зависност од оддалеченоста на објектите од ТППБ се добива согласно Табела 6.6. Поради близината на ТППБ пондерираната вредност на индексот е: **I8 = 1,0**.

Индексот за ранливост на населението во зависност од староста се добива согласно Табела 6.7. Податоците врз база на кои би се направила проценката не се добиени, па е усвоена вредноста добиена за целата општина Куманово. Пондерираната вредност на индексот е: **I9 = 3,1**.

Коефициентот за ранливост на објектите **K2** се добива како:

$$K2 = (I5 + I6 + I7 + I8 + I9) / 5 = (2,62+2,05+1,29+1,0+3,1) / 5 = 2,01$$

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Врз база на постојните податоци добиен е коефициентот за ранливост на населението во квартал Центар од општина Куманово и истиот изнесува **K2=2,01**.

Вкупниот коефициент на ранливост се добива со множење на двата одделни коефициенти:

$$K_r = K_1 * K_2 = 1,67 * 2,01 = 3,36$$

6.4.4.6. Процена на ризик од пожар во објекти за квартал Центар во зона 2

Резултатите за ризикот од пожари во објекти за квартал Центар, зона 2, во општина Куманово, добиени со полу-квантитативната матрична метода, се прикажани на Слика 6.39 и во Табела 6.45.

		Повредливост							
		Занемарлива	Ниска	Средна	Висока	Многу висока			
		1	2	3	4	5			
Изложеност	Занемарлива	1	1	2	3,36	4	5	1-2	Занемарлив ризик
	Ниска	2	2	4	6	8	10	3-7	Низок ризик
	Средна	3	3	6	10,1	12	15	8-12	Среден ризик
	Висока	4	4	8	12	16	20	13-20	Висок ризик
	Многу висока	5	5	10	15	20	25	>20	Неприфатлив ризик

Слика 6.39. Матрица за проценка на ризик од пожари за квартал Центар, зона 2, во општина Куманово (полу-квантитативна метода за процена на ризик)

Табела 6.45. Ризик од пожари во објекти за квартал Центар, зона 2, во општина Куманово

Општина	Нумеричка вредност на ризикот (R = K _i x K _r)	Описна вредност на ризикот
Куманово	10,1	Среден ризик

Анализата покажа дека во конкретниот случај, со примена на предложената методологија, постои разлика дали се анализира цела општина или само еден квартал бидејќи се добиваат различни нумерички вредности за ризикот од пожар во објекти, а дадено описно, ризикот се разликува за едно ниво и претставува **среден ризик од пожар во објекти**.

6.4.5. Процена на ризик од пожар на подблок 1 од зона 1

6.4.5.1. Процена на изложеност на пожар во објекти на подблок 1 на зона 1

За да се дефинира изложеноста на населението и материјалните добра на опасност од пожари во објекти на еден подблок од зона 1, употребена е предложената методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини.

Подблокот се состои од 53 објекти (куќи и станбени згради) и бројот на население изнесува 265. Подблокот е опкружен со улиците Страшко Арсов, 4-ти Јули и Божидар Мицковиќ. Објектите се геореферирани на мапата на припадната зона и со помош на QGIS алатката прикажана е на Слика 6.40, додека во Табела 6.46 прикажан е вкупниот број на жители и објекти за истиот подблок.



Слика 6.40. Подблок на Урбана Единица во квартал 11-ти Ноември

Табела 6.46. Вкупен број на жители и објекти на подблок од зона 1

Подблок	Број на објекти	Број на жители
Подблок 1	53	265

Врз база на постојните податоци добиен од ТППБ, вкупниот број на пожари за 5 години во овој квартал изнесува 1, односно 0,2 на годишно ниво. Врз база на Табела 6.37 може да се добие и коефициентот за изложеност за подблок 1 од зона 1, општина Куманово.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Производот на просечните вредности за број на пожари на 10.000 жители и 10.000 станбени објекти изнесува:

$$0,2/0,0053 * 0,2/0,0265 = 285$$

Согласно Табела 6.2, производот е поголем од 250, но е помал од 350, па следи дека во однос на изложеноста, овој квартал се класифицира со **висока изложеност**, односно **коефициентот $K_i = 4$** .

Табела 6.47. Коефициент на изложеност за подблок во кварталот 11. Ноември

Блок	Коефициент на изложеност K_i
Подблок 1	4

Евидентно е дека се јавува голема разлика во вредноста за изложеност на објектите и населението на пожар кога се анализираат конкретни подблокови, но една таква анализа бара прибирање на многу поголем број податоци.

6.4.5.2. Процена на ранливост и на ризик од пожар за подблок од зона 1

За да се спроведе анализа за ранливост на населението и на материјалните добра од пожари во објекти од даден подблок потребни се соодветни податоци, односно потребно е да се знае бројот на објекти во функција од катноста, староста, материјалот и оддалеченоста од ТППБ, по одделни подблокови, како и соодветниот број на жители во нив и староста на населението. Истите нецелосно се обезбедени, па затоа анализата за ранливост на подблок од зона 1 не е спроведена и методологијата за процена на ризик од пожар во урбани средини не е тестирана за подблок.

Врз база на спроведените анализи и увидот на објектите од подблок 1 од кварталот 11. Ноември, утврдено е дека не до секој објект постои соодветен пристап за ТППБ. Од таа причина се препорачува при дефинирање на коефициентот на ранливост на објектите и населението да се вклучат и индекси за пристапност до објектите, при што за објектите до кои пристапот на ППБ е невозможен да се додели индекс 5, додека за објектите до кои има директен и лесен пристап од сите страни да се додели индекс 1 (Табела 6.48). Соодветни индекси би се доделиле и за процентуалната застапеност на населението во така категоризираните објекти.

Табела 6.48. Индекси за ранливост на објектите во зависност од пристапноста на ТППБ

Индекс на ранливост	5	4	3	2	1
Пристап на Противпожарна Бригада	Нема пристап	Отежнат пристап од 1 страна	Пристап од една страна	Пристап од две страни	Пристап од 3 или 4 страни

Кога се работи за процена на ризик од пожар на група станбени објекти, освен со предложената методологија, можна е и процена на ризик за секој објект поодделно, а

потоа дефинирање на средна вредност на ризикот, која би се однесувала за групата објекти.

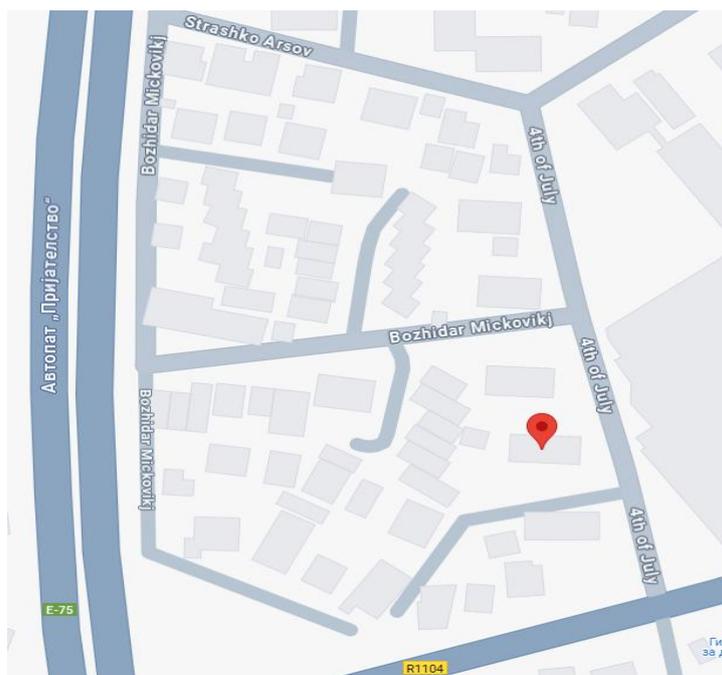
Во конкретниот случај, освен со примена на предложената методологија, можно е одделните објекти да бидат анализирани и со примена на Еуроаларм методата, подетално опишана во Глава 5.3.5.

6.4.6. Процена на ризик од пожар на ниво на објект во Куманово

Во рамките на докторската дисертација, спроведена е процена на ризик од пожар на два објекта од подблок 1 во зона 1, со примена на Еуроаларм методата, но во рамките на ова истражување, а во насока на нејзина поедноставна примена, предложени се одредени подобрувања од аспект на поедноставно дефинирање на пожарната отпорност на конструкцијата на објектот.

6.4.6.1. Опис на анализиран објект – OD1Z1

Анализираниот објект е станбена зграда која спаѓа во подблок 1, зона 1, каде што изложеноста на пожар е дефинирана со коефициен на изложеност 4 (Табела 6.49), односна висока изложеност. На слика 6.41 е претставен објектот кој е анализиран.



Слика 6.41. Локација на анализираната станбена зграда, претставен на мапата на зона 1 преку софтверот QGIS

Предметната станбена зграда се наоѓа во ул. 4-ти Јули и е 600 метри оддалечен од противпожарната единица. Во случај на пожарен настан во станбената зграда, потребни се околу 2 минути за да може противпожарната бригада да пристигне во самиот објект од моментот кога е пријавен пожарниот настан. На Слика 6.42 претставен е патот на пристигнување на ППБ од противпожарната единица до предметниот објект. До објектот противпожарните возила пристигнуваат преку примарниот пат Србо Томовиќ,

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

продолжувајќи потоа кон патот 4-ти Јули се до предметниот објект. Пристапниот пат на ПП возилата до самиот објект е даден на Слика 6.43а, додека пристапот за самите пожарникари е даден на Слика 6.43б.



Слика 6.42. Патот на пристигнување на ППБ до предметниот објект



а)

б)

Слика 6.43. Пристапен пат до предметниот објект: а) пристапен пат на ППВ до објектот, б) пат кој води до самиот влез на зградата

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Кон предметната зграда може да се пристапи од јужната, источната и западната страна на објектот (слика 6.44а и слика 6.44б). Пристапниот пат од источната страна на објектот може да се користи и за интервенција на северната страна на објектот (слика 6.45), каде што во случај на пожар во некој од становите кои се наоѓаат на таа страна на објектот се очекува отежната интервенција. Тоа се појавува како резултат на значително мал простор кој е несоодветен за пристап на пожарникарите кон објектот, вклучувајќи тука и присуството на грмушки кои ја отежнуваат работата на пожарникарите.

Најлесниот начин за интервенција од таа страна е преку дворот на соседната куќа, доколку вратите на дворот се отворени, во спротивно интервенцијата би било уште потешка (слика 6.45). Најоддалечената точка на патот од јужната страна на објектот е оддалечена од габаринтот на објектот повеќе од 10 m, а најоддалечената точка од пристапниот пат до влезот на објектот изнесува повеќе од 25 метри, земајќи го во предвид фактот дека ширината на коловозот за двонасочен сообраќај е 6m (ги исполнува потребните барања, $d \geq 6m$).



а)

б)

Слика 6.44. Пристап на ППВ од: а) западна страна на предметниот објект (влез во зградата) и б) јужна и источна страна на предметниот објект

При интервенција на ППБ од источната, јужната и западната страна на предметниот објект, ПП возилата треба да поминуваат низ ивичњаците на тротоарот со цел да пристигнат до соодветно место. Објектот има влез од западната и источната страна, со тоа што влезната врата од источната страна е затворена и е надвор од употреба. Ако истата сакаме да ја користиме во случај на евакуација, или треба однапред да се отвора, што е нелогично бидејќи никогаш не се знае кога и каде може да настане пожар, или пак истата да се скрши при напуштање на објектот во случај на пожар (слика 6.46).



Слика 6.45. Западна страна на предметниот објект



Слика 6.46. Влез од источна страна на зградата која е надвор од употреба

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Кај предметниот објект недостасуваат пожарните сектори, при што во случај на појава на пожар во еден станби дошло до непречено проширување на пожарот и чадот низ другите делови на зградата.

Освен недостатокот на пожарните сектори, во објектот исто така нема коридор за евакуација и заштитени скали, кои се дел од коридорот за евакуација. Доколку е потребно да се врши евакуација на станарите, најпрво тие треба да излезат од нивниот стан во ходникот, потоа од ходникот до главното скалило, преку скалите да одат до приземје и да продолжат до крајниот излез од зградата и пристапното скалило до безбедно собирно место (БСМ) кое се наоѓа на соодветно растојание од објектот, поголемо од 15m (слика 6.47).



Слика 6.47. Собирно безбедно плато за станарите

Ширината на скалилата изнесува 1,1m, додека најмалата ширина на коридорот изнесува 1,4m (слика 6.48а и слика 6.48б).



Слика 6.48. Приказ на: а) скалите и б) ходникот кои водат до излез од објектот

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Димензиите на излезната врата се 210x90 cm, не се пожарно отпорни врати и се отвораат во спротивна насока од патот на евакуацијата (слика 6.48a). Необележените и неосветлените патеки за евакуација до објектот и недостатокот на знаци кои ја покажуваат насоката на евакуација претставуваат друг важен фактор кои го отежнуваат процесот на евакуација на станарите.

Во случај на пожар, најзагрозени се луѓето кои во тој момент би се нашле во подрум (слика 6.49), поради тоа што подрумот нема два излеза до безбедно место, туку еден излез поврзан со горните катови со заеднички скали. Тоа значи дека евакуацијата на луѓето кои се наоѓаат во даден момент во подрумот се врши преку главниот излез на објектот, т.е. на приземје.



Слика 6.49. Подрумски простории на станбената зграда и влез без рампа

Исто така, загрозени при евакуација се и луѓето со попречност, бидејќи во објектот нема рампа која би овозможила таквите корисници лесно и безбедно да се евакуираат од објектот (слика 6.49).

При евакуација, станарите од 3-ти спрат би наишле на препреки, како дрвени скали, точак и сакции кои го стеснуваат патот за евакуација и го успоруваат движењето (слика 6.50).

Како потенцијален извор на пожар во објектот се идентификувани поштенските сандачиња во влезниот ходник (особено од намерно палење) и главниот разводен електричен ормар (поради застареност или неисправност), слика 6.51.



Слика 6.50. Препреки на патот на евакуација



Слика 6.51. Поштенски сандачиња и главен разводен ормар

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Од спроведената анализа, констатирано е дека во случај на пожар во предметниот објект, процесот на евакуација би се одвивал во небезбедни услови, проследен со различни препреки, па се очекуваат поголеми штети, било тоа материјални или загуба и/или повреда на станарите.

Во објектот недостасува соодветна внатрешна хидрантска мрежа, поставена во ормари за хидранти на одредена висина од подот, а исто така недостасуваат и противпожарни апарати во целиот објект. Во предметниот објект недостасува и план за евакуација и не се организираат вежби за употреба на средства за гаснење на пожар и вежби за евакуација од објектот во случај на пожар. Освен тоа, во објектот нема систем за откривање и алармирање за пожар и стационарен систем за гасење пожар.

Предметниот објект е изграден од незапаливи градежни материјали како АБ плочи, АБ греди и столбови и АБ огради на балконите. Нивната пожарна отпорност е утврдена со помош на подобрената верзија на полу-квантитативниот метод Еуроаларм кој е опишан во глава 5.3.4. Не е изведена енергетски ефикасна фасада со горлива изолација.

Контрола на квалитет на перформансите за безбедност од пожар на предметната зграда е спроведена со помош на квалитативна листа за проверка (check-list), претставена во Табела 6.40.

Табела 6.40. Список за проверка на пожарна безбедност за станбена зграда бр.1 во Куманово

Услови за евакуација	Одговор		
	Да	Не	Коментар
1. Дали сите излезни патеки се ослободени од пречки?		X	
2. Согласно бројот на станарите, дали зградата има соодветен број на излези за евакуација?		X	
3. Дали лесно се отвораат излезните врати?		X	Отворена врата
4. Дали излезните врати се непречени однадвор?		X	
5. Дали излезните врати се отвараат во правец на евакуацијата?		X	
6. Дали излезните врати во зградата се отпорни на пожар (зградата има противпожарни излезни врати)?		X	Стари, дрвени врати
7. Дали минималната чиста ширина (90 см) на излезната врата ги исполнува потребните услови за евакуација?	x		1,1 метри
8. Дали скалите на зградата се во добра состојба за да обезбедат безбедна евакуација и колку изнесува нивната ширина?		X	
9. Дали ходниците се чисти и ненатрупани со непречени излези?		X	
10. Дали ходниците за евакуација ги задоволуваат условите за безбедна евакуација?		X	

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

11. Дали во зградата има надворешни скали кои овозможуваат евакуација на станарите?		X	
12. Дали лицата со попреченост можат безбедно да ги користат излезните патеки и да пристапат до собирното место?		X	
13. Дали во зградата има соодветни мерки долж патеките за евакуација за лица со попречности, како на пример пристапни рампи и противпожарни лифтови?		X	
14. Дали во зградата има доволен број на знаци за излез?		X	
15. Дали сите знаци за евакуација се јасно видливи и неоштетени?		X	Нема
16. Дали сите знаци за евакуација се соодветно осветлени?		X	Нема
17. Дали знаците за евакуација овозможуваат јасно и безбедна евакуација на станарите надвор од зградата се до собирното место?		X	Нема
18. Дали во зградата има светло за итни случаи и доколку има, дали истите се функционални?		X	
19. Дали има соодветно место за собирање на станарите после евакуација?	x		
20. Дали има пречки до собирното место?		X	
21. Дали е јасно видлив и неоштетен знакот за собирното место?		X	Нема знак за СМ
22. Дали во зградата има план за евакуација?		X	
23. Дали станарите се информирани за превентивните мерки во случај на пожар?		X	
24. Дали е реализирано обука на станарите за дејство во случај на пожар?		X	
25. Дали станарите се информирани за постапката за евакуација?		X	
26. Дали се реализирани вежби за евакуација на станарите?		X	
Противпожарна опрема и системи за заштита од пожар	Одговор		
	Да	Не	Коментар
1. Дали во зградата има соодветен број на противпожарни апарати?		X	Нема ниту еден ППА
2. Дали противпожарните апарати се целосно наполнети и означени?		X	Нема ниту еден ППА
3. Дали противпожарните апарати се видливи, поставени на соодветно место и се лесно достапни?		X	Нема ниту еден ППА
4. Дали има потреба за проверка на некои од противпожарните апарати?		X	Нема ниту еден ППА
5. Дали во зградата има соодветен број на внатрешни хидранти?		X	Надвор од употреба
6. Дали внатрешните хидранти се поставени на соодветно место, во свои ормани, согласно прописите?	x		Се наоѓаат во ормани, но се

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

			надвор од употреба
7. Дали во зградата има систем за заштита од атмосферски празнења - громобранска инсталација?		X	
8. Дали во зградата има систем за автоматско откривање и јавување на пожар и рачно јавување на пожар?		X	
9. Дали во зградата има систем за автоматско откривање и гаснење на пожар (согласно намената на градбата, нејзините потреби и прописите)?		X	
10. Дали во зградата има систем од нужни-панични светла?		X	
11. Дали во зградата има систем за известување на станарите за настанат пожар и потребата од напуштање на зградата – евакуација?		X	

6.4.6.2. Пресметка на време на евакуација со користење на симулациски програм Pathfinder

Евакуација претставува планирано и организирано движење на луѓе, животни и материјални добра од загрозен објект на безбедно место.

