

PROJEKTIRANJE STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA DUŠIKOM NA OBJEKTU DRŽAVNI ARHIV U VIROVITICI

Lesić, Ivan

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:857322>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-23**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Ivan Lesić

**PROJEKTIRANJE STABILNOG SUSTAVA
ZA GAŠENJE POŽARA DUŠIKOM NA
OBJEKTU DRŽAVNI ARHIV U
VIROVITICI**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional graduate study of Safety and Protection

Ivan Lesić

**DESIGN OF A STABLE NITROGEN FIRE
SUPPRESSION SYSTEM FOR THE
NATIONAL ARCHIVES BUILDING IN
VIROVITICA**

Master thesis

Karlovac, 2024

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite
Stručni diplomski studij Sigurnost i zaštita

Ivan Lesić

**PROJEKTIRANJE STABILNOG SUSTAVA
ZA GAŠENJE POŽARA DUŠIKOM NA
OBJEKTU DRŽAVNI ARHIV U
VIROVITICI**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni prijediplomski/stručni diplomski studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2024.

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Student: Ivan Lesić

Matični broj: 0420420017

Naslov: Projektiranje stabilnog sustava za gašenje požara dušikom na objektu državni arhiv u Virovitici

Opis zadatka:

Izraditi projekt stabilnog sustava za gašenje požara – gašenje dušikom (N₂ pod komercijalnim nazivom IG-100) za izgradnju Državnog arhiva u Virovitici. Projektom je potrebno obraditi zaštitu arhivskog dijela objekta (skladišta) u skladu s mjerama zaštite od požara.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Ožujak 2024.

Listopad 2024.

Listopad 2024.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

dr.sc. Zvonimir Matusinović, v. pred.

PREDGOVOR

Ovaj diplomski rad odabrao sam iz razloga što se radi o novijoj vrsti stabilnih sustava za gašenje požara, a ujedno i jedan od prvih takve vrste u području iz kojeg dolazim. Rad je nastao u suradnji sa raznim stručnjacima iz područja graditeljstva, projektantima, izvođačima i sl. uz pomoć stručne literature i samog predmetnog projekta.

Zahvaljujem mentorici na prihvaćanju teme diplomskog rada te na savjetima, strpljenju i znanju koje mi je prenijela. Hvala mojoj obitelji koja me je podupirala prilikom izrade diplomskog rada.

SAŽETAK

Ovaj diplomski rad predstavlja projekt stabilnog sustava za gašenje požara, konkretno sustav za gašenje dušikom (N₂ pod komercijalnim nazivom IG-100) za izgradnju Državnog arhiva u Virovitici. Projektom je potrebno obraditi zaštitu arhivskog dijela objekta (skladišta) u skladu s mjerama zaštite od požara. Obradena je zakonska regulativa, pravilnici te razni tehnički propisi koji su potrebni za projektiranje, izgradnju, rad i održavanje sustava za otkrivanje i dojavu požara te za gašenje požara. Obradena su svojstva koja su bila presudna za odabir sredstva za gašenje te sami sustav za automatsko gašenje požara. Obradeni su svi dijelovi sustava, način odabira opreme (centrale, javljača, cjevovoda, mlaznica) i način funkcioniranja sustava za gašenje požara sa pripadajućim proračunima, tablicama, slikama i sl.

Ključne riječi: stabilni sustav za gašenje požara, sredstva za gašenje, dušik, centrala, javljač, cjevovod, mlaznica.

ABSTRACT

This thesis presents the project of a stable fire extinguishing system, specifically a nitrogen extinguishing system (N₂ under the commercial name IG-100) for the construction of the State Archives in Virovitica. With the project, it is necessary to process the protection of the archival part of the building (warehouse) in accordance with fire protection measures. Legal regulations, rules and various technical regulations that are necessary for the design, construction, operation and maintenance of fire detection and alarm systems and fire extinguishing systems have been processed. The properties that were crucial for the selection of the extinguishing agent and the automatic fire extinguishing system itself were discussed. All parts of the system, the method of selecting equipment (control panel, detectors, pipelines, nozzles) and the method of functioning of the fire extinguishing system with associated calculations, tables, pictures, etc., are covered.

Key words: stable fire extinguishing system, extinguishing agents, nitrogen, switchboard, detector, pipeline, nozzle.

SADRŽAJ

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
ABSTRACT	IV
SADRŽAJ	V
1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja	1
2. SUSTAV ZAŠTITE OD POŽARA U GRAĐEVINAMA	2
2.1. Sigurnost i zaštita u graditeljstvu	2
2.2. Projektiranje sustava protupožarne zaštite.....	3
2.3. Temeljna načela zaštite od požara prilikom projektiranja građevine.....	4
2.3.1. Pasivne mjere	4
2.3.2. Reakcija građevinskih konstrukcija tijekom požara.....	5
2.3.3. Podjela građevine na sektore	6
2.3.4. Aktivne mjere	9
3. STABILNI SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA DUŠIKOM - IG100	11
3.1. Karakteristike dušika – IG100 u zaštiti od požara	11
3.2. Gašenje požara dušikom – IG100.....	13
3.3. Sustav za gašenje požara dušikom - IG100.....	14
3.3.1. Rezervoari za pohranu dušika	14
3.3.2. Cjevovodi i ventili	14
3.3.3. Mjerne i kontrolne jedinice	15
3.3.4. Raspršivači (nozzles).....	15
3.3.5. Detekcijski sustavi	15
3.3.6. Sustav za upravljanje i nadzor	15
3.4. Zakonodavni okvir zaštite od požara	16
4. STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA DUŠIKOM – IG100 U DRŽAVNOM ARHIVU.....	19
4.1. Opis građevine	19
4.2. Opis IG100 sustava.....	20
4.3. Procjena ugroženosti od požara.....	23

