МЕЃУНАРОДЕН СЛАВЈАНСКИ УНИВЕРЗИТЕТ
СВЕТИ НИКОЛЕ
РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

ФАКУЛТЕТ ЗА ТЕХНИЧКИ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА
СТУДИСКА ПРОГРАМА: БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА

МАГИСТЕРСКА РАБОТА

ПРОЕКТИРАЊЕ И УПРАВУВАЊЕ СО СИСТЕМИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА СО ПОСЕБЕН АКЦЕНТ НА ПОЖАРИ НА РАБОТНО МЕСТО

СТУДЕНТ: БОРЧЕ ПЕНЕВ
БРОЈ НА ИНДЕКС: M225008
МЕНТОР: ПРОФ. Д-Р СЛОБОДАН БУНДАЛЕВСКИ

Битола, 2025

АПСТРАКТ

Безбедноста при работа претставува клучен елемент во организирањето на секоја работна средина, со цел заштита на животот и здравјето на вработените, како и намалување на материјалните штети. Модерните организации се соочуваат со различни ризици, меѓу кои пожарите се меѓу најопасните и најнепредвидливите. Ефикасното справување со пожари бара системски пристап кој ги интегрира техничките мерки, човечкиот фактор и организациските процедури. Проектирањето и управувањето со системи за дојава и автоматско гаснење, пристапот до рачни апарати и хидранти, како и редовните обуки и практични вежби на вработените се клучни елементи за превенција и контрола на пожари. Овие системи овозможуваат навремено откривање на опасноста, ефикасно реагирање и минимизирање на последиците. Трудот ја истакнува потребата од интегриран пристап во безбедноста при работа, комбинирајќи технички, организациски и човечки аспекти, како основа за создавање сигурна и заштитена работна средина.

Клучни зборови: Безбедност при работа, Безбедност од пожар, Системи за дојава на пожар, Автоматски системи за гаснење, Рачни апарати за гаснење, Евакуациони патеки.

ABSTRACT

Occupational safety represents a key element in the organization of any workplace, aiming to protect the life and health of employees, as well as to reduce material damages. Modern organizations face various risks, among which fires are among the most dangerous and unpredictable. Effective fire management requires a systematic approach that integrates technical measures, the human factor, and organizational procedures. The design and management of fire alarm and automatic extinguishing systems, access to portable fire extinguishers and hydrants, as well as regular training and practical exercises for employees, are crucial elements for fire prevention and control. These systems enable timely detection of hazards, efficient response, and minimization of consequences. This study emphasizes the need for an integrated approach to occupational safety, combining technical, organizational, and human aspects as the foundation for creating a safe and protected working environment.

Key Words: Occupational safety, Fire safety, Fire alarm systems, Automatic extinguishing systems, Portable fire extinguishers, Evacuation routes.

СОДРЖИНА

ВОВЕД..... 1

I. ТЕОРЕТСКИ ДЕЛ 4
1. БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА 4
1.1. ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР 5
1.2. ПОСТАПКА ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК 6
1.3. МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР 9
1.3.1. Метод на индикатори на ризик 10
1.3.2. Метод на матрица на ризик 11
1.3.3. Алгоритамски метод 13
2. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА НА ПОЖАРИ И НИВНИТЕ ПОСЛЕДИЦИ 14
2.1. ПОЖАРИ И НИВНИТЕ ПОСЛЕДИЦИ ВО ЕВРОПСКИТЕ ДРЖАВИ (2019–2023) 14
2.2. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ЗА ПОЖАРИ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА (2017 2023) 17
3. СИСТЕМИТЕ ЗА ДОЈАВА НА ПОЖАР 18
3.1. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА СИСТЕМОТ ЗА ДОЈАВА НА ПОЖАР 27
3.1.1. Јавувачи (детектори) на пожар 30
3.1.1.1. Рачни јавувачи на пожар 31
3.1.1.2. Детектори за чад 32
3.1.1.3. Детектори на топлина (температура) 37
3.1.1.4. Детектори на пламен 41
3.1.2. Централа за дојава на пожар 43
4. СТАБИЛНИ СИСТЕМИ ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР 45
4.1. СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА 46
4.2. ДРЕНЧЕР ИНСТАЛАЦИИ 48
4.2.1. Снабдување со вода на дренчер инсталации 49
4.2.2. Потребна количина на вода за гасење 49
4.2.3. Активирање на дренчер инсталација 49
4.3. СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ПЕНА 54

4.3.1. Системи со тешка пена 55
4.3.2. Системи со средно тешка пена 57
4.3.3. Системи со лесна пена 57
4.4. СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ПРАВ 58
4.5. СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО CO_2 60
4.6. СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ХАЛОН 63
4.7. ПИРОТЕХНИЧКИ ГЕНЕРИРАНИ АЕРОСОЛИ 64
4.8. ИНЕРТНИ ГАСОВИ 66
II. МЕТОДОЛОШКИ ДЕЛ 67
5. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО 67
6. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО 71
7. КОРИСТЕНИ МЕТОДИ ВО ИСТРАЖУВАЊЕТО 73
8. ХИПОТЕТИЧКА РАМКА 74
III. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ 75
9. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ ОДГОВОРИ ОД АНКЕТНИОТ ПРАШАЛНИК. 75
10. ДОКАЖУВАЊЕ НА ХИПОТЕЗИТЕ 86
ЗАКЛУЧОК 92
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА 96

Листа на табели

Табела бр.1: Квантификација на веројатноста на настанување и последиците од пожар

Табела бр.2: Број на пожари во европски држави (2019–2023)

Табела бр.3: Број на смртни случаи предизвикани од пожари во европските држави (2019-2023)

Табела бр. 5: Пожари, смртни случаи и повреди во Северна Македонија, 2017-2023 година

Табела бр.6 : Типови на запаливи материи

Табела бр.7 : Класификацијата на пожарите според видот на горливата материја**.**

Табела бр.8: Влијание на висината на таванот врз детекторите.

Табела бр.9: Проблеми при проектирање на систем за дојава на пожар

Табела бр.10: Предности на адресабилните системи во однос на конвенционалните

Табела бр.11: Основни разлики помеѓу јонизациски и оптички детектори.

Табела бр.12. Основни карактеристики на оптичките бариери

Табела бр.13. Поделба на детектори со проектиран зрак

Табела бр.14: Основни карактеристики на аспирациските системи

Табела бр. 15 : Карактеристики на детектори со фиксна температура.

Табела бр.16: Основна поделба на точкасти термички детектори и нивни карактеристики

Табела бр. 17: Основна поделба на детектори на пламен и нивни карактеристики

Листа на слики

Слика 1: Тек на акцискиот план за процена на ризик.

Слика 2: Времето од настанување на пожарот до почетокот на неговото гасење

Слика 3: Основни карактеристики на конвенционалните системи

Слика 4: Приказ на рачни јавувачи на пожар користени во системот за дојава на пожар

Слика 5: Пример на начелото на затемнување на светлината

Слика 6: Начело на расејување на светлината

Слика 7: Приказ на специјалните апликации на оптичките детектори – аспирациски систем

Слика 8: Спринклер систем

Слика 9: Мокар спринклер систем и Сув спринклер систем

Слика 10: Систем со хидраулично активирање

Слика 11: Систем со пневматско активирање

Слика 12: Систем со електричен начин на активирање

Слика 13: Систем со рачно активирање

Слика 14: Приказ на уред за создавање пена кој се наоѓа во противпожарна станица

Слика 15: Автоматски стабилен систем за гасење пожар со лесна пена

Слика 16: Шема на систем за гасење на пожар со CO_2

Слика 17: Стабилен систем со халон 1301 со рачно активирање

Слика 18: Шема на аеросолен генератор

ВОВЕД

Безбедноста при работа претставува една од основните компоненти на секое современо работно опкружување, со особена важност во индустрискиот, производствениот и јавниот сектор. Во глобализираниот свет, каде што технологијата и автоматизацијата се сè повеќе застапени, ризиците од различни несреќи на работното место стануваат се поразновидни и комплексни. Меѓу најзначајните закани по животот и здравјето на вработените се пожарите, кои можат да предизвикаат значителни материјални штети, па дури и човечки жртви. Поради тоа, развојот на системи за превенција, откривање и гасење на пожари е клучен елемент на современата безбедност при работа.

Пожарите на работното место можат да се јават од различни причини, вклучувајќи човечки фактор, технички дефекти, неправилна употреба на опрема или запаливи материјали. Последиците од пожарите се многу сериозни и се протегаат од материјална штета, прекин на работниот процес, до сериозни повреди или загуба на човечки животи. Затоа, правилното проектирање и управување со системите за безбедност при пожар не е само законска обврска, туку и етичка и стратешка потреба за секоја организација.

Проектирањето на системите за безбедност при работа, со посебен акцент на пожарите, вклучува интегриран пристап кон идентификација на ризиците, нивна проценка, избор на соодветни средства за превенција и заштита, како и воспоставување на процедури за ефикасно реагирање во случај на несреќа. Во теоретскиот дел на оваа магистерска работа, се обработени основните концепти на безбедност при работа, методите за проценка на ризик од пожар, како и модерните системи за дојава и автоматско гаснење пожари, вклучувајќи спринклер системи, дренчер инсталации, системи со гасови и пена. Со тоа се обезбедува целовита слика за тоа како се организира и контролира безбедноста на работното место.

Статистичката анализа на пожарите, нивните последици и застапеноста во различни земји е значаен дел од истражувањето, бидејќи овозможува идентификување на трендовите и честите ризици. Во рамки на оваа работа, се разгледани податоци за пожарите во Европските земји во периодот 2019–2023 година, како и конкретни податоци за Република Северна Македонија за периодот 2017–2023 година. Анализата

на овие податоци служи како основа за препораки за подобрување на безбедносните системи, идентификување на најризичните области и подобрување на процедурите за управување со пожар.

Модерните системи за дојава на пожар се составени од повеќе елементи, вклучувајќи детектори на чад, топлина, пламен, рачни јавувачи и централи за дојава. Правилното интегрирање на овие системи овозможува брзо откривање на пожар, известување на персоналот и активирање на системите за гаснење, што значително го намалува ризикот од штети и повреди. Дополнително, стабилните системи за автоматско гаснење, како што се спринклерите, дренчер инсталациите, системите со пена, CO_2, халон или инертни гасови, се клучен дел од современите стратегии за безбедност, особено во објекти со висок ризик.

Целта на оваа магистерска работа е да се проучи актуелната состојба на системите за безбедност при работа во контекст на превенција и заштита од пожари, преку анализирање на информации добиени од анкетен прашалник спроведен меѓу вработените. Анкетата опфаќа аспекти како присуство и функционирање на системите за дојава и гаснење, редовно одржување, обука на вработените, познавање на апаратите за гаснење, пристап до евакуациони патеки и проценка на ризик од пожар. На овој начин се овозможува идентификување на слабостите и силните страни во организациските практики и безбедносните системи, како и подготовка на препораки за нивно унапредување.

Ова истражување има практична вредност, бидејќи резултатите можат да се искористат за подобрување на процедурите за безбедност при работа, за оптимизација на системите за дојава и гаснење пожари, како и за организирање на ефективни обуки за вработените. Истражувањето овозможува и споредба со европските стандарди и најдобри практики, со цел унапредување на безбедноста во домашните компании и институции.

Во контекст на современите барања за безбедност при работа, оваа магистерска работа се обидува да го поврзе теоретскиот пристап со практичните аспекти на организациските и техничките системи за заштита од пожар. Таа го истражува влијанието на системите за превенција и управување со ризикот од пожар врз

безбедноста на вработените и врз функционалноста на објектите, како и степенот на подготвеност на персоналот за ефикасно реагирање во случај на пожар.

Со оглед на комплексноста на современите индустриски и јавни објекти, како и на потребата од висок степен на сигурност и заштита на луѓето и имотот, оваа магистерска работа е насочена кон систематско проучување на процесите, технологиите и практиките за безбедност при работа со посебен акцент на пожарите, со цел обезбедување на научно засновани и практично применливи препораки.

I. ТЕОРЕТСКИ ДЕЛ

1. БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА

Безбедноста може да се дефинира на повеќе начини. Во секој случај, таа подразбира одредена состојба во која некој може да ги извршува своите функции. Бидејќи загрозеноста е редовна состојба на нештата, безбедноста нужно претпоставува постоење на одредена отпорност кон загрозувањата и заштитеност од нив и од опасностите, како и способност за нивно совладување. Затоа може да се каже дека безбедноста претставува состојба и степен на отпорност кон сè и заштитеност од сите загрозувања и опасности, односно дека безбедноста е состојба во која не доаѓа до нарушување на нормалната состојба на нештата поради различни загрозувања и опасности. Безбедноста е состојба во која е можно нормално одвивање на сите природни и општествени, односно витални и развиени функции, како и одржување и развој на создадените и стекнатите вредности и квалитети. [1]

Заштитата при работа претставува систем на правила, начела, мерки, постапки и активности, со чија организирана примена се остварува и унапредува безбедноста и заштитата на здравјето при работа, со цел спречување на ризици при работа, повреди на работа, професионални заболувања, заболувања поврзани со работата, како и други материјални и нематеријални штети при и во врска со работата. [2]

Со спроведување на заштитата при работа се настојува да се избегнат несреќи, а за да се постигне тоа потребно е познавање на факторите кои доведуваат до несакани настани. Несреќата претставува непосакуван и непредвиден настан кој како последица може да има повреда или материјална штета. Грешките на работникот најчесто произлегуваат кога тој не знае, не може или не сака да работи безбедно. Повредите што ги доживуваат вработените при работа претставуваат товар за поединецот, неговото семејство и општеството, а материјалните загуби дополнително го оптоваруваат производството и економијата.

Професионалните заболувања, за разлика од несреќите, настануваат како последица од штетни дејства во работната средина и може да се јават нагло или

[1] dr.sc. Kacian N.: Osnove sigurnosti, Iproz, Zagreb, 2000

[2] Закон за безбедност и здравје при работа („Службен весник на Република Македонија— бр. 92/2007, 136/2011, 23/2013, 25/2013, 137/2013, 164/2013, 158/2014, 15/2015, 129/2015, 192/2015 и 30/2016).

долгорочно, при што влијаат штетни супстанции, прекумерни напори, неприфатливи физиолошки услови и други фактори. Целта на заштитата при работа е секој работник да може безбедно да ја извршува работата, без загрозување на сопствениот или туѓиот живот и здравје, што се постигнува со дефинирање правила на однесување, користење на лични заштитни средства и пропишани процедури за безбедно работење.

Со оглед на тоа дека несреќите при работа и професионалните заболувања можат да бидат предизвикани од различни опасности во работната средина, една од најзначајните закани која се јавува во голем број работни процеси е опасноста од пожар. Пожарот претставува посебна категорија ризик, затоа што во кратко време може да предизвика сериозни последици врз здравјето на вработените, значителни материјални штети и прекин на производниот процес. Токму затоа, во рамките на системот за заштита при работа, од особено значење е проценатa и управувањето со ризикот од пожар.

Ризикот од пожар претставува функција на зачестеноста и последиците. Ризикот од пожар обично се мери според бројот на загинати, како и според материјалните и финансиските загуби.

Проценатa на ризик претставува квантитативна оценка на веројатноста на непожелни настани и на штетата предизвикана од нивното настанување.

Управувањето со ризик претставува идентификација, мерење и контрола на ризикот. Управувањето со ризикот од пожар е процес кој подразбира процена на ризиците што се јавуваат на работното место, преземање соодветни мерки за превентивна и репресивна заштита од пожар.

Контролата на ризикот зависи од приоритетот на ризикот и подразбира воведување мерки со цел намалување на ризикот на прифатливо ниво.

1.1.ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Проценката на ризик од пожар претставува идентификација, проценка и управување со ризиците кои произлегуваат од можноста за настанување пожар. Поедноставно кажано, проценката на ризик од пожар е алатка која се користи за идентификација на опасностите и ризиците што произлегуваат од нив.

Проценката на ризик од пожар е организиран и методолошки процес за анализа на активности на работното место кои можат да претставуваат опасност од појава на пожар, веројатноста за настанување пожар и проценка на штетата предизвикана од истиот.

Цели на проценката на ризик од пожар на работното место се:

- Идентификување на опасностите од пожар.
- Намалување на ризикот од утврдените опасности со сведување на евентуалната штета на прифатливо ниво.
- Применување на технички и организациски превентивни и репресивни мерки за заштита од пожар со цел заштита на присутните лица.

Не постои еден сеопфатен начин за проценка на ризик. Со други зборови, првото правило на проценката на ризик е дека нема правило! Процесот на проценка на ризик од пожар е потребно да се спроведува на практичен и систематичен начин.

1.2.ПОСТАПКА ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК

Постапката за процена на ризик од пожар има ист пристап како и онаа што се користи за процена на безбедноста на работното место и во работната околина. Проценатa мора да го опфати работното место, но и работната околина, вклучувајќи ги и деловите од објектот што ретко се користат, како и локациите на отворено.

Постапката за процена на ризик ја започнува работодавачот со донесување одлука за започнување на постапката за процена на ризик, при што ги определува лицата одговорни за спроведување на постапката. Пред почетокот на проценатa се донесува План за спроведување на проценатa и се вршат соодветни подготовки за нејзино реализирање.

Препознавањето и утврдувањето на опасностите од пожар на работното место се врши врз основа на податоци кои се прибираат од достапната документација, со следење на работниот процес, прибирање на потребни информации од вработените и други извори, како и со класифицирање на прибраните податоци, односно можните опасности на кои тие укажуваат.

Првиот чекор подразбира идентификација на сите опасности од пожар на работното место. Бидејќи потребни и неопходни услови за настанување на пожар се запалива материја, извор на палење и оксидатор, треба да се идентификуваат сите запаливи материи (хартија, дрво, разредувачи, растворувачи, полиуретани итн.), сите извори на палење (отворен пламен, електрична енергија, статички електрицитет, искри итн.) на и околу работното место. Неопходно е да се евидентираат и условите кои придонесуваат за брзо ширење на пожар, како што се неадекватна поделба на објектот на противпожарни сектори, присуство на скали, лифтови, ниска отпорност на елементите на градежната конструкција на дејство од пожар итн.

Вториот чекор подразбира идентификација на бројот на лица кои се изложени на непосреден ризик во случај на пожар и кои се наоѓаат во негова близина. При идентификацијата треба да се разгледаат постојаните локации (работни места) и повремените локации во рамки на објектот. Посебно треба да се обрне внимание на вработени кои работат самостојно и/или во изолирани области, лица со посебни потреби кои не можат брзо да реагираат во случај на пожар, како и посетители кои не се запознаени со патеките за евакуација.



Слика 1: Тек на акцискиот план за процена на ризик.

По идентификацијата на опасностите и загрозените лица од пожар, неопходно е да се изврши процена на ризик. Првата фаза при проценатa на ризик е проценка на ризикот од појава на пожар. Следна фаза е анализа на постојните мерки за превентивна заштита од пожар. Потребно е да се процени, во зависност од големината и комплексноста на работното место, присуството на уреди за дојава на пожар (рачен јавувач, детектори на пожар, сирена, телефон).

Треба да се анализира можноста за напуштање на работното место во најкраток можен рок во случај на пожар. Евакуациските патишта и излези мора постојано да бидат

проодни, јасно обележани и осветлени. Врз основа на проценатa на количината и состојбата на постојните средства, опрема и уреди, како и анализата на опасностите и постојните мерки, се одлучува дали сегашното ниво на заштита е оптимално или треба да се подигне на повисоко ниво.

Тргнувајќи од проценетите ризици, се утврдуваат мерки за нивно отстранување или намалување на најмала можна мера. Една од тие мерки е контролата на количината на запалливи материи и извори на палење во и околу работното место, со што веројатноста за настанување пожар се сведува на прифатливо ниво на ризик.

Конечната процена на ризик треба да утврди категоризација на ризикот, кој традиционално се дефинира како висок, среден или низок. Се разбира, во поголемите производствени погони е сосема нормално да постојат различни категории на ризик за различни работни позиции.

Четвртиот чекор се состои во изготвување записник за забележаните опасности од пожар и преземените мерки за нивно намалување или отстранување. Потребно е да се изготви план за спречување на појава на пожар и безбедна евакуација на луѓето (акционен план) во случај на пожар. Овој чекор подразбира и соодветна обука на вработените во областа на заштита од пожар.

Актот за процена на ризик од пожар е „жива материја“, што значи дека работата не завршува со неговото донесување. Потребно е истиот да се менува секојпат кога ќе се појави нова опасност или кога ќе се промени нивото на ризик од пожар. Во спротивно, на секои три години треба да се изврши ревизија на проценатa на ризик од пожар.

1.3.МЕТОДИ ЗА ПРОЦЕНА НА РИЗИК ОД ПОЖАР

Иако не постои еден „сѐопфатен“ начин за спроведување на процена на ризик, постојат три практични методи кои се применуваат при проценатa на ризик од пожар на работното место. Тоа се:

- Метод на индикатори на ризик,
- Метод на матрица на ризик,
- Алгоритамски метод.

1.3.1. Метод на индикатори на ризик

Методот на индикатори на ризик од пожар е дијагностички метод во кој различните елементи на работното место се класифицираат на начин што покажува дали работното место претставува висок, среден или низок ризик од пожар.

Индикатори на висок ризик се:

- бројот и структурата на лицата загрозени од пожар,
- технолошкиот процес,
- високо ризични материјали,
- структурните карактеристики на градежниот објект.

Основниот принцип на заштита од пожар е спасување на човечки животи. Поради тоа, во категоријата висок ризик од пожар спаѓаат сите објекти каде што постои значителен ризик по животот во случај на пожар, како што се: болници, домови за стари лица, хотели, кина, трговски центри, аеродроми итн.

Во производствените објекти особено се загрозени лицата кои работат во изолирани делови на објектот, како што се подруми, кабловски канали и слично, бидејќи нивните патишта за евакуација се долги и сложени.

Во технолошки процеси со висок ризик од пожар спаѓаат оние каде што се користат експлозивни материи, лесно запалливи течности (бои, лакови, разредувачи, лепила итн.) или гасови, отворен пламен и слично.

Материјали со висок ризик се оние кои, при палење, предизвикуваат брзо ширење на пожарот и создаваат големи количини чад.

Индикатори на висок ризик на структурниот склоп на објектот се:

- ниска отпорност на дејство од пожар,
- постоење на вертикални или хоризонтални отвори преку кои може брзо да се прошири пожарот,
- непостоење на противпожарни врати,
- долги и сложени патишта за евакуација.

Индикатори на среден ризик од пожар

Во принцип, работното место ќе припаѓа на категоријата среден ризик доколку конструкцијата на објектот е изработена од тешко запалливи материјали и има добри патишта за евакуација — без оглед на можноста за присуство на поголем број лица.

Специфични индикатори на среден ризик се:

- пожарот најверојатно ќе биде локализиран или ќе се шири бавно, што овозможува ефикасна евакуација;
- бројот на присутни лица е мал, а распоредот на работните места овозможува брза евакуација од загрозените простории;
- на работното место постои систем за автоматско откривање и дојава на пожар или систем за гаснење пожар.

Присуството на автоматски системи овозможува работни места кои инаку би биле со висок ризик да се класифицираат како работни места со среден ризик.

Индикатори на низок ризик од пожар

- постои минимална опасност за животот и безбедноста на луѓето;
- постои занемарлив ризик од појава на пожар;
- постои ризик од пожар, но ослободувањето на гасовити продукти е занемарливо.

Релативно мал број работни места во рамки на технолошките процеси (без употреба на запалливи материи, „влажни“ технолошки процеси итн.) можат да се сврстат во категоријата на низок ризик.

1.3.2. Метод на матрица на ризик

За разлика од методот на индикатори на ризик, методот на матрица на ризик претставува квантитативен метод за процена на ризик од пожар.

Иако сите ризици се состојат од два елемента — веројатност дека ќе дојде до несакан настан и последица од тој настан — меѓусебните односи помеѓу овие два елемента може значително да се разликуваат. Последиците кои се јавуваат во случај на

пожар се големи — од една страна постои можност за губење на човечки живот, а од друга страна финансиски загуби.

Квантификација на веројатноста и последиците од пожар

Квантификацијата се врши така што најпрво се класифицира веројатноста (опасноста) дека ќе дојде до пожар (V). Опасностите од појава на пожар може да бидат: занемарливи, мали, значајни, големи и многу големи. На овие нивоа на опасност им се доделуваат нумерички вредности од 1 до 5.

Слично на тоа, последиците (P) предизвикани од појава на пожар се квантификуваат како занемарливи, мали, умерени, големи и многу големи, при што им се доделуваат соодветни нумерички вредности.

Табела бр.1: Квантификација на веројатноста на настанување и последиците од пожар

Веројатност на настанување (V)		Последици (P)
Опис	Вредност	Опис
Занемарлива	1	Занемарливи
Мала	2	Мали
Значајна	3	Значајни
Голема	4	Големи
Многу голема	5	Многу големи

Пресметување на ризикот од пожар

Кај овој метод, вкупниот ризик од пожар се дефинира како производ на опасноста (веројатноста дека ќе се појави пожар) и последиците што би ги предизвикал:

Ризик од пожар = Веројатност на настанување на пожар × Последици од пожар

Со доделување на вредности за можниот просторен обем на пожарот и опасностите на кои би биле изложени присутните лица, со примена на формулата се добива број што претставува мерка на вредноста на ризикот.

Големината на вредноста на ризикот станува основа за категоризација на опасноста на работното место.

Кога се применува формулата за факторот на ризик за сите можни комбинации, резултатите може да се прикажат во форма на дводимензионална мрежа, односно матрица на ризик од пожар.

Врз основа на матрицата на ризик од пожар се определува категоријата на ризик: висок, среден или низок ризик од настанување пожар на работното место. Нивото на ризик го одредува степенот на загрозеност на луѓето на работното место и обемот на материјалната штета, како и финансиските загуби поради прекин на производството во случај на појава на пожар.