Во услови на пожар во објект, евакуацијата претставува една од најважните активности и зависи од примената на стандардите со потребните мерки уште во текот на самата градба на објектот. Всушност, една од најважните превентивни мерки за заштита од пожари е планирањето на евакуацијата. За да се постигне најдоброто можно планирање, потребно е да се пресмета потребното време за евакуација од објектот, време кое е особено важно за објекти каде што има голем број на луѓе (јавни, деловни и големи станбени објекти).

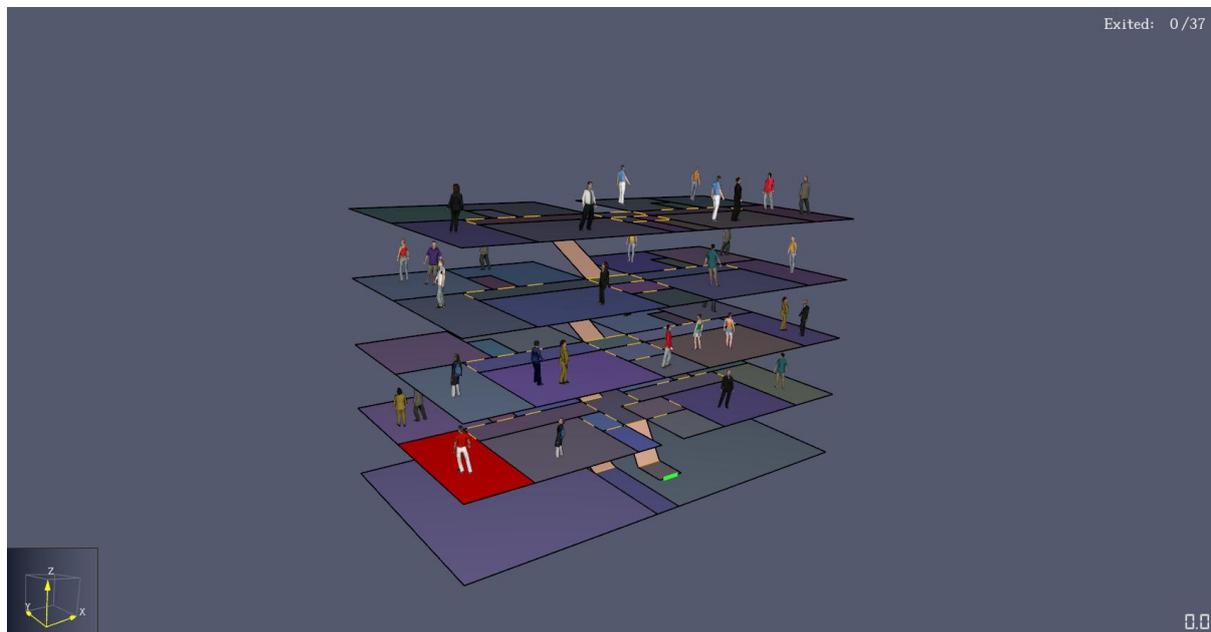
За определување на потребното време на евакуација, во инженерската практика се користат различни методи, почнувајќи од наједноставните методи се до најсовремените софтверски симулациски методи [84].

Во рамките на докторската дисертација, определено е потребното време на евакуација на станарите од станбениот објект (предметен случај) со помош на симулацискиот софтвер за евакуација – Pathfinder.

Pathfinder е симулатор базиран на агенти, развиен од Thunderhead Engineering. Како софтвер за симулација на евакуација, вклучува кориснички интерфејси, системи за 3D визуелизација и симулатор. Софтверот овозможува креирање на симулациски модели за евакуација под различни сценарија, 3D визуелно прикажување на човечки модели, патеки за движење, скали итн., а преку динамичкото ниво е можно да се види движењето на сите присутни во реално време. За креирање на моделот за евакуација во софтверот, како влезни податоци се користат карактеристиките на објектот и бројот на корисници во тој објект.

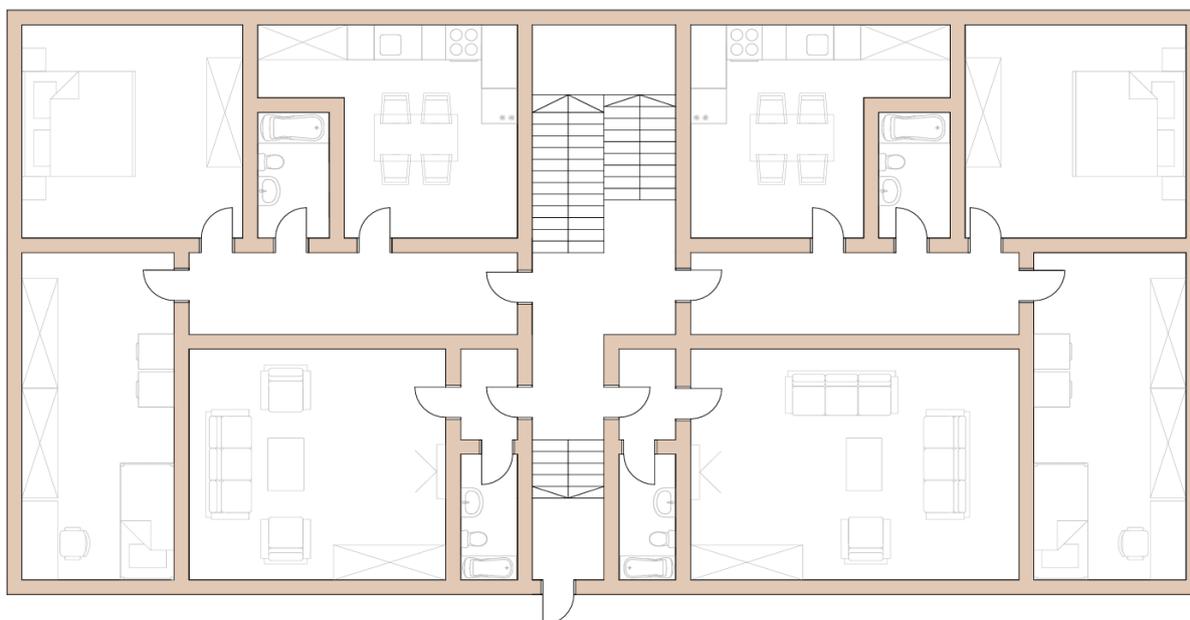
→ **Сценарио за симулација**

Во Pathfinder е создаден и симулиран модел за евакуација за станбена зграда во која живеат 37 луѓе (слика 6.52).



Слика 6.52. 3D изглед на објектот

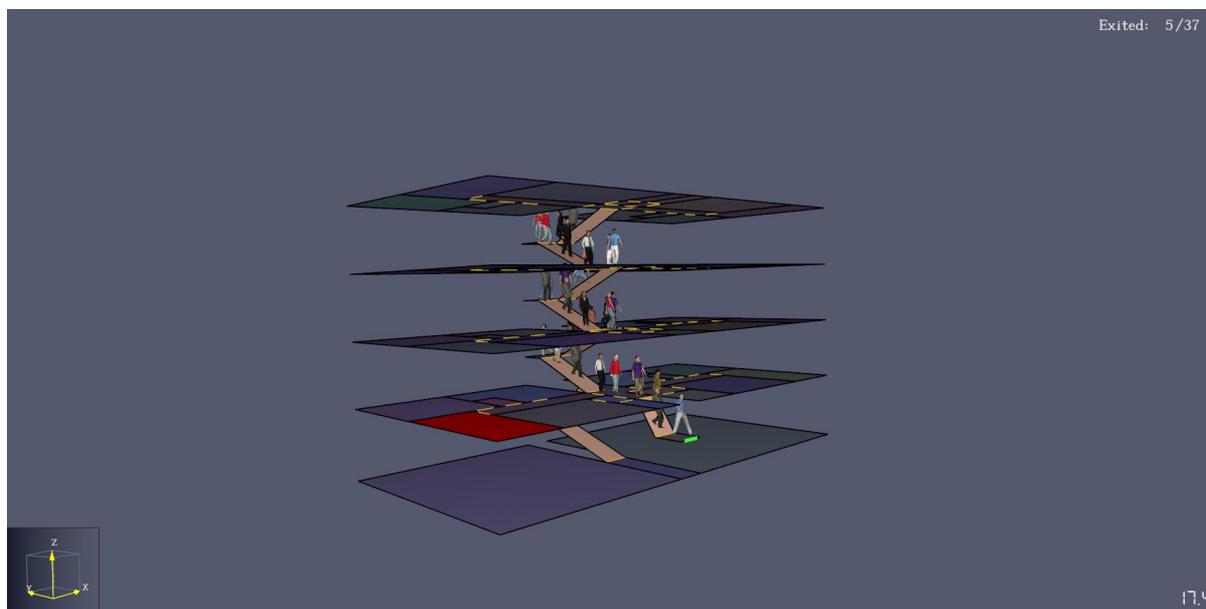
Објектот се состои од подрум (ретко користена просторија од станарите), приземје и 3 спрата. Во приземје и на трети кат се наоѓаат по 4 станови, додека на кат 1 и кат 2 се наоѓаат по 3 станови, вкупно 14 станови (слика 6.53).



Слика 6.53. Основа на приземје

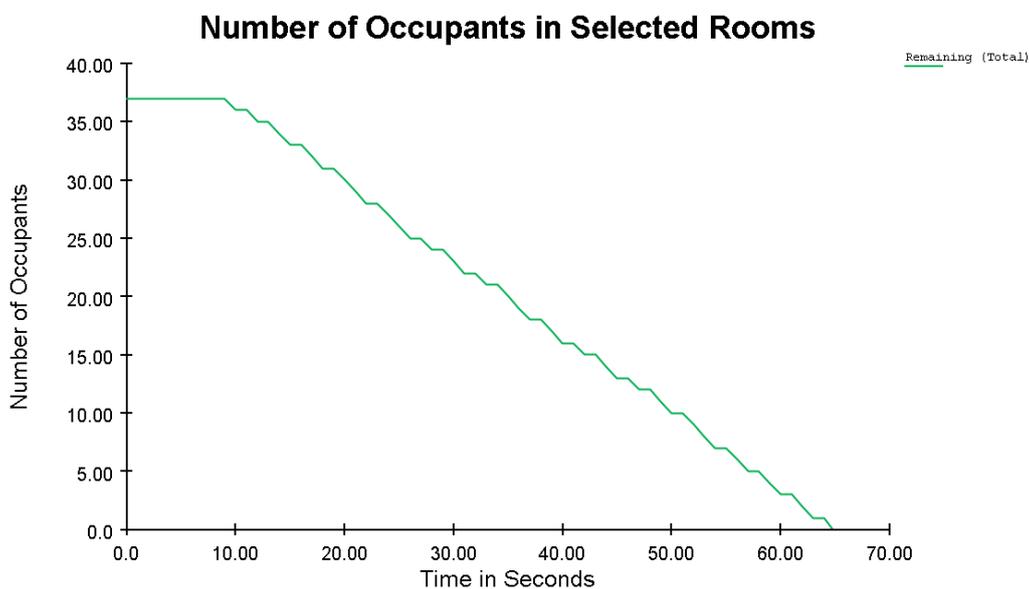
Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

На приземје е излезот од зградата, кон кој ќе се насочи евакуацијата на станарите од објектот. На слика 6.54 претставена е симулација на првите моменте од евакуацијата на станарите од објектот.



Слика 6.54. Почеток на евакуација

Вкупното време за евакуација на сите станари изнесува 64,4 секунди (слика 6.55) што подразбира дека е доволно за да се евакуираат сите станари и противпожарната екипа да стигне и да започне да го гасне пожарот.



Слика 6.55. Време на евакуација и намалување на бројот на присутни во објектот со тек на време

6.4.6.3. Избор на мерки за заштита од пожари во однос на намената на објектот и технолошкиот процес во него

За да биде предизвикан пожар потрени се причини за негово настанување. Одреден број на пожари настануваат како резултат на објективни причини (сонце, молња, земјотрес и др.) додека поголем број на пожари се предизвикани од субјективни фактори т.е. како последица на грешки и невнимание на луѓето. Поради тоа, многу важно е да се воочат објективните, а посебно субјективните фактори кои преставуваат потенцијална опасност за појава на пожар. Од нив произлегуваат мерките за заштита од пожари кои треба да се применат за да се спречи пожарот или да се заштитат од несакаано дејство при евентуално избувнување на пожар.

Од спроведената анализа се заклучи дека во објектот треба да се земат во предвид одреден број на мерки за заштита од пожар и тоа:

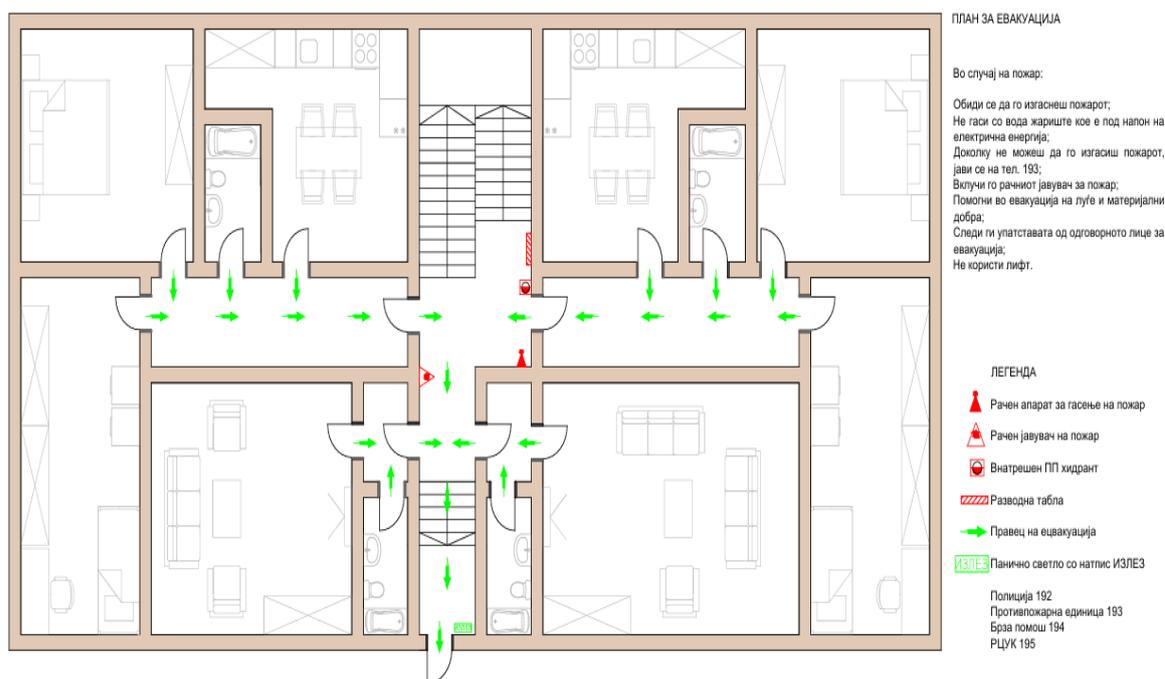
- **Градежни мерки** – промена на надворешната фасада, промена на покривната конструкција, реконструкција на надворешната рампа за пешаци и корисници на инвалидска количка, изградба на сигурносно скалило;
- **Електрични инсталации и уреди** - Електричните водови и опрема да се изведуваат во соодласност со соодветни прописи за станбени објекти. Предвидено е разводните ормари да бидат поставени во приземје и на катот. Разводните ормари да бидат опремени со нисконапонски прекинувачи со можност за далечинско исклучување преку тастер на ормарот и во случај на пожар преку ПП централата. Истите да бидат изработени согласно правилникот за нисконапонски разводни постројки и електрични инсталации од низок напон. Изработувачот е должен да приложи потребна атестна документација, како и да изврши функционално подесување пред предавање во употреба;
- **Пат за евакуација, сигнализација и осветлување** - За објектот се предвидени соодветен број на влезно - излезни врати и патишта за евакуација. Предвидено е да се стави во функција вратата на источната страна на објектот. Влезно – излезните врати е предвидено да бидат отпорни на пожар и истите да се отвораат во правец на евакуација. Над излезните врати во влезовите, предвидени се противпанични светилки со натпис ИЗЛЕЗ, за безбедно евакуирање на луѓето во случај на потреба и кои по нестанок на ел. енергија ќе обезбедат панично светло во траење од најмалку 1 час. Во скалишните простори се предвидени противпанични светилки со ознака на правецот на движење во случај на потреба. На секој кат предвидено е да има план за евакуација во случај на пожар (слика 6.56а, 6.56б и 6.56в). Предвидено е да се постави сигурносно осветлување на патиштата за евакуација.
- **Противпожарна опрема и системи за заштита од пожар** – Предвидено е опремување на зградата со противпожарни апарати, и тоа како рачни противпожарни апарати во случајов се сметаат противпожарни апарати од типот: С-9 кг на секој кат (вкупно 5 парчиња). Внатрешна хидрантска мрежа предвидено е да се поправи и да биде постојано под притисок на вода, така што на

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

најодалечениот хидрант на млазникот ќе има притисок поголем од 2,5 бари и проток од најмалку 5 l/сек, а највисокиот хидростатски притисок ќе се движи до 7 бари. Доколку не се поправи внатрешната хидрантска мрежа, тогаш се предвидува во подрум да има 1 ХОП внатрешен хидрант и на секој спрат по 1 сиден внатрешен хидрант (СППХ). Според претходно извршената анализа на опасностите од пожар дојдено е до констатација дека има потреба од обезбедување на објектот со систем за автоматско откривање, јавување и алармирање во случај на настанат пожар во објектот, а е предвидена можност за рачно јавување и алармирање и далечинско исклучување на објектот од електрично напојување.