4.3.1.	Klasifikacija građevine prema zahtjevnosti	23
4.3.2.	Požarno odvajanje	24
4.3.3.	Požarno opterećenje.....	25
4.3.4.	Odimljavanje	27
4.3.5.	Značajke susjednih građevina za sprječavanje širenja požara	27
4.4.	Mjere zaštite od požara predviđene u projektiranju građevine	28
4.4.1.	Osnovni principi zaštite	28
4.4.2.	Vatrootpornost konstrukcije i razredi reakcije na požar građevinskih proizvoda	29
4.4.3.	Pročelja i zidovi.....	30
4.4.4.	Podovi i stropovi	31
4.4.5.	Krov	32
4.4.6.	Vanjska i unutarnja stolarija	32
4.5.	Mjere zaštite od požara tijekom gradnje.....	33
4.6.	Mjere zaštite od požara tijekom eksploatacije građevine	35
4.7.	Stabilni sustav za gašenje požara	36
4.8.	Zahtjevi za dokumentaciju i postupanje u slučaju požara.....	37
4.9.	Evakuacija.....	38
4.9.1.	Broj evakuacijskih putova	38
4.9.2.	Ukupna duljina evakuacijskih putova	39
4.9.3.	Širina evakuacijskih putova i izlaza.....	39
4.9.4.	Izvedba evakuacijskih putova	40
5.	ZAKLJUČAK	42
6.	LITERATURA.....	43
7.	PRILOZI.....	44
7.1.	Popis simbola.....	44
7.2.	Popis tablica.....	44

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

Protupožarna zaštita u graditeljstvu jedan je od najvažnijih segmenata sigurnosti. Osiguranje sigurnosti u slučaju požara uključuje niz mjera i sustava koji moraju biti ugrađeni i pravilno održavani kako bi se minimizirali rizici od izbijanja požara i posljedice ako do požara dođe. Stabilni sustavi zaštite od požara, poput sprinkler sustava, sustava za gašenje požara plinovima ili sustava za detekciju dima, osiguravaju pravovremenu reakciju i suzbijanje požara, čime se štiti ljudski život, materijalna imovina i okoliš. Ugradnja ovih sustava često je regulirana zakonodavstvom te je sastavni dio tehničke dokumentacije za svaku ozbiljnu građevinu. Korištenje plina dušika (IG100) u sustavima za gašenje požara odražava rastući trend ka sigurnijim, učinkovitijim i ekološki prihvatljivijim metodama zaštite od požara. Ovaj pristup ne samo da štiti materijalne i kulturne vrijednosti već i osigurava zdravstvenu i ekološku sigurnost u slučaju požara. Zahvaljujući napretku tehnologije, moderni sustavi zaštite od požara postaju sve sofisticiraniji, omogućujući bolju zaštitu i smanjujući rizike povezane s požarima. Kvalitetno projektiranje i održavanje ovih sustava ključno je za njihovu učinkovitost, a samim time i za ukupnu sigurnost u graditeljstvu.

Cilj rada je prikazati projektno rješenje zaštite arhivskog dijela objekta (skladišta) u skladu s mjerama zaštite od požara.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

U izradi teorijskog dijela rada korištena je stručna literatura, internet izvori te podaci kompanije koje se bave tematikom rada tj. stabilnim sustavom za zaštitu od požara. U eksperimentalnom dijelu prikazano je projektiranje stabilnog sustava za gašenje požara dušikom – IG100 u državnom arhivu u Virovitici te je korištena projektna dokumentacija građevinskog objekta.

2. SUSTAV ZAŠTITE OD POŽARA U GRAĐEVINAMA

2.1. Sigurnost i zaštita u graditeljstvu

Sigurnost i zaštita u graditeljstvu temeljni su aspekti svake građevine, osiguravajući dugotrajnost, funkcionalnost i sigurnost za korisnike. Prema Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) [1], građenje je izvedba građevinskih i drugih radova (pripremni, zemljani, konstruktorski, instalaterski, završni te ugradnja građevnih proizvoda, opreme ili postrojenja) kojima se gradi nova građevina, rekonstruira, održava ili se uklanja postojeća građevina. Građevina je građenjem nasto i tlom povezan sklop, izveden od svrhovito povezanih građevnih proizvoda sa ili bez instalacija, sklop s ugrađenim postrojenjem, samostalno postrojenje povezano s tlom ili sklop nastao građenjem [1].

Građevina i ugrađena oprema unutar nje čine tehničko-tehnološku cjelinu, a za svaku građevinu postavljeni su određeni temeljni zahtjevi koji moraju biti ispunjeni kako bi se osigurala njena sigurnost i funkcionalnost. Ti zahtjevi uključuju:

- **Mehaničku otpornost i stabilnost:** Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da može izdržati sve predviđene sile i opterećenja bez ugrožavanja svoje stabilnosti.
- **Higijenu, zdravlje i okoliš:** Građevina mora osigurati zdrave uvjete života i rada za korisnike te ne smije negativno utjecati na okoliš.
- **Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe:** Građevina mora biti sigurna za sve korisnike, uključujući osobe s invaliditetom, te mora osigurati pristup i kretanje bez rizika.
- **Zaštitu od buke:** Građevina mora pružiti zaštitu od buke, kako vanjske tako i unutarnje, čime se osigurava udobnost i dobrobit korisnika.
- **Gospodarenje energijom i očuvanje topline:** Energetska učinkovitost ključna je za smanjenje potrošnje energije i očuvanje topline unutar građevine.

- **Održiva uporaba prirodnih izvora:** Projektiranje i izgradnja građevine trebaju biti usmjereni na održivu uporabu prirodnih resursa, smanjujući negativan utjecaj na okoliš.
- **Sigurnost u slučaju požara:** Ključno je da građevina bude projektirana tako da u slučaju požara nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja, nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno, širenje požara na okolne građevine je ograničeno, korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni i da je sigurnost spasilačkog tima uzeta u obzir [1].