Последната фаза при примена на овој метод е донесување одлука во која категорија на ризик припаѓа анализираното работно место. Врз основа на матрицата од сликата, се гледа дека работните места со вредности од 1–2 припаѓаат на низок ризик, со вредности од 3–15 на среден ризик, а со вредности од 16–25 на висок ризик од пожар.

1.3.3. Алгоритамски метод

Алгоритамот за проценка на ризик од пожар, прикажан во форма на дијаграм, ги претставува чекорите кои треба да се преземат за да се донесе одлука при решавање на проблемот или при спроведување на процесот на проценка на ризик.

По идентификацијата на запаливите материјали на работното место, се поставува прашањето: дали тие можат да се отстранат? Ако одговорот е ДА, запаливите материјали треба да се отстранат од работното место. Преминувајќи на полето 2, по идентификацијата на најверојатните извори на палење, се поставува прашањето: дали тие можат да се одделат од запаливите материјали? Ако одговорот е ДА, се врши нивно меѓусебно одвојување. Првите два чекора претставуваат циклични петљи, што значи дека постапката се повторува сè додека овие опасности не се сведат на разумно ниво.

Останатите чекори на алгоритмот, со линеарна прогресија, доведуваат до заклучок дали разгледуваното работно место припаѓа на висок, среден или низок ризик од пожар.

2. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА НА ПОЖАРИ И НИВНИТЕ ПОСЛЕДИЦИ

2.1. ПОЖАРИ И НИВНИТЕ ПОСЛЕДИЦИ ВО ЕВРОПСКИТЕ ДРЖАВИ (2019–2023)

Во рамки на истражувањето за безбедност при работа, особено во делот што се однесува на пожари како еден од најчестите и најопасни ризици, значајно е да се прикаже статистичка анализа на бројот на пожари, смртните случаи и повредите поврзани со нив. Статистичките податоци претставуваат основа за согледување на обемот на проблемот, фреквенцијата на појава, како и ефикасноста на мерките за заштита кои се применуваат во различни европски држави. Ваквите анализи овозможуваат подобро разбирање на тенденциите и потребата од постојано усовршување на системите за проектирање и управување со безбедноста при работа, со цел превенција и минимизирање на последиците од пожари.

Табела бр.2: Број на пожари во европски држави (2019–2023)[3]

Држава	Население (илјади)	2019	2020	2021	2022	2023	Пожари на 1000 жители
Германија	83,020	217,145	217,145	197,834	229,497	—	2.59
Франција	67,244	316,100	282,800	254,151	286,600	277,100	4.21
Италија	60,317	252,384	242,205	264,664	270,068	—	4.27
Полска	37,766	153,500	128,800	106,466	135,965	99,205	3.3
Бугарија	6,520	42,141	33,693	30,918	35,992	33,974	5.42
Грција	10,788	27,784	31,908	28,894	30,386	28,303	2.73
Србија	6,797	—	—	—	24,557	—	3.61
Хрватска	3,860	14,980	14,452	14,087	15,479	10,414	3.6
Словенија	2,108	—	7,778	7,819	—	—	3.7
Австрија	9,104	43,370	54,701	85,361	64,154	66,354	6.9

[3] CTIF – Center for Fire Statistics. World Fire Statistics Report No. 30, 2025. International Association of Fire and Rescue Services (CTIF), www.ctif.org

Табела 2 ги прикажува вкупните податоци за бројот на пожари во избрани европски држави во периодот од 2019 до 2023 година. Може да се забележи дека најголем број пожари се евидентирани во Франција и Италија, додека најниски вредности се забележуваат во Словенија и Хрватска**.** Податокот за број на пожари на 1000 жители овозможува споредба на ризикот помеѓу државите со различна големина на население. Забележливо е дека Австрија и Бугарија имаат највисока стапка на пожари во однос на бројот на жители, што укажува на потреба од засилени мерки за превенција и контрола. Овие податоци служат како индикатор за општата изложеност на опасност од пожари во работната и урбаната средина.

Табела бр.3: Број на смртни случаи предизвикани од пожари во европските држави (2019-2023)[4]

	Население (во илјади)	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**Смртни случаи на 100 пожари**
Германија	83,020	387	388	364	373	–	0.18
Франција	67,244	261	249	277	373	–	0.10
Шпанија	47,486	165	164	204	235	–	0.15
Полска	37,766	508	488	516	508	482	0.40
Бугарија	6,520	134	130	184	156	113	0.41
Грција	10,788	21	69	63	72	–	0.19
Србија	6,787	–	–	–	102	–	0.42
Хрватска	3,860	30	30	31	34	21	0.21
Словенија	2,108	13	8	0	–	–	0.09
Австрија	9,104	–	41	51	49	60	0.08

Втората табела ги претставува податоците за бројот на смртни случаи предизвикани од пожари. Од анализата се гледа дека највисок број на смртни случаи се

[4] CTIF – Center for Fire Statistics. World Fire Statistics Report No. 30, 2025. International Association of Fire and Rescue Services (CTIF), www.ctif.org

евидентирани во Полска и Германија**,** додека најниски вредности се забележуваат во Словенија и Австрија. Индикаторот „смртни случаи на 100 пожари“ покажува колкав е степенот на опасност и ефикасноста на системите за евакуација и противпожарна заштита. Државите со пониски вредности на овој показател имаат поразвиени системи за рано предупредување, подобра опрема и обученост на персоналот. Оваа табела ја нагласува потребата од континуирана обука на работниците и инвестирање во безбедносна инфраструктура, бидејќи секој пожар што резултира со човечки жртви претставува сериозен пропуст во системот за заштита.

Табела бр.4: Број на повредени од пожари во европските држави (2019 - 2023)[5]

	Население (во илјади)	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**Повредени на 100 илјади жители**
Романија	19,053	–	681	681	–	–	3.57
Франција	67,244	1,289	24,798	13,905	1,398	–	15.39
Белгија	11,697	-	1,247	1,573	1,426	395	9.92
Полска	37,766	3,782	2,838	2,444	3,237	–	8.14
Бугарија	6,520	293	–	–	290	–	4.47
Грција	10,788	36	44	44	95	–	0.51
Словачка	5,042	343	240	191	–	–	5.12
Хрватска	3,860	166	131	127	158	166	3.38
Словенија	2,108	209	155	33	–	–	6.28
Чешка	10,827	1,388	1,250	1,221	1,552	1,410	12.60

Четвртата табела ги прикажува податоците за бројот на повредени лица во пожари. Најголем број повредени се забележува во Франција и Полска, што може да се поврзе со големиот број на пожари, но и со густината на населението и индустриската активност. Во некои држави, како Грција и Хрватска, бројот на повредени е релативно низок, што може да укажува на подобра превентивна организација или на подобри

[5] CTIF – Center for Fire Statistics. World Fire Statistics Report No. 30, 2025. International Association of Fire and Rescue Services (CTIF), www.ctif.org

системи за контрола на пожарите. Индикаторот „повредени на 100 илјади жители“ овозможува споредбена анализа помеѓу државите и укажува на степенот на заштита на населението и работниците во случај на пожари. Овие податоци јасно ја потенцираат важноста од навремено откривање на пожарот, брза интервенција и адекватна опрема**,** како дел од ефективниот систем за безбедност при работа.

Преку прикажаните податоци може да се заклучи дека бројот на пожари и нивните последици значително варираат меѓу европските држави, што е резултат на различното ниво на развиеност на системите за управување со безбедност, технолошката опременост и примената на превентивни мерки. Овие статистички показатели претставуваат основа за планирање и проектирање на современи системи за безбедност при работа, кои имаат за цел да го намалат бројот на пожари, повредите и смртните случаи поврзани со нив.

2.2.СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ЗА ПОЖАРИ ВО РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА (2017 2023)

Табела бр. 5: Пожари, смртни случаи и повреди во Северна Македонија, 2017-2023 година[6]

Година	Вкупно пожари	Повреди (бр.)	Смртни случаи
2017	1.447	11	10
2018	928	7	16
2019	1.651	7	10
2020	987	6	16
2021	1.704	9	24
2022	1.22	-	6
2023	2.375	-	5

Анализата на податоците за пожари во последните седум години покажува значителни варијации во бројот на инциденти, смртни случаи и повреди. Во 2017 година се регистрирани 1.447 пожари, кои резултирале со 10 смртни случаи и 11 повредени. Во 2018 година бројот на пожари се намалил на 928, но бројот на смртни случаи пораснал на 16, додека повредите изнесувале 7. Годината 2019 бележи повторен раст на пожарите

[6] Годишни извештај на Министерството за внатрешни работи – 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 година.

на 1.651, со 10 смртни случаи и 7 повредени. Во 2020 година имало 987 пожари, при што биле регистрирани 16 смртни случаи и 6 повредени.

Најголем број на смртни случаи е забележан во 2021 година, кога од вкупно 1.704 пожари, 24 лица загинале, од кои 14 случаи биле поврзани со инциденти во модуларната болница. Во истата година биле регистрирани и 9 повреди. Во 2022 година бројот на пожари изнесувал 1.220, со 6 смртни случаи, додека податоците за повреди не се достапни. Во 2023 година се забележува значителен пораст на бројот на пожари на 2.375, со 5 смртни случаи, додека информации за повредени лица не се пријавени.

3. СИСТЕМИТЕ ЗА ДОЈАВА НА ПОЖАР

Пожарот претставува една од најголемите опасности – како за човечкиот живот, така и за разни градби и околината во која може да се појави. Заштитата од пожар, како целосен концепт, опфаќа различни анализи на пожарите, нивните тесно поврзани придружни ефекти, истражување, развој, производство, тестирање и примена на пропишани и целосни системи за заштита.

Системот за дојава на пожар, или често нарекуван пожарно-дојавен систем, претставува електронски модел на надзор кој вклучува централа за дојава на пожар, интелигентни контролери и различни модули кои самостојно ги „скенираат“ околностите во заштитените објекти. Ваквиот целосен систем е способен да извршува различни функции, како што се: сигнализација при пораст на температурата, откривање состојба на пожар, како и – според проценка – автоматско отворање или затворање на врати, прозорци, лифтови и слично.

Во речиси секоја работа, главен дел за успешно проектирање и изведување на сите однапред замислени планови е разбирањето на основните појави. Во случајот со системите за дојава на пожар, тоа се однесува директно на физичките процеси. Односно, лицето што се занимава со системи за дојава на пожар и нивно проектирање мора да биде добро запознаено со процесот на горење како хемиска реакција, нејзината оксидација, брзината на одвивање и формите во кои може да се појави.

Запаливата материја претставува материја што гори и може да биде присутна во сите агрегатни состојби. Запаливата материја може да биде со пламен, кога кислородот се спојува со слободните радикали H и OH, и жарење, кога гори чист јаглерод. Горливата материја е материја со органско или неорганско потекло која, во услови на оксидација, создава топлина.[7]

Табела бр.6 : Типови на запаливи материи

Запаливи материи		
Тврди запаливи материи	Течни запаливи материи	Гасови
Дрво, пластика, хартија, текстил, памук и сл.	Бензин, алкохол, масло, нафта, бои, лакови и сл.	Природен плин (метан), бутан, пропан, јаглероден монооксид и сл.

Треба да се напомене дека, колку е материјалот поситен, толку побрзо гори. Исто така, течните материи горат во одредени односи со воздухот (кислородот) и имаат горна и долна граница на запалливост**.** Гасовитите материи, пак, горат во одреден однос со воздухот и имаат горна и долна граница на експлозивност.

За процесот на настанување горење, мора да бидат исполнети три услови:

1. Запалива материја (цврста, течна или гасовита)
2. Кислород (воздух)
3. Топлина (температура на палење)[8]

Наједноставно кажано, горливи материи се оние кои ќе горат доколку се исполнат и останатите два услови. Од хемиски аспект, горењето е оксидација, но не секоја оксидација претставува горење. Многу е важно да се направи разлика помеѓу корозија и горење во случаите на оксидација. Горењето е моментална оксидација, како кај експлозиите, и се мери во десетинки или стотинки од секунда.

Први услов за горење претставува горлива материја, која под нормални услови, односно при соодветна температура на палење и доволна количина кислород, ќе се

[7] https://www.aurel.hr/download/documents/read/projektiranje-vatrodojave
[8] Bukovski, Ž. S., Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje zaposlenih i pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, ZIRS Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2019.

запали и ќе продолжи да гори. Според Јукиќ, Немет и Држаиќ: „Кај гасовите нема сили што ги задржуваат молекулите на гасот заедно, туку тие се шират во сите насоки и се распоредуваат низ целиот достапен простор, мешајќи се со молекулите на кислородот. Кога ќе се исполнат условите на топлина и температура на палење, гасот – во зависност од концентрацијата – се запалува или експлодира. Ако гасот контролирано излегува и веднаш по излегувањето во отворен простор дојде во контакт со извор на палење, ќе гори рамномерно и контролирано (на пример, кај гасен шпорет, пламеник или уред за заварување). Меѓутоа, доколку поради различни причини поголема количина гас излезе во слободен простор и во комбинација со воздухот дојде во контакт со извор на палење, ќе дојде до моментално согорување, односно експлозија, во моментот кога концентрацијата на гасот ќе ја достигне долната граница на експлозивност за тој вид гас.“[9] Добро е познато дека течностите не можат директно да горат, бидејќи во нивната внатрешност не се исполнети сите три услови на таканаречениот „пожарен триаголник“. Сепак, горат пареите на запаливите течности. Не сите течности ќе се запалат со иста брзина – тоа пред сè зависи од брзината на испарување, односно од нивната испарливост.

Додека гасовите и течностите имаат многу сличен тек на согорување, цврстите материи се делат според начинот на согорување на три категории:

- Цврсти материи што горат директно спојувајќи се со кислород, на пример сулфур.
- Цврсти материи кои со загревање најпрво се топат, потоа преминуваат во течна состојба, испаруваат и кога ќе станат гасовити, се спојуваат со кислородот и на тој начин доаѓа до процес на горење.
- Цврсти материи кои при покачени температури најпрво се сушат, потоа од нив се ослободуваат гасовити состојки кои горат со појава на пламен, додека цврстиот остаток гори во форма на жар. Оваа категорија е воедно и најбројна.

Вториот клучен услов за горење е кислородот – гас без боја, вкус и мирис. Во атмосферскиот воздух, процентот на кислород по волумен изнесува околу 21%**,** а може да се јави и во врзана форма во различни соединенија (вода, оксиди итн.). Кислородот

[9] Jukić, P., Nemet, Z., Držaić, J., Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje, Otvoreno sveučilište s.p.o., Zagreb, 1996.

лесно се спојува со други материи, не гори сам по себе, но овозможува и поттикнува горење.

Ако сите три услови на пожарниот триаголник се исполнети, но сепак не доаѓа до горење, тоа значи дека нема доволно кислород. Ако нивото на кислород во затворен простор се намали под 15%, во повеќето случаи гасне горењето (затоа што кислородот се троши при процесот на горење). Секако, за некои материи доволни се и 10% кислород за горење, а за некои дури и помалку.

Третиот услов за горење е топлината, односно температурата на палење. Според Буковски : „За да започне процесот на горење, горливата материја треба да се загрее до температурата на топење. Најчесто станува збор за топлинска енергија, но понекогаш еден вид енергија се претвора во друг – на пример, електрична во топлинска. Температурата на палење се разликува кај различни материи, а дури и кај истата материја не е секогаш иста. На пример, дрво со помалку влага и со поситна структура полесно ќе се запали и обратно.“[10]

Во продолжение следува табела 7, која ја прикажува класификацијата на пожарите според видот на горливата материја**.**

Табела бр.7 : Класификацијата на пожарите според видот на горливата материја**.**

Класа	Тип на пожар	Примери
A	Пожари на цврсти материи	Горат со пламен или жар (исклучувајќи метали), пр. дрво, текстил, јаглен, растителни материи, пластика, гума, слама, хартија и сл.
B	Пожари на запаливи течности	пр. бензин, масло, масти, лакови, асфалт, смола, восок, етери, алкохоли итн.
C	Пожари на гасовити материи	пр. метан, бутан, пропан, водород, ацетилен, градски гас и др.
D	Пожари на лесни метали	Горат со силен жар, нпр. алуминиум, магнезиум и нивни легури, титаниум, електрон и др. (исклучувајќи натриум и калиум)

[10] Bukovski, Ž. S., Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje zaposlenih i pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, ZIRS Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2019.

Пожари од A до D во близина на електрични инсталации На кабли, прекинувачи, мотори, генератори, трансформатори и сл.		
E	Пожари на растителни или животински масла и масти	пр. во уреди за пржење и друга кујнска опрем

Во почетната фаза, секој пожар има мал обем. Таквиот пожар е многу полесно да се елиминира и на тој начин да се спречи развојот на поголем пожар и настанување голема материјална штета. Денес, дури и малите пожари можат да предизвикаат големи последици, па затоа целта е правовремено и рано откривање на такви пожари за нивно успешно гаснење. Според статистичките податоци, голем број пожари не можат да бидат забележани од страна на човекот, односно во моментот на нивното настанување човекот не бил присутен на местото на потекло на пожарот.

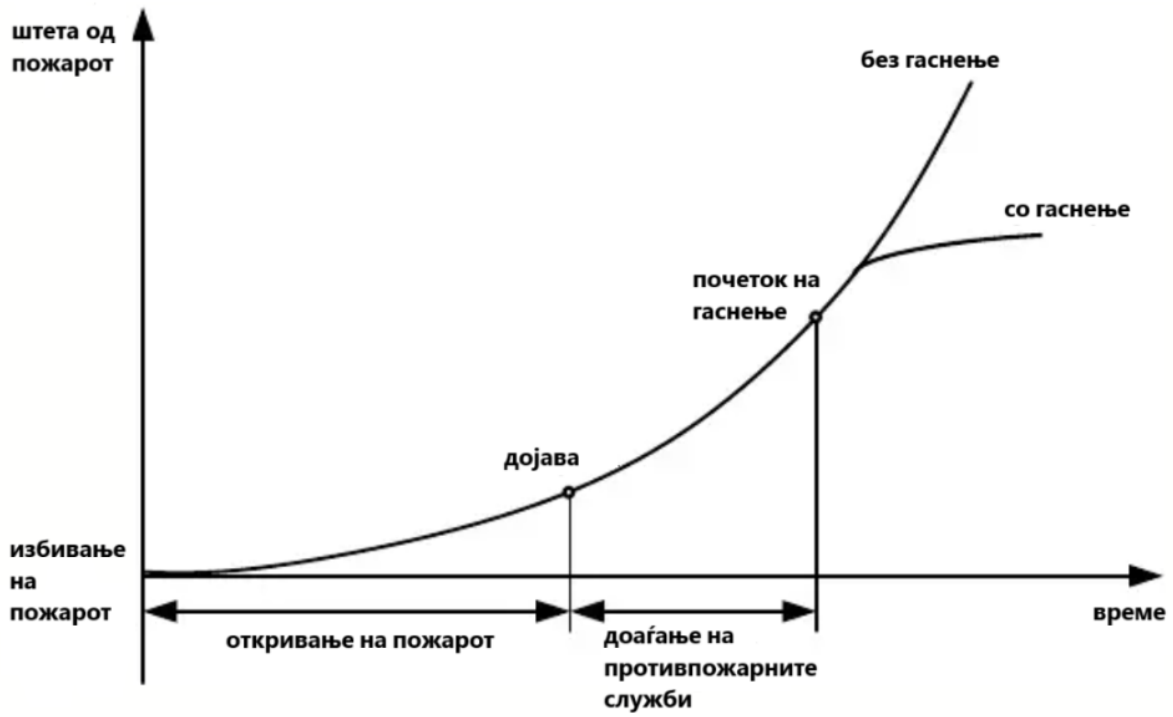
Со растечката автоматизација на технолошките процеси, човековото учество се намалува, а целта е поголема автоматизација на системите за пожарна сигнализација. Во индустријата расте бројот на запаливи и експлозивни материи, што ги прави ризиците од пожар сè поголеми и покомплицирани. [11]

Според Прпиќ и Вуковиќ: „Во согласност со ситуацијата, активната заштита од пожар станува посложена и пософистицирана, и се дели на:

- системи за дојава на пожар,
- системи за гасење на пожар,
- системи за природна или присилна екстракција на чад и топлина,
- системи за евакуација.“[12]

Според Иванчиќ и Кирин, на сликата 1 е прикажано времето од настанување на пожарот до почетокот на неговото гасење, кое се дели на две фази:[13]

[11] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.
[12] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010.
[13] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.



Слика 2: Времето од настанување на пожарот до почетокот на неговото гасење

Првата фаза го прикажува времето од настанување на пожарот до неговото откривање, односно дојава на пожарот. Втората фаза се состои од времето од дојава на пожарот до почетокот на неговото гасење, што во реалноста вклучува подготовка и пристигнување на луѓето, уредите и средствата за гасење. Времето меѓу овие две фази претставува период на задоцнување во санацијата на пожарот.

За имплементација на системите за дојава на пожар, исклучително е важно да се опфатат што е можно повеќе критериуми – почнувајќи од условите за горење, можните начини на развој на пожарот, ефектот на висината и конфигурацијата на плафоните, вентилацијата на просториите и температурата. Целта на овие системи е детекција на пожарот (со можност за активирање на автоматски систем за гасење, оддимување, евакуација, вентилација или лифтови) и алармирање пред да настане голема штета или човечки загуби. Критериумите за проектирање на системите за дојава на пожар се водат според основните функции на системот, како што се:

- информирање на присутните во објектот,
- обезбедување услови за евакуација,
- алармирање на противпожарната единица,

- детектирање на специфична фаза на развој на пожарот,
- активирање на систем за гасење и
- надзор на процесот за можни аномалии предизвикани од пожарот.

Според Прпиќ и Вуковиќ, „подготовката на критериумите е основа при проектирање на системот и мора да вклучува инженерска студија за секое подрачје која ќе го дефинира типот на горење и можниот начин на развој на пожарот“.[14] За планот на проектирање, многу се важни конструктивните карактеристики на заштитениот објект. Основните критериуми при проектирањето на системите за дојава на пожар се:

1. **Тип на горење во секоја област**

Секоја област на примена на системите за дојава на пожар бара преглед за да се утврди присуството на видот на горивото (цврста материја, течност или гас). Типот на гориво често е одредница за видот на детекција на пожар.

- Во области каде што запалливите материјали главно создаваат чад → потребно е користење детектори на чад, а не детектори на топлина.
- При проектирање на системи за детекција на пожар во гаражи (каде што може да има различни издувни гасови) → користат се детектори на топлина или оптички детектори на чад.
- Во средини каде што чадот, пареата или прашината се дел од нормалниот (технолошки) процес – како ресторани, хотелски кујни – потребно е користење детектори на топлина.[15]

2. **Можен начин на развој на пожарот**

- Начинот на развој на пожарот зависи од типот на горење во таа област.
- Пожарите се делат на тлеечки и пламенести, поради што е потребна детална анализа пред изборот на соодветен детектор.
- Големината на пожарот зависи од: типот на запалливиот материјал, неговиот физички распоред, односот меѓу површината и масата и енергијата на изворот на палење.

3. **Висина на таванот**

[14] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010
[15] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010

- Поголемата висина на таванот бара поголем пожар и повеќе продукти од горење за активирање на истиот детектор.
- Поради ефектот на ширење на пожарот, растот на интензитетот има помалку влијание врз висината на таванот.
- Зголемувањето на висината на таванот може да влијае на поголем меѓурастој помеѓу детекторите поради ефектот на стратификација (слоевитост на воздухот).
- Висината е особено важна карактеристика ако димензијата ја надминува 6 метри, а подетално влијанието на висината е прикажано во табелата 8.

Табела бр.8: Влијание на висината на таванот врз детекторите.[16]

Под **4,5 м**	нема значајна улога во распоредот или одзивот на детекторите.
Над **4,5 м**	потребна е употреба на почувствителни термички детектори.
Над **7,5 м**	употребата на термички детектори е целосно неприфатлива.

4. **Слоевитост на воздухот (услојување)**

- Можно е да се спречи пристигнувањето на воздухот што ги содржи честичките од горење до детекторот на таванот.
- Воздухот што содржи честички од горење:
  -Се загрева од тлеечкиот или горливиот материјал,
  -Станува полесен од околниот постуден воздух,
  -Се издига сè додека не ја достигне висината каде што температурната разлика исчезнува помеѓу него и околниот воздух.
- Во ситуации каде што е важно откривање на тлеечки или помали пожари, треба да се размисли за поставување на алтернативни детектори под нивото на таванот.

5. **Конфигурација на таванот**

- Има големо влијание врз распоредот и бројот на потребни детектори.
- Структурата на таванот може да биде со различни наклони и зависи од носењето на конструкцијата, сводот или покривот.
- Кај конструкции со греди, при детекција на чад, гредите се занемарливи ако: нивната висина е помала од 3% од висината на просторијата и апсолутно помала од 20 см. Во спротивно, тие претставуваат значајна пречка за ширењето на чадот

[16] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010

(истото правило важи и за вентилациските канали и слични конструкции под сводот на просторијата). [17]

Гредите и сличните конструкции може да се занемарат ако:

- Не се прилепени за таванот,
- Нивната горна страна е оддалечена најмалку 3% од висината на просторот од таванот,
- Нивната горна страна е оддалечена најмалку 25 см во апсолутен износ од таванот.[18]

6. Вентилација на просторијата

- Продуктите на горење (честички и гасови) директно влијаат на струењето на воздухот, па затоа вентилацијата има значаен ефект врз детекторите на чад.
- Поголемата брзина на движење на воздухот значи потешка детекција на чадот.
- Системите за греење, климатизација и вентилација се составен дел на повеќето градби и мора да се земат предвид при проектирањето на системите за дојава на пожар.

Табела бр.9: Проблеми при проектирање на систем за дојава на пожар

Детектори на чад	Потребна е монтажа во близина на повратниот канал, а не покрај доводниот канал.	На крајот на доводниот канал, воздухот со честички од горење се разредува со чист доведен воздух.
Канални детектори	Не смеат да се користат како замена за прост детектор.	Исклучена вентилација – нема детекција на пожар.
Таванski вентилациски единици (систем за вентилација, климатизација и греење)	Воздухот заситен со честички од горење нема можност да стигне до детекторот на таванот	Избегнување на вакво сценарио се постигнува со оддалечување на детекторот од

[17] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010
[18] Bukovski, Ž. S., Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje zaposlenih i pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, ZIRS Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2019.