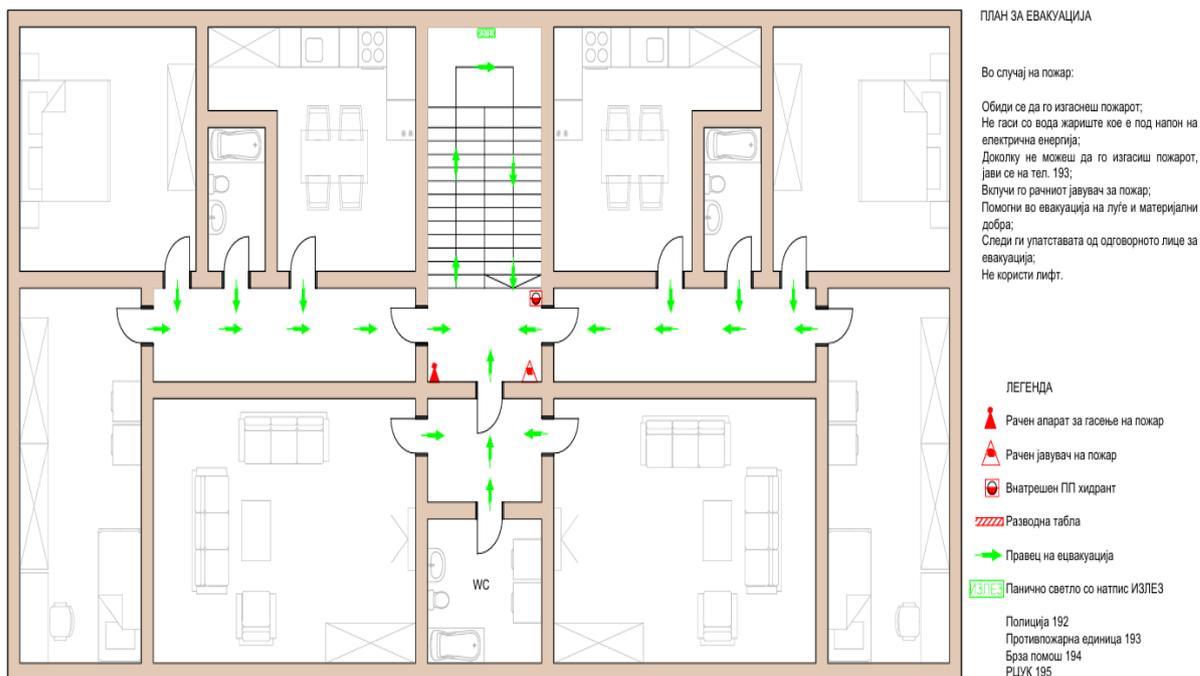
- **Обука и вежба** - Лицата корисници на објектот се задолжуваат да извршат запознавање со можните опасности кои можат да се појават во објектот и да бидат стручно оспособени за ракување со средства за заштита од пожар и за сите мерки кои треба да се превземаат за да се спречи опасноста од појава на пожар и почетно гасење на пожари со средствата кои се на располагање во рамките на објектот. Се препорачува обука на станарите во врска со противпожарна заштита т.е. обука на станарите за дејство во случај на пожар и предвидени се да се реализираат вежби за евакуација на станарите од објектот и вежби за користење на опрема за гасење на пожар, организирани најмалку еднаш на секои пет години. Истовремено се известуваат надлежните служби и тоа:

- противпожарна единица на тел. 193,
- полиција на тел. 192,
- медицинска помош на тел. 194,
- центар за известување и управување со кризи на тел. 195.

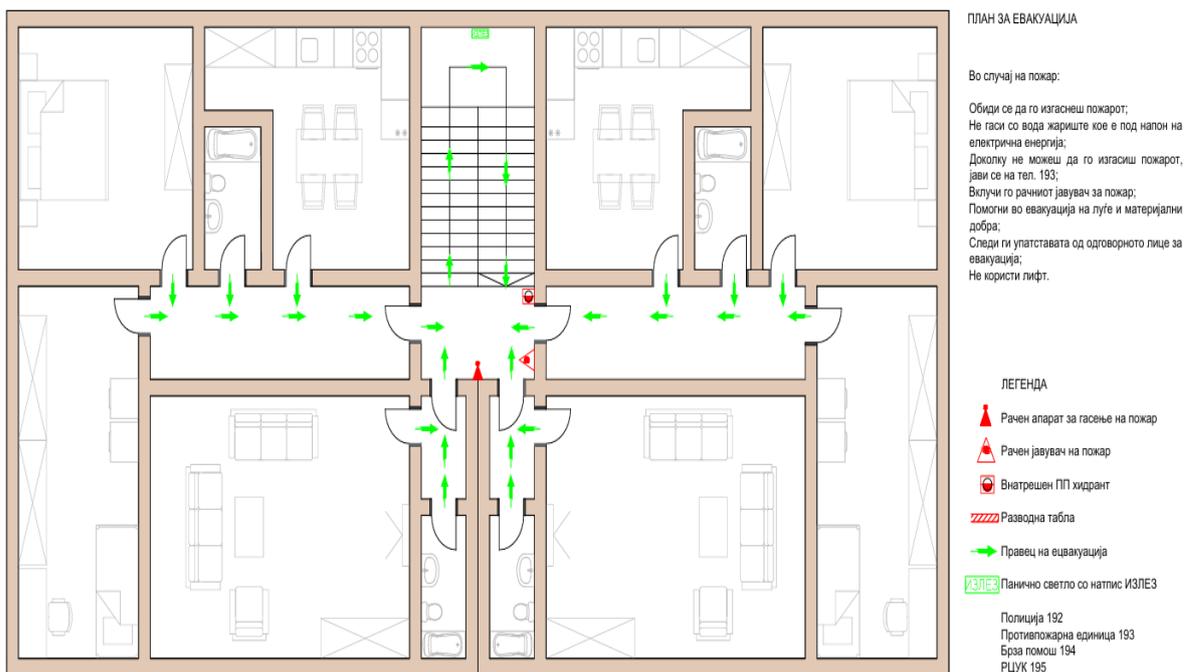


Слика 6.56а. Основа на приземје

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.56б. Основа на кат 1 и кат 2



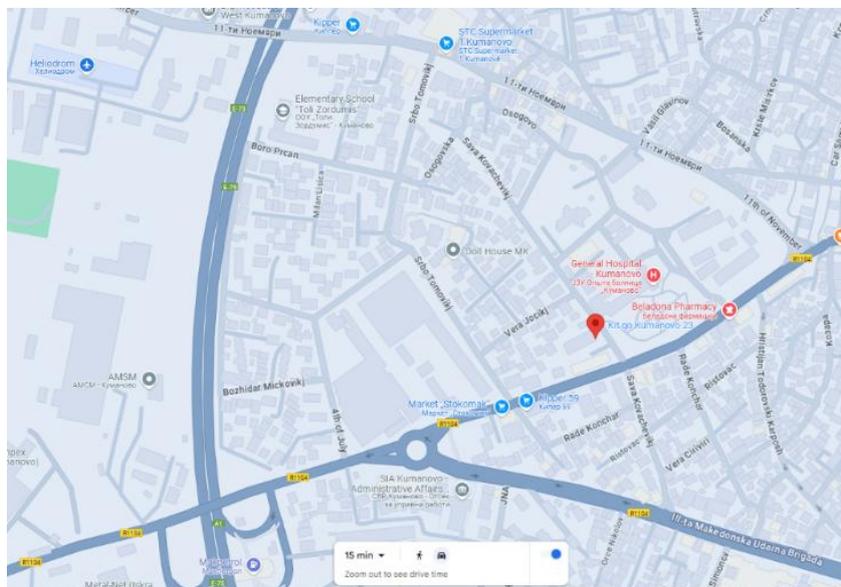
Слика 6.56в. Основа на кат 3

6.4.6.4. Опис на анализиран објект – OD2Z1

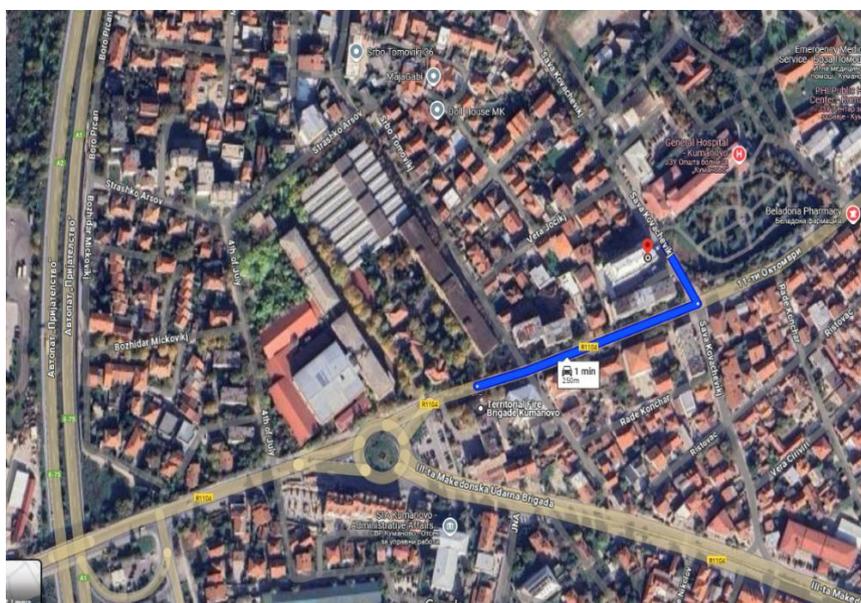
Вториот анализиран објект исто така е станбена зграда, која спаѓа во подблок 1, зона 1 (слика 6.57). Објектот е избран од причина што е изграден во поново време, претставува модерна градба, за разлика од првиот објект опишан во Глава 6.4.6.3, кој е стар објект во кој не е запазена ниту една мерка за заштита од пожар.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Предметната станбена зграда се наоѓа во ул. Сава Ковачевиќ и е 250 метри оддалечена од противпожарната единица. Во случај на пожарен настан во станбената зграда, противпожарната бригада за 1 минута може да пристигне во самиот објект од моментот кога е пријавен пожарниот настан. На слика 6.58 и слика 6.59 претставен е патот на пристигнување на ППБ од противпожарната единица до предметниот објект.



Слика 6.57. Локација на станбена зграда OD2Z1



Слика 6.58. Патот на пристигнување на ППБ до предметниот објект

ПП возилата, во случај на пожар, до објектот пристигнуваат преку примарниот пат 11-ти Октомври, продолжувајќи потоа кон улицата Србо Ковачевиќ, каде се наоѓа предметниот објект. Пристапниот пат на ПП возилата до предметниот објект е даден на слика 6.59.

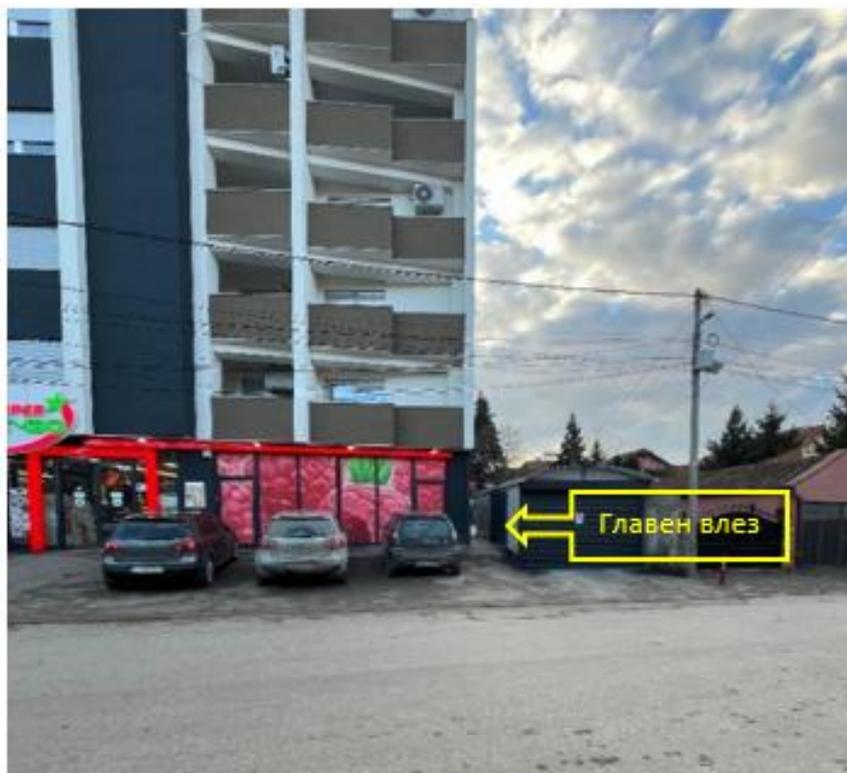


Слика 6.59. Пристапен пат на ППВ до објектот

Кон предметната зграда може да се пристапи од јужна и западна страна на објектот (слика 6.60). Источната страна на објектот може да се користи само за интервенција на ППБ со рачни ППА, бидејќи пристапот на противпожарни возила е невозможен поради мала широчина на самиот влез до објектот и недоволен простор за пристап на ППВ (слика 6.61). Со тоа не е запазен критериумот за пристап на ПП возила од две спротивни страни.



Слика 6.60. Пристап на ППВ од јужна и западна страна на предметниот објект



Слика 6.61. Главен влез во предметниот објект

Од северната страна на објектот е невозможен пристапот на ППБ и во случај на пожар во некој од становите кои се наоѓаат на таа страна на објектот се очекува отежната интервенција. Тоа се случува поради недостаток на соодветен сопствен простор за пристап на ППВ кон објектот и поради тоа што на северната страна на предметниот објект постои веќе изградена куќа. Како решение за реализација на интервенција кон северната страна на објектот е преку дворот на соседната куќа, доколку вратите на дворот се отворени, во спротивно интервенцијата би било уште потешка (слика 6.62).



Слика 6.62. Северна страна на станбена зграда

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Најоддалечената точка од пристапниот пат до главниот влезот на објектот изнесува 10,5 метри, а растојанието од пристапниот пат до самиот влез во објектот изнесува повеќе од 35 метри, земајќи го во предвид фактот дека ширината на коловозот за двонасочен сообраќај е 6m (ги исполнува потребните барања, $\geq 6m$).

При интервенција на ППБ од јужната и западната страна на предметниот објект, ПП возилата треба да поминуваат низ ивичњаците на паркингот со цел да пристигнаат до соодветно место. Интервенцијата ќе биде тешко да се реализира ако од двете страни има паркирани коли. Тоа би влијаело на времето на интервенција на ППБ, но би го отежнало и процесот на евакуација во случај на појава на пожар. Главниот влез на објектот се наоѓа на западната страна т.е. на ќош на објект, од каде што влезната врата во самиот објект се наоѓа на растојание од 27 метри. Патот кој води до влезната врата во првите 8 метри е широк 1,2 метри (слика 6.63а) додека после се проширува во 5,5 метри (слика 6.64б).



а)

б)

Слика 6.63. а) Главна врата за влез во објектот и б) пат до влезна врата во самиот објект

Во самиот влез во објектот се појавува ходник каде што се наоѓат поштенски сандачиња и главен разводен ормар, кои се добро изолирани и не предизвикуваат опасност за појава на пожар (слика 6.64).

Во предметниот објект, согласно Правилникот за мерките за заштита од пожари, експлозии и опасни материи извршено е вертикално и хоризонтално пожарно секторирање на начин што секое ниво представува единечен пожарен сектор.



Слика 6.64. Влезна врата на објект, поштенски сандачиња, разводен ормар

Подрумскиот простор наменет за гаражирање на автомобили е третиран како независен пожарен сектор и притоа извршено е сепарирање на просторот со водени завеси, а водено е сметка паркинг местата за автомобили да бидат така групирани да нема повеќе од дваесет возила во една група. Надземните нивоа се вертикално пожарно секторирани така што секој кат е третиран како единечен пожарен сектор, а во рамките на истиот секоја стенбена единица е третирана како пожарен подсектор на начин што границите на станбените единици се со пожарна отпорност од најмалку два часа а влезните стански врати се со пожарна отпорност во времетраење од најмалку триесет минути.