2.2. Projektiranje sustava protupožarne zaštite

Samo ovlaštena osoba, prema relevantnom Zakonu, ima pravo projektirati sustav za dojavu i gašenje požara. Ovaj projekt može biti zaseban ili sastavni dio šireg projekta zaštite od požara. Prema tumačenju Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, ugradnja novih ili uklanjanje postojećih stabilnih sustava, bilo potpuno ili djelomično, neovisno o tome izvode li se radovi samostalno ili kao dio kompleksnijih zahvata, može se smatrati građenjem, rekonstrukcijom ili adaptacijom građevine. Za takve radove potrebno je ishoditi građevinsku dozvolu od nadležnog tijela [1].

Za dobivanje građevinske dozvole i potrebne potvrde, neophodan je glavni projekt koji izrađuje ovlašteni projektant. Taj glavni projekt uključuje građevinski i geodetski dio, a prema specifičnostima građevine, može obuhvaćati i arhitektonski, elektrotehnički te strojarski projekt. Osim toga, glavni projekt sadrži i podatke iz elaborata za zaštitu od požara, na temelju kojih je izrađen. Kako glavni projekt ne može obuhvaćati druge elemente osim navedenih, projekt sustava za dojavu i gašenje požara može biti zaseban ili dio elaborata koji se prilaže glavnom projektu. Elaborat se pregledava s aspekta zaštite od požara, te se na osnovu njega izdaje potvrda nadležnog tijela za glavni projekt. U konačnici, projektiranje sustava za dojavu i gašenje požara smije obavljati isključivo osoba ovlaštena za projektiranje prema Zakonu o gradnji, odnosno ovlašteni inženjer.

2.3. Temeljna načela zaštite od požara prilikom projektiranja građevine

Mjere zaštite od požara mogu se podijeliti na pasivne, koje se provode tijekom izgradnje objekta, i aktivne, koje se primjenjuju tijekom korištenja građevine te u slučaju izbijanja požara [2].

2.3.1. Pasivne mjere

Tijekom projektiranja građevine, s ciljem zaštite od požara, potrebno je poštovati osnovna načela protupožarne zaštite:

1. Odabrati građevinske materijale na temelju njihove reakcije na vatru, uzimajući u obzir gorivost, zapaljivost, brzinu širenja plamena, gustoću dima i slične čimbenike.
2. Pravilno odabrati građevinske elemente i konstrukcije prema njihovoj otpornosti na požar, osiguravajući da mogu održati nosivost, cjelovitost i toplinsku izolaciju tijekom određenog vremenskog razdoblja u požaru.
3. Projektirati građevinu tako da se pravilno podijeli na manje cjeline, odnosno požarne sektore [3].

Prilikom projektiranja različitih vrsta objekata i građevina, odabir građevinskih materijala mora biti pažljivo razmotren. Građevinski materijali se, na temelju njihovih svojstava reakcije na vatru, poput gorivosti, zapaljivosti, brzine širenja plamena, stvaranja dima, toksičnosti plinova i toplinske moći, svrstavaju u određene kategorije prema prihvaćenim europskim normama. Pravilnici određuju minimalne kriterije koje građevinski materijali moraju zadovoljiti za određeni objekt. Međutim, projektant može, prema vlastitoj procjeni, u projektu primijeniti i strože kriterije.

Požarna otpornost je sposobnost konstrukcije ili njegovog dijela da zadrži zahtjevano svojstvo nosivosti za određenu izloženost požaru, određeno opterećenje ili za određeni vremenski period. Otpornost na požar određuje se prema vremenskom razdoblju (od 15 do 240 minuta) tijekom kojeg konstrukcija ispunjava postavljene zahtjeve.

Procjena otpornosti na požar konstrukcije temelji se na ispitivanju u kojem se građevinski elementi i konstrukcije izlažu standardiziranom požaru. Pri ispitivanju temperatura raste proporcionalno s vremenom, a vrši se do otkazivanja ispitivanog elementa.

Otpornost na požar mora ispuniti tri kriterija: nosivost, prostornu cjelovitost i toplinsku izolaciju. Kriterij nosivosti je sposobnost građevinskog elementa da izdrži izlaganje požaru bez gubitka stabilnosti i moraju ga zadovoljiti samo konstrukcije koje imaju nosivu funkciju. Kriterij cjelovitosti je sposobnost građevinskog elementa da spriječi širenje plamena. Tijekom ispitivanja ne smije doći do pojave pukotina i drugih otvora koje omogućuju prodor plamena. Kriterij požarne izolacije je sposobnost građevnog elementa da spriječi razvoj visokih temperatura na neizloženoj površini građevinskog elementa. Konstrukcije koje imaju razdjelnu funkciju moraju zadovoljiti kriteriji cjelovitosti i požarne izolacije.

Građevne konstrukcije koje imaju i nosivu i razdjelnu funkciju moraju zadovoljiti sva tri navedena kriterija. Konačna otpornost na požar izražava se kao vrijeme u minutama u kojem je element sposoban podnijeti izloženosti standardnom požaru prije nego dosegne granično stanje, a zaokružuje se na manju vrijednost [4].

2.3.2. Reakcija građevinskih konstrukcija tijekom požara

Građevinske konstrukcije se, ovisno o materijalu i vrsti konstrukcije, različito ponašaju tijekom požara. Najčešće vrste konstrukcija uključuju čelične, drvene, betonske, armirano-betonske i zidane konstrukcije.