	поради присилна вентилација од таванот.	вентилациониот отвор (најмалку 0,5 m).

7. Температура на просторијата

- Неопходно е да се дефинира пред изборот на детекторот.
- Поголемиот дел од новите детектори имаат полупроводнички компоненти кои се чувствителни на висока температура.
- Вообичаената примена на детекторите за чад е во температурен опсег од -20 до 50 °C (сличен опсег важи и за контролни централи).
- Детекторите со фиксирана температура и детекторите на зголемување на температурата се категоризираат според нивните оперативни температури.
- При проектирање на системот, потребно е: да се земат предвид локалните извори на топлина во зависност од положбата на детекторот во просторијата; да се внимава детекторот на температура да не биде поставен во близина на извор на топлина, со цел да се избегнат лажни аларми.

3.1.ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА СИСТЕМОТ ЗА ДОЈАВА НА ПОЖАР

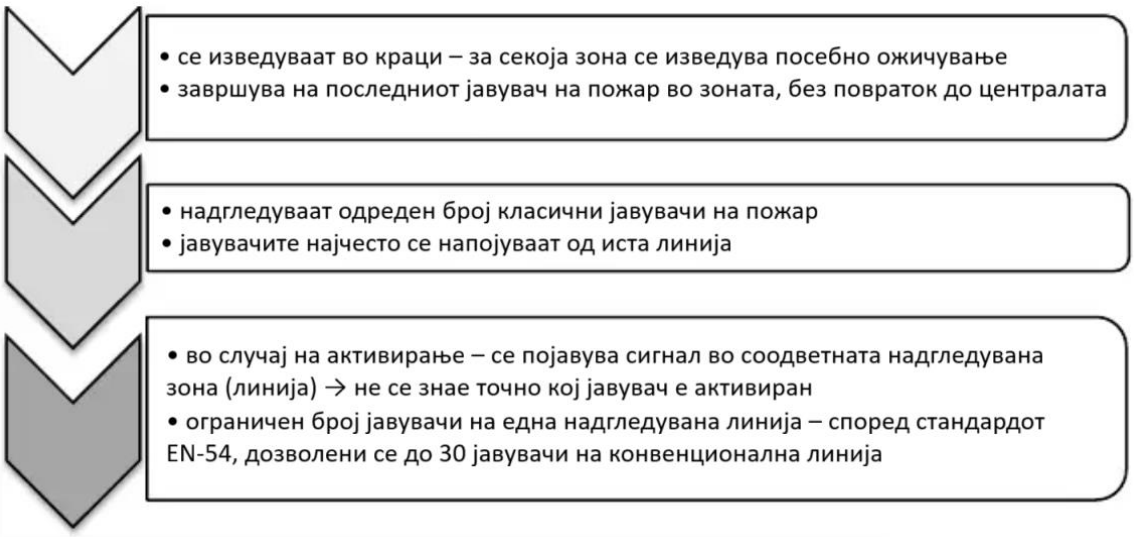
Системот за дојава на пожар се состои од повеќе меѓусебно поврзани елементи, но четири се клучни:

- јавувачи на пожар (автоматски и неавтоматски, т.н. „рачни“ јавувачи),
- надгледувани преносни патишта (т.н. примарни „водови“),
- централа за дојава на пожар,
- уреди за напојување со електрична енергија.

Во зависност од применетата технологија, системите за дојава на пожар можат да се поделат на:

- класични (конвенционални),
- адресабилни (кои денес ретко се користат),
- интелигентни (аналогно-адресабилни) системи.

Според Шмејкал, „конвенционалните системи за дојава на пожар се состојат од конвенционални јавувачи на пожар, централа со одреден број зони (влезови за јавувачи) преку која приближно се утврдува локацијата на јавувачот на пожар, како и уреди за сигнализација, автоматизација и дојава, зависно од потребите на објектот.“[19] Големината на заштитениот простор кај конвенционалниот систем зависи од бројот на зоните во централата.



Слика 3: Основни карактеристики на конвенционалните системи [20]

Адресабилните системи се базирани на принципот на точкаста детекција. Кога во јавувачот е вграден електронски склоп, тој при барање од централниот уред ја испраќа својата адреса, односно број што означува точна локација, со што се формира адресабилен систем за дојава на пожар. Бидејќи кај адресабилните системи може да се одреди точната локација на настанот, нема ограничување од 30 јавувачи по линија, како кај конвенционалните. Меѓутоа, постои услов дека при краток спој на линијата не смее да отпадне цела зона. Според стандардот EN-54, кај адресабилните системи е дозволено до 128 јавувачи по линија. За да се обезбеди континуирана работа при прекин, јавувачите се поврзуваат во петља, при што двожичната линија се спојува на почетокот и на крајот од централата. Во случај на краток спој, сите останати јавувачи продолжуваат да работат поради двостраното напојување. Условот за заштита е исполнет кога по секои 20–30

[19] Šmejkal, Z., Uređaji, oprema i sredstva za gašenja i zaštitu od požara, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb, 1991.
[20] *Protupožarni javljači*, Zarja Elektronika, 2020., достапно на: https://www.zarja.com/PDF/Zarja-HR-Protupozarni-javljaci.pdf [16.9.2021.]

јавувачи се вградува изолатор, кој го открива краткиот спој и ја исклучува само засегнатата делница меѓу два изолатора.[21]

Табела бр.10: Предности на адресабилните системи во однос на конвенционалните [22]

а) Прецизно утврдување на локацијата на јавувачот кој предизвикува дефект или аларм
б) Можност за доделување на текст на поединечен јавувач или група јавувачи
в) Доделување време на настанот и негово регистрирање
г) Поедноставено и поевтино ожичување кај поголеми системи
д) Помали димензии на уредите и пониска потрошувачка на енергија

Денес, аналогно-адресабилните системи се најмодерни и најбезбедни во функција. Тие се многу побрзи поради адресабилноста и посензитивни поради повеќекратните функции за прилагодување на алармните нивоа на секој јавувач. Покрај тоа, тие се исклучително сигурни благодарение на можноста за адаптација на условите во околината и алармирање кога е потребно одржување (на пример, чистење). Овие системи се едноставни за вградување и пофлексибилни од претходните, бидејќи овозможуваат програмско групирање за попрецизно управување со евакуацијата. Секако, тоа бара поголема почетна инвестиција, но се покажува како повеќекратно исплатливо со текот на времето. Карактеристики и предности на аналогно-адресабилните системи:

- Јавувачот претставува сензор (монитор) на одредена физичка големина (температура, концентрација на чад итн.)
- На барање од централата, сензорот ја испраќа својата адреса, типот (видот) и информација за измерената вредност
- Прецизен аналогно-дигитален конвертер → поголема точност на мерењето
- Доколку измерената аналогна вредност ја надмине програмираната граница → централниот уред генерира алармен сигнал и испраќа информација до сензорот за активирање на светлосна сигнализација
- Двонасочна комуникација – овозможува програмирање на подсистеми за автоматско гаснење на пожар

[21] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.
[22] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.

- Континуирано мерење – овозможува сигнал за предаларм кој: предупредува на ненормална состојба и предупредува на потреба од сервисирање
- Можност за поединечно програмирање на секој аларм и предаларм за детекторите
- Можност за поединечно програмирање на секој термички сензор
- Можност за тестирање на секој сензор од централниот уред
- Можност за вклучување на локална светлосна сигнализација и активирање на извршни линии од централниот уред
- Според EN-54, еден главен процесор не смее да надгледува повеќе од 32 локални процесори – тие мора да бидат распределени
- Обезбедуваат едноставност, поголема доверливост и целосен надзор и управување од централата

Подобрувањата кај детекторскиот дел на аналогно-адресабилните системи се:[23]

1. секој јавувач ја следи и компензира промената на аналогната вредност;
2. за секој јавувач може да се избере една од неколку нивоа на чувствителност;
3. во случај на прекин на комуникацијата, при аларм, јавувачот преминува во алармна состојба како конвенционален јавувач.

3.1.1. Јавувачи (детектори) на пожар

Главната цел на проектирањето на системите за заштита од пожар е раното откривање и гасење на пожарот, односно пред да се развие голема материјална, еколошка, а пред сè човечка штета. При горење, огнот ослободува топлина, чад и пламен кој интензивно зрачи во ултравиолетов спектар. [24] Токму овие три физички својства претставуваат столбови на секој систем за детекција на пожар. Без разлика која технологија се користи во системот за дојава на пожар, детекторите (јавувачите) се најважниот елемент на системот. Тие служат како предуслов за навремено откривање на пожарот, пред да настане поголема катастрофа. Јавувачите на пожар се поделени на:

- неавтоматски (рачни) јавувачи, и

[23] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010
[24] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010

- автоматски јавувачи.

3.1.1.1.Рачни јавувачи на пожар

Рачниот јавувач овозможува активирање на алармот кога човекот со своите сетила ќе го забележи пожарот. Алармот активиран преку рачен јавувач секогаш се смета за сигурен аларм и веднаш ги активира мерките за спречување на ширење на пожарот (вклучување на системот за гаснење, затворање на противпожарните врати и сл.). Рачните јавувачи се секогаш едноставни и лесно забележливи уреди кои исклучително лесно се активираат со прекинување или воспоставување на обичен електричен контакт. Целта е упатствата за нивна употреба да бидат сведени на минимум за луѓето да не се двоумат дали го активирале алармот или не. Позитивната практика покажува дека е најсоодветно сите надворешни излези од објектите, како и сите излези од катовите кон скалиштата, да бидат опремени со рачни јавувачи на пожар. Карактеристики, предности и недостатоци на рачните јавувачи на пожар:[25]

- Општиот аларм започнува најдоцна 3 секунди по моментот на активирање
- Начинот на активирање во истиот објект мора да биде единствен за сите јавувачи (освен кај некои со специјални дополнителни функции)
- Јавувачот се активира со кршење на стаклото и притискање на копче
- Главно функционираат на електромеханички принцип
- Можна е надмалтерна и подмалтерна монтажа
- Во простории загрозени од експлозивни смеси – јавувачите мора да бидат во противексплозивна изведба
- Потребно е монтирање на лесно видливо и пристапно место
- По потреба се означуваат согласно стандардот HRN DIN 4066 и треба да бидат осветлени (со дневна или вештачка светлина)
- Се поставуваат на места со висок ризик од пожар – околу апарати за гасење, кај излези, премини и скали
- Меѓусебно растојание: не поголемо од 100 m пешачки пат, а во пожарно ризични простории не повеќе од 40 m

[25] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010

- Се поставуваат на висина од 1400–2000 mm од подот
- Лажни аларми може да се јават поради непромислено активирање или вандализам



Слика 4: Приказ на рачни јавувачи на пожар користени во системот за дојава на пожар

3.1.1.2.Детектори за чад

Најчеста метода во системите за детекција на пожар е токму детекцијата на чад. Ова пред сè поради својствата на чадот, кој многу брзо се шири во почетната фаза на горење. Поради природното термичко струење, слично како при загревање на просториите, топлиот воздух е полесен и се издигнува кон таванот на затворениот простор. Во овој случај, топлиот чад при горење се насочува кон горниот дел на просторијата, односно кон таванот или сводовите. Потоа, како што покажуваат логиката и практиката, од горниот дел на просторијата чадот постепено ја исполнува и долната зона. Во минатото најчеста технологија за детекција на чад била јонизацискиот детектор, во кој со помош на слабо радиоактивно зрачење се предизвикувала јонизација на честичките во воздухот во внатрешноста на детекциската комора. Со промена на јонската струја се сигнализира присуство на чад во просторијата. Со развојот на полупроводничките компоненти во електрониката, се појавиле оптичките детектори на чад, кои речиси целосно ги замениле јонизациските детектори. Оптичките детектори функционираат на принцип на расфрлање на светлина, при што го елиминираат користењето на радиоактивни извори. Во мали и средни простории се користат стандардни оптички детектори, додека во големи простории (магацини, цркви, музеи и сл.) се применуваат оптички инфрацрвени бариери. Таквиот тип на детектор се состои од предавател и приемник кои се поставени спроти еден со друг низ целата ширина под

сводот на просторијата. Табела 11 ги прикажува карактеристиките, а со тоа и основните разлики помеѓу оптичките и јонизациските детектори за чад.

Табела бр.11: Основни разлики помеѓу јонизациски и оптички детектори.

Јонизациски детектори на чад	**Оптички детектори на чад**
Голема сигурност и чувствителност	Најчесто користен тип на детектор
Штетен за луѓето – се избегнува примена во простории каде што престојуваат лица	Ги замениле јонизациските детектори во повеќето апликации
Применлив за препознавање на брзи пожари со пламен и ситни честички од горење	Има предност при детекција на бавни, тлеечки пожари со поголеми честички од горење
Не е погоден за подрачја со висока влажност, нечистотии и прашина	Проблеми при работа во присуство на: влага, водена пареа, високофреквентни полиња, директна светлина, нечистотии и прашина
Не е погоден за кујни и простории со греење на цврсто гориво	Помалку ефикасен при пожари со црн чад и значителна брзина на струење на воздухот
Отстранување и транспорт – дозволено само од овластени институции	—

Денес, од точкастите детектори за чад, речиси единствено во употреба останал оптичкиот детектор за пожар. Јонизациските детектори, кои порано беа многу чести, сега во многу земји се целосно забранети или нивната употреба е строго ограничена само на специфични случаи. [26] Главната причина за ова е нивната радиоактивност и проблемот со отстранување на радиоактивниот отпад.

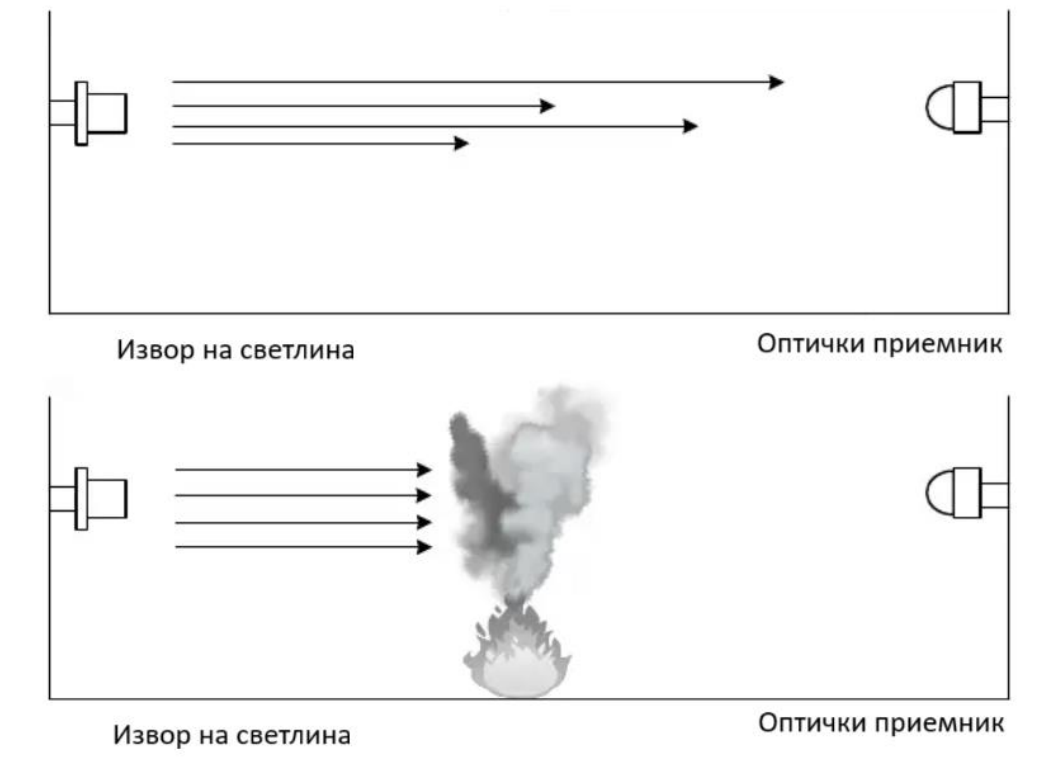
Чадот создаден при горење влијае на интензитетот на светлината што минува низ воздухот. Постојат два ефекта на чадот врз светлината:

- Затемнување, односно попречување на светлината, и

[26] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010

- Расфрлање на светлината

Принципот на детектори на затемнување на светлината најчесто се применува кај линиски оптички детектори. Таквиот детектор се состои од извор на светлина и оптички приемник поставени спроти еден со друг низ целиот заштитен простор. Првата состојба (како на слика 5) прикажува нормална ситуација без пожар, додека втората илустрација прикажува состојба кога честичките на чад постепено ја попречуваат светлината, по што детекторот реагира и активира аларм кога нивото ќе ја помине поставената граница. Втората илустрација на сликата 5 прикажува ситуација кога честичките од чадот постепено го попречуваат светлосниот зрак, поради што оптичкиот уред реагира и детектира намалено количество светлина. На тој начин доаѓа до промена на излезниот сигнал што го мерат склоповите во рамките на детекторот, и автоматски, кога ќе се надмине прагот, се активира алармот.



Слика 5: Пример на начелото на затемнување на светлината[27]

[27] Prpić, E. (2006). Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti. Seminar Zaštite od požara u graditeljstvu, Bizovac, studeni 2006.

Детекторите со проектиран зрак се состојат од предавател кој испушта инфрацрвен зрак кон приемник со фотоосетлива ќелија што ја следи јачината на зракот. Овој тип функционира на принцип на затемнување на светлина, при што фотоосетливиот елемент „ја гледа“ светлосната зрака во нормални услови, но таа постепено исчезнува како што расте концентрацијата на чад. Табела 12. според Иванчиќ, Кирин ги прикажува основните карактеристики на оптичките бариери.[28]

Табела бр.12. Основни карактеристики на оптичките бариери

Решенија за музеи, цркви, складишта, фабрики и сл.
Погодни за простории со висок таван и голема површина
Голем дострел – една бариера заменува повеќе точкасти детектори
Не се погодни за екстремни услови на влага, температура, нечистотија и прашина
Погодни за пожари со црн чад и голема брзина на струење на воздухот

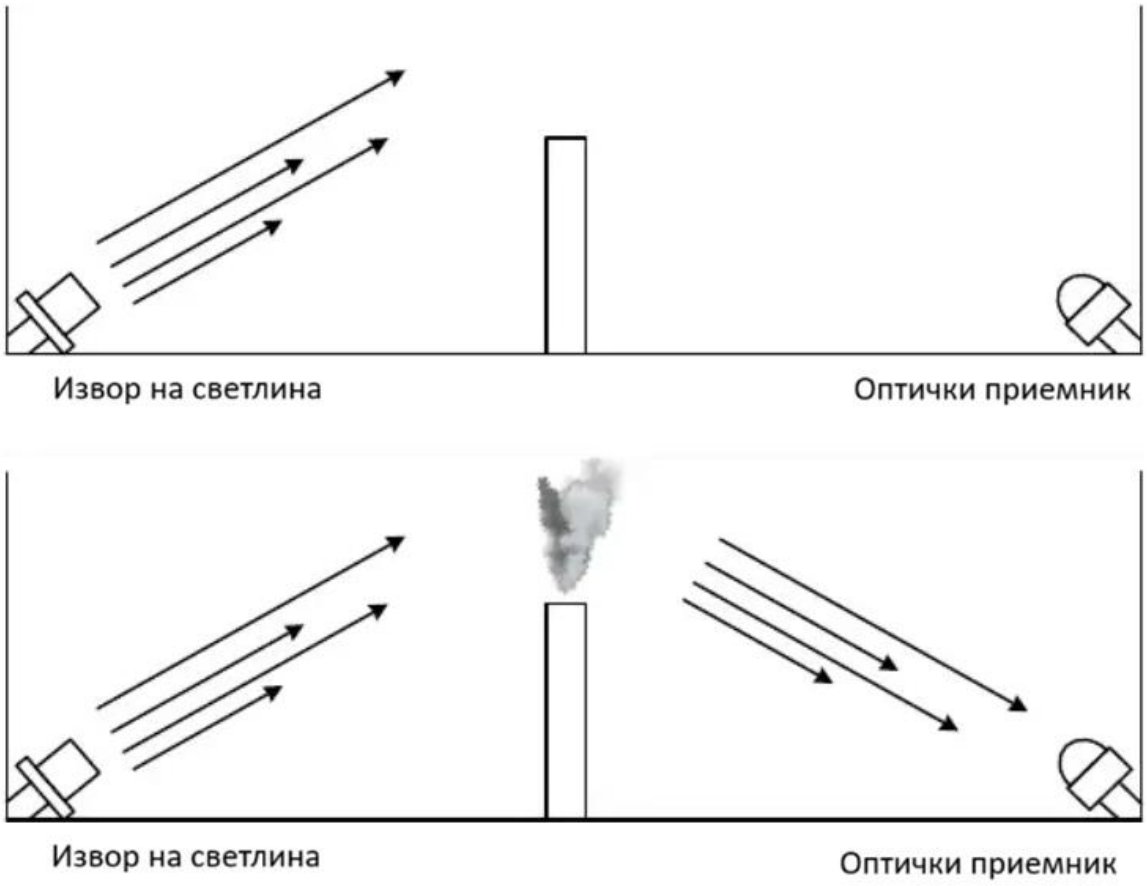
Табела бр.13. Поделба на детектори со проектиран зрак

1. Детектор со две активни единици	**2. Детектор со една активна единица**
- Приемник и предавател	- Приемник и предавател заедно, со пасивен рефлектор
- Секоја единица се поставува на спротивниот крај од заштитениот простор	- Активната единица е поставена спроти пасивниот рефлектор; зракот се одбива од рефлекторот и двапати го поминува заштитениот простор
- За поголеми растојанија, до 100 m	- Почесто се користи

На принципот на расфрлање на светлина работат оптичките точкасти детектори. Според Припиќ и Вуковиќ, слика 6. прикажува дека диода (LED) испушта светлосен зрак во област која во нормални услови фототранзисторот не ја „гледа“. Кога честичките

[28] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010

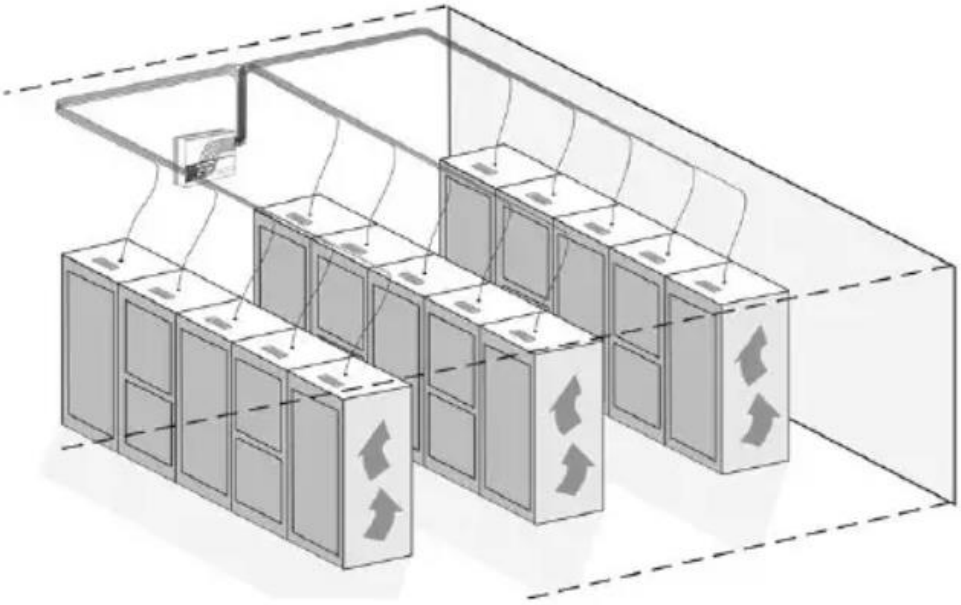
на чад ќе влезат во патеката на светлината, светлината се судира со нив и се расфрла кон оптичкиот елемент, што го активира детекторот.[29]



Слика 6: Начело на расејување на светлината

Во областа на детекција на чад, важно е да се спомне и аспирацискиот детектор, кој всушност претставува целосен систем, а не само детектор. Системот се заснова на цевковод (најчесто пластичен) што се поставува во заштитениот простор и се поврзува со аспирациска комора. Усисниот вентил создава потпритисок во однос на околината, со што воздухот преку отвори на цевките влегува во комората каде што се вртложи и концентрира. Слика 7. прикажува шема на аспирацискиот систем во просторот, а табела 14 според Припиќ ги прикажува основните карактеристики на истиот.

[29] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010



Слика 7: Приказ на специјалните апликации на оптичките детектори – аспирациски систем[30]

Табела бр.14: Основни карактеристики на аспирациските системи [31]

Специјални примени на оптичките детектори – аспирациски системи
Детектори во вентилациски канали – земање примероци од воздухот
Ласерски детектори со до 100 пати поголема чувствителност детектираат пожар во фазата на тињење
Комбинирани оптичко/термички детектори
Интелигентни, аналогно-адресабилни оптички детектори со можност за прилагодување на чувствителноста и компензација на загадувањето
Детектори со филтри за лоши услови на работа

3.1.1.3.Детектори на топлина (температура)

Во одредени простории каде што присуството на чад, пареа или слични супстанции кои ја апсорбираат светлината ја оневозможуваат употребата на системи за

[30] Prpić, E. (2006). Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti. Seminar Zaštite od požara u graditeljstvu, Bizovac, studeni 2006.
[31] Prpić, E. (2006). Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti. Seminar Zaštite od požara u graditeljstvu, Bizovac, studeni 2006.

детекција на чад со сигурна дојава, неопходно е да се премине на технологии за детекција на температура. Често може да се случи дека во простории исполнети со пареа, чад или други материи (како кујни, простории за пушачи, простории со големи мотори и погони во континуирана работа) дојде до лажни аларми. Во такви случаи, наместо детектори на чад, се користат детектори на топлина, кои регистрираат промена на температурата.