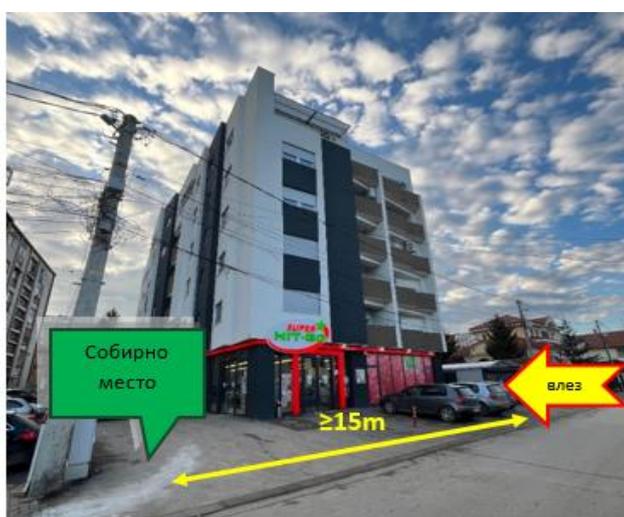
При премин на инсталационите водови од еден во друг пожарен хоризонтален или вертикален сектор се применети противпожарни манжетни од производната програма на КНАУФ (FIRE WIN) со соодветни пожарни карактеристики. На тој начин е обезбедено при случај на појава на пожар да не дојде до проширување на пожарот и чадот кон другите пожарни сектори на зградата.

Исто така извршено е и вертикално пожарно секторирање на предвидената термоизолациона фасада на начина што помеѓу првиот и вториот кат и помеѓу третиот и четвртиот кат при изработка на фасадата се предвидува изведба на прстен со широчина од 50 cm во кој наместо горлив термоизолационен материјал (стиропор, стиродур, полиуретан или сл,) како термоизолационен материјал се вградува минерална волна која е непалива и негорлива односно со класа на реакција на пожар: A2-s1d0. Ваквиот слој од негорлива минерална волна оневозможува вертикално ширење на пожарот преку фасадата на објектот. Ваков негорлив прстен на фасадата е предвиден помеѓу приземје и 1 Кат, помеѓу 2 и 3 Кат, помеѓу 4 кат и поткровјето.

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

Исто така, вертикалните рабови на фасадата од објектот се предвидени со термоизолација од камена волна односно од негорлив материјал кој има за функција да оневозможи префрлање на евентуално настанат пожар од едната на другата страна од фасадата.

Во објектот има и коридор за евакуација и заштитени скали, кои се дел од коридорот за евакуација. Доколку е потребно да се врши евакуација на станарите, најпрво тие треба да излегуваат од нивниот стан во ходник широк 1,5 метри и долг 11 метри, потоа од ходник до главното скалило, преку скалите да одат до приземје и да продолжат до влезниот ходник кој е широк 1,8 метри а има должина од 7,5 метри и од таму да продолжат кон крајниот излез од зградата се до безбедно собирно место (БСМ) кое се наоѓа на соодветно растојание од објектот, над 15m (слика 6.65).



Слика 6.65. Собирно место за станарите

Ширината на скалилата изнесува 1,3m, додека најмалата ширина на коридорот изнесува 1,5m (слика 6.66).



Слика 6.66. Приказ на скалите и ходникот кои водат до излез од предметниот објект

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Објектот располага со лифт кој што ги задоволува условите за противпожарна заштита (слика 6.67).



Слика 6.67. Лифт во станбена зграда

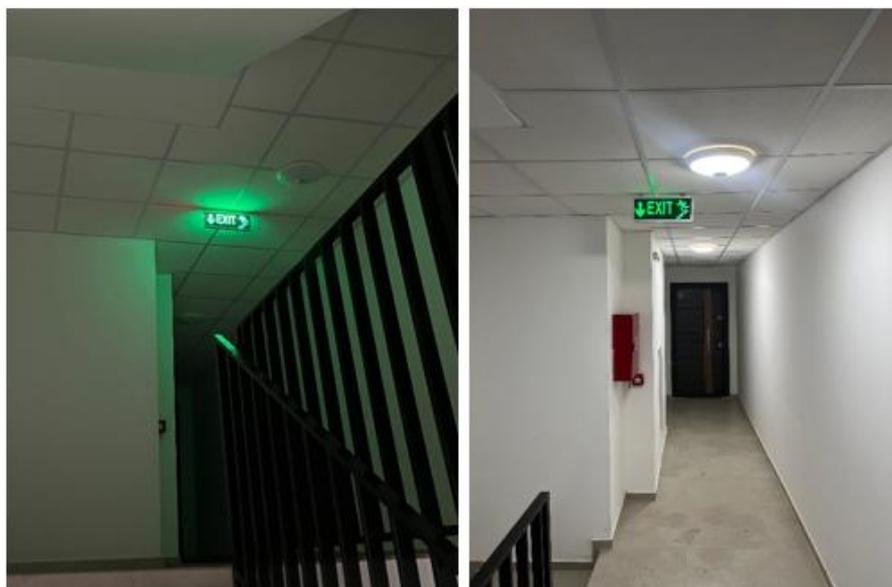
Димензиите на излезната врата се 210x120 см, не се пожарно отпорни врати и се отвораат во спротивна насока од патот на евакуацијата (слика 6.68), со што го отежнува процесот на евакуација на станарите во случај на појава на пожар. Во објектот нема рампа која се користи за лица со попречност, бидејќи патот кој води кон излез на зградата е рамен пат без никакви препреки.



Слика 6.68. Излезна врата на станбената зграда

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Обележените и осветлените патеки за евакуација во објектот и присуството на знаци кои ја покажуваат насоката на евакуација претставуваат друг важен фактор кој го олеснува процесот на евакуација на станарите (слика 6.69).



Слика 6.69. Знаци за евакуација

При евакуација станарите од ниту еден спрат не би наишле на препреки, бидејќи сите ходници се чисти и без никакви дополнителни пречки кои би влијаеле негативно на времето на евакуација.

Како можен потенцијален извор на пожар во објектот (особено од намерно палење) е идентификувано ѓуврето кое се наоѓа во близина на западната страна на објектот каде што исфлениот материјал всушност се картони, хартија и др. и претставува потенцијален извор за појава на пожар (слика 6.70).



Слика 6.70. Потенцијален извор за појава на пожар

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Во објектот има соодветен број на ормари со внатрешна хидрантска инсталација, на одредена висина од подот (слика 6.71). Вкупниот број на внатрешни ѕидни хидранти изнесува 9 и тоа: 1 во подрум (ХОП), 2 во приземје (СППХ) и по 1 на сите 4 спратови, во поткровје и подкровен простор.



Слика 6.71. Внатрешен хидрант

Објектот располага со систем за алармирање за пожар во заедничките простории на објектот (рачни јавувачи во ходниците, Слика 6.72).



Слика 6.72. Пожарен аларм

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Затоплување на просториите се предвидува да се врши со помош на ел. грејни тела според избор на корисниците на становите. Исто така постои можност за идно приклучување на објектот на градската гасоводна мрежа.

Вентилирањето на просториите од становите се предвидува да се врши со помош на природна вентилација преку врати и прозорци, а за секој стан се предвидува и вградување на клима уред за климатизација на просториите.

За да може гаражата да се користи према важечките прописи, предвидени се следните машински инсталации: Инсталација за управување со воздухот – одвод на воздух преку каналски развод на загадениот воздух, довод на чист воздух и природно вентилирање преку влезниот отвор. Оваа инсталација се поставува во гаражите на сите нивоа. Одводниот канал е поставен бочно во продолжетокот на подземната гаража а излезот се наоѓа во дел од надворешниот простор на отвореното паркиралиште. Со оваа инсталација ќе се отстранува јаглен моноксидот – CO при согорување на погонското гориво на возилата и/или чад во случај на опожарување во гаражата од возило или друг вид на пожар.

Во објектот недостасуваат противпожарни апарати и план за евакуација и не се организираат вежби за употреба на средства за гаснење на пожар и вежби за евакуација од објектот во случај на пожар. Тоа што е важно да се потенцира е фактот дека за објектот е изработен елаборат за заштита од пожари, експлозии и опасни материји, во кој елаборат се предвидени сите елементи за заштита од пожар, вклучувајќи тука и план за евакуација за објектот (слика 6.73) и соодветен број на ППА, но, од теренски истражувања утврдено е дека план за евакуација нема на ниту еден кат. Исто така нема ни ППА, а согласно на елаборатот предвидени се 2 ППА од тип С-50 и 24 единечни ППА од тип С-9.



Слика 6.73. План за евакуација на анализираниот објект

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Од спроведената анализа, констатирано е дека во случај на пожар во предметниот објект, процесот на евакуација би се одвивал во безбедни услови, проследен со минимални штети, било тоа материјални или повреда на станарите.

Предметниот објект е изграден од незапаливи градежни материјали како армиранобетонски плочи, АБ греди и столбови и АБ огради на балконите. Нивната пожарна отпорност е утврдена со помош на подобрената верзија на полу-квантитативниот метод Еуроаларм, опишан во Глава 5.3.4.

Контрола на квалитетот на перформансите за безбедност од пожар на предметната зграда беше спроведена со помош на квалитативна листа за проверка (check-list), претставена во Табела 6.50.

Табела 6.50. Список за проверка на пожарна безбедност за станбена зграда бр.2 во Куманово

Услови за евакуација	Одговор		
	Да	Не	Коментар
27. Дали сите излезни патеки се ослободени од пречки?	x		
28. Согласно бројот на станарите, дали зградата има соодветен број на излези за евакуација?	x		
29. Дали лесно се отвораат излезните врати?		x	Една врата се отвора со код
30. Дали излезните врати се непречени однадвор?		x	
31. Дали излезните врати се отвараат во правец на евакуацијата?		x	
32. Дали излезните врати во зградата се отпорни на пожар (зградата има противпожарни излезни врати)?		x	Стари, дрвени врати
33. Дали минималната чиста ширина (90 см) на излезната врата ги исполнува потребните услови за евакуација?	x		1,2 метри
34. Дали скалите на зградата се во добра состојба за да обезбедат безбедна евакуација и колку изнесува нивната ширина?	x		
35. Дали ходниците се чисти и ненатрупани со непречени излези?	x		
36. Дали ходниците за евакуација ги задоволуваат условите за безбедна евакуација?	x		
37. Дали во зградата има надворешни скали кои овозможуваат евакуација на станарите?			
38. Дали лицата со попреченост можат безбедно да ги користат излезните патеки и да пристапат до собирното место?	x		
39. Дали во зградата има соодветни мерки долж патеките за евакуација за лица со попречности, како на пример пристапни рампи и противпожарни лифтови?	x		Само противпожарен лифт

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

40. Дали во зградата има доволен број на знаци за излез?	x		
41. Дали сите знаци за евакуација се јасно видливи и неоштетени?	x		
42. Дали сите знаци за евакуација се соодветно осветлени?	x		
43. Дали знаците за евакуација овозможуваат јасно и безбедна евакуација на станарите надвор од зградата се до собирното место?	x		
44. Дали во зградата има светло за итни случаи и доколку има, дали истите се функционални?	x		
45. Дали има соодветно место за собирање на станарите после евакуација?	x		
46. Дали има пречки до собирното место?		x	
47. Дали е јасно видлив и неоштетен знакот за собирното место?		x	Нема знак за СМ
48. Дали во зградата има план за евакуација?		x	
49. Дали станарите се информирани за превентивните мерки во случај на пожар?		x	
50. Дали е реализирано обука на станарите за дејство во случај на пожар?		x	
51. Дали станарите се информирани за постапката за евакуација?		x	
52. Дали се реализирани вежби за евакуација на станарите?		x	

Противпожарна опрема и системи за заштита од пожар	Одговор		
	Да	Не	Коментар
12. Дали во зградата има соодветен број на противпожарни апарати?		x	Нема ниту еден ППА
13. Дали противпожарните апарати се целосно наполнети и означени?			Нема ниту еден ППА
14. Дали противпожарните апарати се видливи, поставени на соодветно место и се лесно достапни?			Нема ниту еден ППА
15. Дали има потреба за проверка на некои од противпожарните апарати?			Нема ниту еден ППА
16. Дали во зградата има соодветен број на внатрешни хидранти?	x		
17. Дали внатрешните хидранти се поставени на соодветно место, во свои ормани, согласно прописите?	x		
18. Дали во зградата има систем за заштита од атмосферски празнења - громобранска инсталација?	x		
19. Дали во зградата има систем за автоматско откривање и јавување на пожар и рачно јавување на пожар?	x		

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

20. Дали во зградата има систем за автоматско откривање и гаснење на пожар (согласно намената на градбата, нејзините потреби и прописите)?	x		
21. Дали во зградата има систем од нужни-панични светла?	x		
22. Дали во зградата има систем за известување на станарите за настанат пожар и потребата од напуштање на зградата – евакуација?	x		

6.4.6.5. Избор на мерки за заштита од пожари во однос на намената на објектот и технолошкиот процес во него

Од спроведената анализа се заклучи дека во објектот треба да се преземат одреден број на мерки за заштита од пожар, и тоа:

- **Пат за евакуација, сигнализација и осветлување** - На секој кат предвидено е да се постави план за евакуација;
- **Противпожарна опрема и системи за заштита од пожар** – Предвидено е опремување на зградата со противпожарни апарати и тоа: 2 ППА од тип С-50 и 24 единечни ППА од тип С-9;
- **Обука и вежба** - Се препорачува обука на станарите во врска со противпожарна заштита т.е. обука на станарите за реакција во случај на пожар. Предвидени се да се реализираат вежби за евакуација на станарите од објектот и вежби за користење на опремата за гаснење на пожар, организирани најмалку еднаш на секои две години. Потребно е и да се известуваат надлежните служби и тоа:
 - противпожарна единица на тел. 193
 - полиција на тел. 192
 - медицинска помош на тел. 194
 - центар за известување и управување со кризи на тел. 195.

6.4.6.6. Проценка на ризик од пожар во однос на барањата за инсталација на системи за алармирање и гаснење пожар – Еуроаларм метода

Процена на ризик од пожар е реализиран со помош на подобрениот Еуроаларм метода, Добиените резултати се дадени подолу.

6.4.6.6.1. Примена на Еуроаларм метода во објект (OD1Z1) од подблок 1 на зона 1

➤ Пожарно оптоварување на зградата

Од студијата за големина на пожарното оптоварување во станбените згради (Џолев и др., 2020) усвоена е просечна вредност на специфичното пожарно оптоварување од 702 MJ/m².

➤ **Опасност од пожар на конструкцијата**

Коефициентот на пожарно оптоварување на содржината на зградата

Земајќи во предвид дека специфичното пожарно оптоварување на стенбен објект е усвоен да биде 702 MJ/m^2 , тогаш за таа вредност од Табела 5.10 е усвоена вредноста за коефициентот на пожарно оптоварување од содржината на зградата $P_0=1,4$.

Коефициент на запаливост на содржината во зградата

За класа на опасност од пожар за станбени објекти се усвојува класа III (запаливи материји). Согласно на усвоената класа, од Табела 5.11 усвоена е вредноста за коефициентот на согорливост на содржината на објект $C=1,2$.

Коефициентот на пожарно оптоварување од материјалите вградени во конструкцијата на зградата

Врз база на вредноста на специфичното пожарно оптоварување која за станбена зграда изнесува 702 MJ/m^2 , од Табела 5.12 усвоено е вредноста за коефициентот за пожарно оптоварување од материјалите вградени во конструкцијата на објектот $P_k=0,2$.

Коефициент на големина и локација на пожарниот сектор

Бидејќи предметниот објект не е поделен на пожарни сектори, истиот се разгледува како еден пожарен сектор. Објектот се состои од подрум, приземје и 3 спрата, со ширина од 10 метри и должина 21 метри. Врз основа на карактеристиките на објектот, за коефициент на големина и положба на пожарниот сектор се усвојува вредноста $V=1,3$ (Табела 5.13).

Коефициент на доцнење на почетокот на интервенцијата

Предметниот објект се наоѓа на 600 метри оддалеченост од ПП единица, при што предвиденото време на пристигнување на ПП бригада до разгледуваниот објект изнесува околу 2 минути. Врз основа на овие податоци, од Табела 5.14 усвоено е вредноста за коефициентот на задоцнување на стартот на гаснењето да биде $L=1,0$.

Коефициент на ширина на пожарниот сектор

Најмалата ширина на анализираниот објект, кој истовремено претставува еден пожарен сектор, е помала од 20m. Согласно на тоа, од Табела 5.15 усвоен е коефициентот на ширина на пожарен сектор да има вредност $S=1,0$.

Коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на зградата

Проценетата пожарна отпорност на конструктивните елементи (плоча, греда, столб) на станбената зграда, т.е. на носечката конструкција, изнесува минимум 90 минути. Врз основа на познатото време на пожарна отпорност на конструктивните елементи на зградата, определено е вредноста за коефициентот на отпорност на пожар на носечката конструкција и истата изнесува $W=1,6$ (Табела 5.16).

Коефициент за намалување на ризикот од пожар

Поради присуство на запалив материјал во самиот објект и складирање со мали меѓурастојанија, се очекува брзо ширење на пожарот низ различни простории во зградата. Согласно на тоа, не се препорачува намалување на ризикот од пожар на зградата, а за коефициентот за намалување на ризикот од пожар е усвоена вредноста $R_i=1,0$ (Табела 5.17).