Čelične konstrukcije su posebno osjetljive na djelovanje požara. Već nakon pet minuta mogu doseći kritične temperature koje uzrokuju značajan pad čvrstoće čelika. Osim toga, čelik je sklon deformacijama, poput progibanja i izvijanja, čak i pri malim promjenama temperature, što može ozbiljno narušiti strukturalni integritet i nosivost konstrukcije. Zbog tih razloga čelične konstrukcije često se dodatno štite obzidavanjem ili zaštitnim premazima kako bi se povećala njihova otpornost na požar.

Drvene konstrukcije, iako lakše zapaljive od metalnih, pokazuju povoljnije ponašanje u požaru u usporedbi s čeličnim konstrukcijama. Kada drveni nosač gori, na njegovoj površini stvara se pougljeni sloj koji djeluje kao toplinski izolator, štiteći unutrašnjost nosača od visokih temperatura. Stabilnost drvene konstrukcije ovisi o brzini kojom drvo izgara, što je uvjetovano gustoćom drva, njegovom vlagom, te oblikom i veličinom presjeka. Željena otpornost drvene konstrukcije može se postići pažljivim odabirom drvenog materijala, kao i odgovarajućim oblikom i dimenzijama presjeka nosača. Ako se koriste zaštitni premazi za drvo, njihova kvaliteta mora biti usklađena s važećim normama [5].

Betonske i armirano-betonske konstrukcije imaju prednost jer betonski sloj pruža zaštitu čeliku od topline. Međutim, nedostatak je što beton gubi tlačnu čvrstoću pri visokim temperaturama, što slabi cijelu konstrukciju. Dodatni problem nastaje prilikom gašenja požara, kada naglo hlađenje može uzrokovati pucanje betona. Određena razina otpornosti ovih konstrukcija postiže se pravilnim izborom prema tablicama, uzimajući u obzir vrstu cementa i agregata, izvedbu betona, količinu armature i debljinu betonskog sloja.

Zidane konstrukcije od opeke imaju najpovoljniju otpornost na požar, jer je opeka već prošla kroz visoke temperature tijekom proizvodnje (oko 900°C), što rezultira malim deformacijama zidane konstrukcije tijekom požara. Tako se visoka otpornost na požar može postići i s manjim presjecima. Jedini problem može nastati kod gašenja požara, kada naglo hlađenje uzrokuje pucanje.

Odabir zidane konstrukcije za postizanje određene otpornosti na požar temelji se na tabličnim normama.

2.3.3. Podjela građevine na sektore

Razdvajanje građevine na manje dijelove radi zaštite od požara poznato je kao požarno sektoriranje. Požarni sektor predstavlja dio građevine koji je izoliran od ostalih dijelova pomoću građevinskih konstrukcija i elemenata kao što su zidovi, stropovi, vatrootporna vrata i ventilacijske zaklopke, koji posjeduju specifičnu otpornost na požar. Otpornost ovih konstrukcija i elemenata mora biti dovoljna da

tijekom požara spriječi prodiranje vatre i dima iz zahvaćenog sektora u ostale dijelove građevine, tj. u druge požarne sektore.

Tijekom projektiranja i izgradnje objekata, određeni prostori moraju biti označeni kao specijalizirani požarni sektori. To uključuje:

1. Horizontalne i vertikalne puteve za prolaz i evakuaciju, kao što su stepeništa i hodnici.
2. Okna dizala.
3. Prostori s visokim požarnim opterećenjem, kao što su skladišta lakozapaljivih materijala.
4. Prostori s povećanim rizikom od požara, poput strojarnica i kotlovnica.
5. Prostori namijenjeni smještaju opreme za automatsko gašenje požara, poput vatrodojavne centrale ili sprinkler stanice.

Požar koji izbije u jednom dijelu građevine može se širiti kako horizontalno, preko zidova i kroz otvore u njima, tako i vertikalno, preko stropova i kroz stubišta ili okna liftova. Implementacijom požarnih sektora, širenje požara mora biti spriječeno u oba smjera. Za sprječavanje horizontalnog širenja požara, požarni sektori se odvajaju vatrootpornim zidovima, pri čemu se otvori u zidovima moraju zatvoriti elementima za vatrootporno brtvljenje kod prodora instalacija i elementima za zatvaranje nužnih otvora u slučaju požara, kao što su vatrootporna vrata ili protupožarne zaklopke u ventilacijskim kanalima.

Za sprečavanje vertikalnog širenja požara, stropovi moraju imati odgovarajuću vatrootpornost, slično kao i vatrootporni zidovi, a vertikalni putovi poput stepeništa i dizala odvajaju se požarnim pregradama kao zasebni sektori. Dodatno, konstrukcijskim rješenjima, kao što su minimalna vertikalna udaljenost otvora ili konzolne konstrukcije, može se spriječiti vertikalno širenje požara preko fasade zgrade.

Požarni zidovi, specijalizirani kao vatrootporni zidovi, primarno su dizajnirani da spriječe širenje vatre i dima na susjedni dio zgrade ili na drugu zgradu. Izrađuju se od materijala koji ne gori i moraju imati otpornost na požar od minimalno 90 minuta. Za razliku od vatrootpornih zidova koji se postavljaju kao graničnici unutar sektora i mogu imati manju otpornost na vatru, požarni zid potpuno preseca

zgradu od temelja do krova s posebno izvedenim završetkom koji sprječava prijenos požara s jedne na drugu stranu.

Požarni zidovi mogu biti unutarnji, dijeleći dijelove unutar zgrade, ili vanjski, formirajući rubne zidove zgrade. Oni se postavljaju u sljedećim situacijama:

- Kada je vanjski zid zgrade bliži od 3 metra susjednoj zgradi (postojećoj ili planiranoj).
- U slučaju dužih zgrada ili zgrada u nizu dužih od 60 metara, osim kada to nije moguće iz funkcionalnih razloga kao što su sportske dvorane, koncertne dvorane, tvorničke hale.
- Kada zgrade različitih visina koje se spajaju prelaze preko različitih požarnih odjeljaka.
- Kod spojenih zgrada različite namjene.
- U zgradama s razvedenim tlocrtom gdje se požarni odjeljci spajaju pod kutom manjim ili jednakim od 135° .