Детекторите на топлина, односно термичките детектори, денес се користат помалку отколку оптичките, и тоа главно во места каде што не е соодветно или можно да се користат оптички детектори. Сепак, нивната улога е многу важна, бидејќи се неизоставен елемент на секој систем за рано откривање пожар. Карактеристиките на овие детектори се:

- За препознавање на пожари во мали, ограничени објекти - каде што брзо се развива висока температура.
- За детекција на пожари во средини каде не е дозволена употреба на други типови детектори.
- Се монтираат на таван или во негова близина.
- Се активираат кога топлината предизвикува предодредени промени во физичките или електричните својства на материјалите или гасовите.

Според Припиќ, основните карактеристики на детектори со фиксна температура се:[32]

Табела бр. 15 : Карактеристики на детектори со фиксна температура.

Детекција на специфична точка на температура (најчесто 54–60°C, понекогаш до 144°C)	
Погодни за детекција на пожари без чад и со брз пораст на температурата	
Употреба во простории каде што не можат да се користат оптички детектори	
Погодни за: простории со голема влажност (над 95%), простории каде е можен пожар без чад, простории со постојано присутна нечистотија или	**Непогодни за:** простории со висина над 7,5 m, простории каде се очекуваат тлеечки, бавни пожари, простории со висок ризик каде е потребна брза детекција

[32] Prpić, E. (2006). Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti. Seminar Zaštite od požara u graditeljstvu, Bizovac, studeni 2006.

прашина, ресторани, кујни, лаборатории (висина до 3 m), котларници, мали гаражи итн.	

Како и кај оптичките детектори на чад, термичките се делат на точкасти и линиски.

Табела бр.16: Основна поделба на точкасти термички детектори и нивни карактеристики. [33]

Необновлив тип со топлив елемент	**Обновлив биметален тип**	**Електронски точкаст детектор**
Метали со ниска точка на топење	Најстар тип на детектори	Најчесто користен денес
Најчеста примена е како топлив елемент во главите на прскалките на стабилни системи за гаснење; еднократна употреба	Се состои од два метала со различен коефициент на термичка експанзија, при загревање се витка спојот кон металот со понизок коефициент и се активира алармот	Изведба според класи A1 и A2 според EN 54-5 (до макс. температура од 65°C)
Еднократни – неопходно е да се заменат кога еднаш ќе се растопат на покачена температура	Денес има ретка примена – поради цената, пократкиот век на траење и помалата прецизност	Основата ја претставуваат полупроводнички елементи со негативен температурен коефициент (NTC термистори) – отпорот опаѓа со пораст на температурата, и на тој начин аналогно-адресабилните детектори измерената вредност ја
Ослободува вода под притисок, со што ја обединува функцијата на сензор и извршен	**Употреба:** во индустриски објекти објекти изложени на одредено ниво на радиоактивност и/или	

[33] Prpić, E. (2006). Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti. Seminar Zaštite od požara u graditeljstvu, Bizovac, studeni 2006.

елемент (своевиден вентил).	силно електромагнетно влијание рудници и т.н. ex-простори (експлозивно загрозени простори)	доставуваат до противпожарната централа (активирање).

Линиските термички детектори, слично како и оптичките линеарни детектори, го надгледуваат целиот простор долж линеарно поставениот сензор. Во продолжение се прикажани нивните изведби, принципи на работа и основни карактеристики:[34]

1. **Капиларен термички детектор**

- Еден од најстарите типови.
- Се состои од тесна, лесно свитлива цевка од термички спроводлив материјал, исполнета со масло чија густина зависи од температурата.
- Кога температурата се зголемува, притисокот на маслото се менува и се активира алармот.
- Денес се користи ретко, но е корисен за надзор на средни температури.

2. **Бакарен термоосетлив кабел со топлива изолација**

- Се состои од два изолирани проводника обвиени со термички осетлива изолација.
- Кога температурата ќе ја надмине границата, изолацијата се топи и проводниците се спојуваат, активирајќи аларм.
- Потребна е замена на оштетениот дел за понатамошна употреба.
- Најчесто се користи во индустриски процеси и транспортни системи изложени на пожарен ризик.

3. **Оптички термоосетлив кабел**

- Се состои од стаклено влакно чиј индекс на прекршување на светлината се менува со температурата.
- Уредот испраќа ласерски импулси низ влакното и ги регистрира рефлектираните сигнали.
- Обезбедува повисока точност од бакарниот тип, но е многу поскап.

[34] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010.

- Се користи во тунели, хемиски и тешки индустриски погони, каде ризикот е голем.

4. **Специјална изведба на линиски детектор**

- Се состои од низа точкасти електронски термички детектори
- Поврзани со адресабилна линија и запечатени во еден кабел.
- По цена и функционалност е помеѓу бакарните и оптичките детектори.
- Недостаток: кабелот е подебел и потежок за монтажа.

Денес најчесто во употреба кај термичките детектори се детекторите на брзина на пораст на температура, односно термодиференцијални детектори. Нивните карактеристики се:

- детектираат брз пораст на температурата во просторијата предизвикан од пожар (околу 7–8 °C во минута);
- се комбинираат со детектор со фиксна температура;
- при нормален раст на температура (понекогаш нема реакција → во минатото поради тоа се користеле пневматски изведби – термопар, а денес NTC);
- побрзо реагираат од фиксните детектори во пожари кои брзо се развиваат;
- не се погодни за простории со брзи промени на температура во нормална работа (над грејни елементи, печки);
- растојание помеѓу детекторите до 15 m на рамен таван.[35]

3.1.1.4.Детектори на пламен

Кога во просториите постоечкиот систем за детекција на чад или температура не е доволно сигурен и не дава доволно добри крајни резултати, изборот паѓа на пирометриската технологија за детекција на пламен. Се разбира, кај системите со детекција на чад или температура, сигурноста зависи и од појавата на лажни аларми, а не само од одзивот на детекторот во присуство или отсуство на индикатори на пожар. Системот кој има детекција на пламен регистрира зрачење во инфрацрвениот (IR) и

[35] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010.

ултравиолетовиот (UV) спектар. Употребата на детектори на пламен не е многу честа, но најмногу се применуваат во деловни, станбени и хотелски објекти.

Карактеристики на детекторите на пламен:

- Осетливост на сјајот на жар или пламен (кој зрачи енергија со доволен интензитет и соодветен спектар за активирање на алармот);
- Брза реакција;
- Намена во високо ризични подрачја, како што се платформи за натовар на гориво, индустриски постројки, простории со многу висок таван и средини каде што може да дојде до експлозија или многу брз пожар.

Детекторите на пламен може да бидат инфрацрвени (IR), ултравиолетови (UV) и комбинирани. Важно е да се напомене дека детекторите мора „да го гледаат“ пожарот за да го детектираат, па затоа не е можно надгледување на површини кои се заклонети со предмети, машини или ѕидови.

Табела бр. 17: Основна поделба на детектори на пламен и нивни карактеристики [36]

Инфрацрвени детектори на пламен	**Ултравиолетови детектори на пламен**
Реагираат на енергијата на инфрацрвеното зрачење на пламенот и на треперењето на пламенот во фреквентен опсег од 5–30 Hz.	Реагираат на ултравиолетовата компонента на зрачењето на пламенот, со бранови должини од 0.17 до 0.3 μm.
Посебно се осетливи на пожари од јаглеводороди.	Брзо реагираат на пожари.
Не се погодни за пожари од запаливи метали.	Погодни се за пожари предизвикани од запаливи течности и гасови.
Постојат специјални IR детектори за откривање искри.	Не се погодни за простории каде има заварување, X-зраци или кварцни лампи
Кај надворешни апликации се користат филтри за бранови должини на сончева светлина.	
Можни пречки во работа се наслаги од мраз или вода на детекторот.	

[36] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010.

Потпорни се на загадување и зрачење од околината повеќе од UV детекторите.	Се користат за специјални примени, како што се авиони.

3.1.2. Централа за дојава на пожар

Централата за дојава на пожар претставува уред кој може да биде изведен со вграден микропроцесор или во модуларна форма. [37] Таа ја надгледува целата система за дојава на пожар, прима сигнали од останатите елементи и ги обработува, прикажува и може да управува со други уреди или системи поврзани со заштита од пожар.

Во зависност од типот и конфигурацијата, централата за дојава на пожар обично треба да овозможува:

- активирање уреди за алармирање
- активирање уред за пренос на дојава
- активирање уреди за управување со противпожарна заштита
- прием на дојави од други уреди за заштита од пожар
- поврзување со паралелни уреди за евиденција / визуализација
- поврзување со надворешни служби за дојава
- евидентирање на дојава
- прифаќање повици од рачни јавувачи
- можност за поврзување со други системи за далечинска комуникација
- можност за работа со систем за обработка на податоци
- тестирање и привремено исклучување на одредени групи или водови[38]

Централата мора да биде сместена во просторија со контролирани услови, каде пристапот на неовластени лица е ограничен. Доколку во просторијата нема постојано присутен оператор, сигналот за пожар се пренесува во дежурен центар кој е активен 24/7. Просторијата каде што се поставува централата треба да биде независно заштитена противпожарно.

[37] Pravilnik o sustavima za dojavu požara, Zagreb, 1999., достапно на: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/1999_06_56_1055.html [16.9.2021.]

[38] Ivančić, Z., Kirin, S., Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.

Кај големи системи, се применува принцип дека една централа не треба да ги контролира сите елементи самостојно заради намалување на ризик од тотален прекин. Обично се применува редундантност и поделба на зони.

Патишта за пренос на сигнал: Водовите за пренос служат за пренесување на информација за пожарот од детекторите кон централата и обратно. Системот за дојава на пожар мора да има сопствена мрежа на енергетски и сигнални водови.

- главни водови: пренос на податоци помеѓу елементи на централата
- споредни водови: кога елементите се во ист простор или непосредна близина
- во системи без безжични компоненти, водовите се секогаш кабелски
- каблите треба да останат функционални одредено време по настанување пожар (поради можни оштетувања)

Извори на напојување: Целта на напојувањето е да се обезбеди непрекината работа на системот. Се применуваат:

- главен извор: електрична мрежа или еквивалентен напонски систем
- резервен извор: акумулаторски батерии со автоматско полнење

Префрлувањето меѓу изворите мора да биде автоматско и без прекин на функцијата. При димензионирање на батериите се вклучува и дополнително време на работа во целосен аларм.

Напојувањето треба да биде независен електричен круг, со јасно означена заштита.

Уреди за алармирање: Основен уред за алармирање е алармната сирена, со цел предупредување и навремена евакуација.

Карактеристики:

- црвена боја
- звук што мора јасно да се разликува од индустриски сигнали
- покриеност со звук ≥ 10 dB над амбиенталната бучава
- при многу висока амбиентална бучава се користат и светлосни уреди (блиц-сигнали)[39]

[39] Prpić, E., Vuković, B., Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara, Alarm automatika d.o.o., Rijeka, 2010.

За одредени објекти со голема концентрација на луѓе може да се користи и систем за гласовно алармирање. Овој систем емитува однапред снимени или „живи“ гласовни пораки преку разглас и мора да биде проектно дефиниран така што неговата функционалност не смее да се наруши во услови на пожар.

4. СТАБИЛНИ СИСТЕМИ ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР

Стабилните инсталации за гасење пожар можат да бидат автоматски или полуавтоматски. Автоматските инсталации во случај на пожар се активираат автоматски без присуство на човек, додека полуавтоматските инсталации ги активира човек од далечина. Стабилните уреди се активираат автоматски со помош на уреди за откривање на пожар кои реагираат кога:

- температурата ќе порасне на 68°C до 80°C или за повеќе од 40°C над највисоката работна температура во заштитениот пожарен сектор;
- кога брзината на пораст на температурата е поголема од 20°C/мин;
- кога во пожарниот сектор ќе се појави чад;
- кога во пожарниот сектор ќе се појави пламен.

Стабилните уреди со автоматско активирање мора да бидат изведени така што ќе можат и рачно да се активираат. Во случај да се вградени уреди кои од моментот на активирање даваат алармни сигнали и го одложуваат исфрлањето на средството за гасење за да може луѓето безбедно да ја напуштат просторијата, стабилната инсталација мора да има тастер за блокирање на работата. Системот треба да има две напојувања со електрична енергија, од кои едното мора да биде акумулаторска батерија која овозможува:

- работа на стабилните уреди 48 часа во состојба на надзор;
- работа на алармните уреди 30 минути;
- работа на потрошувачите на командните линии 30 минути, ако потрошувачите постојано се под напон.

Во зависност од применетото средство, стабилните инсталации за гасење пожар можат да се поделат на:

1. стабилни инсталации за гасење пожар со вода,

2. стабилни инсталации за гасење пожар со пена,
3. стабилни инсталации за гасење пожар со прав,
4. стабилни инсталации за гасење пожар со јаглерод диоксид,
5. стабилни инсталации за гасење пожар со халон (инерген).

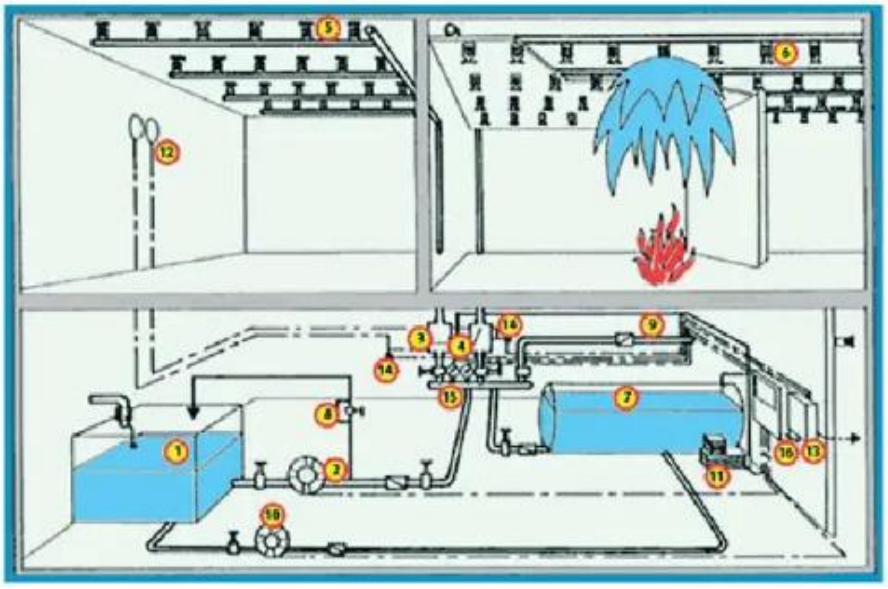
Автоматската инсталација за гасење пожар со вода може да биде: спринклер, дренчер или инсталација со водена пареа.

4.1.СПРИНКЛЕР ИНСТАЛАЦИЈА

Еден од најстарите и најраспространети типови стабилни инсталации кои за гасење пожар користат вода се спринклер инсталациите. Овие инсталации се користат за гасење на различни типови објекти кои можат да имаат различно пожарно оптоварување – од мало (хотели, музеи, болници, училишта), средно (гаражи, стоковни куќи, полесна хемиска индустрија и постројки) па сè до големо пожарно оптоварување (разни магацини, индустрија на бои и лакови, текстилна индустрија и сл.)

Предност на спринклер уредите е едноставното одржување и високата ефикасност при гасење. Во случај на пожар се активира само оној дел од системот кој е во зоната зафатена од пожарот, така што штетите предизвикани од системот за гасење се значително помали од штетите што можат да настанат со гасење од страна на противпожарните екипи.

Спринклер системите автоматски се активираат при појава на пожар. Со достигнување на определена температура доаѓа до пукање на стаклената ампула и се овозможува гасење со вода која е во инсталацијата под постојан притисок. Водата се распрскува во ситни честички, ја покрива целата површина на запалениот простор и го гаси пожарот.



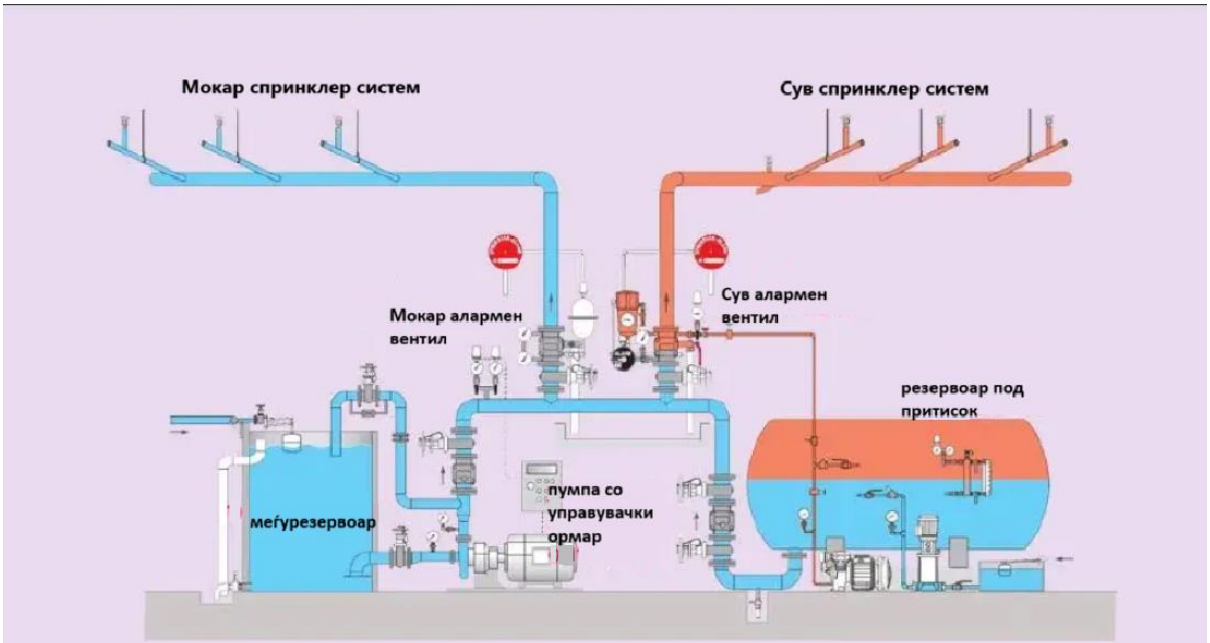
Слика 8: Спринклер систем

Постојат два вида спринклер инсталации кои конструктивно се слични:

- **Мокар спринклер систем** – се користи во простории каде нема опасност од замрзнување или испарување на водата; цевководот е постојано наполнет со вода под притисок.
- **Сув спринклер систем** – во цевководот има воздух под притисок и се користи во простории каде постои опасност од замрзнување.

Со комбинација на сув систем со уред за дојава на пожар се добива третиот тип – **преакциски спринклер систем**. Работата на овој систем се одвива во две фази: во првата фаза, по сигнал од јавувачот на пожар, спринклер мрежата се полни со вода и системот од сув преминува во мокар. Во втората фаза доаѓа до пукање на ампулата при висока температура и се ослободува отворот на млазницата.

Кога температурата ќе се покачи, ампулата на спринклер млазницата пука и отвора отвор за излевање. Во цевниот систем настанува нагол пад на притисок, бидејќи компресорот не може моментално да реагира. Падот на притисок доведува до отворање на спринклер вентилот и водата преку млазницата излегува во распрскан млаз. Пролазејќи низ цевките, водата поминува и низ електричниот сигнален уред кој испраќа сигнал до пумпите за надополнување на резервоарот.



Слика 9: Мокар спринклер систем и Сув спринклер систем

4.2.ДРЕНЧЕР ИНСТАЛАЦИИ

Дренчер инсталациите се стабилни автоматски инсталации за гасење пожар со вода, со отворени млазници, при што гасењето се врши истовремено преку сите поставени млазници над површината што се штити – т.н. групно гасење „со потопување“.

Основниот услов за избор на овој тип инсталации е многу брзото ширење на пожарот. Оваа голема брзина на распространување не можат да ја следат ниту спринклер инсталациите, иако тие автоматски се активираат, поради поголемото време потребно за реакција. Меѓутоа, иако и овие инсталации немаат покусо време на активирање, сепак, откако ќе се активираат – тие ја гасат целата површина на просторот што се штити.

Дренчер инсталациите се користат за заштита на објекти со изразена пожарна загрозеност, каде постои можност за многу брзо ширење на пожар и каде во случај на пожар мора веднаш да се потопи целиот објект со вода (циклони, гаражи, пилани, рафинерии, трансформатори на отворен простор и др.)

Отворените млазници се поставени на цевководи кои се поврзани со изворот на вода преку вентилска станица. На сигнал за пожар, добиен од јавувачите поставени во истиот простор, се отвора дренчер вентилот на вентилската станица, водата влегува во

цевководите и истовремено излегува од сите млазници, распрскана во ситни водени честички кои ја покриваат целата површина на просторот и го гасат пожарот.

4.2.1. Снабдување со вода на дренчер инсталации

Снабдувањето со вода може да биде на неколку начини. Ако количината на вода потребна за гасење може да се смести во резервоар под притисок, тогаш притисокот се обезбедува со компресор. Кај поголеми количини вода (над 20 m^3), погонската енергија се обезбедува со боци со CO_2 или азот.

Други начини на снабдување со вода можат да бидат:

- пумпна станица поврзана на неисцрпен извор на вода,
- водоводна мрежа,
- висински резервоар.

4.2.2. Потребна количина на вода за гасење

Потребната количина на вода за гасење зависи од висината на просторијата што се штити:

- за простории високи до 10 m – потребни се 5 литри/минута по m^2
- за простории повисоки од 10 m – потребни се 7 литри/минута по m^2

За особено загрозени објекти оваа количина треба да биде уште поголема, а во некои случаи и повеќекратно поголема. Водата мора да биде обезбедена за непрекината работа на инсталацијата во траење од најмалку 30 минути, со минимален притисок од 1 bar на најнеповолно поставената млазница (вклучувајќи ги сите падови на притисок во мрежата). Количината вода што се ослободува по единица време кај дренчер инсталациите е многу поголема отколку кај спринклер инсталациите.

4.2.3. Активирање на дренчер инсталација

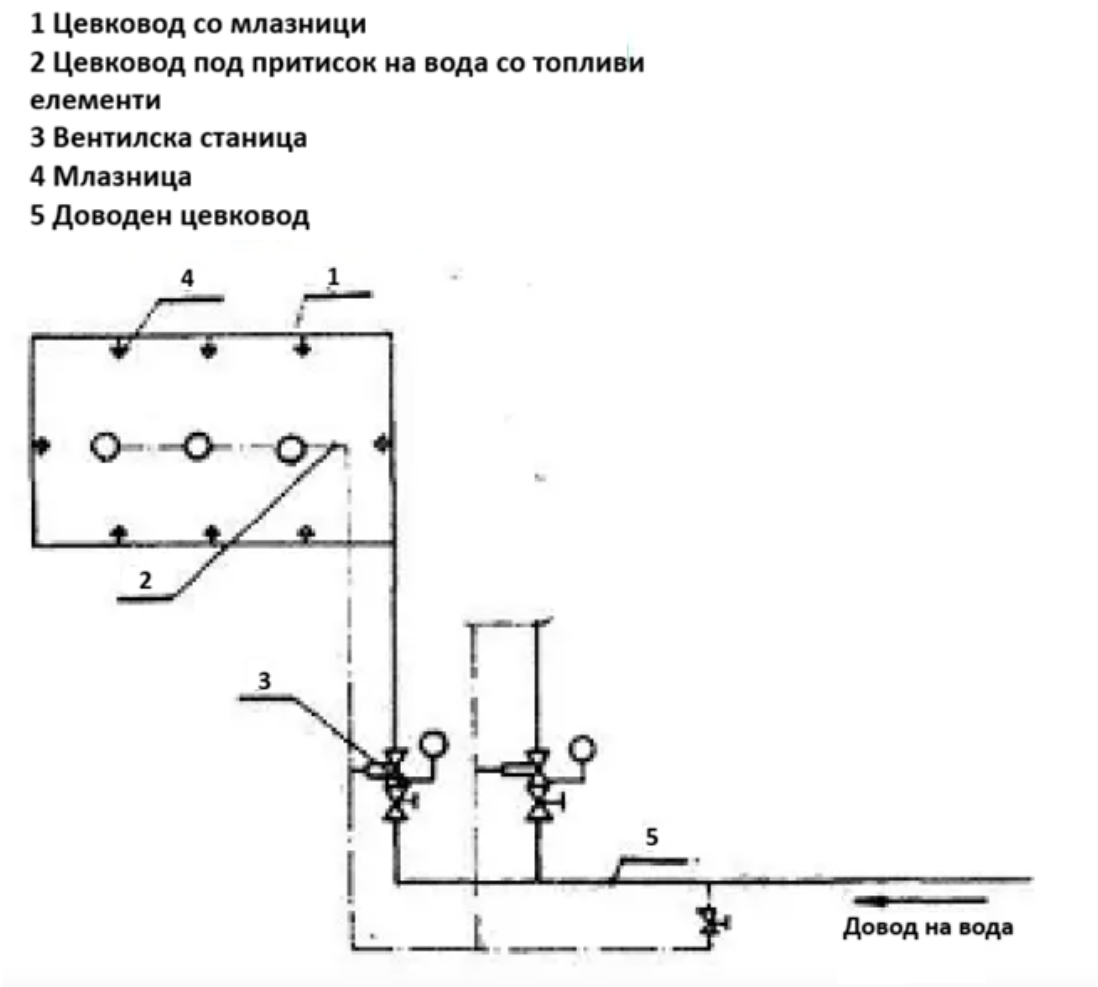
Дренчер инсталацијата има посебен систем за активирање, бидејќи млазниците се отворени. Активирањето може да биде: рачно, полуавтоматски, автоматски.