За предметниот објект со примена на соодветни коефициенти се доби дека ризикот од пожар на објектот е $R_0=1,98$.

$$R_0 = \frac{((P_0 * C) + P_k) * B * L * S}{W * R_i} = \frac{((1,4 * 1,2) + 0,2) * 1,3 * 1 * 1}{1,6 * 1} = 1,98$$

➤ Опасност од пожар на содржина на објектот

Коефициент на опасност по луѓе

Предметниот објект претставува станбена зграда (1971-година на изградба) каде што живеат станари со различна возраст (деца, млади, возрасни и стари луѓе и луѓе со попречености). Поради недостаток на пожарен сектор, недостаток на безбедни противпожарни скалила и очекувана отежната евакуација при брз развој на пожар низ простории и појава на голем чад, од Табела 5.18 усвоено е коефициентот на опасност за луѓе да изнесува $H=3,0$.

Коефициент на ризик за средствата

Содржината на предметната зграда има одредена вредност и е склона кон уништување, така што коефициентот на имотен ризик има вредност $D=2,0$ (Табела 5.19).

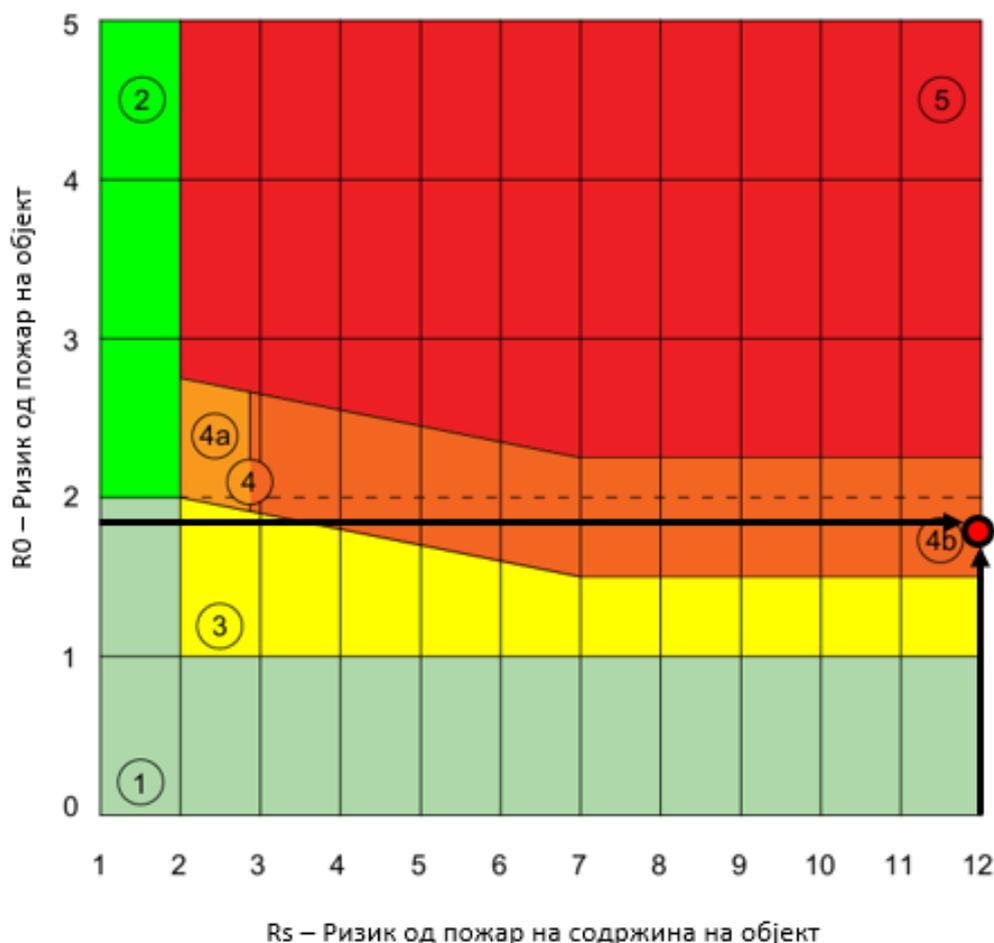
Коефициент на делување на чад

Над 50% од вкупната маса на сите запаливи материјали присутни во објектот се претпоставува дека се состои од супстанции кои создаваат чад или испуштат токсични производи за согорување. Како резултат на тоа, од Табела 5.20 усвоено е вредноста за коефициент на создавање на чад да биде $F=2,0$.

Врз основа на усвоените коефициенти определен е ризикот од пожар на содржината на објектот и истиот изнесува $R_s=12,0$.

$$R_s = H \cdot D \cdot F = 3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$$

За добиените вредности на R_0 и R_s се определува точка од дијаграмот, кај кој на апцисата се нанесува вредноста за R_s – ризик од пожар на содржината на објектот, а на ординатата се нанесува R_0 – ризик од пожар на објектот (Слика 6.74). Зависно каде во дијаграмот се наоѓа пресметковната точка (во нашиот случај дел 4б), може да се заклучи дека во зградата е неопходна инсталација на автоматски систем за детекција на пожар, а исто така се препорачува и стационарен систем за автоматско гаснење на пожар,



Слика 6.74. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD1Z1

6.4.6.6.2. Примена на Еуроаларм метода во објект (OD2Z1) од подблок 1 на зона 1

➤ Пожарно оптоварување на зградата

За големина на оптоварување со пожар во станбените згради усвоена е вредност на специфичното пожарно оптоварување од 702 MJ/m^2 .

➤ Опасност од пожар на конструкцијата

Коефициентот на пожарно оптоварување на содржината на зградата

Земајќи во предвид дека специфичното пожарно оптоварување на стенбен објект е усвоен да биде 702 MJ/m^2 , тогаш за таа вредност од Табела 5.10 е усвоена вредноста за коефициентот на пожарно оптоварување од содржината на зградата $P_0=1,4$.

Коефициент на запаливост на содржината во зградата

За класа на опасност од пожар за станбени објекти се усвојува класа III (запаливи материји). Согласно на усвоената класа, од Табела 5.11 усвоена е вредноста за коефициентот на согорливост на содржината на објект $C=1,2$.

Коефициентот на пожарно оптоварување од материјалите вградени во конструкцијата на зградата

Врз база на вредноста на специфичното пожарно оптоварување која за станбена зграда изнесува 702 MJ/m^2 , од Табела 5.12 усвоено е вредноста за коефициентот за пожарно оптоварување од материјалите вградени во конструкцијата на објектот $P_k=0,2$.

Коефициент на големина и локација на пожарниот сектор

Предметниот објект е поделен на пожарни сектори по висина. Објектот се состои од подрум, приземје и 5 спрата, со ширина од 15 метри и должина 35 метри. Врз основа на карактеристиките на објектот, за коефициент на големина и положба на пожарниот сектор се усвојува вредноста $B=1,0$ (Табела 5.13).

Коефициент на доцнење на почетокот на интервенцијата

Предметниот објект се наоѓа на 250 метри оддалеченост од ПП единица, при што предвиденото време на пристигнување на ПП бригада во разгледуваниот објект изнесува околу 1 минута. Врз основа на овие податоци, од Табела 5.14 усвоено е вредноста за коефициентот на задоцнување на стартот на гаснењето да биде $L=1,0$.

Коефициент на ширина на пожарниот сектор

Најмалата ширина на анализираниот објект, кој истовремено претставува ширина на спратниот пожарен сектор, е помала од 20m. Согласно на тоа, од Табела 5.15 усвоено е коефициентот на ширина на пожарен сектор да има вредност $S=1,0$.

Коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на зградата

Проценетата пожарна отпорност на конструктивните елементи (плоча, греда, столб) на станбената зграда, т.е. на носечката конструкција, изнесува минимум 120 минути. Врз основа на познатото време на пожарна отпорност на конструктивните елементи на зградата, определена е вредноста за коефициентот на отпорност на пожар на носечката конструкција и истата изнесува $W=1,8$ (Табела 5.16).

Коефициент за намалување на ризикот од пожар

Поради тоа што запаливоста не е посебно голема, а складирањето е со растојанија доволни за манипулација, се очекува нормална брзина на ширење на пожарот. Во самиот процес на функционирање постојат нормални извори на палење. Согласно на тоа, коефициентот за намалување на ризикот од пожар се усвои со вредноста $R_i=1,3$ (Табела 5.17).

За предметниот објект со примена на соодветните коефициенти се доби дека ризикот од пожар на објектот е **$R_o=0,8$** .

$$R_o = \frac{((P_o * C) + P_k) * B * L * S}{W * R_i} = \frac{((1,4 * 1,2) + 0,2) * 1 * 1 * 1}{1,8 * 1,3} = 0,8$$

➤ **Опасност од пожар на содржина на објектот**

Коефициент на опасност по луѓе

Предметниот објект претставува станбена зграда каде што живеат станари со различна возраст (деца, млади, возрасни и стари луѓе и луѓе со попречености) и во случај на пожар постои опасност за лицата во објектот, но самите можат да се спасат. Од Табела 5.18 усвоено е коефициентот на опасност за луѓе да изнесува $H=2,0$.

Коефициент на ризик за средствата

Содржината на предметната зграда не претставува голема вредност и е со мала склоност кон уништување, така што коефициентот на имотен ризик е $D=1,0$ (Табела 5.19).

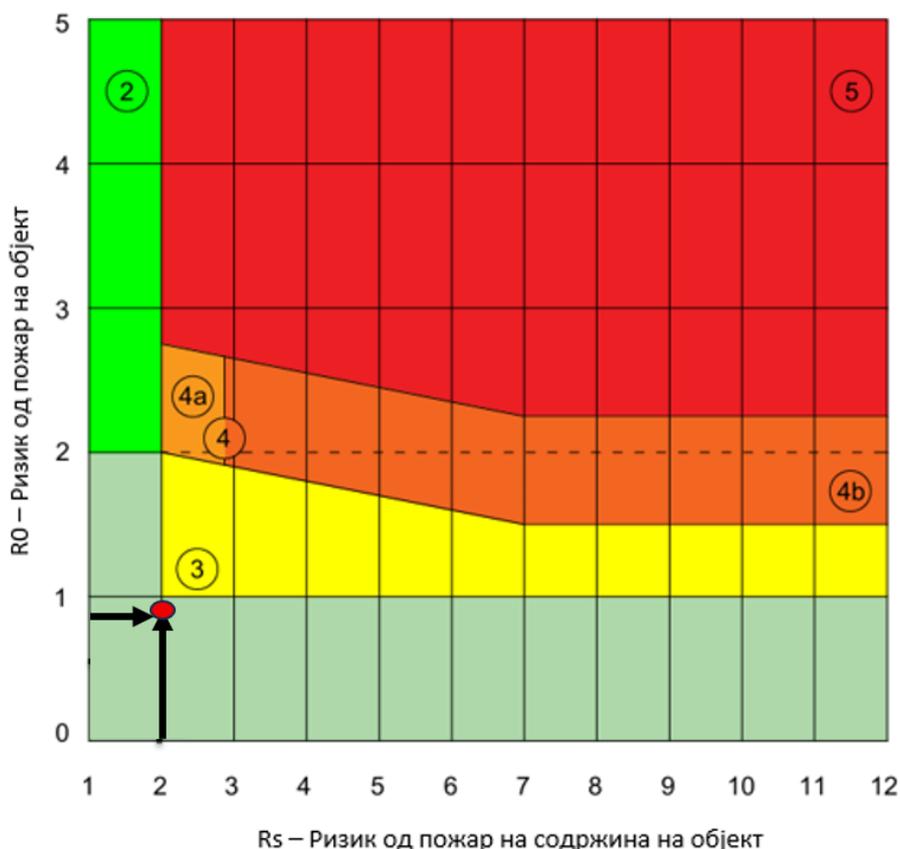
Коефициент на делување на чад

Во објектот нема посебна опасност од задименост и корозија. Како резултат на тоа, од Табела 5.20 усвоено е вредноста за коефициент на создавање на чад $F=1,0$.

Врз основа на усвоените коефициенти определен е ризик од пожар на содржината на објектот и истиот изнесува $R_s=2,0$.

$$R_s = H \cdot D \cdot F = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2$$

Добиените вредности на R_0 и R_s , се нанесуваат во $R_0 - R_s$ дијаграмот (Слика 6.75).



Слика 6.75. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD2Z1

Пресметковната точка спаѓа во дел 1 од дијаграмот при што може да се заклучи дека за таквите објекти може, но не мора да се постави автоматски стабилен систем за детекција и алармирање за пожар, но нема оправданост за поставување автоматски стабилен систем за гасење на пожар (на пример систем со спринклери, дренчери и сл.).

Согласно одредбиде од Правилникот за мерки за заштита од пожари (Службен весник бр.231/20), и покрај спроведената анализа, за самиот објект во делот предвиден за пракиралиште за автомобили, предвиден е и автоматски стабилен спринклер систем за гаснење на евентуално настанат пожар [87-94].

6.5. Подобрена ЕУРОАЛАРМ метода

При дефинирање на ризикот од пожар на објектот R_0 потребно е да се дефинира и коефициент на отпорност на пожар на носечката конструкција- W . Во досегашната пракса, при примена на Еуроаларм методот, пожарната отпорност на конструкцијата се дефинираше врз база на табеларни податоци кои базираа на искуство од случени пожари и експериментални истражувања, но токму затоа истите се конзервативни и не можат да ги покријат сите можни типови на конструктивни елементи и сите видови на конструктивни материјали.

Во рамките на докторската дисертација се направи обид да се подобри Еуроаларм методот, посебно за примена кај станбените објекти кои најчесто се со армирано-бетонска конструкција, и се приложија „Криви на пожарна отпорност“ за различни типови на армиранобетонски конструктивни елементи. Врз база на овие криви, за познати оптоварувања и познати димензии на конструктивните елементи, проектантите ќе можат едноставно да дојдат до податоци за минималната пожарна отпорност на конструкцијата без притоа да спроведат подетални анализи [95].

За објекти изведени со челична конструкција, доколку истата е без заштита, времето на пожарна отпорност е секогаш помало од 30 минути, а доколку се изведе пожарна заштита, тогаш се неопходни податоци за применетата изолација.

Објектите со дрвена конструкција во нашата земја се најчесто со еден или два ката, а самата анализа на пожарната отпорност е едноставна и зависи од брзината на јагленисување на дрвото, па од таа причина не се предмет на анализа во докторската дисертација.

Подетално се анализирани армиранобетонските конструкции. Кривите на пожарна отпорност се добиени врз база на нумерички анализи со софтвер кој базира на методот на конечни елемети, со кој пред се е спроведена анализа на преносот на топлина, а потоа за дефинирана температура во напречниот пресек на елементите, дефинирани редуцирани материјални карактеристики и познати оптоварувања, добиен е моментот на лом на конструкцијата.

Во трудот се прикажани кривите на пожарна отпорност за армиранобетонски столбови и греди со различни димензии, но за минимална дебелина на заштитниот бетонски слој од $a = 2$ cm. За секоја поголема вредност на дебелината на заштитниот бетонски слој се

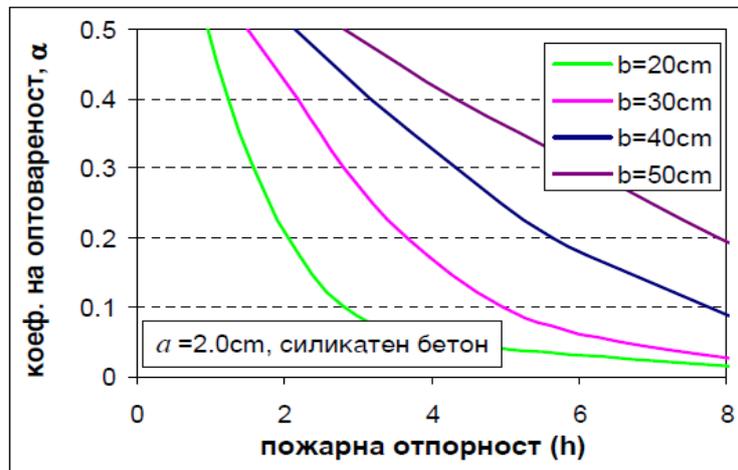
Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

добива и поголема пожарна отпорност, што значи со земање на минимално дозволената дебелина на овој слој се оди на страна на сигурност. При конструирање на Кривите на пожарна отпорност за АБ столбови, за да се добие најмалата можна пожарна отпорност за одреден тип на столб, усвоен е минимален процент на армирање 1% и силикатен бетон. Доколку се примени карбонатен бетон, пожарната отпорност може да се зголеми за 10%.

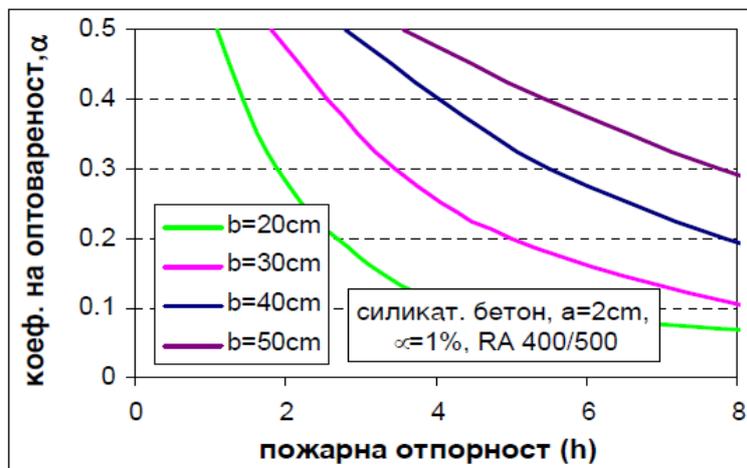
За центрично оптоварени столбови пожарната отпорност најмногу зависи од димензиите на напречниот пресек и коефициентот на оптовареност α , кој е даден како однос на напрегањата во бетонот и јакоста на притисок на бетонот за собна температура:

$$\alpha = \sigma_b / f_c (20\text{ }^\circ\text{C})$$

За центрично товарени столбови опожарени од сите 4 страни Кривите на пожарна отпорност се прикажани на Слика 6.76, додека за столбови опожарени од 2 страни (вметнати во преграден ѕид) се прикажани на Слика 6.77.