Važno je da vatrootporni zidovi ne dopuštaju prolazak vatre, a to uključuje i osiguranje da ne postoje otvori kroz koje bi toplina mogla proći. Već spomenuti nužni otvori moraju se zatvoriti aktivnim sustavima u slučaju požara, dok se svi drugi otvori moraju trajno zatvoriti materijalima otpornima na vatru.

Zatvaranje otvora u vatrootpornim zidovima je obavezno za instalacije potrebne za funkcionalnost zgrade kao što su elektroinstalacije, plinske instalacije, ventilacija, vodovod. Sve praznine koje nastaju između cijevi i građevinske konstrukcije kroz koje cijevi prolaze moraju se ispuniti materijalom koji nije goriv i koji ima istu klasu otpornosti na požar kao i sama konstrukcija. To se može postići:

- Ugradnjom cijevnih barijera (protupožarnih obujmica) i pregrada na mjestima ulaska cijevi ili kablskih kanala u konstrukciju.
- Premazivanjem dijela kabela zaštitnim premazom te ugradnjom pregrada na mjestima gdje kable ulaze u konstrukciju.
- Obloženjem cijevi ili kablskih kanala materijalom čija je reakcija na požar identična reakciji konstrukcije kroz koju prolazi.

- Polaganjem cijevi u okna i kanale čije stijenke imaju istu otpornost na požar kao i konstrukcija kroz koju prolaze.

Električni kabeli koji opskrbljuju sustave koji moraju biti operativni tijekom požara, kao i signalni kabeli tih sustava, moraju biti smješteni unutar protupožarnih kanala čija otpornost na požar mora biti najmanje 90 minuta.

2.3.4. Aktivne mjere

Za cjelovitu zaštitu objekta od požara, osim pasivnih mjera koje uključuju građevinske zahvate, često je potrebno primijeniti i aktivne mjere, posebice u zavisnosti od aktivnosti koje se odvijaju unutar objekta.

Aktivne mjere zaštite od požara uključuju sve postupke i sustave koji u slučaju požara služe za osiguranje sigurnih uvjeta za evakuaciju i spašavanje osoba, minimiziranje materijalne štete nastale uslijed požara i eksplozije, te osiguravanje uvjeta za učinkovito djelovanje vatrogasaca i drugih hitnih službi. Ove mjere se mogu kategorizirati u dvije glavne skupine: aktivne mjere koje provode ljudi i automatski sustavi zaštite od požara [6].

U kontekstu zaštite od požara, kao i u ostalim industrijskim sektorima, teži se ka automatizaciji svih radnji, smanjujući oslanjanje na ljudski faktor. Ipak, s obzirom na trenutnu razinu tehnološkog razvoja, nije moguće u potpunosti eliminirati ljudsku odgovornost, stoga su propisane određene mjere koje osobe moraju provoditi kako bi osigurale adekvatnu zaštitu od požara. Da bi ljudi mogli pravovremeno i u skladu s propisima reagirati u slučaju požara, provode se određene preventivne radnje:

- a) Organizira se obuka građana za provođenje preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugrožene požarom.
- b) Kreira se plan evakuacije za objekte, a vježbe evakuacije i spašavanja provode se svake dvije godine.

Osim toga, za potpunu zaštitu objekata i osoba, neophodno je da svi ugrađeni sustavi i instalacije, kao i prijenosni vatrogasni aparati, budu u ispravnom stanju.

Ovo se osigurava periodičkim pregledima i testiranjima koje provode ovlaštene osobe.

U suvremeno doba, teži se automatizaciji, uključujući i sustave zaštite od požara. Imamo automatske sustave koji samostalno reagiraju u slučaju požara, aktivirajući se automatski s ciljem gašenja ili ograničenja širenja požara. Ovi sustavi stvaraju sigurnije uvjete za evakuaciju korisnika i omogućavaju efikasnije djelovanje vatrogasaca i hitnih službi.

Među čestim automatskim sustavima za zaštitu od požara nalaze se:

- a) Uređaji za isključivanje struje
- b) Protupanična ili evakuacijska rasvjeta
- c) Sustavi za odimljavanje
- d) Stabilni sustavi za gašenje požara [7]

Izbor sustava koji će biti instaliran ovisi o namjeni zgrade i broju ljudi koji se u njoj mogu istovremeno nalaziti.

Uređaji za isključivanje struje postavljaju se na svim ulazima u zgradu i na kritičnim mjestima unutar nje, omogućujući daljinsko isključivanje struje u slučaju požara. Glavna svrha ovih uređaja je stvaranje sigurnih uvjeta za vatrogasce, posebno ako se koriste sredstva za gašenje na bazi vode [7].

Protupanična ili evakuacijska rasvjeta osigurava dovoljnu osvijetljenost prostora i evakuacijskih puteva u slučaju nestanka električne energije, omogućujući korisnicima sigurno napuštanje objekta. Energetska podrška za ovu rasvjetu osigurava se putem baterija ili centralnog napajanja u nuždi (UPS), koje se redovito dopunjavaju [7].

Sustavi za odimljavanje instaliraju se u dijelovima objekta gdje je važno osigurati odvođenje dima, kao što su evakuacijska stubišta i hodnici, smanjujući koncentraciju dima i štetnih plinova. Ovi sustavi mogu uključivati automatski otvarajuće prozore, dimoodvodne kupole ili prisilnu ventilaciju, aktivirajući se samostalno od topline ili daljinski putem sustava za dojavu požara [7].