Автоматското активирање може да биде:

- пневматско
- хидраулично
- електрично
- комбинирано

- **Хидраулично активирање**

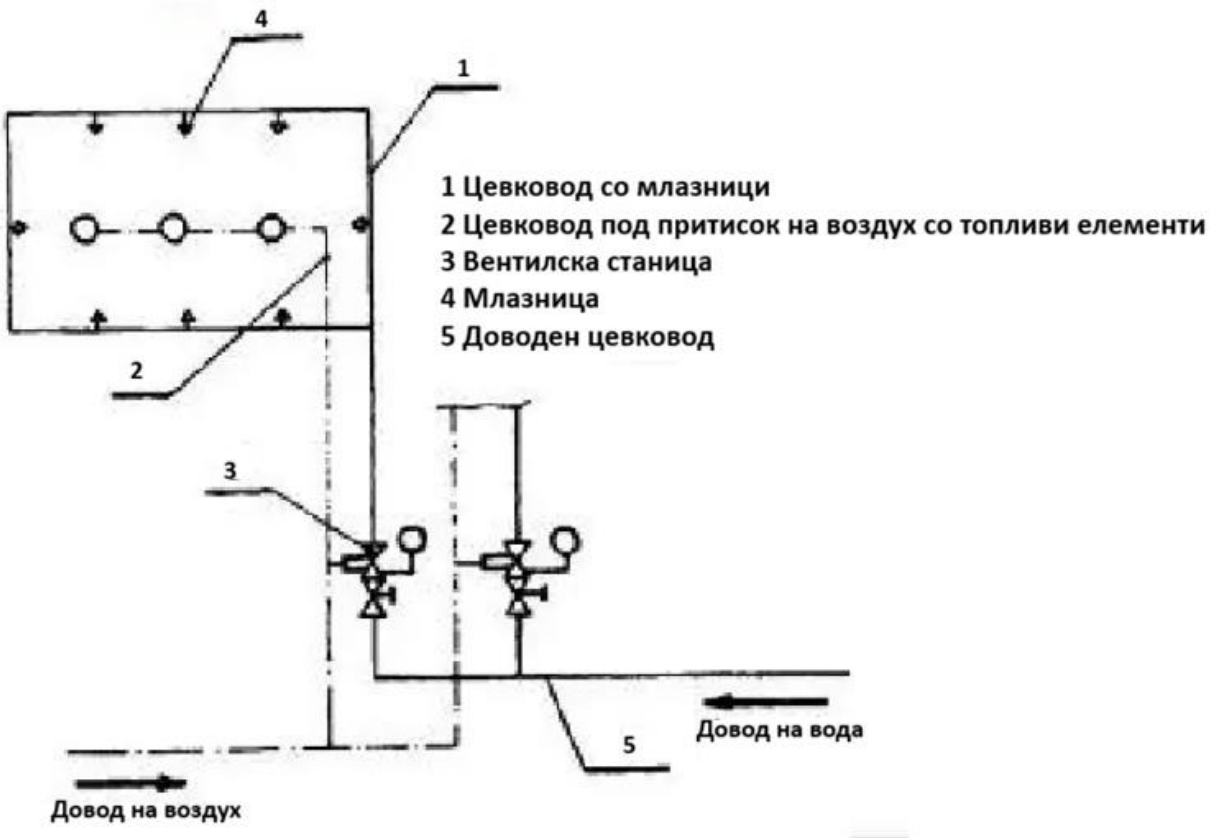
Кај системот со хидраулично активирање, во објектот што се штити е поставен цевковод за активирање под притисок на вода, на кој се наоѓаат топливи (фусибилни) елементи. Доводниот цевковод е под притисок сè до вентилската станица. При појава на пожар, се топи елементот, доаѓа до пад на притисок во цевководот за активирање, вентилот се отвора и пропушта вода до млазниците. Овој хидрауличен принцип е сличен на мокриот спринклер систем и се користи таму каде мократа спринклер инсталација е прифатлива.



Слика 10: Систем со хидраулично активирање

- **Пневматско активирање**

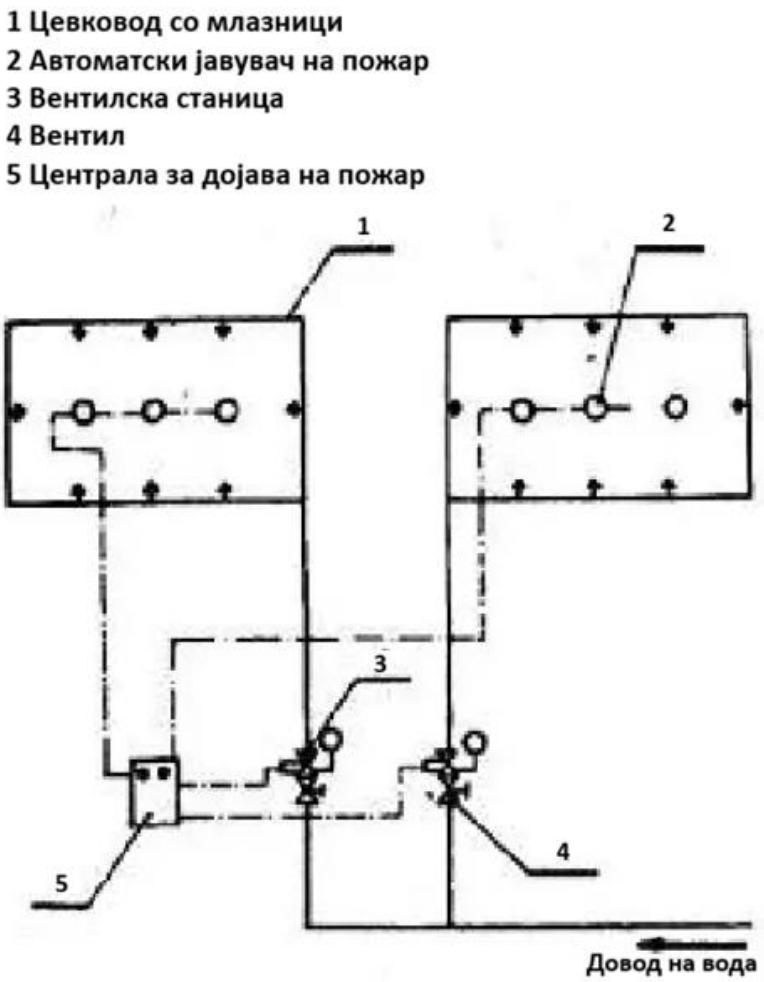
Кај пневматското активирање, во објектот што се штити се поставува цевковод за активирање под притисок воздух од околу 3 bar, исто така со топливи елементи. Водата е под притисок до вентилската станица. Кога ќе дојде до пожар, се активира топливиот елемент на воздушниот цевковод, доаѓа до пад на притисок и на овој начин се активира вентилската станица која пропушта вода до млазниците. Пневматскиот начин одговара на сув спринклер систем и се применува таму каде сувата спринклер инсталација е погодна за употреба.



Слика 11: Систем со пневматско активирање

- **Електрично активирање**

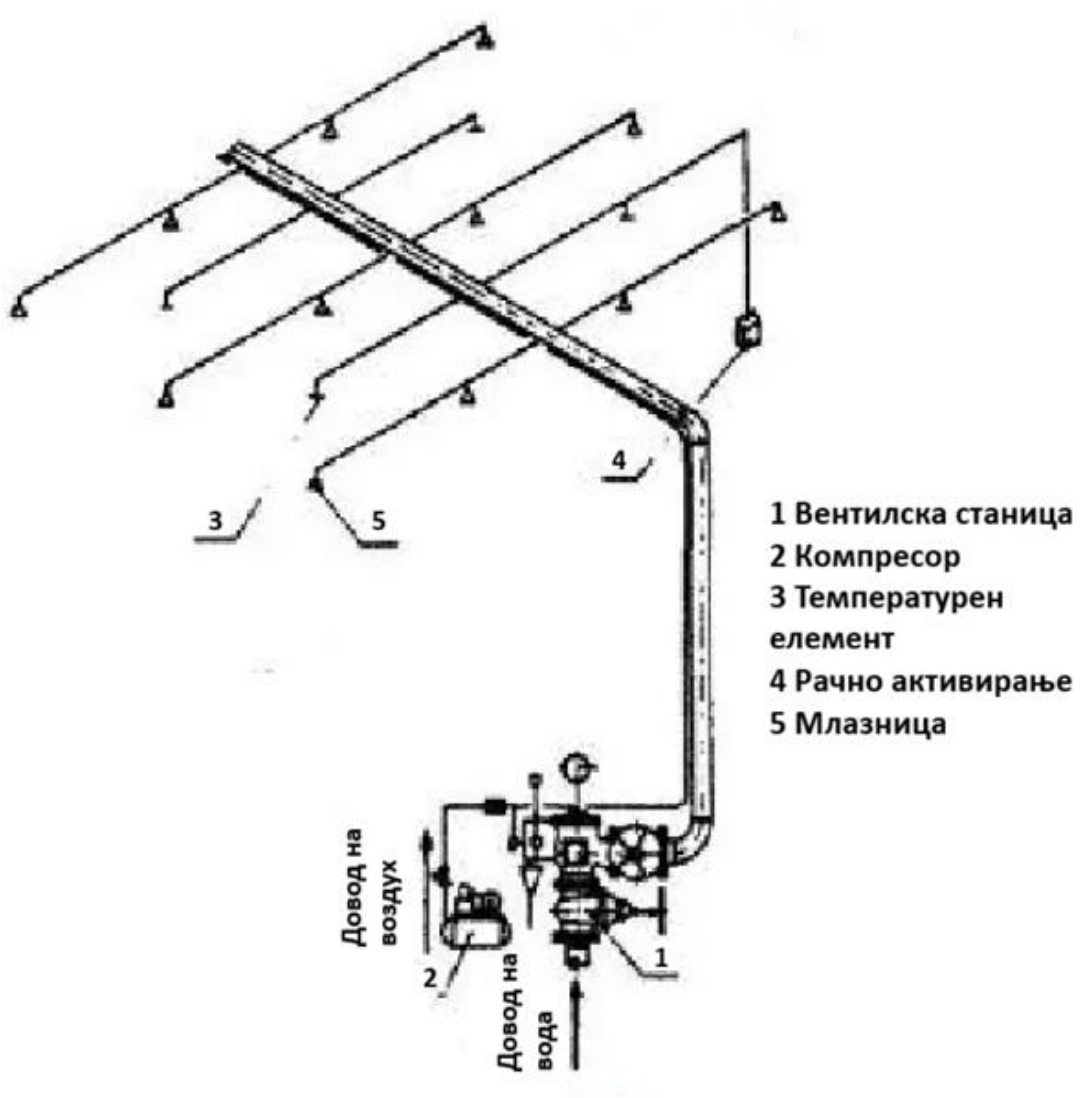
Кај уредите со електричен начин на активирање, активирањето се врши преку автоматски јавувачи на пожар. Електричниот импулс од јавувачот на пожар, засилен во централата за дојава на пожар, овозможува активирање, односно отворање на вентилската станица, со што се пропушта вода во цевководот со млазниците. Централата за дојава, покрај активирањето на вентилската станица, активира и светлосен и звучен сигнал, кои по можност треба да бидат доведени и до противпожарната служба.



Слика 12: Систем со електричен начин на активирање

- **Рачно активирање**

Покрај автоматското активирање што го вршат автоматските јавувачи на пожар, секоја дренчер инсталација мора да има можност и за полуавтоматско активирање (преку притискање на тастер за гасење) и за рачно активирање (со отворање на рачен вентил на бајпас цевководот).



Слика 13: Систем со рачно активирање

4.3.СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ПЕНА

Во зависност од тоа кој тип на пена се користи за гасење, овие системи се делат на:

- автоматски стабилни системи за гасење пожар со тешка пена,
- автоматски стабилни системи за гасење пожар со средно тешка пена,
- автоматски стабилни системи за гасење пожар со лесна пена.

Пената се состои од меурчиња чија опна претставува смеса – емулзија, а внатрешноста на меурот е исполнета со јаглероден диоксид (кај хемиска пена) или со воздух (кај воздушна пена). Кај автоматските стабилни системи за гасење пожар се користи воздушна пена.

Воздушната пена има голема улога во современата заштита од пожар. При гасење пожари на запаливи течности, особено на нафта и нафтени деривати, воздушната пена е сигурно и проверено средство за гасење. Иако може да се користат и други средства, во практика е утврдено дека единствено воздушната пена е оправдана за гасење пожар на запаливи течности во резервоари.

Воздушната пена се создава во две фази:

1. создавање на смеса од вода и екстракт за пена (протеинска или синтетичка основа),
2. добивање пена со мешање на таа смеса со воздух.

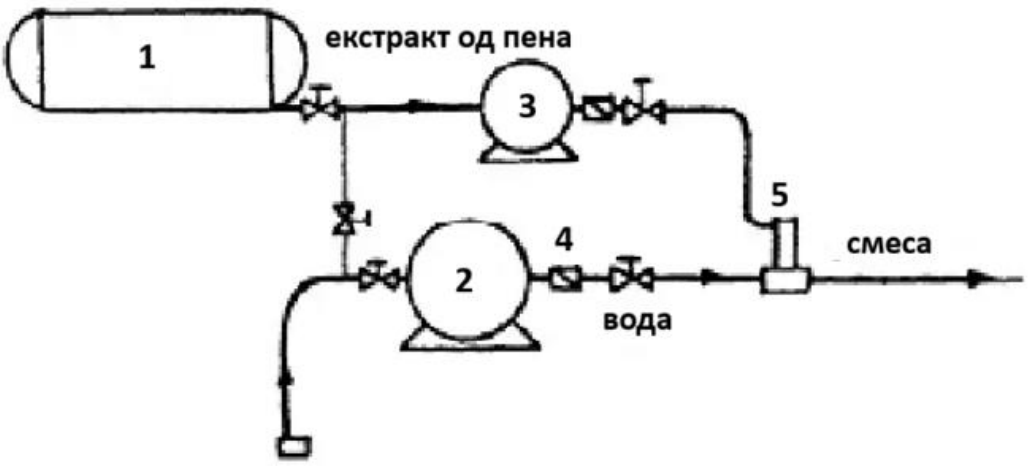
Првата фаза ја изведуваат уредите наречени мешачи – дозатори, а втората фаза ја изведуваат млазниците, распрскувачите или генераторите на пена.

Поделбата на воздушната пена се врши според бројот на пенање (однос меѓу крајната запремнина на пената и запремнината на смесата пред додавање воздух) во три групи:

- тешка пена – број на пенање до 20
- средно тешка пена – број на пенање од 20 до 200
- лесна пена – број на пенање над 200 до 1000

4.3.1. Системи со тешка пена

Автоматскиот стабилен систем за гасење пожар со тешка пена го сочинува соодветен извор за снабдување со вода, кој на уредите за создавање смеса им обезбедува одредена количина вода под соодветен притисок.



1 Резервоар за екстракт од пена
2 Пумпа за вода
3 Пумпа за екстракт од пена
4Неповратен вентил
5Мешач

Слика 14: Приказ на уред за создавање пена кој се наоѓа во противпожарна станица

Во водниот проток, кој најчесто се создава со пумпа, се додава одреден процент екстракт за пена. Екстрактот се додава под зголемен притисок со помош на специјална пумпа за екстракт. Во мешачот се создава смеса од вода и екстракт за пена во зададениот процент. Потоа смесата преку разводник и цевководи се упатува кон просторот што се штити.

Непосредно пред местото на гасење смесата се меша со воздух, се експандира и како воздушна пена се внесува на местото на пожарот.

Активирањето на овие системи е автоматско, со можност и за рачно активирање. Автоматското активирање се врши преку автоматската инсталација за откривање и дојава на пожар. Подоцнежните процеси се активираат со електричен импулс од централата (вентили, пумпи и др.).

Прво се вклучува пумпата за екстракт на пена, потоа пумпата за вода и зонските вентили.

Опремата на автоматските инсталации за откривање и дојава на пожар мора да биде изведена така што секој дефект или пад на притисок, како и прекин на електрична енергија, ќе предизвика позитивен алармен сигнал за „ненормална состојба“.

Активирањето на системот мора да биде проследено со светлосен и звучен сигнал и да биде пренесено до место каде постојано има дежурен персонал. За автоматско активирање мора да се обезбеди сигурен извор на енергија.

4.3.2. Системи со средно тешка пена

Автоматските стабилни системи за гасење пожар со средно тешка пена се користат за гасење пожари во затворени простории и резервоари за складирање на запаливи течности.

Автоматските стабилни системи за гасење пожар со средно тешка пена работат на ист принцип и имаат иста конструкција како и автоматските стабилни системи за гасење пожар со тешка пена, но се разликуваат во млазниците за создавање пена, во потребната количина на пена и во потребното време на работа на системот.

Потребниот проток на вода мора да се обезбеди во траење од најмалку 60 минути.

4.3.3. Системи со лесна пена

Автоматските стабилни системи за гасење пожар со лесна пена се наменети за гасење пожари од сите видови материјали во затворени простории, подруми, хали, машински оддели, силоси, ладилници, канали, рудници, бродови, гаражи и шахтови.

При гасењето, лесната пена навлегува во релативно мали процепи и отвори, во кои често не може да се допре со воден млаз. Таа се движи во правец на надирување на свеж воздух кон центарот на пожарот, што значително го олеснува покривањето на површината која гори.

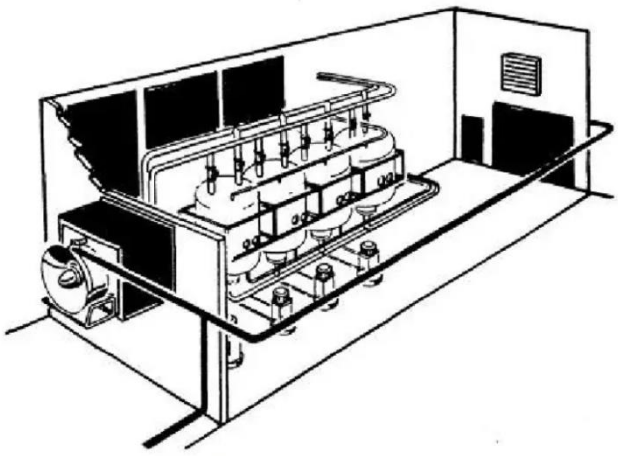
Предност на овој систем во однос на автоматските стабилни системи за гасење пожар со тешка и средно тешка пена е тоа што е потребна помала количина на вода и екстракт за пена, потребен е помал капацитет на пумпи, па затоа и системот како целина е значително поевтин.

Овој систем ги има истите делови како и системот со тешка пена, со таа разлика што наместо млазници се поставуваат генератори за пена.

Сместата создадена во противпожарната станица преку цевководите пристигнува до генераторите кои се поставени на надворешните ѕидови на просторијата, непосредно под плафонот. Преку нивната мрежеста конструкција вентилатор дува воздух, со што се создава лесната пена која навлегува во заштитениот простор. Лесната пена мора целосно да го исполни просторот во кој избил пожарот. Потребно е да се обезбеди пена да не истекува надвор од загрозениот простор.

Активирањето на автоматскиот стабилен систем за гасење пожар со лесна пена се врши автоматски преку автоматски уреди за откривање и дојава на пожар, со можност и за рачно активирање.

Пред активирањето на системот мора да се изврши звучно и светлосно предупредување за луѓето кои се наоѓаат во загрозениот простор, а системот мора да поседува уред за одложување на активирањето додека лицата безбедно не ја напуштат просторијата. Потоа мора да се исклучи електричната енергија и да се затворат сите врати, прозорци и други отвори, со цел да се спречи истекување на лесната пена надвор од загрозениот простор.



Слика 15: Автоматски стабилен систем за гасење пожар со лесна пена

4.4.СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ПРАВ

Стабилните уреди за гасење пожар со прав сè уште немаат широка примена во противпожарната заштита како што имаат вода, пена или CO_2 гасот. Причината за тоа

најчесто се економски причини, но може да се претпостави дека постои и недоволно техничко искуство во планирањето и проектирањето. Иако не мора да е така, затоа што денес и кај нас се проектираат противпожарни возила со голем капацитет на прав, чии уреди и функции целосно одговараат на стабилните уреди. Единствено што се бара е автоматско гасење, но системот за активирање може да биде ист како кај CO_2 стабилните системи или други системи. Во таа смисла, може да се постави механички, пневматски или електричен систем за автоматско активирање.

Стабилниот уред за прав врши гасење на пожар во затворени простории, а под одредени услови и на ограничени надворешни површини.

Со оглед на широката можност за примена на правот, како и можноста со еден уред да се заштитат повеќе простории или објекти, овој вид стабилно гасење може да има голема примена. Иако непомичните млазници не овозможуваат директно насочување на млазот кон местото на пожарот, треба да се има предвид дека правот, ако се создаде облак, има тридимензионален ефект на гасење. Неговата ефикасност тогаш доаѓа до израз, особено при гасење на запаливи течности и гасови, како површински, така и во запреминско гасење.

Како и кај апаратите и возилата за гасење пожар со прав, принципот на работа е во тоа што правот од резервоарот, со погонска енергија на гас, се исфрла на местото на пожарот.

На горниот дел од просторијата се поставени температурни елементи кои се дел од челично јаже. При појава на пожар и достигнување одредена температура, температурните елементи се раздвојуваат и ја прекинуваат врската на челичното јаже, кое на едниот крај е прицврстено за ѕид, а на другиот има закачен тег. Тежината на тегот е доволна за да се пробие мембраната на вентилот на командната боца. Со тоа механичката команда преминува во пневматска.

Погонската енергија на CO_2 од командната боца преку цевковод под висок притисок ќе изврши две командни функции:

- ќе ги отпушти теговите на командниот ормар, кои со својата тежина ќе ја пробијат мембраната на вентилите на челичните боци, по што погонскиот гас ќе навлезе во резервоарот со прав;
- паралелно со тоа, погонскиот гас преку автоматскиот вентил и пневматскиот цилиндар ќе изврши отворање на главниот вентил.

Со рачна рачка се врши испирање на инсталацијата. На разводникот за секој вентил или просторија обично е поставен и еден електричен прекинувач. Тој има задача да даде звучен сигнал, да исклучи вентилатор, климатизација или друга погонска машина.

Погонскиот гас од челичните боци влегува во резервоарот, го раздвижува и потиснува правот низ цевководите, преку разводникот до млазниците во просторијата каде што избил пожар. Преку друг крак на цевководот под висок притисок и неповратен вентил се поврзува и пневматска сирена, која дава звучен сигнал дека уредот е активиран.

4.5. СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО CO_2

Стабилните уреди за гасење со CO_2 претставуваат противпожарни инсталации за запреминско – тридимензионално гасење со јаглерод диоксид. CO_2 гасот преку поставени млазници во просторијата или над објектот се доведува директно до местото на пожар. Во просторот се создава концентрација на CO_2 гас, и кога оваа концентрација ќе биде доволно висока за да ја намали количината на кислород во воздухот под границата потребна за процесот на горење, пожарот се гаси. Слично се случува и кога се штити сам објект – бидејќи CO_2 е потежок од воздухот, тој паѓа надолу и создава потребна концентрација во долните слоеви на просторијата.

Стабилните противпожарни уреди за гасење со CO_2, покрај уредите за вода и пена, се најмногу застапени во противпожарната заштита. Затоа развојот на оваа техника – особено кај стабилните системи – е најдалеку развиен. Постојат повеќе технички решенија како основни типови, а во деталите има голем број варијации.

Активирањето може да биде: рачно, полуавтоматско далечинско и автоматско. Кај автоматските системи мора да постои можност и за рачно активирање – и тоа на две

различни места. Стабилниот уред мора задолжително да има сигнализација за пожар, а кај автоматските системи со активирањето може да се вклучат и други неопходни команди кои ќе го запрат технолошкиот производен процес. Покрај задолжителното исклучување на вентилатори, климатизација, затворање врати и сл., може автоматски да се исклучи погонска машина, дел од производството, или да се изврши блокада на одредени објекти и машини.

Сигнализацијата за пожар – звучна и светлосна – служи за алармирање. Тоа значи дека сигналот за појава на пожар мора да биде изведен од просторијата каде што избил пожар до дежурната противпожарна служба, техничкото раководство и надворешната пожарна единица. Сето ова мора да биде автоматизирано и проектантите мора да го земат предвид согласно специфичните услови и локацијата.

Поделата на стабилните уреди се врши според начинот на активирање и начинот на пренос на командите, и е следна:

- рачен систем
- механички систем
- механичко–пневматски систем
- механичко–електричен систем
- електрично–електричен систем

Првиот систем е рачен, а останатите четири се автоматски.

Термините „механички“ и „електричен“ во првиот дел од ознаката се однесуваат на начинот на активирање на основниот елемент (на пример, температурен топлив елемент – или ампула), а термините „пневматски“ и „електричен“ во вториот дел се однесуваат на начинот на пренос на командата.

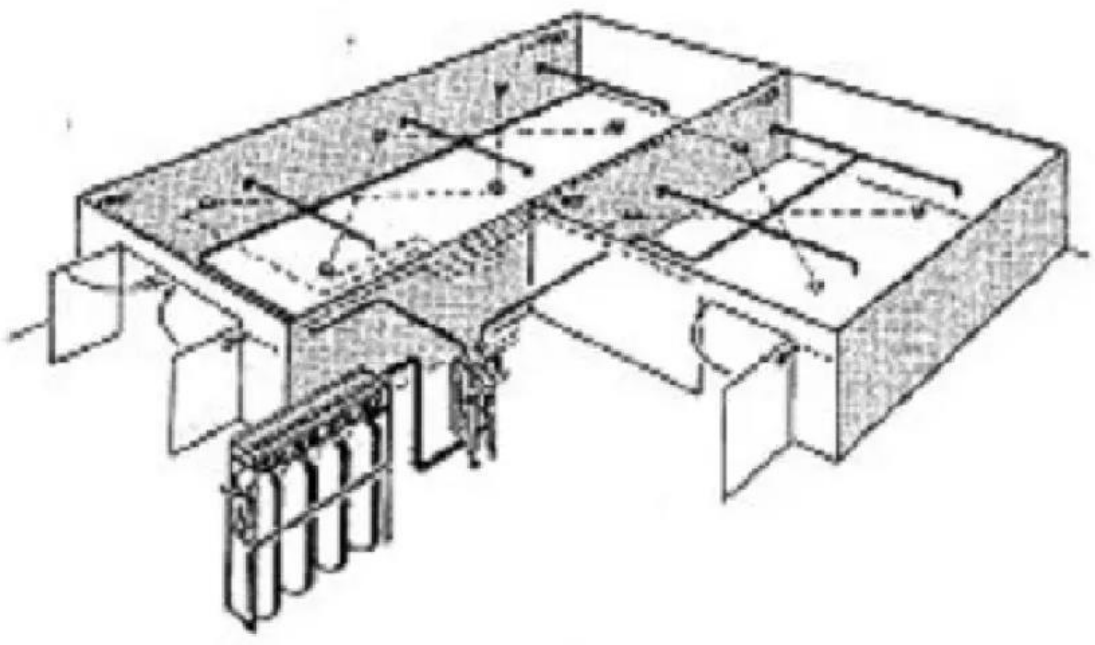
При покачена температура, топливите елементи или стаклените ампули ја прекинуваат врската на челичното јаже. На тој начин се ослободува тег кој со својата тежина ја пробива мембраната на командната боца за автоматско активирање. Со тоа механичкото активирање преминува во пневматско. Погонската енергија на CO_2 гасот од командната боца треба да изврши две командни функции – активирање на батеријата

боци и отворање на вентилот кон просторијата каде што има пожар. Оваа команда се пренесува преку цевковод под висок притисок до разводникот.