Слика 6.76. Криви на пожарна отпорност на центрично оптоварени столбови опожарени од сите страни, во функција од димензиите и почетното оптоварување



Слика 6.77. Криви на пожарна отпорност на центрично оптоварени столбови опожарени од две страни (вметнати во преграден ѕид), во функција од димензиите и почетното оптоварување

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

За ексцентрично оптоварени столбови пожарната отпорност зависи од коефициентите на оптовареност η и β , кои се дефинирани на следниот начин:

$$\eta = \frac{N}{N_{u,max}}, \quad \beta = \frac{M}{M_u}$$

каде:

η – коефициент на оптовареност за аксијалната сила;

N – аксијална сила во столбот од постојан и променлив товар;

$N_{u,max}$ – аксијална сила на притисок која предизвикува лом на центрично оптоварен столб (од M-N дијаграмот);

β – коефициент на оптовареност за нападниот момент;

M – нападан момент во столбот од постојан и променлив товар;

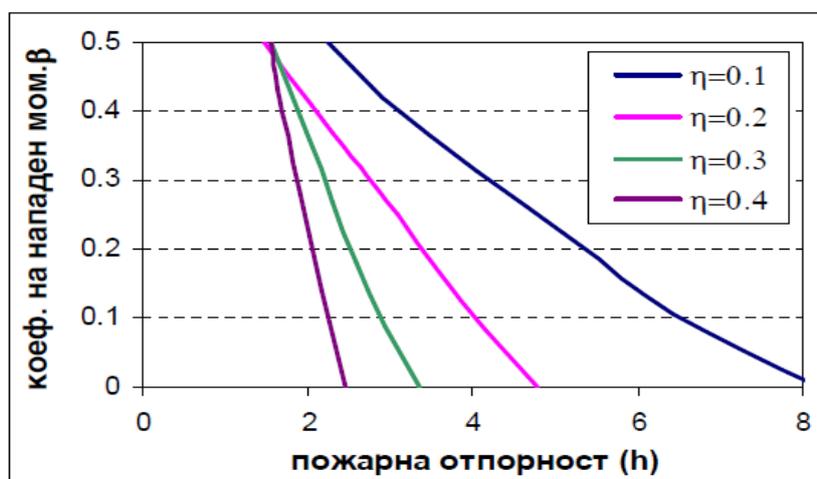
M_u – ултимативен нападан момент што одговара на ултимативната аксијална сила N_u (определен врз база на M-N дијаграмот);

$$N_u = N_g \cdot \gamma_{ug} + N_p \cdot \gamma_{up} = N \cdot \gamma_u ; \quad M_u = f(N_u)$$

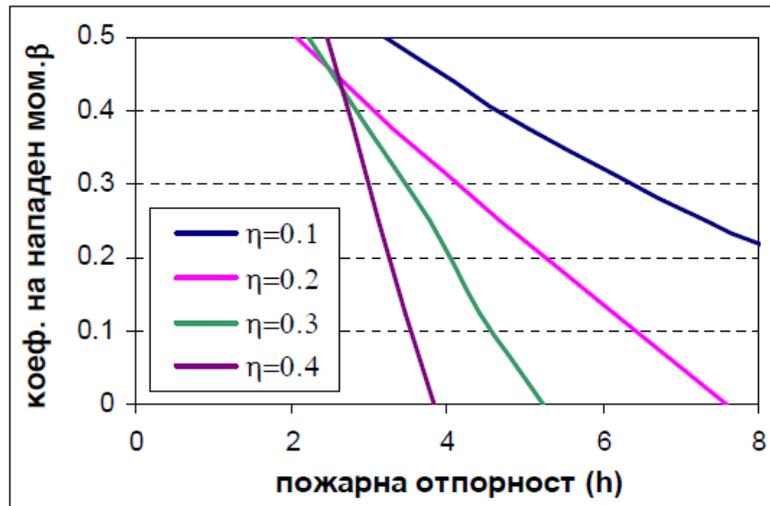
Врз база на нумерички анализи во кои се варирано вредностите за η и β коефициентите, добиени се кривите за пожарна отпорност за столбови со различни димензии.

За дефинирана аксијална сила N , со примена на парцијалните коефициентина сигурност се определува ултимативната аксијална сила N_u , од M-N дијаграмот се отчитува соодветниот ултимативен нападан момент M_u , а потоа за позната вредност на нападниот момент M се определува β коефициентот. Обично крајните столбови кои се опожарени само од 2 страни се ексцентрично товарени, па криви на пожарна отпорност се конструирани само за овој тип на столбови.

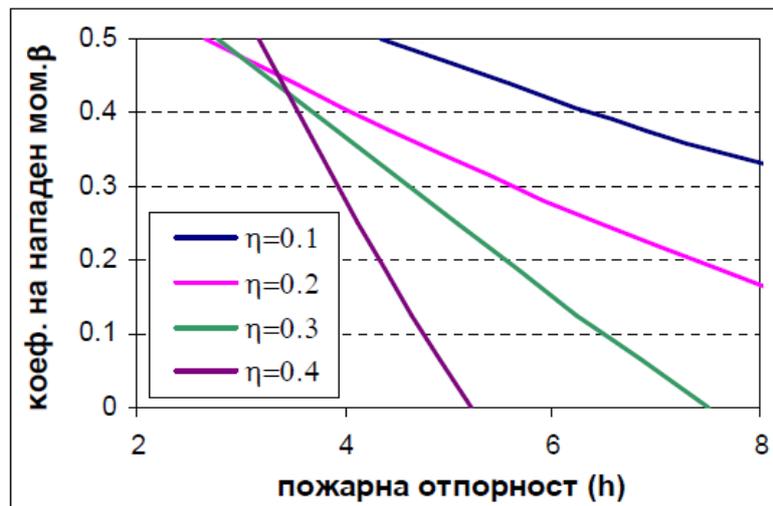
На дијаграмот на Слика 6.78 прикажани се резултатите за столбови со димензии 30x30 cm, опожарен само од една страна (краен столб од рамовска конструкција).



Слика 6.78. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 30x30 cm, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување



Слика 6.79. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 40x40 см, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување



Слика 6.80. Криви на пожарна отпорност на ексцентрично оптоварени столбови со димензии 50x50 см, опожарени од две страни, во функција од почетното оптоварување

За пожарната отпорност на АБ греди анализата покажува дека доколку гредите се оптимално димензионирани, односно доколку се усвои минимално потребната арматура, а заштитниот бетонски слој изнесува $a=2$ см, независно од статичкиот систем, распонот и димензиите на напречниот пресек, гредата ќе го задоволи само критериумот R90, односно ќе има пожарна отпорност од најмалку 90 минути. За колку ќе се зголеми пожарната отпорност на гредата зависи од зголемувањето на заштитниот бетонски слој и разликата помеѓу потребната и усвоената арматура.

Од таа причина криви на пожарна отпорност за АБ греди не се конструирани, туку се препорачува да се пресмета пожарната отпорност согласно приближната метода дадена во стандардот МКС EN 1992-1-2.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

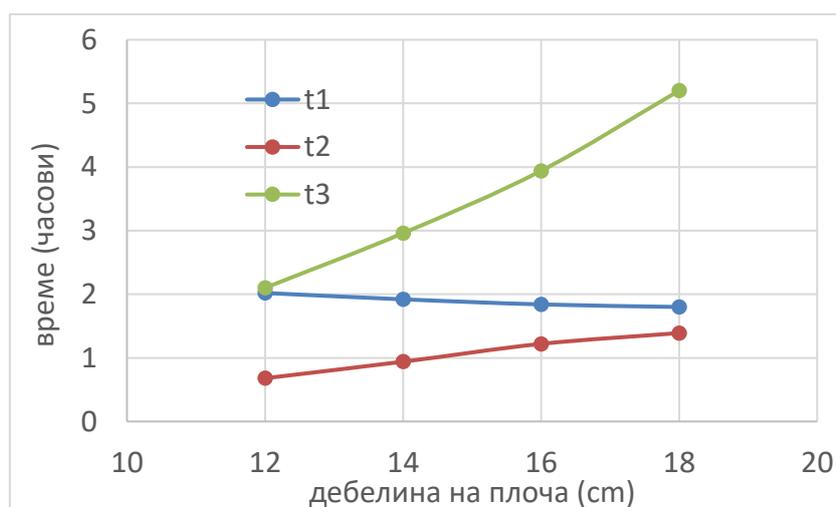
За пожарната отпорност на АБ плочи прикажани се само Кривите за слободно потпрени плочи носиви во еден правец, затоа што истите имаат најмала пожарна отпорност, а истата зависи од дебелината на плочата, додека распонот не влијае на крајната вредност доколку плочите се соодветно димензионирани. Класата на бетон и процентот на армирање исто така не влијаат доколку плочата е соодветно димензионирана. И кај овие конструктивни елементи пожарната отпорност зависи од дебелината на заштитниот бетонски слој и разликата помеѓу потребната и усвоената главна арматура.

Во Табела 7.42 и Слика 7.81 дадени се кривите на пожарна отпорност за слободно потпрени плоча со распон $L=4\text{m}$, носива во еден правец, со различна дебелина. Покрај критериумот за носивост R (време t_1), прикажани се и резултатите за задоволување на критериумите за интегритет E (време t_2) и изолација I (време t_3), но во Еуроаларм методот е вклучен само критериумот за носивост R .

Доколку не се спроведува детална анализа, овие вредности може да се земат како минимални за сите плочи, затоа што распонот не влијае на пожарната отпорност, но статичкиот систем влијае значително. Плочите двострано вклетени покажуваат најдобри резултати и вредностите дадени во Табела 6.51 може да се зголемат за најмалку 25%.

Табела 6.51. Влијание на дебелината врз пожарната отпорност на плоча систем проста греда, со распон $L=4\text{ m}$, опожарена од долна страна

h (cm)	t1	y_{max} (cm)	t2	t3
12	2.02	58.8	0.68	2.1
14	1.92	40.6	0.94	2.96
16	1.84	25	1.22	3.94
18	1.8	20	1.39	5.2



Слика 6.81. Криви на пожарна отпорност за слободно потпрена плоча со распон $L=4\text{m}$, и различна дебелина h

6.5.1. Примена на подобрената Еуроаларм метода за анализа на објектите OD1Z1 и OD2Z1

При примена на подобрената Еуроаларм метода, вредностите на сите коефициенти остануваат непроменети, освен вредноста на коефициентот на отпорност на пожар на носивата конструкција на зградата (W) кој се определува со помош на кривите на пожарна отпорност за одреден конструктивен елемент.

Врз основа на кривите на пожарна отпорност, проценета е пожарна отпорност на конструктивните елементи (плочи, греди, столбови) на станбените згради и истите изнесуваат минимум 120 минути. Врз основа на познатото време на пожарна отпорност на конструктивните елементи на зградата, определено е вредноста за коефициентот на отпорност на пожар на носечката конструкција и истата изнесува $W=1,8$.

За објектот OD1Z1 со примена на соодветни коефициенти се доби дека ризикот од пожар на објектот е $R_0=1,4$.

$$R_0 = \frac{((P_0 * C) + P_k) * B * L * S}{W * R_i} = \frac{((1,4 * 1,2) + 0,2) * 1,3 * 1 * 1}{1,8 * 1} = 1,36$$

Врз основа на усвоените коефициенти, определениот ризик од пожар на содржината на објектот не се променува и истиот изнесува $R_s=12,0$.

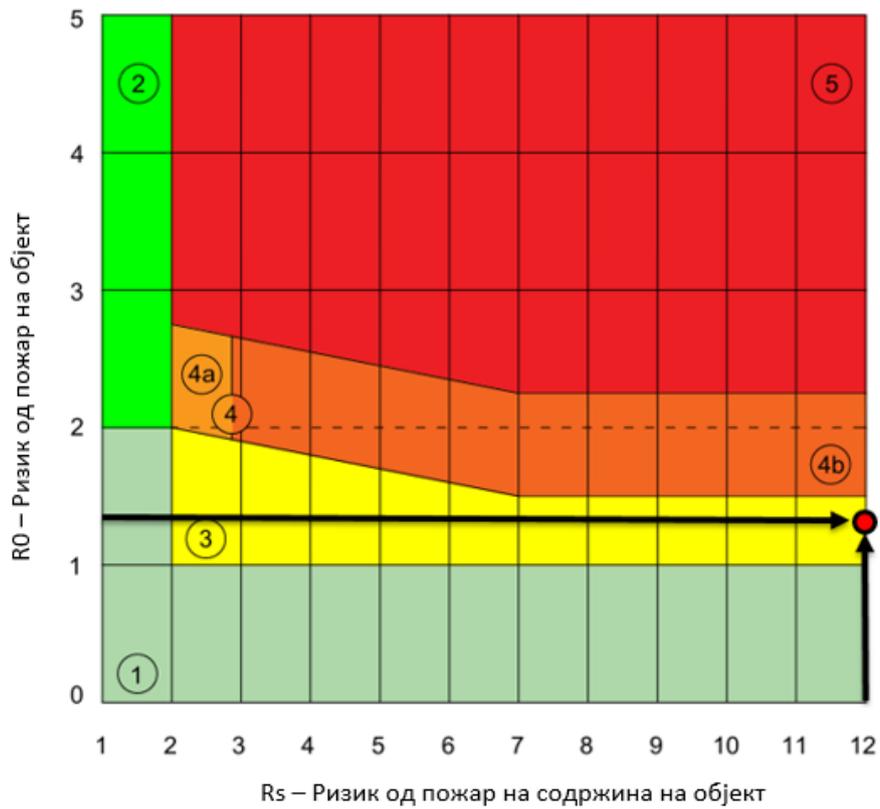
$$R_s = H * D * F = 3 * 2 * 2 = 12$$

Добиените вредности на R_0 и R_s , се нанесуваат во $R_0 - R_s$ дијаграмот (Слика 6.82).

За објектот OD1Z1 се доби точка на дијаграмот која припаѓа на зона 3, па следи дека е потребна инсталација на аларм за дојава на пожар, додека инсталација на автоматски систем за гаснење на пожар не одговара на ризикот и не е потребно вградување на истиот.

За објектот OD2Z1 вредноста не се менува, односно дијаграмот за процена на ризикот од пожар останува непроменет.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини



Слика 6.82. Дијаграмот за процена на ризик од пожар за објект OD1Z1 врз база на подобрена Еуроалам метода

7. СПОРЕДБА НА РЕЗУЛТАТИ

Во рамките на докторската дисертација е воспоставена методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини и истата е тестирана на Студија на случај за општина Куманово, односно градот Куманово со приградските населби. Предложената методологија спаѓа во групата на полу-квантитативни методи за проценка на ризик, а базира на анализа на податоци за случени пожари и статистички податоци за населението и објектите.

За да се определи ризикот потребен е податок за изложеноста на населението и објектите на ризик, како и податок за ранливоста на населението и материјалните добра.

Коефициентот на изложеност е добиен како производ на просечните вредности за број на пожари на 10000 жители и 10000 станбени објекти.

Коефициентот за ранливост е добиен со множење на два одделни коефициенти на ранливост (население и објекти). Ранливоста на објектите и станарите е дефиниран по 9 критериуми, односно со 9 индекса, и тоа: старост на објекти и број жители во објекти категоризирани по старост, катност на објекти и број жители во објекти категоризирани по катност, квалитет на објекти и број жители во објекти категоризирани по квалитет, оддалеченост на објектите од ППБ и број на жители во објектите категоризирани по оддалеченост од ТППЕ, како и старосната структура на населението. Поради неможност да се обезбедат податоци за старосната структура на населението по категорија на објекти, истата анализа не е спроведена, но се препорачува во иднина да се направат напори при попис да се обработуваат и овие податоци.

Дополнителни фактори кои влијаат на ранливоста на населението и материјалните добра, а можат да се изразат преку соодветни индекси, се постоењето на системи за алармирање и гасење на евентуален пожар и можноста за пристап на противпожарните возила до објектот, што влијае на брзината на реагирање. За првиот индекс потребни се теренски снимања на сите објекти, додека за вториот индекс потребна е анализа на урбанистичките планови. Поради непостоење на податоци, овие два индекса не се земени предвид при анализата, но се дадени препораки како истите можат да се вклучат.

Дополнителен фактор кој не е вклучен во анализата поради непостоење на податоци, а треба да послужи за контрола на добиените резултати за нивото на ризикот, е нивото на предизвикани штети од случени пожари. Во моментот ТППБ водат само евиденција за бројот на загинати и повредени регистриран при самата интервенција, но не и за крајните резултати по спроведено лекување на повредените, додека за големината на предизвиканите штети воопшто не се води евиденција.

Производот на коефициент на изложеност и коефициент на ранливост ја определува вредноста на ризик за соодветна општина/зона/кварт. Согласно добиените вредности за коефициентите на изложеност и ранливост со помош на полу-квантитативна матрична

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

метода за процена на ризик од пожар се определува нивото на ризик за секоја општина/зона/кварт, посебно.

Во рамките на докторската дисертација од Државниот завод за статистика обезбедени се потребни статистички податоци за општина Куманово, и дополнително само за два кварта од општината, додека детални податоци за карактеристиките на објектите и населението по дефинирани зони не се обезбедени. Од таа причина ризикот од пожар е дефиниран само на ниво на целата општина, додека на ниво на зони и квартал е дефинирана само изложеноста на населението и материјалните добра.