3. STABILNI SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA DUŠIKOM - IG100

3.1. Karakteristike dušika – IG100 u zaštiti od požara

Dušik (N₂), poznat i pod komercijalnim nazivom IG100 je inertni plin koji se široko koristi u sustavima za gašenje požara. Kao jedan od najobilnijih plinova u Zemljinoj atmosferi, čini oko 78% zraka koji se udiše, što ga čini dostupnim i ekonomski prihvatljivim za korištenje u industrijske svrhe. Kod vrednovanja na osnovu efikasnosti, IG-100 je efikasna zamjena za halon 1301, koji je Montrealskim sporazumom zabranjen iz ekoloških razloga, a zbog utjecaja na proširenje ozonskih rupa. IG-100 se ubraja u tzv. "zelene plinove" jer ne djeluje na ozon i ne pridonosi globalnom zagrijavanju.

Dušik je bezbojan, bez mirisa i okusa, a njegove ključne karakteristike čine ga idealnim za upotrebu u zaštiti od požara, osobito u osjetljivim i zatvorenim prostorima. Svojstva plina dušika (IG100):

1. Inertnost: Dušik je inertan plin, što znači da ne reagira s drugim elementima ili spojevima pri normalnim temperaturama i pritiscima. Ta inertnost ga čini savršenim za korištenje u gašenju požara, jer može efikasno smanjiti koncentraciju kisika u zatvorenom prostoru do razine gdje nije moguće održavanje plamena.
2. Sigurnost za ljude: Jedna od prednosti dušika kao sredstva za gašenje požara je njegova relativna sigurnost za ljude. Kada se pravilno koristi i ventilira, dušik može smanjiti razinu kisika na sigurnu mjeru koja i dalje omogućava prisutnima da sigurno evakuiraju prostoriju.
3. Neostavljanje rezidua: Za razliku od nekih drugih sustava gašenja požara koji mogu ostaviti štetne rezidue ili vlagu, dušik se jednostavno raspusti u atmosferu bez ikakvih ostataka. To ga čini idealnim za zaštitu vrijedne elektroničke opreme, dokumentacije i umjetničkih djela.
4. Neškodljivost za okoliš: Dušik ne oštećuje ozonski sloj, niti pridonosi efektu staklenika. Korištenje dušika kao sredstva za gašenje požara stoga predstavlja ekološki prihvatljivu opciju.

5. Učinkovitost u različitim uvjetima: IG100 je učinkovit u gašenju širokog spektra požara, uključujući one koji nastaju u električnim uređajima i tekućinama, čineći ga vrlo prilagodljivim i efikasnim rješenjem [8].

Tablica 1. prikazuje kemijska i fizička svojstva dušika.

Tablica 1. Kemijska i fizička svojstva dušika – IG100 [8]

Svojstva	Jedinica	Dušik – IG100
Molekularna masa	-	28,02
Točka vrelišta na 1,013 bara	°C	-195,8
Točka ledišta	°C	-210,0
Kritična temperatura	°C	-
Kritični tlak	bar abs	-
Kritični volumen	cm ³ / mol	-
Kritična gustoća	kg/ m ³	-
Tlak pare	bar abs	-
Gustoća tekućine	kg/ m ³	-
Gustoća zasićene pare	kg/ m ³	-
Specifični volumen pregrijane pare pri	m ³ / kg	0,858
Kemijska formula		N ₂
Kemijski naziv		Nitrogen (dušik)

Jedna od prednosti plina IG-100 je da kod gašenja ne proizvodi maglu tako da ne smanjuje vidljivost ljudima prilikom evakuacije prostora u slučaju aktiviranja sustava. Ostale bitne prednosti gašenja s dušikom su što se ne proizvode nusproizvodi i nije potrebno čišćenje prostora nakon gašenja, ne proizvodi se kondenzat i nema opasnosti od temperaturnog šoka za opremu te se iz tog razloga smatra pogodnim za gašenje javne građevine – kulturne namjene, državnog arhiva.

IG100 se najčešće koristi u server sobama, telekomunikacijskim centrima, muzejima, arhivima i drugim mjestima gdje voda ili kemijski bazirani sustavi gašenja mogu uzrokovati više štete nego koristi. Također se koristi u podmornicama, zrakoplovima i drugim prijevoznim sredstvima gdje je potrebna brza i efikasna reakcija na požar bez rizika za opremu i osoblje.

3.2. Gašenje požara dušikom – IG100

Dušik - IG100 koristi se kao sredstvo za gašenje požara temeljeno na principu smanjenja koncentracije kisika u zatvorenom prostoru. Ovaj pristup se temelji na činjenici da za održavanje požara u atmosferi treba postojati određena koncentracija kisika. Normalna atmosferska koncentracija kisika je oko 21%, a smanjenjem ove koncentracije na ispod 15% efikasno se inhibira sposobnost plamena da opstane, čime se požar guši.

Gašenje požara dušikom - IG100 predstavlja metodu koja se temelji na principu smanjenja koncentracije kisika u zraku. Kada se dušik oslobodi u zatvoreni prostor, on razrjeđuje kisik do razine koja nije dovoljna za održavanje plamena, čime efektivno gasi požar. Kao inertan plin, dušik ne podržava sagorijevanje, što ga čini izuzetno učinkovitim i sigurnim za upotrebu u različitim okruženjima.