Преку пневматски активатор се ослободува тег на разводникот, кој го отвора вентилот и активира електричен прекинувач. Тој има задача да ја вклучи сирената 30 секунди пред почетокот на истекување на CO_2. Од разводникот заедничкиот вод под висок притисок оди до батеријата боци.

Преку друг пневматски активатор се ослободуваат теговите на батеријата, но активирањето не се случува веднаш – пневматски цилиндар со систем полуги го одложува отпуштањето на тегот минимум 30 секунди. Потоа теговите со својата тежина (или со слична механичка конструкција) ја пробиваат мембраната на вентилот. CO_2 гасот преку колекторот, разводникот и млазниците оди во просторијата каде што избил пожар.

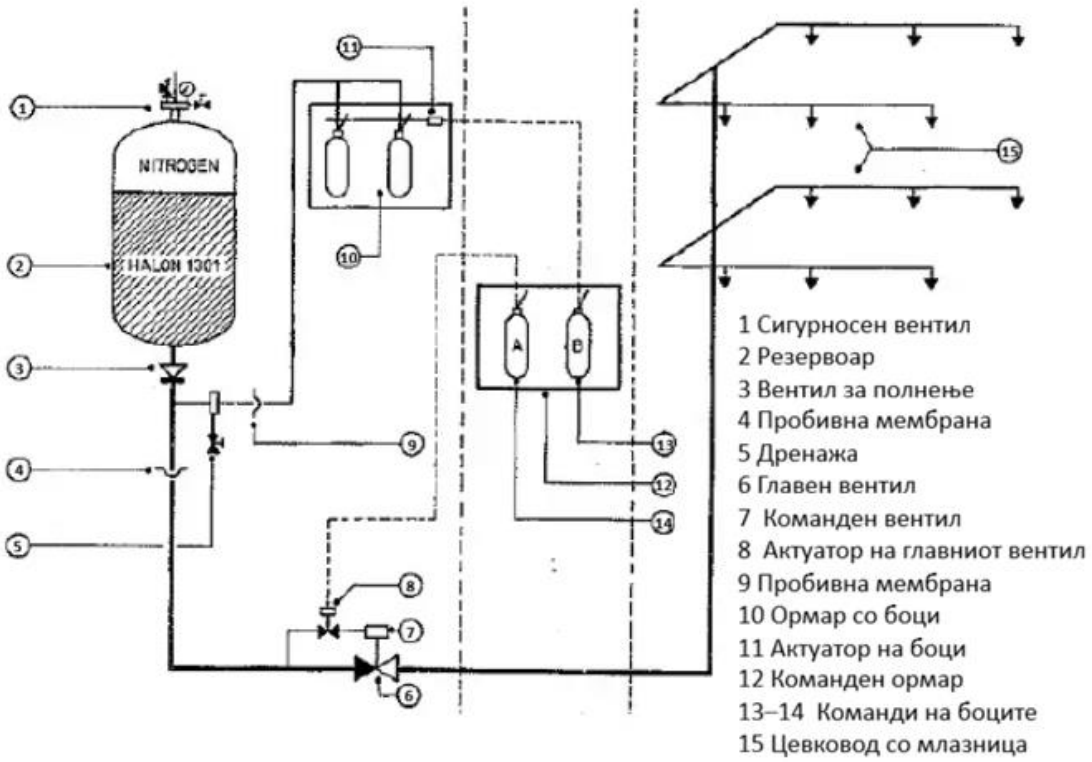
На главната линија под висок притисок обично се поврзува и пневматска сирена (покрај електричната), која известува за правилно функционирање на уредот – и затоа по звук се разликува од електричната.



Слика 16: Шема на систем за гасење на пожар со CO_2

4.6.СТАБИЛНА ИНСТАЛАЦИЈА ЗА ГАСЕЊЕ ПОЖАР СО ХАЛОН

Стабилните уреди за гаснење со халон се користат во затворени простории, кај електронски уреди (со халон или со некое друго чисто хемиско средство), како и во затворени простории каде евакуацијата на луѓе е отежната или невозможна (авион, брод, подморница, тенк). Концентрацијата на халон која е доволна за гасење не е опасна за здравјето на луѓето. Стабилните уреди со халон своја примена ја имаат и таму каде што количината на средство за гасење и техничките својства, како и тежината, имаат значење. Поради малата количина на халон која може да го постигне истиот ефект што би морал да се постигне со многу поголеми количини од друго средство, халонот има предност.



Слика 17: Стабилен систем со халон 1301 со рачно активирање

Халоните 1301 и 1211 беа многу застапени во противпожарната заштита и практично беа незаменливи во гасење пожари на различни објекти. Ова особено се однесува на халон 1301, кој се користеше во затворени простори каде престојуваат луѓе,

кај заштита на скапа опрема и големи вредности. Тродимензионалниот ефект на гасење, со запреминска концентрација до 5%, го правеше еден од најприфатливите системи за заштита од пожар. Халон 1211 исто така имаше голема примена како средство за мобилно гасење (рачен апарат) и заштита на објекти.

Монтреалскиот протокол практично ја оневозможи примената на халон 1301, 1211 и 2402, но не дојде до потполно укинување на нивната употреба. Особено халон 1301, затоа што постојат исклучителни случаи каде овој халон уште многу години ќе мора да се применува. Ова се однесува пред сè на затворени простори каде престојуваат луѓе, како што се бродови, подморници, тенкови и слични објекти. Дополнително постојат резерви на халон, а неговата примена за исклучителни случаи кои се дозволени претставува дел од бизнис политиките на производителите на противпожарна опрема.

4.7.ПИРОТЕХНИЧКИ ГЕНЕРИРАНИ АЕРОСОЛИ

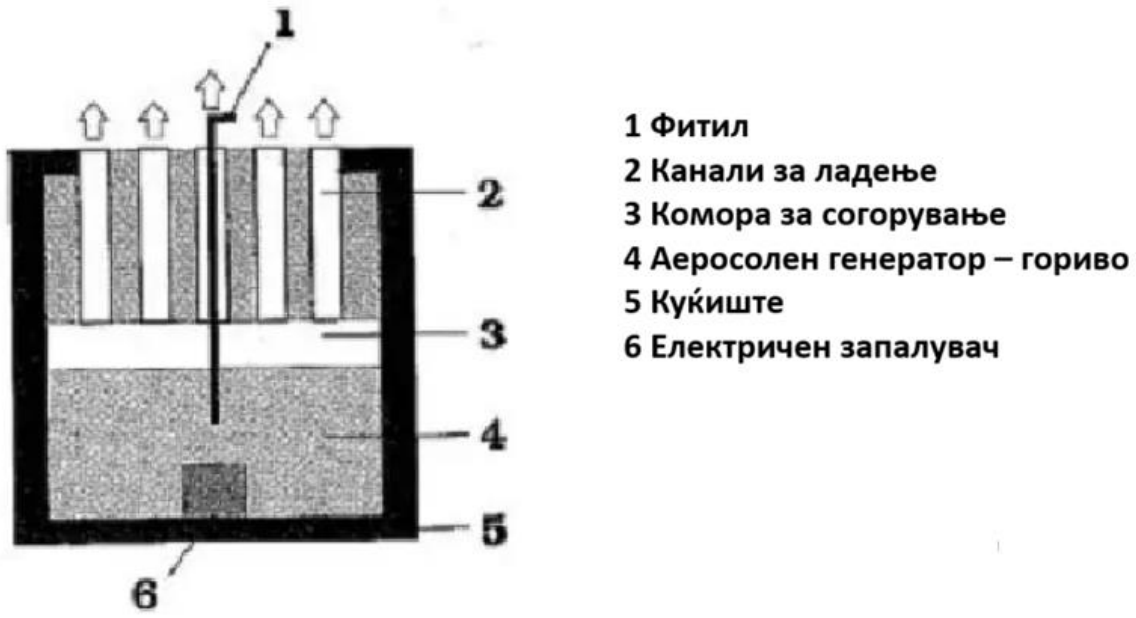
Последните години хемиската индустрија во светот направи значителни напори за развој на нови средства за гасење како замена за халоните 1301, 1211 и 2402, затоа што постоечките средства не можеа да го заменат ефектот на халонот. Ова беше неопходно, бидејќи со престанокот на употреба на халоните, противпожарната заштита стана значително помалку ефикасна. Во таа насока се постигнаа резултати и се развија нови хемиски средства како замена за халоните. Во Америка повеќе хемиски корпорации развија седум нови средства под заедничкиот назив „чисти средства за гасење пожар“.

Најновото средство за гасење пожар е развиено во Русија под називот „аеросоли“. Според техничките информации и демонстрации на гасење, веднаш може да се заклучи за големата способност на гасење на ова средство. Покрај тоа, начинот и методата на гасење се разликува од начинот на гасење со сите досега познати средства. Станува збор за нов пристап во гасење пожари, со што ова средство може да донесе целосно нови методи за борба против пожар. Средството, изфрлено со енергија од согорување на ракетно гориво, се исфрла директно кон пожарот.

Новото средство за гасење е цврста материја која при гасење треба да се запали. Со енергијата на излезните гасови се исфрлаат мали материјални честички во излезниот гас. Честичките се со микроскопски димензии, со што се постигнува висока дисперзија.

Оваа дисперзија по излегување на гасот се задржува во воздухот како запреминска концентрација во просторот. При насочување на млазот аеросол директно кон пожарот, честичките доаѓаат во непосреден контакт со пламенот. Огромната способност за гасење на аеросолот веднаш го елиминира пламенот, а за неколку секунди и самиот извор на пожар. Во споредба со досега најефикасните средства за гасење како што се халоните, аеросолот покажува повеќекратно поголема ефикасност на гасење.

Механизмот на гасење со аеросоли е хемиски процес, како и кај халоните. Во споредба со другите средства за гасење пожари, способноста за гасење на аеросолите е импресивна. Ова е возможно поради хемискиот процес на гасење кој може да даде такви ефекти. Овие процеси припаѓаат на антикаталитички ефекти во хемијата, наречени инхибиција.



Слика 18: Шема на аеросолен генератор

Бидејќи аеросолите ефективно ги гасат сите класи пожари, а имаат и способност за спречување експлозии, тие може да имаат најширока примена во противпожарната заштита. Засега не може целосно да се согледаат сите можности, но станува збор за апликации каде аеросолите во голем број случаи ќе претставуваат нов пристап кон гасење пожар — и кај стабилно вградени генератори MAG и MAG HP, и кај мобилни системи за гасење, преку аеросол гранати.

4.8.ИНЕРТНИ ГАСОВИ

Со Монтреалскиот протокол, во септември 1987 година, беше забрането производството и примената на халоните како средства за гасење пожар. Причината за забраната е тоа што халоните припаѓаат на хемиската група на фреони кои се одговорни за намалување на озонската обвивка на Земјата. Бидејќи халоните имаа широка примена во противпожарната заштита, особено халон 1301 кај стабилните автоматски системи, со нивната забрана многу објекти останаа без адекватна заштита. Ова се случи затоа што за халоните во тој период не постоеше соодветна замена.

Беше потребен период од повеќе години за производителите на хемиски средства да развијат средства кои би можеле да ги заменат халоните. Од тие нови хемиски средства, покрај способноста за гасење, се бараа и дополнителни карактеристики — пред сè да не влијаат врз озонската обвивка, да бидат нетоксични и безопасни за материјалите. Новите средства мораа да добијат атести од надлежни лаборатории и усогласување со барањата за квалитет ISO 9002.

По повеќегодишни испитувања и добивање на соодветни атести, новите средства за гасење — алтернативни замени за халоните 1301, 1211 и 2402 (а во одредени случаи и за CO_2 гасот и за водата) — добија правна валидност и стандарди преку NFPA 2001 (NFPA – National Fire Protection Association), односно неговиот технички документ F93TCD.

„Чистите средства“ се применуваат за заштита на затворени простории. Станува збор за стабилни, по правило автоматски системи. Методата на гасење се состои во постигнување на определена запреминска концентрација на чистото средство во просторот — концентрација која го гаси пожарот.

Стабилните системи со чисти средства се применуваат кај заштита на објекти во затворени простори. Инсталациите за гасење со овие средства имаат ист концепт како инсталациите за гасење со халон и се состојат од:

- дел за детекција (детектори, лесно топливи елементи итн.)
- инсталации за поврзување со ПП централа (или команден ормар)

- станица (со боци, сабирници, секторски вентили, вентили, тегови и други машински компоненти)
- цевоводна мрежа со млазници.

II. МЕТОДОЛОШКИ ДЕЛ

5. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Појавата на истражувањето произлегува од сè поочигледната потреба за подобра подготовка на вработените и поквалитетни системи за заштита од пожари на работните

места. Современите организации, без разлика на дејноста, се соочуваат со ризици кои можат да доведат до сериозни материјални штети, повреди или загуба на човечки животи. Пожарите претставуваат една од најчестите и најопасни закани на работното место, а нивната појава е тешко предвидлива и често поврзана со човечки фактор, неисправна опрема или недоволно одржување на безбедносните системи.[40]

Во голем број компании, безбедносната култура сè уште е на ниско ниво, а присутни се проблеми како недоволно познавање на евакуационите патеки, необученост во ракување со противпожарна опрема, и недоволна свесност за тоа како функционира системот за дојава и автоматско гаснење. [41] Овие состојби се потврдени и во бројни истражувања во европски рамки, каде што се укажува дека најголем број инциденти се случуваат токму во работни средини каде што не постои континуирана обука или каде системите за заштита од пожар не се редовно одржувани.

Потребата за ова истражување произлегува и од фактот што во голем дел од организациите фокусот е ставен на техничката опрема (апарати, хидранти, системи за гаснење), додека човечкиот фактор — односно знаењето, подготвеноста и самодовербата на вработените — често е запоставен. Човечкиот фактор, според повеќе автори, претставува најкритичниот елемент во успешното спречување и контролирање на пожар, бидејќи дури и најсовремените автоматски системи не се доволни ако вработените не знаат како да реагираат или се двоумат да постапат.[42]

Дополнително, на национално ниво кај нас ретко се прават анализи кои на едно место ќе го поврзат постоењето и функционалноста на системите за дојава, системите за гаснење, одржувањето на опремата и обуката на вработените — со нивната субјективна подготвеност и самодоверба во случај на пожар. Токму оваа празнина ја мотивира потребата за спроведување вакво истражување.

Анкетниот прашалник кој беше користен овозможува да се добие подетална слика за тоа како вработените ја перципираат сопствената подготвеност, дали сметаат дека опремата е функционална, дали имаат доверба во системите за дојава, како и дали редовните обуки и практичните вежби влијаат на нивната сигурност. Дополнително,

[40] https://iosh.com/news-and-opinion/8-common-causes-of-workplace-fires?utm_source=chatgpt.com
[41] Европска агенција за безбедност и здравје при работа, „Workplace Safety Culture and Fire Safety“, 2022
[42] Smith, J., & Brown, L., Human Factors in Fire Safety Management, Safety Science, 2021

преку самите одговори се забележува одреден јаз меѓу фактичката состојба и знаењето на вработените.

Со истражувањето се детектираат и несоодветности во одржувањето на опремата — дел од испитаниците тврдат дека опремата никогаш не е одржувана или дека не се сигурни во нејзината исправност. Ова е особено важно бидејќи неисправната опрема за гаснење е еднакво опасна како и непостоечка опрема.

Во пракса се познати бројни случаи каде пожарите се проширile поради нефункционален систем за дојава или недостатоци во опремата на работното место. На пример, голем пожар избувна во фабрика за бои и лакови во Шид, Србија, каде работниците беа евакуирани, а причинета е значителна материјална штета[43]. Исто така можеш да наведеш други, како: „Во Хрватска, силен пожар во објект на компанијата CIAK кај Забок предизвика ангажирање на над 60 пожарникари и предупредување до населението за потенцијална опасност поради запаливи материјали.[44]

Со оглед на овие ризици и зачестените примери на недоволна подготвеност, овој труд има за цел да утврди:

- дали постоењето и одржувањето на системите за дојава влијаат врз чувството на подготвеност;
- дали системите за автоматско гаснење и опремата навистина ја зголемуваат самодовербата на вработените;
- дали обуките и практичните вежби имаат директен ефект врз подобрување на безбедносната култура;
- и дали вработените знаат како да реагираат, каде се наоѓа опремата и како функционира процесот на евакуација.

Резултатите од истражувањето имаат практична корист: тие можат да им помогнат на организациите во подобрување на интерните планови за заштита од пожар, подобра едукација на работниците, корекција на слабостите во системите, и зголемување на општото ниво на безбедност.

[43] https://tocka.com.mk/vesti/485072/video-golem-pozar-vo-fabrika-za-boi-i-lakovi-vo-srbija-rabotnicite-se-evakuirani-a-po-eden-se-traga
[44] https://24.mk/details/golem-pozhar-vo-objekt-na-kompanijata-ciak-vo-khrvatska

Со ова, истражувањето претставува реален придонес кон развивање на поефективни и посигурни политики за безбедност при работа, конкретно насочени кон управување со ризици од пожари.

Предмет на ова истражување е да се утврди степенот на подготвеност на работните места за справување со пожари, односно колку развиени и функционални се системите за дојава на пожар, системите за автоматско гаснење, како и пристапноста и исправноста на противпожарната опрема. Дополнително, истражувањето се фокусира на нивото на обука и свесност кај вработените, односно на нивното знаење и самодоверба при евентуален пожар. Главниот интерес е да се согледа како организациите ја интегрираат техничката и човечката компонента на пожарната безбедност и дали постои реална функционална синергија меѓу овие два аспекти.

Во рамките на предметот на истражување се опфатени повеќе сегменти. Прво, се анализира постоењето на технички системи за заштита од пожар, како што се детектори за чад, топлина или пламен, централизирани системи за дојава и аларми, автоматски системи за гаснење (спринклери, CO_2, FM-200 и други), како и портативни апарати и хидранти. Второ, се разгледува нивното одржување и функционалност, односно дали системите се редовно тестирани, дали се обезбедени извештаи за одржување, и дали опремата е лесно достапна и правилно обележана.

Третиот сегмент опфаќа човечки фактор – степенот на свесност и подготвеност на вработените. Истражувањето се фокусира на тоа дали вработените знаат каде се наоѓа опремата за гаснење, дали се запознаени со патеките за евакуација, и дали учествувале во практични вежби за гаснење пожар или евакуација. Овој аспект е клучен, бидејќи дури и најсовремените технички системи не можат целосно да ја обезбедат безбедноста доколку човечкиот фактор е несигурен или недоволно обучен.

Истражувањето ги споредува техничките мерки со човечките фактори за да се утврди дали постои корелација помеѓу постоењето и функционалноста на системите за пожарна безбедност и самодовербата на вработените. На пример, се испитува дали редовното тестирање и одржување на системите директно влијае врз чувството на безбедност на работниците, и дали практичните обуки го зголемуваат нивното знаење и способност да реагираат во критични ситуации.

Предметот на истражување, исто така, ги вклучува и организациските аспекти на безбедноста, како што се воведувањето на формални процедури за проценка на ризик, систематско известување за евентуални недостатоци и непречена комуникација за безбедносни прашања. Во тој контекст, анализата не е ограничена само на постоење на опрема, туку опфаќа и квалитет на организациските политики и нивната имплементација.

Од методолошки аспект, предметот на истражување се реализира преку комбинација на квантитативни и квалитативни податоци, обезбедени преку анкетен прашалник, што овозможува да се добие прецизна слика за перцепцијата на вработените, како и реалната состојба на системите за заштита од пожар. Преку анализата на овие податоци се овозможува идентификација на слабостите и можностите за подобрување на пожарната безбедност, како на техничко, така и на организациско и човечко ниво.

Вкупно, предметот на истражување е фокусиран на компаративна анализа на техничките системи за заштита и човечкиот фактор, со цел да се утврди колку организациите се способни да одговорат на потенцијални ризици од пожар и да се обезбеди висок степен на безбедност на работните места. Ова истражување има практична и теоретска вредност, бидејќи резултатите ќе помогнат во дефинирање на препораки за подобрување на системите за заштита, едукација на вработените и развој на безбедносната култура во организациите.

6. ЦЕЛ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Целта на ова истражување е да се добие сеопфатна и детална слика за подготовката на работните места за справување со пожари, како од технички, така и од човечки аспект. Особено внимание се посветува на тоа дали системите за дојава и автоматско гаснење, како и пристапноста и исправноста на опремата, навистина се функционираат според пропишаните стандарди и дали вработените се свесни за нивната улога и начин на користење.

Истражувањето има за цел да утврди дали постоечките мерки за пожарна безбедност во организациите се ефективни и дали навистина придонесуваат за зголемување на безбедноста на работниците, или пак тие остануваат формално наведени во документи без практична имплементација. Овој аспект е особено важен, бидејќи постојат бројни

примери од пракса каде формалната поставеност на системите не корелира со нивната функционалност во реални услови.

Конкретно, целта на истражувањето е да се утврди:

- дали работните места имаат инсталирани системи за дојава на пожар и дали тие се редовно тестирани и одржувани;
- дали постои доволна и правилно одржувана опрема за гаснење (портабилни апарати, хидранти, системи за автоматско гаснење) и дали е лесно достапна за вработените;
- дали обуките и практичните вежби за справување со пожари се редовно спроведувани и дали придонесуваат за поголема подготвеност на вработените;
- дали постои корелација помеѓу техничката подготвеност и нивото на самодоверба на вработените во справувањето со евентуален пожар;
- како организациите ги применуваат постоечките препораки за безбедност и дали се спроведуваат контроли и извештаи за ефикасноста на системите.

Дополнително, истражувањето настојува да ги идентификува потенцијалните слабости и пропусти во организациските практики, како и можностите за подобрување на културата на безбедност. Со тоа, резултатите не само што ќе овозможат евалуација на постојните мерки, туку и ќе обезбедат основа за препораки кои можат да придонесат за:

- зголемување на свеста на вработените за ризиците од пожар;
- подобрување на пристапот до опремата и нејзината функционалност;
- развој на поефективни програми за обука и практични вежби;
- усогласување на техничките и човечките аспекти на пожарната безбедност, со цел постигнување високо ниво на интегрирана безбедносна култура во организациите.

На овој начин, целта на истражувањето е не само да се документира сегашната состојба на подготвеност на работните места, туку и да се обезбеди конкретна практична и теоретска корист. Резултатите од анализата ќе помогнат за креирање на препораки кои ќе можат да се имплементираат во организациските стратегии, со што ќе се намали ризикот од пожари и ќе се зголеми заштитата на животите и материјалните вредности.

7. КОРИСТЕНИ МЕТОДИ ВО ИСТРАЖУВАЊЕТО

За потребите на ова истражување беше изработен структуриран анкетен прашалник, кој претставува основен инструмент за прибирање податоци. Прашањата се конципирани со цел да обезбедат релевантни и веродостојни информации за состојбата на пожарната безбедност на работните места, како и за перцепцијата, знаењето и самодовербата на вработените при евентуален пожар.

Анкетниот прашалник е составен од повеќе тематски целини, логички поврзани со предметот, целите и хипотезите на истражувањето. Еден дел е насочен кон основните карактеристики на работното место и постоењето на технички системи за заштита од пожар, како што се системи за дојава на пожар, автоматски системи за гаснење, хидрантска мрежа и портативни апарати за гаснење. Исто така, се испитува дали овие системи се редовно одржувани и тестирани.

Друг сегмент се однесува на пристапноста и функционалноста на противпожарната опрема, со цел да се утврди дали опремата е лесно достапна, јасно обележана и дали вработените знаат каде точно се наоѓа. Дополнително, анкетата содржи дел кој се однесува на човечкиот фактор, односно на нивото на обука, свесност и подготвеност на вработените. Се испитува дали вработените имаат посетувано формални обуки за пожарна безбедност, дали учествувале во практични вежби за евакуација или гаснење пожар, и како ја оценуваат сопствената подготвеност за постапување во случај на пожар.

Посебен дел од прашалникот е посветен на субјективната проценка на испитаниците за нивното чувство на сигурност и самодоверба на работното место. Со овие прашања се овозможува споредба помеѓу реалната состојба на техничките системи и опремата и перцепцијата на вработените, што е клучно за тестирање на поставените хипотези. Претежно се користат затворени прашања за полесна систематизација и анализа на податоците, додека помал обем се користат полуотворени прашања за дополнителни појаснувања.

Дополнително, истражувањето беше спроведено преку онлајн анкетирање, што овозможи прибирање на податоци од вработени од различни градови и работни средини

на територијата на Република Северна Македонија. Ваквиот начин на спроведување овозможи поголема достапност и разновидност на испитаниците, како и поефикасно собирање на податоците, при што беше обезбедена анонимност и доброволно учество на сите анкетирани лица.