Во ова глава е спроведена споредбена анализа на добиените резултати за изложеноста на пожари во објекти на ниво на општина Куманово/4 зони/2 кварта/1 подблок. Споредени се резултатите добиени со ново изработената методологија за процена на ризик од пожар во објекти во урбани средини. Резултатите се прикажани во Табела 7.1. Во истата табела вклучени се и резултатите за анализа на ризик на ниво на објект со примена на подобрената Еуроаларм метода.

Табела 7.1. Преглед на изложеноста, ранливоста и ризикот од пожари на ниво на општина/зони/квартови/блокови

Опсег	Изложеност	Ранливост	Нумеричка вредност на ризикот	Описна вредност на ризикот
Општина Куманово	2	3,33	6,66	Низок ризик
Зона 1	1	/	/	Очекуван Низок ризик
Зона 2	1	/	/	Очекуван Низок ризик
Зона 3	1	/	/	Очекуван Низок ризик
Зона 4	2	/	/	Очекуван Низок ризик
Кварт 1 во Зона 1	2	2,51	5,02	Низок ризик
Кварт 2 во Зона 2	3	3,36	10.1	Среден ризик
Подблок 1 во Зона 1	4	/	/	Очекуван среден до висок ризик
Објект 1 во Зона 1	/	/	Зона 3	Висок ризик
Објект 2 во Зона 1	/	/	Зона 1	Занемарлив ризик

Од добиените резултати се гледа дека и покрај тоа што изложеноста на пожари по зони е различна онаа добиена за општина Куманово (во зона 4 е ниска, додека во сите други зони е занемарлива) можното ниво на ризик од пожар за различните зони повторно е ниско, што оправдува во случајов анализите да се вршат на ниво на општина.

Но, анализата на ниво на квартал покажува дека може да се добијат и драстично различни резултати. Така за Урбаната единица „Центар“ (кварт 2 од зона 2) се добива среден ризик, додека со глобалната анализа би се доделил најмногу низок ризик.

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

Со анализата се добива дека изложеноста на Подблокот 1 од зона 1 изнесува 4 (висока изложеност), па можниот ризик би бил среден, или дури и висок ризик.

Ова води до заклучок дека картите на ризик треба да бидат изработени за помали урбани единици, односно на ниво на блокови, се со цел да се добие реална слика и да се преземат соодветни мерки за управување со ризикот или евентуално негово смалување. Но за таква анализа потребни се многу подетални статистички податоци, како и соодветни записи од случени пожари за кои се задолжени Територијалните противпожарни бригади (Прилог 1).

Различната површина на изграденост и различната густина на изградена површина, како и густината на населението влијаат на ризикот од пожар, па од таа причина се доби различен ризик за два кварта од зони со претходно дефиниран ист ризик. Ова наведува на заклучок дека доколку се располага со точни податоци за наведените 3 фактора по зони, па дури и квартави, и истите се вклучат во Методологијата за процена на ризик од пожари во урбани средини, би се добила многу пореална карта на ризик на ниво на општина.

Дополнително, предложената методологија би се подобрила со вклучување уште на два индекса (за можноста за пристапност до објектите и применетите мерки за заштита од пожар), но тие можат да се обезбедат со детална анализа на урбанистичките планови и увид на лице место.

Анализата на ризик на ниво на објект, која е спроведена со основната и подобрената Еуроаларм метода, покажа дека во еден ист квартал или зона можно е да се наоѓаат објекти со различен ризик од пожар, но пристап за дефинирање на зони на ризик во една општина, кој би базирал на детална анализа на секој објект посебно, е непрактичен.

За анализа на поодделни објекти се препорачува примена на подобрената Еуроаларм метода, затоа што истата дава подобри резултати од аспект на дефинирање на ранливоста на објектите. Споредба на двете методи е дадена во Табела 7.2.

Табела 7.2. Процена на ризик од пожар во објекти согласно основната и подобрената Еуроаларм метода

Објект	Ризик од пожар на објект		Пожарен ризик на содржината на објектот	Основна Еуроаларм метода	Подобрена Еуроаларм метода
	Основна метода	Подобрена метода		Зона на пресметковна точка	Зона на пресметковна точка
OD1Z1	1,98	1,36	12	46	3
OD2Z1	0,8	0,8	2	1	1

Од спроведената анализа се гледа дека со помош на “Криви на пожарна отпорност”, за познати оптоварувања и познати димензии на конструктивните елементи, може да се

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

дефинира пожарната отпорност на самата конструкција на објектот на поедноставен начин и да се добие пореална слика за мерките кои треба да се преземат за справување со ризикот. Од добиените резултати (Табела 7.3) се гледа дека пожарната отпорност на OD2Z1 е повисока во однос на OD1Z1 поради димензиите на конструктивните елементи на самата конструкција.

Табела 7.3. Споредба на пожарната отпорност на објектите согласно основната и подобрената Еуроаларм метода

	Основен Еуроаларм метод	Подобрен Еуроаларм метод
Објект	Коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на зградата (W)	Коефициент на отпорност на пожар на носивата конструкција на зградата (W)
OD1Z1	1,6	1,8
OD2Z1	1,8	1,8

Во Табела 7.4 е спореден изборот на мерки за заштита од пожар во однос на намена на објектот и технолошкиот процес во него. Од спроведената анализа се гледа дека објектот OD2Z1 во голема мера ги задоволува условите за безбедност од пожар во однос на објектот OD1Z1. Тоа е поради фактот дека објектот OD2Z1 е изграден во 2023 година согласно сите прописи и стандарди за изградба на објекти, за разлика од објектот OD1Z1 кој претставува стар објект изграден во 1971. Единствен недостаток на објектот OD2Z1 е нецелосно придржување да пропишаните мерки за заштита, односно непоставување на потребните ПП апарати.

Табела 7.4. Споредба на потребните мерки за смалување на ризикот од пожар во анализираните објекти

Опис	Објект	
	OD1Z1	OD2Z1
Година на изградба	1971	2023
Тип на конструкција	Армирано-бетон	Армирано-бетон
Катност	ПО+Пр+3	ПО+Пр+5
Површина (LxB)	10x21	15x35
Градежни мерки	Потреба за интервенција	Нема потреба
Електрични инсталации и уреди	Потреба за интервенција	Нема потреба
Пат за евакуација, сигнализација и осветлување	Потреба за интервенција	Недостасува само план за евакуација
Противпожарна опрема	Нема	Делумно
Системи за заштита од пожар	Нема	Има
Обука и вежба	Има потреба	Има потреба

8. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА

Врз база на предложената методологија за процена на ризик од пожар во објекти во урбани средини (општини/региони/квартови/блокови) може да се изработат карти на ризик од пожари врз база на кои ќе може да се планираат мерки за евентуално намалување на ризикот и спроведување на мерки за намалување на последиците од случен настан.

Предложената методологија е тестирана на Студија на случај - општина Куманово, а потоа е докажано дека може да се примени и на помали урбани целини, како зони, квартави, блокови. За да се спроведе анализата и да се дефинира ризикот потребни се голем број податоци, како од Територијалните противпожарни единици, така и од Државниот завод за статистика на Северна Македонија.

За да се дефинира ризикот од пожар на ниво на објект може да се примени подобрената Еуроаларм метода која е докажана на две студии на случај, при што е потврдено дека разликата во дефинираниот ризик на ниво на објект и на ниво на урбана целина е во прифатливи граници.

Од спроведената анализа извлечени се следните позначајни заклучоци, но и препораки за идни истражувања:

- Изработената методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини е прилагодена на условите во Северна Македонија, односно базира на податоци за кои постојат информации, и овозможува успешна процена на ризик од пожар во објекти на ниво на општина/регион;
- Применетата полу-квантитативна матрична метода за процена на ризикот од пожари во објекти овозможува да се дефинира ризикот врз база на нумерички вредности за веројатноста да се случи пожар (хазард), односно изложеноста на населението и материјалните добра, и предизвикниот ефект од хазардот, односно ранливоста на населението и објектите;
- Со помош на ова методологија се врши процена на изложеноста на објектите и на нивните корисници од аспект на број на пожари по жител и по објект;
- Со помош на ова методологија се врши процена на ранливост на објектите и на нивните корисници врз основа на голем број на фактори како: старост на објектите, број на жители во објектите категоризирани по старост, катност на објектите, број на жители во објектите категоризирани по катност, квалитетот на градбата и број на жители во објектите категоризирани по квалитетот на градбата, оддалеченоста на објектите од ТППБ и број на жители во така категоризирани објекти, како и старосната структура на населението;

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

- Дополнително, доколку се обезбедат податоци, во анализата треба да се вклучи не само старосната структура на населението, туку и нивната распределеност во објектите категоризирани по катност;
- Дополнително, доколку се обезбедат податоци, во анализата треба да се вклучи и опременоста на објектите со системи за алармирање и гасење на пожар и број на жители во тие објекти, како и можноста за пристап на противпожарните возила и пожарникарите до самите објекти;
- Методологијата може да се користи и за процена на ризик од пожар во објекти на ниво на квартал, со што би се добила пореална слика за нивото на ризик во тој дел од општината;
- Многу пореална слика за ризикот од пожар би се добила ако методологијата се спроведува за помали урбани единици (зони, квартави, блокови), бидејќи преку коефициентите на изложеност и ранливост, подетално би се определило нивото на ризик и би се изработиле карти на ризик за секоја општина поодделно;
- За изработка на подетални проценки на ниво на помали урбани единици потребни се и подетални податоци, како од ТППБ, така и од Државниот завод за статистика;
- Новоизработениот статистички лист за противпожарните служби (Прилог 1) за евидентирање на случени пожари овозможува на многу детален и лесен начин да се опише пожарниот настан;
- Со помош на новоизработениот статистички лист за пожарни настани и со користење на подобраниот Еуроаларм методот, може на многу ефикасен начин да се определува нивото на ризик од пожар во објекти;
- Преку подобраниот Еуроаларм методот, со изработка на „Криви на пожарна отпорност“, за познати оптоварувања и познати димензии на конструктивните елементи, може да се дефинира пожарната отпорност на самата конструкција на објектот;
- За да се обезбеди веродостојност на резултатите од анализата, неопходно е да се обезбедат квалитетни влезни податоци. Процесот на собирање и складирање податоци треба да биде целосно автоматизиран за да се обезбеди евиденција со највисок квалитет [22];
- Мапирањето на ризик, односно интегрирањето на резултатите од анализата на ризикот во ГИС платформата игра значајна улога во управувањето со ризикот од пожари, што претставува исклучително важен чекор кон ублажување на ризикот на урбано ниво, овозможувајќи планирање на интервенција врз основа на глобалната просторна претстава на локацијата кој се анализира, што води до минимизирање на опасностите од пожари и создавање попрецизна и посеопфатна стратегија за ублажување на ризикот;

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

- Просторно-временската анализа на пожарите овозможува креирање на попрецизни карти на ризик. Покрај просторната анализа, моделирањето на ризик треба да вклучува и детална временска анализа;
- Големината на штетите и бројот на жртви предизвикани од урбаните пожари во светот, па и кај нас, укажува на итна потреба за адекватно проучување на ризикот од пожар во зградите, особено во постарите урбани области, со цел создавање карти на ризик и планови за итна интервенција кои овозможуваат подобар одговор и ефикасно ублажување на ефектите од урбани пожари.

За да се дефинира ризикот од пожари во објекти на ниво на општина/регион/ урбана целина, потребна е методологија прилагодена на спецификите за секоја земја и треба локално да се дефинира, со цел да се изработат карти на ризик од пожари кои во иднина ќе бидат подлога при изработката на генералните и деталните урбанистички планови.

Досега, во Северна Македонија не постои методологија за проценка на ризик од пожар во објекти и поради тоа процената на ризик од пожар претставувала многу тежок процес, дури и невозможен за реализација. Поради ова причина, новоизработената методологија обезбедува ефективна проценка на ризик од пожар во објекти на ниво на општина/зона/блок/подблок. Добиените коефициенти на изложеност и ранливост овозможуваат релативно добра проценка на ниво на ризик од пожар, но можно е нивно надградување со дополнителни, веќе опишани индекси за кои во моментот не постојат податоци (старосна структура на населението во објектите категоризирани по катност, опременост на објектите со противпожарни системи за заштита и справување со пожари, пристапност до самите објекти) .

ЛИТЕРАТУРА

1. Yung, D, (2008), Principles of Fire Risk Assessment in Buildings, John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, ISBN-978-0-470-85402-0,
2. Laban M,, Dzolev I,, Malesev M,, Radonjanin V, (2020), Bezbednost zgrada od pozara – Prisutp i praksa zapadnog Balkana, Novi Sad, ISBN 978-86-6022-292-5
3. Milanko, V, & Laban, M, (2012), Požarna bezbednost građevinskih objekata, 13, Savremena građevinska praksa, 221-235, ISBN 078-86-7892-376-0, Andrevlje,
4. Modern building alliance (2019), EU Fire safety guide: The 7 layers of fire safety in buildings, Retrieved from <https://www.modernbuildingalliance.eu/EU-fire-safety-guide>
5. Lamont, S, & Ingolfsson, S, (2018), High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool, National Fire Protection Association, Retrieved from <https://www.nfpa.org/~media/8eb55d9e592e4bd4a999aff3d01bc7cf.pdf>
6. Laban, M,, Draganić, S,, Džolev, I, (2020b), Fire Risk Assessment and Fire Safety in Buildings, Disaster Risk Management in the Western Balkans: A comprehensive approach on technical and economic perspectives, 78-87, ISBN 978-86-6022-269-7, Novi Sad: Faculty of Technical Sciences,
7. Östman, B,, & Källsner, B, (2011), *National building regulations in relation to multi-storey wooden buildings in Europe*, School of Technology and Design Report No, 60, Växjö University, Sweden, Published by SP Träteknik in Borås, Sweden
8. NFPA 101, (1994), Life Safety Code, Quincy, Mass: National Fire Protection Association, Retrieved from <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2024/11/06/history-of-nfpa>
9. Wilkinson P, (2019), BS 7974:2019 - Application of fire safety engineering principles to the design of building, London, United Kingdom
10. British Standards Institution (BSI), (1997), PAS75: Guide to Fire Protections in Existing Dwellings, London, United Kingdom
11. AS/NZS ISO 31000:2009, (2004), Risk Management – Principles and guidelines, ISBN: 978-1-86975-127-2
12. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030, (2015), United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), Retrieved from <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
13. Guo Sh,, (2019), Fire Risk Assessment for Commercial Buildings Based on FRAME Method”, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 223 012048, DOI 10.1088/1755-1315/223/1/012048
14. Komlenović S,, Stojanović D,, Marković S,, (2017), Имплементација методе “Густав Пурт” у процени ризика од пожара у војним објектима,
15. Watts J,M, Jr,, (1997), Analysis of the NFPA Fire Safety Evaluation System for Business Occupancies, Fire Technology, Vol,33, No,3

16. Gavanski D., Sokola M, (2011), Development of a Fire Risk Assessment Software as an Evaluation Tool and as a Teaching Tool, Proceeding of Informing Science & IT Education Conference (InSITE), pp,199-204
17. Wu Ch,L,, Tseng W,W, (2016), Development of a Fire Risk Index to Evaluate Fire Safety in Taiwanese Small Scale Hospitals, INTERFLAM, Vol,1, London
18. Watts J,M, Jr,, (1991), Criteria for Fire Risk Ranking, Fire Safety Science-Proceedings of the 3rd International Symposium, pp,457-466
19. Akashah F,W,, Ouache R,, Zhang J,, Delichatsios M,, (2020), A Model for Quantitative Fire Risk Assessment Integrating Agent-Based Model with Automatic Event Tree Analysis, Handbook of Probabilistic Model, pp,107-129
20. Laban, M,, Draganić, S, & Bukvić, O, (2019), Check-list for fire safety assessment of high rise residential buildings, 11, меѓународно научно-stručno savetovanje Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja, 11, 409-416, ISBN 978-86-88897 12-9, Zlatibor, Izdavač: Savez građevinskih inženjera Srbije
21. Keane R,E,, Drury S,, Karau E,C,, Hessburg P,F,, Reynolds K,M,, (2010), A method for mapping fire hazard and risk across multiple scales and its application in fire management, vol,221, Issue 1, pp, 2-18
22. Carmel Y,, Paz Sh,, Jahashan F,, Shoshany M,,(2009), Assessing fire risk using Monte Carlo simulations of fire spread, vol,257, Issue 1, pp,370-377
23. Wang L,, Li W,, Feng W,, Yang R,, (2021), Fire risk assessment for building operation and maintenance based on BIM technology, vol,205
24. Hansen N,D,, Steffensen F,B,, Valkvist M,, Jomaas G,, Van Coile R, (2018), A fire risk assessment model for residential high-rises with a single stairwell, vol,95, pp,160-169
25. Nikolic B,, (2012), The Fire Risk Evaluation, vol, VII, No,1, pp,27-31
26. Draganic S,, (2022), Strateški model planiranja i projektovanja obnove betonskih fasada visokih slobodnostojećih stambenih zgrada s aspekta energetske efikasnosti, trajnosti i bezbednosti od požara, Doctoral thesis, Faculty of Technical Sciences, University of Novi sad, Novi Sad
27. Wang H,, Dembsey N,A,, Meacham B,J,, Liu Sh,, Simenoni A,, (2022), A sensitivity matrix method to understand the building fire egress performance gap, Fire Safety Journal, Vol,127
28. Brzezinska D,, Bryant P,, (2021), Risk Index Method – A tool for Building Fire Safety Assessment, Journal of Applied Sciences, Vol, 11
29. Asgary A,, Ghaffari A,, Levy J,, (2010), Spatial and temporal analyses of structural fire incidents and their causes: A case of Toronto, Canada, Fire Safety Journal, vol,45, issue1, pp,44-57
30. Wuschke K,, Clade J,, Garis L,, (2013), Temporal and geographic clustering of residential structure fires: A theoretical platform for targeted fire prevention, Fire Safety Journal, vol,62, Part A, pp,3-12