Истражувањето се заснова на квантитативен пристап, при што анкетата претставува основен метод за прибирање податоци од поголем број испитаници од различни работни места. Овој пристап овозможува да се добие пообјективна слика за состојбата на пожарната безбедност, како и за перцепцијата и знаењето на вработените.

За обработка на податоците се применети следниве методи:

- Метод на дескриптивна анализа – добиените одговори се систематизираат во табели и се дава опис на секоја категорија.
- Метод на споредбена анализа – се споредуваат одговорите меѓу различни групи (на пример, вработени со и без обука, со и без инсталирани системи) за да се идентификуваат можни разлики.
- Текстуално тестирање на хипотези – хипотезите се анализираат преку логичка обработка на одговорите, со цел да се утврди дали резултатите го поддржуваат или побиваат она што е наведено во главната хипотеза и подхипотезите.

Со ваквата структура и методолошки пристап, истражувањето овозможува целосен увид во техничките и човечките аспекти на пожарната безбедност на работните места. Притоа се обезбедува јасен и фокусиран пристап, кој овозможува објективна анализа и точна проверка на поставените хипотези.

8. ХИПОТЕТИЧКА РАМКА

Главна хипотеза: Подготвеноста на работните места за справување со пожари зависи од интегрираната примена на техничките системи, пристапноста и одржувањето на опремата, како и од степенот на обука и свесност на вработените.

Подхипотеза 1: Работните места кои располагаат со инсталирани и редовно одржувани системи за дојава и автоматско гаснење имаат повисоко ниво на техничка подготвеност за справување со пожари.

Подхипотеза 2: Лесниот пристап до портативни апарати за гаснење и хидранти и нивната јасна обележаност влијаат врз сигурноста и самодовербата на вработените при справување со пожари.

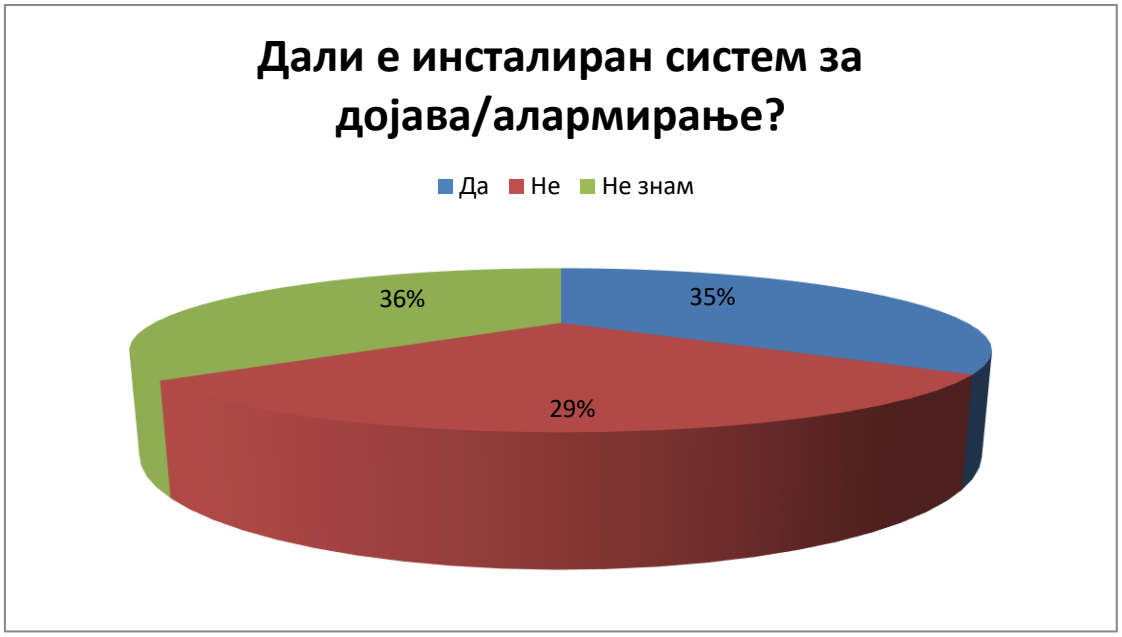
Подхипотеза 3: Редовните формални обуки и практични вежби за пожарна безбедност ја зголемуваат подготвеноста и свесноста на вработените за справување со пожари.

III. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ

9. АНАЛИЗА НА ДОБИЕНИТЕ ОДГОВОРИ ОД АНКЕТНИОТ ПРАШАЛНИК

Табела 1 – Прашање бр.1: Дали е инсталиран систем за дојава/алармирање?	
Одговор	**Број**

Да	33
Не	28
Не знам	34



Според резултатите, може да се забележи дека вработените имаат различни сознанија за тоа дали во нивната компанија е инсталиран систем за дојава на пожар. Интересно е што најголем дел од испитаниците одговориле „Не знам“, што укажува дека системи можеби постојат, но вработените не се доволно запознаени со нивното постоење, локација или начин на работа. Ова може да значи дека организациите не ги информираат доволно своите вработени за важни безбедносни елементи, или пак дека системите не се јасно видливи и не привлекуваат внимание. Само една третина потврдиле дека има систем, што сугерира дека не сите работни простори се опремени или дека опремата не е функционирано претставена. Високиот број на одговори „Не“ укажува дека дел од работодавачите можеби воопшто немаат инвестирано во вакви системи, што е сериозен ризик за пожарна безбедност.

Табела 2 – Прашање бр.2: Дали системот за дојава е редовно тестиран/одржуван?	
Одговор	**Број**
Да, редовно	22
Понекогаш	11
Никогаш	5

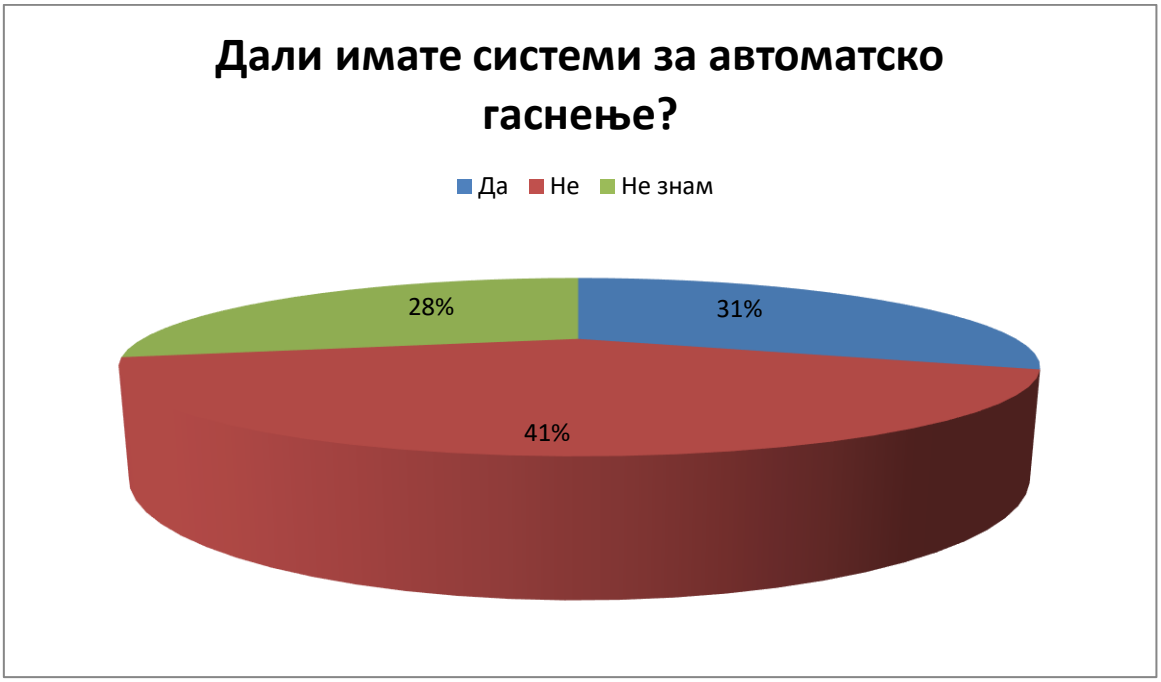
Не знам	57



Одговорите покажуваат дека голем број од вработените (57 лица) не знаат дали системот редовно се проверува, што е јасен знак дека тестирањето, доколку се врши, не е транспарентно или не се спроведува на начин што ќе биде забележлив за вработените. Недоволната информираност може да создаде лажно чувство на сигурност и да доведе до паника во реална ситуација. Само мал дел одговориле дека системите редовно се тестваат, што е многу ниско ниво на одржување за една ваква критична опрема. Ова укажува на можни организациски слабости, недостиг на буџет, или занемарување на законските обврски. Одреден број лица одговориле дека никогаш не се тестиран, што дополнително го засилува впечатокот дека пожарната безбедност не е приоритет во дел од компаниите.

Табела 3 – Прашање бр.3: Дали имате системи за автоматско гаснење?	
Одговор	**Број**
Да	29
Не	39

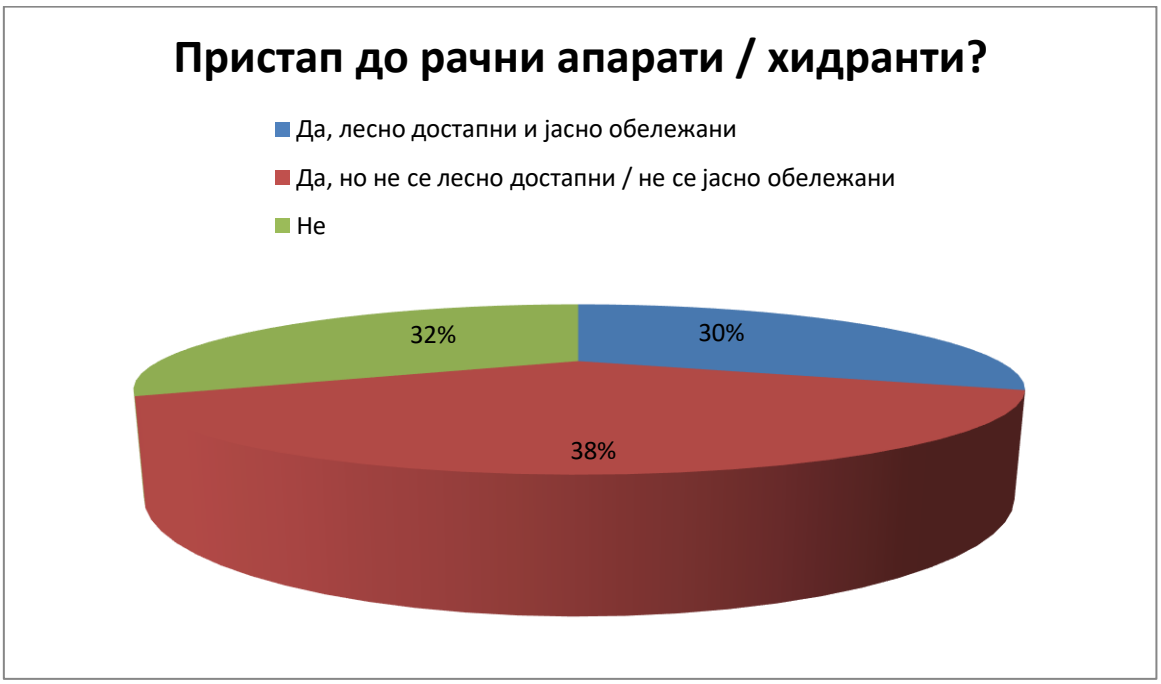
Не знам	27



Резултатите укажуваат дека системите за автоматско гаснење не се многу чести. Значаен број испитаници одговориле „Не“, што значи дека многу работни средини немаат напредни системи за реакција на пожар. Она што исто така загрижува е високиот број на лица кои одговориле „Не знам“. Ова значи дека автоматските системи или не постојат, или се поставени така што не се видливи за работниците. Можно е и дека организациите не прават доволно напори да ги информираат вработените за тоа каква противпожарна опрема постои. Иако има група која потврдила дека такви системи има, тие не се доминантни. Ова укажува дека повеќето компании се потпираат на основни средства, наместо на модерни автоматизирани решенија кои реагираат побрзо и поефикасно.

Табела 4 – Прашање бр.4: Пристап до рачни апарати / хидранти?	
Одговор	**Број**
Да, лесно достапни и јасно обележани	29

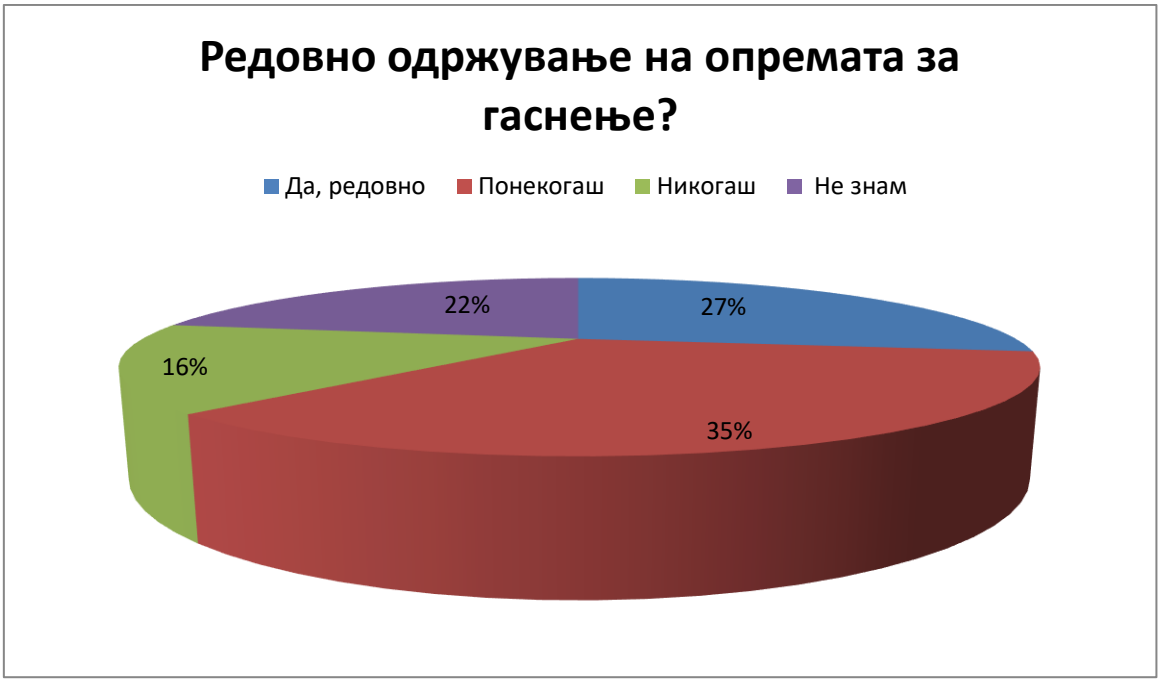
Да, но не се лесно достапни / не се јасно обележани	36
Не	30



Одговорите покажуваат дека рачните апарати за гаснење и хидрантите генерално постојат, но нивната достапност и обележаност се проблем. Најголемиот број одговори доаѓаат од лица кои велат дека опремата не е доволно лесно достапна или не е јасно обележана. Ова е значајно, бидејќи во ситуација на пожар секоја секунда е критична и недостапната опрема може да значи поголема штета или повреда. Забележливо е дека релативно мал дел работат во компании каде опремата е идеално поставена и обележана. Дополнително, постои група која целосно нема пристап, што укажува на сериозни пропусти во системот на безбедност. Ова говори дека, иако компаниите инвестираат во опрема, често не водат доволно грижа за нејзината поставеност и достапност.

Табела 5 – Прашање бр.5: Редовно одржување на опремата за гаснење?	
Одговор	**Број**
Да, редовно	26

Понекогаш	33
Никогаш	15
Не знам	21



Одговорите се прилично разновидни, но оној што најмногу се истакнува е „Понекогаш“, што укажува дека одржувањето не се спроведува систематски и по распоред. Големиот број вработени кои не знаат дали опремата се одржува покажува дека информациите не стигнуваат до нив или дека одржувањето се прави само формално. Мал број ја потврдиле редовноста, што значи дека само дел од организациите навистина ги исполнуваат законските процедури. Нередовното одржување може да доведе до нефункционална опрема во критичен момент, што претставува сериозна закана за безбедноста на работниците и објектите. Ова укажува на потреба од подобри интерни процедури и зголемена контрола.

Табела 6 – Прашање бр.6: Обука последните 2 години?	
Одговор	**Број**

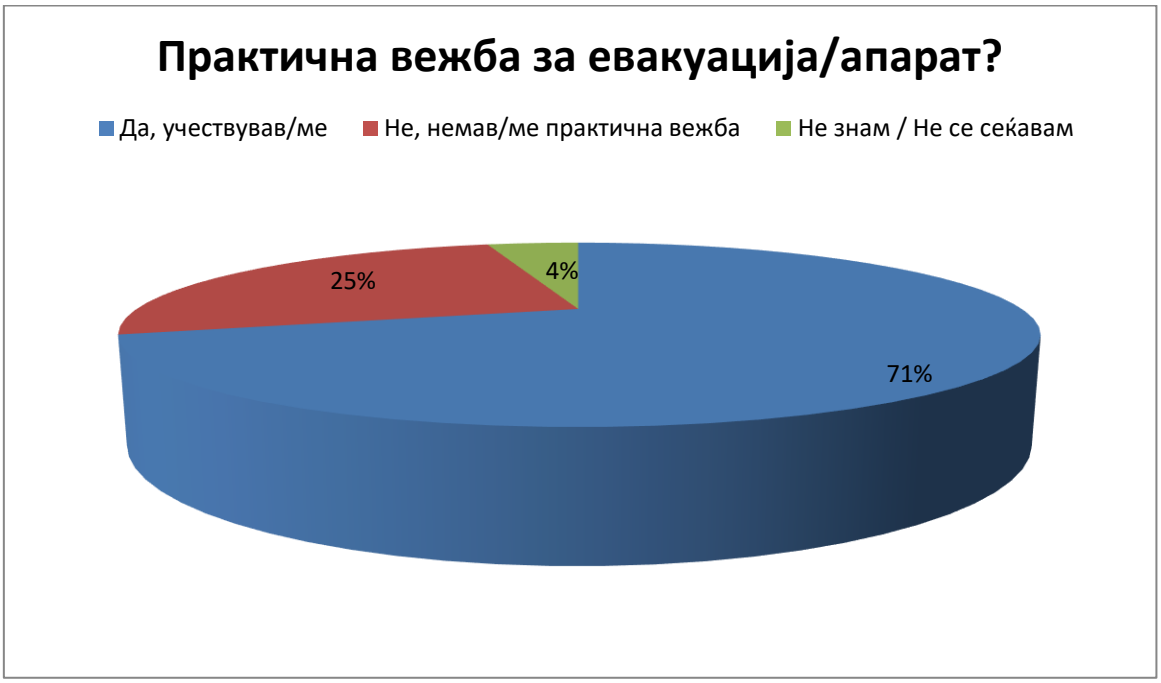
Да — практична + теоретска	17
Да — само практична	38
Да — само теоретска	16
Не	24



Резултатите покажуваат дека обуките постојат, но нивниот формат значително варира. Најмногу испитаници имале само практична обука, што е добро, но покажува дека компаниите повеќе се фокусираат на кратки демонстрации отколку на сеопфатни програми. Комбинираната обука, која е најквалитетна, ја имале најмал број испитаници. Интересно е што има и лица со само теоретска обука, што може да значи дека некои компании ги третираат обуките повеќе како формалност. Присуството на лица без никаква обука е загрижувачко бидејќи покажува дека дел од работодавачите не ги исполнуваат законските обврски. Ова сугерира нееднаквост во пристапот кон безбедност меѓу различни организации.

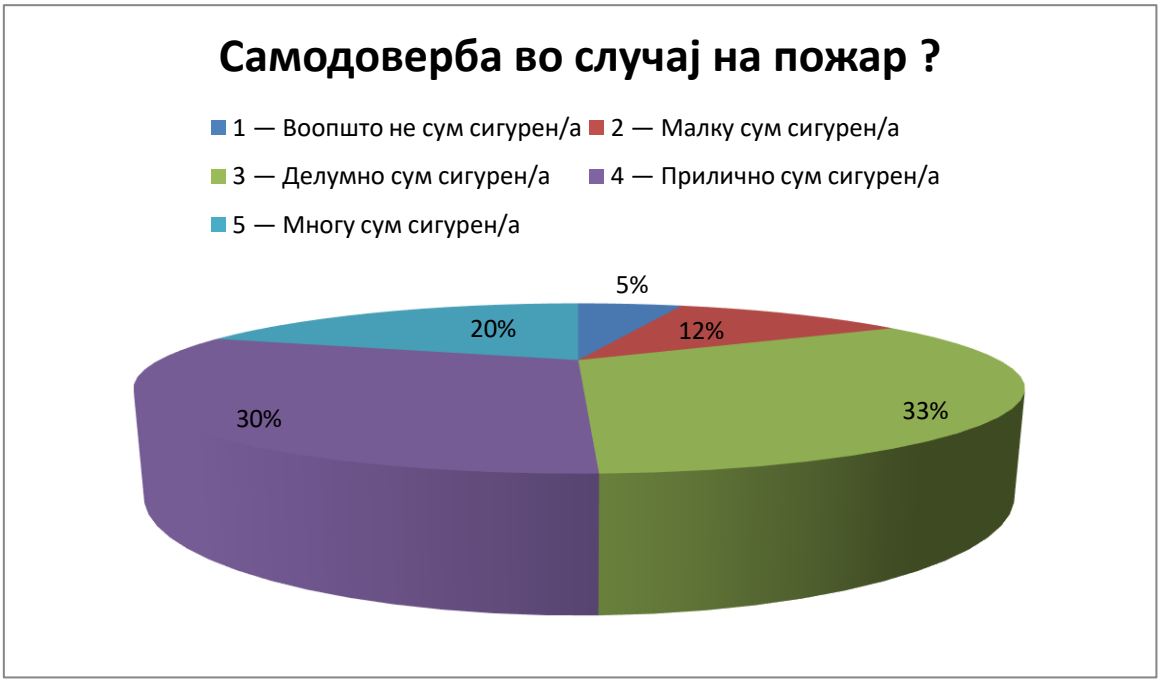
Табела 7 – Прашање бр.7: Практична вежба за евакуација/апарат?

Одговор	Број
Да, учествував/ме	67
Не, немав/ме практична вежба	24
Не знам / Не се сеќавам	4



Поголемиот број испитаници (67) учествувале во практична вежба, што е позитивен резултат и укажува дека дел од компаниите сериозно ја сфаќаат пожарната безбедност. Сепак, постојат и организации кои воопшто не организираат вакви вежби. Вежбите се клучни за навремена и правилна реакција во случај на пожар, и нивното отсуство може да доведе до хаос во критични ситуации. Мал дел одговориле дека не се сеќаваат, што покажува дека вежбите, доколку се одржани, можеби не биле доволно добро организирани или не оставиле силен впечаток. Ова укажува дека континуираните и реалистични практични вежби се неопходни.

Табела 8 – Прашање бр.8: Самодоверба во случај на пожар (Скала 1–5)	
Одговор	**Број**
1 — Воопшто не сум сигурен/а	5
2 — Малку сум сигурен/а	11
3 — Делумно сум сигурен/а	31
4 — Прилично сум сигурен/а	29
5 — Многу сум сигурен/а	19



Одговорите покажуваат умерено ниво на самодоверба кај вработените. Најзначаен дел се на средината (3 и 4), што значи дека луѓето имаат основни познавања, но чувствуваат дека не се целосно подготвени. Само 19 лица се многу сигурни, што е релативно мал број, а причината најверојатно е недоволно практична обука или ретко користење на опремата. Од друга страна, има и лица кои воопшто не се сигурни, што може да биде последица на недостиг на информации, обуки или страв од опремата. Ова укажува дека би било корисно да се организираат дополнителни тренинзи за да се зголеми самодовербата и способноста за реакција.

Табела 9 – Прашање бр.9: Патеките за евакуација	
Одговор	**Број**
Да, целосно јасно и слободно	49
Делумно	23
Не	14
Не знам	9



Поголемиот дел од испитаниците сметаат дека патеките за евакуација се јасно означени и слободни, што е позитивен показател. Сепак, не треба да се занемари бројот на оние кои велат дека патеките се само делумно слободни или воопшто не се. Ова укажува на тоа дека дел од компаниите не внимаваат доволно на правилното одржување на евакуациските рути, кои не треба да бидат блокирани во ниту еден момент. Вработените кои одговориле „Не знам“ можеби не ги користат честопати овие делови од објектот или не се доволно информирани. Ова покажува дека иако ситуацијата генерално е добра, има простор за подобрување во делот на визуелноста и редовната инспекција на излезите.

Табела 10 – Прашање бр.10: Процена на ризик	
Одговор	**Број**
Да, постои и сум запознаен/а	16
Да, постои но не сум запознаен/а	23
Не	7
Не знам	49



Резултатите за ова прашање се најзагрижувачки, бидејќи најголемиот дел од испитаниците не знаат дали нивната организација има изготвено процена на ризик од пожар. Ова значи дека работодавачите или не ја споделуваат оваа информација со вработените, или не ја истакнуваат доволно во работната средина. Мал број испитаници се навистина запознаени со документот, што покажува дека само одредени компании ја посветуваат потребната грижа на оваа законска обврска. Оние кои одговориле „Не“ дополнително укажуваат дека дел од организациите можеби воопшто немаат процена, што претставува сериозен пропуст. Овој резултат сугерира потреба од транспарентност, редовни обуки и поголема вклученост на вработените во процесот на безбедност.

10.ДОКАЖУВАЊЕ НА ХИПОТЕЗИТЕ

- **Тестирање на подхипотеза 1**

Подхипотеза 1: *Работните места кои располагаат со инсталирани и редовно одржувани системи за дојава и автоматско гаснење имаат повисоко ниво на техничка подготвеност за справување со пожари.*

За тестирање на оваа подхипотеза беа анализирани одговорите на прашањата поврзани со постоењето, одржувањето и функционалноста на системите за дојава и опремата за автоматско гаснење.

Прашање бр.1 – Дали е инсталиран систем за дојава/алармирање?

Одговорите покажуваат дека 33 испитаници одговориле „Да“, 28 „Не“, а 34 „Не знам“. Ова укажува на тоа дека помалку од половина од вработените се сигурни дека нивното работно место располага со инсталиран систем за дојава, што укажува на значителен јаз во информираноста за техничката подготвеност.

Прашање бр. 2 – Дали системот за дојава е редовно тестиран/одржуван?

Само 22 испитаници потврдиле дека системот се одржува редовно, 11 одговориле „Понекогаш“, додека 5 тврдат „Никогаш“, а 57 испитаници не знаат. Ова покажува дека поголем дел од работните места немаат сигурна практика за редовно одржување на системот, што сериозно го намалува нивото на техничка подготвеност.

Прашање бр. 3 – Дали имате системи за автоматско гаснење?

Одговорите покажуваат дека 29 испитаници имаат системи за автоматско гаснење, 39 немаат, а 27 не се сигурни. Ова дополнително ја потврдува ограничената достапност на клучните технички системи на работните места.

Прашање бр. 5 – Редовно одржување на опремата за гаснење?

Само 26 испитаници потврдиле дека опремата се одржува редовно, 33 „Понекогаш“, 15 „Никогаш“, а 21 „Не знам“. Иако дел од организациите имаат некаков режим на одржување, голем број испитаници не се сигурни или не се спроведува редовно, што укажува на сериозни пропусти во одржувањето на системите.

Податоците покажуваат дека постоењето на системи за дојава и автоматско гаснење е ограничено, а редовното одржување и тестирање на опремата не се конзистентни во сите работни места. Голем дел од вработените не се сигурни за постоењето или исправноста на системите, што укажува на слабости во техничката подготвеност.

Со оглед на овие податоци, **подхипотезата 1 не се потврдува во целост**, бидејќи мнозинството работни места не располагаат со целосно инсталирани и редовно одржувани системи за дојава и автоматско гаснење. Иако одреден број работни места имаат делумни или функционални системи, недостатокот на редовно одржување и ниската информираност на вработените го намалуваат нивото на техничка подготвеност за справување со пожари.

Ова укажува на потребата од:

- зголемена инсталација на системи за дојава и автоматско гаснење;
- воспоставување редовен режим на тестирање и одржување;
- подобрување на информираноста на вработените за постоењето и функционалноста на системите.
- **Тестирање на подхипотеза 2**

Подхипотеза 2: *Лесниот пристап до портативни апарати за гаснење и хидранти и нивната јасна обележаност влијаат врз сигурноста и самодовербата на вработените при справување со пожари.*

За тестирање на оваа подхипотеза беа користени одговорите на прашањата кои го мерат пристапот до рачната опрема, самодовербата на вработените и јасноста на евакуационите патеки.

Прашање бр.4 – Пристап до рачни апарати / хидранти

Одговорите покажуваат дека 29 испитаници имаат лесен и јасно обележан пристап, 36 одговориле дека опремата постои, но не е лесно достапна или јасно обележана, а 30 испитаници тврдат дека немаат пристап. Овие податоци укажуваат дека поголем дел од вработените имаат делумен пристап до опремата, но јасноста и достапноста не се оптимални.

Прашање бр.8 – Самодоверба во случај на пожар

Од 95 испитаници, 5 се воопшто несигурни, 11 се малку сигурни, 31 се делумно сигурни, 29 се прилично сигурни, а 19 се многу сигурни. Ова покажува дека самодовербата на вработените е умерено висока, но постои значителен процент кој има само делумна или ограничена сигурност, што укажува на влијание на пристапот и обележаноста на опремата.

Прашање бр.9 – Патеките за евакуација

49 испитаници сметаат дека патеките се целосно јасни и слободни, 23 оцениле дека се делумно јасни, 14 дека не се јасни, а 9 не знаат. Овие резултати покажуваат дека јасноста и слободниот пристап до евакуационите патеки е во голема мера присутен, но не целосно, што исто така може да влијае на самодовербата на вработените.

Податоците укажуваат дека постојат значајни варијации во пристапноста и обележаноста на портативните апарати и хидрантите. Иако дел од вработените имаат лесен пристап и ја перципираат опремата како јасно обележана, поголем дел од испитаниците не се сигурни или оценуваат дека опремата не е оптимално поставена.

Сепак, самодовербата на вработените е умерено висока, со многу испитаници кои се „прилично“ или „многу“ сигурни во својата способност да реагираат. Ова укажува на позитивна врска помеѓу достапноста на опремата и самодовербата, но недостатокот на униформност во поставеноста на апаратите и јасноста на патеките создава потенцијални ризици.

Подхипотезата 2 се делумно потврдува. Лесниот пристап и јасната обележаност на апаратите за гаснење и хидрантите влијаат врз самодовербата на вработените, но постојат значителни случаи каде пристапот или обележаноста не се оптимални, што ја намалува целокупната ефективност на техничките мерки и чувството на сигурност.

Ова укажува на потребата од:

- Зголемување на бројот на јасно обележани и лесно достапни апарати и хидранти.
- Обука на вработените за брзо идентификување и користење на опремата.
- Редовна контрола на патеките за евакуација и нивно јасно обележување.

- **Тестирање на подхипотеза 3**

Подхипотеза 3: *Редовните формални обуки и практични вежби за пожарна безбедност ја зголемуваат подготвеноста и свесноста на вработените за справување со пожари.*

За тестирање на оваа подхипотеза беа користени одговорите на прашањата поврзани со учеството во обуки и практични вежби, како и информираноста за формалната проценка на ризик од пожар.

Прашање бр.6 – Обука последните 2 години

Од 95 испитаници, 17 имале комбинирана практична и теоретска обука, 38 само практична, 16 само теоретска, а 24 не имале никаква обука. Овие податоци покажуваат дека голем дел од вработените имале некаква форма на обука, но само мала група имала комплетна обука со двата компоненти.

Прашање бр.7 – Практична вежба за евакуација или употреба на апарат

67 испитаници потврдиле дека учествувале во практична вежба, 24 немале практична вежба, а 4 не се сеќаваат. Ова укажува дека практичните вежби се спроведуваат во голема мера, што придонесува кон поголема подготвеност и свесност за реакција во случај на пожар.

Прашање бр.10 – Процена на ризик

Само 16 испитаници се запознаени со резултатите од формалната проценка на ризик, 23 знаат дека постои но не се запознаени со заклучоците, 7 тврдат дека не постои, а 49 не знаат. Ова покажува дека информираноста за формалната проценка на ризик е ограничена, што може да ја намали ефективноста на обуките доколку вработените не ја знаат реалната состојба на ризик.

Податоците покажуваат дека обуките и практичните вежби се спроведуваат во значителен дел од организациите, со голем број испитаници кои учествувале во практични активности. Ова директно придонесува кон зголемена подготвеност и свесност за справување со пожари.

Сепак, постои проблем со информираноста за формалната проценка на ризик, бидејќи многу вработени не се запознаени со заклучоците. Ова укажува дека и покрај обуките, целокупната свесност за потенцијалните ризици може да биде ограничена.

Подхипотезата 3 се потврдува. Редовните обуки и практичните вежби значително ја зголемуваат подготвеноста на вработените, но е потребно и дополнително информирање за формалните проценки на ризик за да се постигне целосна свесност и ефикасна реакција при пожар.

Ова укажува на потребата од:

- Обуките да се комбинираат со практични и теоретски компоненти за максимален ефект.
- Сите вработени да бидат запознаени со резултатите од формалните проценки на ризик.
- Воведување редовни освежувачки обуки и вежби за да се одржи високото ниво на подготвеност.

Главна хипотеза: *Подготвеноста на работните места за справување со пожари зависи од интегрираната примена на техничките системи, пристапноста и одржувањето на опремата, како и од степенот на обука и свесност на вработените.*

За тестирање на главната хипотеза беа разгледани резултатите од трите подхипотези:

Подхипотеза 1:

- Резултатите покажаа дека постоењето и редовното одржување на системите за дојава и автоматско гаснење е ограничено, а многу вработени не се сигурни за нивната функционалност.
- Ова укажува на пропусти во техничката подготвеност и недостаток на конзистентна примена на системите, што директно влијае врз целокупното ниво на подготвеност.

Подхипотеза 2:

- Податоците покажуваат дека иако дел од вработените имаат лесен пристап и јасно обележани апарати, голем дел од испитаниците оцениле дека опремата не е оптимално поставена.
- Самодовербата на вработените е умерено висока, што укажува на позитивна врска помеѓу пристапноста на опремата и сигурноста, но присутните ограничувања укажуваат на потреба од подобрување на организациските мерки.

Подхипотеза 3:

- Резултатите покажуваат дека голем дел од вработените учествувале во практични вежби и обуки, што ја зголемува нивната подготвеност.
- Меѓутоа, постои ограничена информираност за формалната проценка на ризик, што значи дека свесноста не е целосна и може да ја намали ефективноста на обуките.

Заклучок: Интегрираната анализа на трите подхипотези покажува дека главната хипотеза се **потврдува делумно**. Подготвеноста на работните места зависи од техничките системи, пристапот и одржувањето на опремата, како и од обуката и свесноста на вработените, но резултатите укажуваат на значителни слабости:

- Многу работни места немаат целосно инсталирани и редовно одржувани системи за дојава и автоматско гаснење.
- Дел од опремата за гаснење не е лесно достапна или јасно обележана.
- Иако обуките и практичните вежби се спроведуваат, информираноста за формалната проценка на ризик е ограничена.

Овие недостатоци укажуваат дека, иако интеграцијата на техничките мерки и човечкиот фактор влијае врз подготвеноста, целокупната ефективност не е максимална. Со други зборови, главната хипотеза се потврдува само кога сите компоненти (технички системи, пристап и одржување на опремата, обука и свесност) се применуваат конзистентно и систематски.

ЗАКЛУЧОК

Безбедноста при работа претставува еден од клучните аспекти на организирањето на секоја работна средина, без разлика на типот на дејноста или големината на организацијата. Станува збор за комплексен систем на мерки и правила кои имаат за цел да го заштитат здравјето и животот на вработените, да ги намалат ризиците од повреди и материјални штети и да обезбедат ефикасно функционирање на организацијата.

Општо земено, безбедноста при работа се темели на неколку основни елементи: идентификација и проценка на ризиците, технички мерки за заштита, човечки фактор (знаење, обука и свесност), и континуирана контрола и мониторинг. Присутноста на адекватна безбедносна култура и воведување на системски пристап во заштитата на вработените овозможува намалување на непредвидливите ситуации и спречување на инциденти.

Сепак, истражувањата покажуваат дека во многу организации безбедноста при работа често се сведе на формално спроведување на прописи или на присуство на технички мерки без доволна обука на персоналот. Тоа ја намалува ефикасноста на системот и создава ризик за поголеми последици во случај на незгода.

Пожарите се еден од најопасните и најнепредвидливите ризици на работното место. Тие можат да доведат до сериозни повреди, загуби на човечки животи, уништување на опрема и материјални штети. Пожарите често се резултат на човечки фактор, неисправна или недоволно одржувана опрема, како и недоволно усовршена организациска безбедносна култура.

Ефикасната заштита од пожар бара интегриран пристап кој комбинира технички системи, достапност на опрема, редовно одржување и обуки на вработените. Пожарната безбедност не може да се обезбеди само со инсталација на детектори и апарати, туку бара активна улога на сите вработени и свесност за нивните одговорности и постапки во случај на инцидент.

Во современите организации, важно е да се развие систематски пристап кон превенција, кој вклучува редовна проценка на ризик, инсталација на технички системи за дојава и гаснење, како и постојана едукација и практични вежби на вработените. Само

комбинацијата на овие елементи може да обезбеди вистинска подготвеност за справување со пожари.

Системите за дојава на пожар се основен елемент во превенцијата и контрола на пожари. Тие овозможуваат навремено откривање на пожарот и активирање на процедурите за евакуација и гаснење. Основните елементи на системот вклучуваат јавувачи (детектори), централа за дојава и различни видови сензори (за чад, топлина, пламен и рачни јавувачи).

Истражувањето покажува дека инсталацијата на системите за дојава е присутна во голем дел од организациите, но нивното редовно одржување и тестирање често е непостојано или формално. Ова создава ризик дека системот нема да функционира оптимално во критични ситуации. Практичните податоци од анкетниот прашалник покажаа дека дел од испитаниците не се сигурни дали нивниот работен простор има инсталиран систем за дојава, што укажува на слабости во информираноста и континуитетот на одржување.

Јасно е дека системите за дојава сами по себе не се доволни; нивната ефикасност зависи и од правилната интеграција со човечкиот фактор – обучени и свесни вработени кои знаат како да реагираат веднаш при активирање на алармот.

Системите за автоматско и рачно гаснење се клучен дел од заштитата на животите и материјалните добра. Автоматските системи (како спринклери, CO_2, FM-200) овозможуваат брзо и ефикасно гаснење на пожарот, додека портативните апарати и хидрантите обезбедуваат можност за интервенција во рана фаза.

Анализата на анкетниот прашалник покажува дека иако поголем дел од организациите располагаат со опрема, нејзината достапност и одржување не се униформни. Многу испитаници изјавиле дека опремата не е лесно достапна или јасно обележана, што директно влијае врз самодовербата и ефективноста на вработените при справување со пожари.

Одржувањето на опремата и редовното тестирање се критични за сигурноста – неисправната опрема може да биде еднакво опасна како и нејзиното отсуство. Овие наоди ја потврдуваат потребата од системски пристап каде што техничките мерки се во целосна хармонија со човечкиот фактор.

Проценката на ризик од пожар е темел на современите практики за безбедност при работа. Таа овозможува идентификација на потенцијални опасности, нивно рангирање и предложување на соодветни превентивни мерки. Различни методи се користат за проценка на ризик, вклучувајќи индикатори на ризик, матрици на ризик и алгоритамски методи, кои овозможуваат систематско и структурирано определување на ризикот.

Во текот на истражувањето, покрај теоретската анализа на методите за проценка на ризик, беше испитано и дали организациите спроведуваат формални проценки и дали вработените се запознаени со заклучоците. Резултатите покажуваат дека постои голем јаз помеѓу формалното спроведување на проценките и нивната практична едукација, што ја намалува ефикасноста на превентивните мерки.

Статистичките податоци за пожари во Република Северна Македонија и во европски рамки ја покажуваат зачестеноста на пожарите на работните места, како и нивните последици – повреди, материјални штети и, во најлоши случаи, човечки жртви. Овие податоци ја потврдуваат важноста на системскиот пристап и интеграцијата на техничките и човечките фактори за намалување на ризикот од пожари.

Анкетниот прашалник овозможи анализа на перцепцијата и подготвеноста на вработените. Трите подхипотези кои беа тестирани соодветно ја покриваат интеграцијата на техничките системи, пристапот и одржувањето на опремата, како и обуката и свесноста на вработените:

- **Подхипотеза 1:** Повисоко ниво на техничка подготвеност е поврзано со инсталацијата и редовното одржување на системите за дојава и автоматско гаснење.
- **Подхипотеза 2:** Лесниот пристап и јасната обележаност на портативните апарати и хидрантите ја зголемуваат самодовербата на вработените.
- **Подхипотеза 3:** Редовните обуки и практични вежби ја зголемуваат подготвеноста и свесноста за справување со пожари.

Резултатите од истражувањето покажуваат дека главната хипотеза се потврдува делумно. Подготвеноста на работните места зависи од интегрирана примена на техничките системи, пристапноста и одржувањето на опремата, како и од обуката и свесноста на вработените. Сепак, постојат значајни слабости – дел од организациите

немаат целосно функционални системи, пристапот до опремата не е униформен, а информираноста за проценката на ризик е ограничена.

Заклучувајќи, се истакнува следново:

- Безбедноста при работа е комплексен процес кој бара интеграција на технички и човечки фактори.
- Пожарите претставуваат еден од најсериозните ризици и нивната превенција бара систематски пристап.
- Системите за дојава и автоматско гаснење се критични, но нивната ефикасност зависи од редовно одржување и интеграција со обуката на персоналот.
- Пристапноста и обележаноста на апаратите и хидрантите директно влијаат врз самодовербата на вработените.
- Обуките и практичните вежби се неопходни, но мора да бидат комбинирани со информирање за проценка на ризик.
- Интеграцијата на сите овие елементи создава високо ниво на подготвеност и ја намалува веројатноста за сериозни последици од пожари.

Овој труд дава конкретни препораки за подобрување на безбедноста при работа, со акцент на пожарната безбедност, и претставува значаен придонес кон развивање на поефикасни политики и практики во организациите, со цел заштита на животите и здравјето на вработените.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Alarm automatika d.o.o., *Uvod u projektiranje sustava za dojavu požara*, Rijeka, 2010.
2. Alpert, R. (1972). *Calculation of Response Time of Ceiling Mounted Fire Detectors*. Fire Technology, Vol. 8.
3. Aurel d.o.o., *Uvod u sustave dojave požara*, 2020., достапно на: https://www.aurel.hr/download/documents/read/projektiranje-vatrodojave [15.9.2021.]
4. AVENAR detector 4000, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, 2019., достапно на: https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/AVENAR_detector_4000_Operation_Manual_enUS_18228443019.pdf
5. Bukovski, Ž. S., *Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje zaposlenih i pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara*, ZIRS Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2019.
6. Vatrodojava kao mjera zaštite od požara, Z. Hulenić, *Sigurnost*, br. 40, sv. 2, 1998.
7. Vatrodojava.hr, *Kako funkcionira vatrodojava*, 2015., достапно на: http://vatrodojava.hr/strucni-clanci/sigurnost/kako-funkcionira-vatrodojava [15.9.2021.]
8. Evans, D. D., Stroup, D. W. (1985). *Methods to Calculate the Response Time of Heat and Smoke Detectors Installed Below Large Unobstructed Ceilings.* NBSIR, National Bureau of Standards, USA.
9. Закон за безбедност и здравје при работа („Службен весник на Република Македонија“ бр. 92/2007 и измени).
10. Закон за пожарникарството („Службен весник на Република Македонија“ бр. 39/16).
11. International Association for the Study of Insurance Economics. (2007). *World Fire Statistics.* Geneva: The Geneva Association.
12. Ivančić, Z., Kirin, S., *Izvori požarne opasnosti*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.
13. Jukić, P., Nemet, Z., Držaić, J., *Zaštita od požara – Priručnik za osposobljavanje*, Otvoreno sveučilište s.p.o., Zagreb, 1996.
14. Kamir d.o.o., *Vatrodojavni sustavi*, 2020., достапно на: https://kamir.hr/vatrodojavni-sustavi [15.9.2021.]

15. Kolnoa d.o.o., *Protupožarni ormar*, 2020., достапно на: https://sustavizastite.hr/protupozari-ormar/ [17.9.2021.]
16. Ministarstvo unutarnjih poslova RH, *Popis propisa iz područja zaštite od požara*, 2021., достапно на: https://mup.gov.hr/gradjani-281562/inspekcijski-poslovi-281564/zastita-od-pozara-681/popis-propisa-iz-podrucja-zastite-od-pozara/282145 [18.9.2021.]
17. Mowrer, F. (1990). *Lag Times Associated With Fire Detection and Suppression.* Fire Technology, August, p. 244.
18. MUP, *Pravilnik o sustavima za dojavu požara*, Zagreb, 1999., достапно на: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/1999_06_56_1055.html [16.9.2021.]
19. Nobel Corporation d.o.o., *Što je ultraljubičasto zračenje*, 2020., достапно на: https://nobel.ba/proizvodi/nobel-filteri/tretman-vode-industriji/dezinfekcija-vode/uv-sistemi-951/?detect_country=hr [16.9.2021.]
20. O'Connor, D. J. et al. (2006). *Smoke Detector Performance for Level Ceilings With Deep Beams and Deep Beam Pocket Configurations.* The Fire Protection Research Foundation, April 2006.
21. Правилник за мерките за заштита од пожари, експлозии и опасни материи („Службен весник на РМ" бр. 231/2020).
22. Правилник за заштита од пожари и експлозии („Службен весник" бр. 80/2011).
23. Pačelat, R., Zorić, Z., *Istraživanje uzroka požara*, ZIRS - Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2003.
24. Prpić, E., *Projektiranje sustava za dojavu požara – Odabir i pozicioniranje javljača, proširenje funkcionalnosti, eksploatacijski aspekti.*, Bizovac, 2006.
25. PRO ALARM PROJEKT d.o.o., *Upravljačka ploča za dojavu požara*, 2016., достапно на: https://www.proalarm.hr/proizvod/fpa-1200-c-upravljacka-ploca-za-dojavu-pozara/ [17.9.2021.]
26. Redfearn, M., *Addressable Aspirating Smoke Detection for Data Centres*, Eurofyre Limited, Wickham, 2014., достапно на: https://eurofyre.co.uk/news/addressable-aspirating-smoke-detection-for-data-centres/ [14.9.2021.]
27. Schrack Technik d.o.o., *Ručni javljač požara PIT92-t*, 2020., достапно на: https://www.schrack.hr/trgovina/rucni-javljac-pozara-pit92-t-cr-rip-01.html [15.9.2021.]
28. Schifiliti, R. P. (1986). *Use of Fire Plume Theory in the Design and Analysis of Fire Detector and Sprinkler Response.* Worcester Polytechnic Institute.

29. Srb, N., *Elektroinženjerski priručnik*, Kigen, Zagreb, 2009.
30. Stabilni sistemi zaštite od požara – *Uvod*, TVI d.o.o., достапно на: http://www.tvi.rs/archive/file/Podaci%20za%20preuzimanje/Literatura/Milan%20predavanja/STABILNI%20SISTEMI%20-%20Uvod.pdf [15.01.2013.]
31. Šmejkal, Z., *Uređaji, oprema i sredstva za gašenja i zaštitu od požara*, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb, 1991.
32. Filipović, M., *Projekt električnih instalacija vatrodojave*, GRID d.o.o., Zagreb, 2016., достапно на: http://adoro.adoro-vrata.hr/wp-content/uploads/1603_Adoro7P_vatrodojava_GLAVNI-PROJEKT.pdf [17.9.2021.]
33. FMC-420RW *Single Action Call Points LSN improved*, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, 2021., достапно на: https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/FMC_420RW_Data_sheet_enUS_80708945675.pdf [17.9.2021.]
34. FNM-420-A *Sounder Indoor*, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, 2017., достапно на: https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/FNM_420_A_RD_Data_sheet_enUS_1301335563.pdf [17.9.2021.]
35. FNM-420-B-RD *Sounder Outdoor, Red*, Bosch Sicherheitssysteme GmbH, 2017., достапно на: https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/FNM_420_B_RD_Data_sheet_enUS_9007200557338891.pdf [17.9.2021.]
36. Heskestad, G., Delichatsios, M. (1977). *Environments of Fire Detectors - Phase I: Effect of Fire Size, Ceiling Height and Material*. NBS-GCR-77-86 & NBS-GCR-77-95, National Technical Information Service, Springfield, VA.
37. Hietaniemi, J., Mikkola, E. (2010). *Design Fires for Fire Safety Engineering*. VTT Working Papers, Technical Research Center of Finland.
38. Cincar, N., Mitrić, R., Novaković, B., Simović, A. (2008). *Neki aspekti primjene programa AutoCAD-a i Excel-a pri projektovanju električnih instalacija.* INFOTEH-JAHORINA, Vol. 7, Ref. D-14, стр. 364–367.
39. **CTIF – Center for Fire Statistics.** (2025). *World Fire Statistics Report No. 30.* International Association of Fire and Rescue Services. Преземено од: https://www.ctif.org
40. Šmejkal, Z., *Uređaji, oprema i sredstva za gašenja i zaštitu od požara*, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb, 1991.

ПРИЛОЗИ

Анкетен прашалник

1. Дали на вашето работно место е инсталиран систем за дојава/алармирање при пожар (автоматски детектори/сензори и/или централна дојава)?
   - □ Да
   - □ Не
   - □ Не знам

2. Дали системот за дојава е редовно тестиран/одржуван (на пр. годишно / полугодишно)?
   - □ Да, редовно
   - □ Понекогаш
   - □ Никогаш
   - □ Не знам

3. Дали на вашето работно место имате системи за автоматско гаснење (на пр. спринклери, CO_2, FM-200, итн.)?
   - □ Да
   - □ Не
   - □ Не знам

4. Дали имате пристап (и/или видливост) до рачни апарати за гаснење (портативни апарати) и/или хидранти?
   - □ Да, лесно достапни и јасно обележани
   - □ Да, но не се лесно достапни/не се јасно обележани
   - □ Не

5. Дали системите за гаснење и опремата (апарати, хидранти) се редовно проверувани/одржувани?
   - □ Да, редовно (имам/имале извештај)
   - □ Понекогаш
   - □ Никогаш
   - □ Не знам

6. Дали вашата компанија/организација организирала формална обука за пожарна безбедност за вработените во последните 2 години?
   - □ Да — практична + теоретска вежба

- Да — само прачтична
- Да — само теоретска
- Не

7. Дали сте учествувале во практична вежба за евакуација или употреба на апарат за гаснење во последните 2 години?

   - Да, учествував/ме на практична вежба
   - Не, немав/ме практична вежба
   - Не знам /Не се сеќавам

8. Колку сте уверени дека (во случај на пожар) знаете каде е најблискиот апарат за гаснење и како да го употребите? (Скала 1–5)

   - Воопшто не сум сигурен/а;
   - Малку сум сигурен/а
   - Делумно сум сигурен/а
   - Прилично сум сигурен/а
   - Сум многу сигурен/а

9. Дали патеките за евакуација и излезите се јасно означени и без пречки (слободни за користење)?

   - Да, целосно јасно и слободно
   - Делумно (има знаци, но има пречки/недостатоци)
   - Не
   - Не знам

10. Дали вашиот работодавач спроведува формална проценка на ризик од пожар (писмен документ или извештај) и имате пристап до резултатите/заклучоците?

    - Да, постои и сум запознаен/а со заклучоците
    - Да, постои но не сум запознаен/а
    - Не
    - Не знам