31. Masoumi Z,, Genderen J,van L,, Maleki J,, (2019), Fire Risk Assessment in Dense Urban Areas Using Information Fusion Techniques, International Journal of Geo-Information, vol,8
32. Ferreira T, M,, Vicente R,, Mendes da Silva J,A,R,, Varum H,, Costa A,, Maio R,, (2016), Urban fire risk: Evaluation and emergency planning, Journal of Cultural Heritage, vol, 20, pp,739-745
33. Revington J, (2017), Fire Risk Assessment – Practical Application, Retrieved from <https://dl.icdst.org/pdfs/files2/fd4b28d2279390fc0e25fb7cf2e33efb.pdf>
34. Furness A,, Muckett M,, (2007), Introduction to Fire Safety Management, Elsevier Ltd, Oxford, United Kingdom, ISBN: 978-0-7506-8068-4
35. Della-Giustina, D, E, (2014), Fire Safety Management Handbook, Third Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, New York, USA, ISBN: 978-1-4822-2122-0
36. Adams J,, (2001), Risk, University College London, United Kingdom, ebook ISBN: 0-203-49896-8
37. AS/NZS 4360:2004, (2004), Risk Management, ISBN: 0-7337-5904-1
38. ISO Guide 73 (2002) - Risk Management - Vocabulary - Guidelines for Use in Standards, Geneva
39. Milanko, V, (2006), Upravljanje rizikom od pojave požara, Doktorska disertacija, Fakultet za menadžment, Novi Sad,
40. ISO 31000 (2002), Current draft vocabulary for risk management – ISO/IEC Guide 73:2009
41. ISO 31000:2009 (2009), Risk Management – Principles and guidelines
42. Kekoviq Z,, Bakreski O,, Stefanovski S,, Pavloviq S,, (2016), Планирање и процена на ризик во функција на заштита на лица, имот и работење, Комора на Република Македонија за приватно обезбедување-Скопје, Северна Македонија
43. Andonov O,, (2022), Основи на процена на ризици и закани”, Military Academy “General Mihailo Apostolski” Skopje, Skopje, North Macedonia, ISBN: 978-9989-134-19-7
44. Fire Risk Management Guidance & Example Risk Assessment (2013) - Fire Safety Guidance Note 4, Issued by the Safety Section
45. West Yorkshire Fire & Rescue Service, (2011), Fire Protection Methods of Fire Risk Assessment (Fire Safety Training) – Procedure & Guidance, Retrieved from https://studylib.net/doc/6862249/methods-of-fire-risk-assessment---west-yorkshire-fire-and-r,,?utm_source=chatgpt.com
46. Iglesias M,F,V,, (2018), Building Fire Risk Assessment Methods: A Hierarchical Classification, archi-DOCT: The e-journal for the dissemination of doctoral research in architecture, Vol 5, Issue 2, pp, 101–123
47. Introduction to qualitative fire risk assessment (2010), CFPA-E Guideline No 4:2010F, Retrieved from https://cfpa-e.eu/app/uploads/2022/05/CFPA_E_Guideline_No_4_2010_F.pdf

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

48. Fire risk assessment checklist (2006), Home Office (UK Government), London, United Kingdom Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/media/67864a213ef063b15dca0f56/Fire+risk+assessment--5+step+checklist+2024_1_.pdf
49. Hasofer A,M,, Beck V,R,, Bennets I,D,, (2007), Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering, Oxford, United Kingdom
50. NEBOSH National Diploma – Unit A (2014), Managing Health and Safety, Element A3: Identifying Hazards, Assessing and Evaluating Risks, International Civil Aviation Organization (ICAO), Retrieved from <https://www.icao.int/sam/documents/2014-adsafass/fault%20tree%20analysis%20and%20event%20tree%20analysis.pdf>
51. Rausand M,, Barros A,, Hoyland A,, (2020), System Reliability Theory: Models, Statistical Methods and Applications, 3rd edition, USA
52. Hazard Identification (HAZID) Studies (2019), Terms of Reference (TOR), U,S, International Development Finance Corporation (DFC), Retrieved from https://www3.dfc.gov/Environment/EIA/vistaaleph/ESIA/Chapter_10/Chapter_10_Annex.pdf
53. HAZID vs HAZOP: What's the Difference? (2021), SynergenOG,/ Retrieved from <https://synergenog.com/hazid-vs-142hazop/#:~:text=HAZID%20is%20a%20risk%20identification,list%20and%20analyze%20potential%20hazards>
54. What is a Hazard Identification (HAZID) Study? (2024), Safeopedia, Retrieved from <https://www.safeopedia.com/definition/682/hazard-identification-study-hazid>
55. Manufacturing Technology Committee – Risk Management Working Group (2015), Hazard & Operability Analysis (HAZOP) Training Guide, Retrieved from https://pqri.org/wp-content/uploads/2015/08/pdf/HAZOP_Training_Guide.pdf
56. Mou X,, (2009), Quantitative Fire Risk Analysis Case Study Using CURisk, Master thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada
57. FIRECAM (2008), Fire risk evaluation and cost assessment model, National Research Council of Canada, Retrieved from <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/fr/frhb/firecamnewe.html>
58. National Fire Protection Association (NFPA), (2024), Guide on Alternative Approaches to Life Safety (NFPA 101A-2025), ISBN-13: 978-1455931545
59. Historic Environment Scotland (HES), (2023), Managing change in the historic environment – Fire and historic buildings
60. F,R,A,M,E, 2011, (2011), Users' Manual, Erik De Smet, Offerlaan 96, B 9000 GENT Belgium
61. De Smet E,, (2008), FRAME 2008 - Theoretical basis and technical reference guide, Retrieved from https://www.yumpu.com/en/document/view/32108723/frame-2008-technical-reference-guide-frame-fire-risk-#google_vignette
62. Levenson N,, (2019), Improving the Standard Risk Matrix:Part 1, Department of Aeronautics and Astronautics, MIT

63. Duijm N,J,, (2015), Recommendations on the use and design of risk matrices, Safety Science, Vol, 76, pp,21-31, <https://doi.org/10,1016/j,ssci,2015,02,014>
64. Krisper M,, (2021), Problems with Risk Matrices Using Ordinal Scales, Cornell University Library, arxiv.org/abs/2103,05440
65. Laban, M,, Draganić, S,, Džolev, I,, (2015), Fire risk assessment and fire safety in buildings, Disaster Risk Management in the Western Balkans – A comprehensive approach on technical and economic perspectives, pp,78-88, Retrieved from http://www,kforce,gradjevinans,net/images/Fajlovi/Publications/EBook_Kforce_Disaster_risk_management_in_the_Western_Balkans_EN,pdf
66. Draganić, S,, Laban, M, & Milanko, V, (2016), Analysis of fire load in apartments, State and trends of civil and environmental engineering E-GTZ, 3, 939 - 946, ISBN: 978-9958 628-18, Tuzla, Bosnia and Herzegovina,
67. Kaiser J,, (2980), Experiences of the Gretener Method, Fire Safety Journal, Vol 2 (Issues 3, 1979–1980), pp, 213–222
68. Gretener P, (1973), A method of evaluating fire risks and protective measures, Paper presented at the 4th International Fire protection Seminar, Zurich, Switzerland
69. Raes H, (1974), DT12 Evaluation du Risque Incendie, ANPI – Belgium (National Fire Prevention Association)
70. Gretener M,, (1979), Fire Risk Evaluation – Edition B/ The Gretener Fire Risk Quantification Method, BVD, the Swiss Fire Prevention Service, Switzerland
71. Dr, E, Bamert (1980), The Swiss method to quantify Aspects of Fire Safety and Fire Risks, B,V,D,, Switzerland, Paper at the 3rd International Fire protection Institute, Wageningen, Netherlands
72. Housing Europe (2023), The state of housing in Europe 2023, Retrieved from <https://www,stateofhousing,eu/#p=1>
73. Laban, M,, Radonjanin, V,, Malešev, M, & Radeka, M (2015), Svojstva građevinskih proizvoda i osnovni zahtevi zaštite fasada od požara pri energetske obnovi stambenih zgrada, Tehnika, 5, 759-766, <https://doi.org/10,5937/tehnika1505759L>
74. Xiuyu, L,, Hao, Z, & Qingming, Z, (2012), Factor analysis of high-rise building fires reasons and protection measures, Procedia Engineering, 45, pp, 643 – 648, <https://doi.org/10,1016/j,proengl,2012,08,216>
75. Lamont, S, & Ingolfsson, S, (2018), High Rise Buildings with Combustible Exterior Wall Assemblies: Fire Risk Assessment Tool, National Fire Protection Association, Retrieved from <https://www,nfpa,org/~media/8eb55d9e592e4bd4a999aff3d01bc7cf,pdf>
76. Knowledge FOr Resilient soCiEty (K-FORCE) (2019), Glossary of Terms in Disaster Risk Management and Fire Safety, Erasmus + projekat, ISBN 978-86-6022-198-0, Retrieved from http://www,kforce,gradjevinans,net/images/Fajlovi/glossary/K_Force_Glossary_online_edition,pdf
77. Rak, J, & Jurikova, L, (2012), The Use of the GIS for Mapping Hazard, Risk and Vulnerability within Population Sheltering, Proceedings of the 12th WSEAS

- International Conference on Applied Informatics and Communications, Istanbul, Turkey, ISBN: 978-1-61804-113-5,
78. Marker, B, R, (2013), Hazard and Risk Mapping, In Encyclopedia of Earth Sciences Series, 426–435, https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_165
 79. Masoumi, Z,, Genderen, J, L, & Maleki, J, (2019), Fire Risk Assessment in Dense Urban Areas Using Information Fusion Techniques, International Journal of Geo-Information, 8, 579, <https://doi.org/10.3390/ijgi8120579>
 80. Cariolet, J,-M,, Vuillet, M, & Diab, Y, (2019), Mapping urban resilience to disasters – A review, Sustainable Cities and Society, 51, 101746, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101746>
 81. Brushlinsky, N,N, Ahrens, M, Sokolov, S,V, and Wagner, P, (2017), World fire statistics, CTIF, International Association of Fire and Rescue Services, No, 22, Retrieved from www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report22_world_fire_statistics_2017.pdf
 82. Bulletin (2014), “World fire statistics”, The Geneva Association, No.29, retrieved from www.genevaassociation.org/research-topics/world-fire-statistics-bulletin-no-29
 83. International Association of Fire and Rescue Services (2024), Center for Fire Statistics (CTIF), World Fire Statistics Report No,29 with a comprehensive analysis of fire statistics for 2022, Retrieved from <https://ctif.org/news/world-fire-statistics-report-no-29-comprehensive-analysis-fire-statistics-2022>
 84. Pathfinder – User Manual (2024), Retrieved from www.thunderheadeng.com
 85. Закон за градење, (2018), (Службен весник на РМ бр, 70/13- пречистен текст, 71/16)
 86. Закон за заштита и спасување, (2011), (Службен весник на РМ бр, 93/12- пречистен текст, 41/14, 129/15, 71/16 и 106/16)
 87. Правилник за мерките за заштита од пожари, експлозии и опасни материји, (2020), (Службен весник бр, 231/20)
 88. Правилник за поблиско определување на изборот на видовите и на количините на противпожарните апарати со кои треба да располагаат правните лица и граѓаните, како и за утврдување на критериумите што треба да ги исполнуваат правните лица кои вршат сервисен преглед и контролно испитување на противпожарните апарати кои се однесуваат на техничката опрема и просторот за работа, (2018), (Службен весник на РМ бр, 26/18)
 89. Правилник за начинот на одредување на местата на кои задолжително треба да се наоѓаат уредите и инсталациите за заштита од пожари, друга противпожарна опрема, средства за гаснење на пожари и противпожарни апарати, нивното одржување во исправна состојба, посебното обележување и достапноста за употреба, (2006), (Службен весник на РМ бр, 74/06 и 76/07)
 90. Правилник за техничките нормативи за хидрантската мрежа за гаснење на пожари, (2006), (Службен весник на РМ бр, 26/18)

Методологија за проценка на ризик од пожари во урбани средини

91. Правилник за техничките нормативи за системите за вентилација или климатизација, (1989), (Службен лист на СФРЈ бр, 38/89 и Службен весник на РМ бр,12/93)
92. Правилник за техничките нормативи за заштита на високи објекти од пожар, (1993), (Службен весник на СРМ бр, 7/84 и Службен весник на РМ бр,12/93)
93. Правилник за стандарди и нормативи за проектирање на објекти, (1999), (Службен весник на РМ бр, 69/99, 102/00 и 2/02)
94. Мерки за заштита од пожар на стамбени објекти, (1979), (Службен гласник на град Скопје бр,41/79)
95. Svetkovska M,, (1992), Примена на методот на конечни елементи за определување на температурната распределба во конструкциите и анализа на состојбата на напрегања и деформации, Магистарски труд, Градежен факултет-Скопје, Северна Македонија
96. Правилник за формата на обрасците, начинот на водење на евиденциите на настанатите пожари, експлозии, интервенции за гаснење на пожари и други настани, (2010)
97. MKS, EN 1991-1-2 (2002), Eurocode 1 - Actions on structures - part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire, Brussels, 2002,
98. MKS, EN 1992-1-1 (2004), Eurocode 2 - Design of concrete structures – part 1-1: General rules and rules for buildings, Brussels, 2004,
99. MKS, EN 1992-1-2 (2004), Eurocode 2 - Design of concrete structures – part 1-2: General rules – Structural fire design, Brussels, 2004,
100. EN 13501-1 (2007), Fire classification of construction products and building elements- Part 1: Classification using data from reaction to fire tests, Bruxelles: European Committee for Standardization (CEN),
101. EN 1990 (2002), Eurocode - Basis of structural design, Bruxelles: European Committee for Standardization (CEN),
102. EN 1991-1-2 (2002), Actions on Structures, General Actions, Actions on Structures Exposed to Fire, Bruxelles: European Committee for Standardization (CEN),
103. EN 1992-1-1 (2004), Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, Bruxelles: European Committee for Standardization (CEN),
104. Meacham B,, Park H,, Engelhardt M,, Kirk A,, Kodur V,, van Straalen I,, Maljaars J,, van Weeren K,, René de Feijte R,, (2010), Fire and Collapse, Faculty of Architecture Building, Delft University of Technology: Data Collection and Preliminary Analyses, 8th International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, Lund, Sweden
105. Xin J,, Huang Ch,, (2013), Fire risk analysis of residential buildings based on scenario clusters and its application in fire risk management, Fire Safety Journal, Vol, 62 (Part A), 2013, pp, 72–78, DOI: 10,1016/j,firesaf,2013,09,022

Методологија за процена на ризик од пожари во урбани средини

106. John M, Watts, Jr, and John R, Hall, Jr, (2016), Introduction to Fire Risk Analysis, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Volume III, 5th Edition, Boston, MA & New York, NY
107. Guettouche M,S,, Derias A,, Boutiba M,, Bounif M,A,, Guendouz M,, Boudella A,, (2011), A Fire Risk Modelling and Spatialization by GIS – Application on the Forest of Bouzareah Clump, Algiers (Algeria), *Journal of Geographic Information System*, Vol, 3 No, 3, pp, 254–265, DOI: 10,4236/jgis,2011,33022

Прилог 1 – Статистички лист за ТППБ

Од добиените резултати заклучено е дека ново изработениот статистички лист за пожарни настани – Куманово е лесен и корисен при евиденција на пожари. Со помош на ново изработениот статистички лист за пожарни настани се добиваат различни информации и тоа:

- **Информации за ТППЕ:**
 - Датум, улица и општина на настанат пожар;
- **Податоци за настанат пожар:**
 - Време на настанат пожар;
 - Време на известување;
 - Време на пристигнување на лице место на противпожарна единица;
 - Време кога пожарот е локализиран и ликвидиран;
 - Време кога е завршена интервенцијата;
- **Опис околу техничкиот настап на интервенција;**
- **Податоци за објектот:**
 - Локација, сопственик и оддалеченост на објектот од ТППЕ;
 - Тип на објект, положба на просториите и степен на оштетување;
 - Опремност на објектот со средства за гасење на пожар;
 - Причина за појава на пожар и од што истиот е предизвикуваан;
- **Податоци за ТППЕ:**
 - Вид на ТППЕ, број на ПП возила и број на учесници во гасење на пожарот;
 - Опрема на ТППЕ;
 - Податоци за последици;
 - Повредени, загинати, проценета материјална штета и опожарена површина;
- **Процена на ризик од пожар:**
 - Процена на изложеност, проценка на ранливост и проценка на ризик.

Со помош на ново изработениот статистички лист за пожарни настани се добиваат значително многу детални информации околу пожарниот настан. Тоа што е најважно и допринос е можноста за определување на ниво на ризик од пожар со помош на матричниот метод за проценка на ризик кој е вметнат во овој лист. Тоа обезбедува да се добие број на настанати пожари, со посебен осврт кон објектите (станбен објект, деловен објект, училиште, кино, театар, магацин, угостителски објект и друго), и ниво на ризик во истиот објект. Понатаму, со помош на такви добиени резултати, многу лесно може да се формираат карти на ризик за цела општина и за цела држава, со користење и на алатката ГИС. Во Република Северна Македонија досега не е изработен ваков тип на статистички лист за пожарни настани, но исто така недостасуваат и карти на ризик од пожар. Тоа значи дека ново изработената верзија на статистички лист би донесол голем придонес во оваа насока, на ниво на општина и за цела држава.