Sustavi za gašenje požara koji koriste dušik - IG100 dizajnirani su tako da brzo i efikasno dostavljaju plin do zahvaćenog područja. Brza reakcija ovih sustava ključna je za minimiziranje štete od požara te za smanjenje rizika za ljude i imovinu. Zbog svoje sposobnosti da brzo djeluje, dušik je idealan za kritične situacije gdje je vrijeme od presudne važnosti. Jedna od najvažnijih prednosti upotrebe dušika - IG100 je njegova sigurnost za ljude i opremu. Kako dušik ne ostavlja štetne rezidue, on je pogodan za upotrebu u prostorima gdje su prisutni osjetljivi elektronički uređaji, umjetnine, dokumenti i druge vrijednosti koje bi mogle biti oštećene tradicionalnim metodama gašenja požara poput vode ili kemijskih supstanci. Osim toga, dušik se već prirodno nalazi u atmosferi, što njegovu upotrebu čini sigurnom u kontroliranim količinama.

Upotreba dušika, također ne uključuje ekstremne temperature ili kemijske reakcije koje bi mogle oštetiti ili oslabiti građevinske materijale i konstrukcije, što

je čini povoljnom za očuvanje strukturalne integriteta objekata. Ovo je posebno važno u građevinama gdje je očuvanje strukturne stabilnosti ključno.

Zahvaljujući svojoj fleksibilnosti, dušik - IG100 može se koristiti u različitim situacijama i za gašenje raznih vrsta požara, uključujući električne požare i požare tekućina. Ova univerzalnost čini dušik - IG100 izuzetno vrijednim alatom u borbi protiv požara, sposobnim za primjenu u širokom spektru industrija i okruženja. Uvođenjem sustava za gašenje požara dušikom - IG100, postiže se visoka razina zaštite od požara bez kompromisa po pitanju sigurnosti, što ga čini idealnim izborom za zaštitu u kritičnim infrastrukturnim i visokovrijednim prostorima.

3.3. Sustav za gašenje požara dušikom - IG100

Sustav za gašenje požara koji koristi dušik - IG100 sastoji se od nekoliko ključnih komponenti koje zajedno omogućuju efikasno gašenje požara u različitim okruženjima. Ovi sustavi su dizajnirani da brzo reagiraju i sigurno isporuče dušik u zahvaćena područja kako bi se spriječilo širenje vatre. Evo detaljnog opisa glavnih elemenata tih sustava:

3.3.1. Rezervoari za pohranu dušika

Dušik se pohranjuje u visokotlačnim rezervoarima pod tlakom koji može doseći i do 300 bara. Rezervoari su obično izrađeni od čelika visoke čvrstoće kako bi izdržali visoki pritisak. Oni mogu biti smješteni unutar ili izvan objekta, ovisno o dostupnosti prostora i specifičnim zahtjevima projekta.

3.3.2. Cjevovodi i ventili

Cjevovodi od nehrđajućeg čelika ili drugih vatrootpornih materijala koriste se za transport dušika iz rezervoara do mjesta gašenja. Ventili kontroliraju tok dušika, osiguravajući da se plin isporučuje samo kada je to potrebno. Ovi ventili mogu biti ručni ili automatski, ovisno o specifikacijama sustava.

3.3.3. Mjerne i kontrolne jedinice

Sustav uključuje mjerne uređaje koji stalno nadziru tlak i koncentraciju dušika u rezervoarima i cjevovodima. Kontrolne jedinice omogućavaju automatsko ili ručno aktiviranje sustava u slučaju požara. One također osiguravaju integraciju s centralnim sustavom za upravljanje zgradom za optimizirano upravljanje kriznim situacijama.

3.3.4. Raspršivači (nozzles)

Raspršivači su ključni za distribuciju dušika na ciljana područja. Dizajnirani su tako da optimiziraju širenje plina po prostoru, stvarajući uniformnu zasićenost koja efikasno smanjuje razinu kisika. Mogu biti postavljeni na stropovima ili zidovima, ovisno o konfiguraciji prostora.

3.3.5. Detekcijski sustavi

Moderni sustavi za gašenje požara koriste napredne detektore dima i topline koji mogu brzo detektirati početne znakove požara. Ovi detektori su povezani s kontrolnim jedinicama koje automatski aktiviraju ispuštanje dušika kada detektiraju požar.

3.3.6. Sustav za upravljanje i nadzor

Centralni sustav za upravljanje omogućava operaterima da nadgledaju sve aspekte sustava za gašenje požara, uključujući stanje rezervoara, status detektora i efikasnost gašenja. Ovaj sustav može uključivati softverske aplikacije koje omogućavaju daljinski pristup i kontrolu, pružajući brze reakcije u slučaju hitnosti.

Svi ovi elementi zajedno čine robustan i efikasan sustav za gašenje požara koji koristi dušik - IG100, pružajući visoku razinu sigurnosti uz minimalan rizik za ljude i opremu unutar zaštićenih prostora.

3.4. Zakonodavni okvir zaštite od požara

Pri projektiranju i gradnji građevine, predviđene mjere zaštite od požara usklađene su sa važećim hrvatskim propisima, tehničkim normativima i normama te ostalim priznatim pravilima tehničke prakse:

- Zakon o gradnji (Narodne novine, br. 153/13,20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o zaštiti na radu (Narodne novine, br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od požara - Narodne novine, br. 92/10
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (Narodne novine, br. 29/13, 87/15)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (Narodne novine, br. 29/13)
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (Narodne novine, br. 08/06)
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (Narodne novine, br. 101/11, 74/13)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe - Narodne novine, br. 35/94,55/94, 142/03
- Pravilnik o uvjetima za obavljanje ispitivanja stabilnih sustava za dojavu i gašenje požara – Narodne novine, br. 67/96,41/03
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama - Narodne novine, br. 87/08 i 33/10
- Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima– Narodne novine, br. 93/08
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara-Narodne novine, br. 56/99
- Pravilnik o uvjetima i načinu provedbe sigurnosnih mjera kod skladištenja eksplozivnih tvari – Narodne novine, br. 26/09, 41/09 i 66/10
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije-Narodne novine, br. 5/10
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (Narodne novine, br. 78/13)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (Narodne novine, br. 110/08,89/09)

- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (Narodne novine, br.03/07)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima- Narodne novine, br. 108/95,56/10
- Pravilnik o uvjetima i načinu provedbe sigurnosnih mjera kod skladištenja eksplozivnih tvari- Narodne novine, br. 26/09,41/09,66/10
- Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima- Narodne novine, br. 93/08
- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu- Narodne novine, br. 88/11
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja- Narodne novine, br. 141/11
- Pravilnik o revidentima iz zaštite od požara- Narodne novine, br. 141/11
- Pravilnik o planu zaštite od požara- Narodne novine, br. 51/12
- Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja, odnosno lokacijske dozvole- Narodne novine, br. 115/11
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevanosti mjera zaštite od požara- Narodne novine, br. 56/12
- Pravilnik o sadržaju općeg akta iz područja zaštite od požara- Narodne novine, br. 116/11
- Pravilnik o sadržaju elaborata zaštite od požara- Narodne novine, br. 51/12
- Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara- Narodne novine, br. 44/12
- Pravilnik o ovlaštenjima za izradu elaborata zaštite od požara- Narodne novine, br. 141/11
- Pravilnik o postupku pečaćenja, obliku, sadržaju i načinu uporabe pečata u provedbi mjera zabrane u području zaštite od požara-50/11
- Pravilnik o službenoj iskaznici i službenoj znački inspektora zaštite od požara (NN 88/11)

Mjere zaštite od požara usklađene su sa i ostalom regulativom:

- Pravilnik o projektiranju i izvedbi sigurnosnih putova i izlaza za evakuaciju osoba iz zgrada i objekata (Američke smjernice NFPA 101/2003.)
- Austrijske smjernice TRVB 100,125,126
- HRN EN 13501-1 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 1.dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar (EN 13501-1:2007+A1:2009)
- HRN EN 13501-2 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 2.dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar, isključujući ventilaciju (EN 13501-2:2007+A1:2009)
- HRN EN 13501-3 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 3.dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar proizvoda i elemenata upotrebljenih u servisnim instalacijama zgrade: vatrootpornih kanala i požarnih zatvarača (EN 13501-3:2005+A1:2009)
- HRN EN 13501-4 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 4.dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar dijelova sustava za kontrolu dima (EN 13501-4:2007+A1:2009)
- HRN EN 13501-5 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 5.dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja izloženosti krovova požaru izvana (EN 13501-5:2005+A1:2009)
- HRN EN 179 Građevni okovi – Naprave izlaza za nuždu s kvakom ili pritiskom pločom za upotrebu na evakuacijskim putevima – Zahtjevi i ispitne metode (EN 179:2008)
- HRN EN 1125 Građevni okovi – Dijelovi izlaza za nuždu s pritiskom šipkom – Zahtjevi i ispitne metode (EN 1125:1997+A1:2001)
- HRN EN 1838 Primjena rasvjete – Nužna rasvjeta (EN 1838:1999)
- HRN EN 50171 Centralni sustavi napajanja (EN 50171:2001)
- HRN EN 50172 Sustavi rasvjete za slučaj opasnosti (EN 50172:2004)

4. STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA DUŠIKOM – IG100 U DRŽAVNOM ARHIVU

4.1. Opis građevine

U Virovitici je predviđena izgradnja zgrade Državnog arhiva koja će postati suvremeno arhivsko spremište, izložbeni prostor te uredske prostorije u skladu s europskim standardima i kvalitetom izvedbe te osigurati okvir za ekonomsko isplativo i dugoročno samoodrživo funkcioniranje.

Predviđena je izgradnja upravnog dijela zgrade s izložbenim prostorom (prizemlje + 1 etaža) koja će biti povezana sa spremišnim dijelom. Navedeni dio zgrade mora zadovoljiti funkcionalno arhitektonsko oblikovanje s poštivanjem svih tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i sigurnosnih uvjeta. Upravni dio zgrade s izložbenim prostorom je potrebno projektirati sa slijedećim sadržajima: pisarnicu odnosno ured za prijem stranaka, prostor za pismohranu, čitaonicu sa specijaliziranom knjižnicom i garderobom za korisnike, sanitarni čvor, hodnik sa stepeništem, izložbeni prostor. Na etaži upravnog dijela zgrade potrebno je planirati sljedeće prostorije: poslovni ured ravnatelja sa prostorom za sastanke kapaciteta 10 osoba, 1 ured Vanjske službe za dva zaposlenika, 3 ureda za djelatnike Odjela za sređivanje i obradu arhivskog gradiva, 1 ured za Dokumentacijsko-informacijsku službu, 1 ured za računovodstvo, 1 ured za informatičku službu, čajna kuhinja, spremište potrošnog materijala, sanitarni čvor, hodnik sa stepeništem.

Predviđena je izgradnja arhivskog spremišta koji mora biti povezan s prizemljem upravnog dijela zgrade. Navedeni dio zgrade mora zadovoljiti funkcionalno arhitektonsko oblikovanje s poštivanjem svih tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i sigurnosnih uvjeta. Arhivsko spremište mora biti osigurano protuprovalnim i protupožarnim vratima te opremljeno vatrodiojavnim, protupožarnim i protuprovalnim sustavom te projektirano tako da interijer bude zaštićen od izravnog prodiranja sunčeve svjetlosti.

Osim prostora u kojem će biti pohranjeno arhivsko gradivo, arhivsko spremište mora sadržavati i sljedeće prostorije: prostor za čišćenje i dezinfekciju gradiva, prostor za obradu gradiva, prostor za zaštitno i sigurnosno snimanje gradiva, sanitarni čvor.

Lokacija zahvata na kojem se planira izgradnja predmetne građevine smještena je u Virovitičko-podravskoj županiji u gradu Virovitici, ulica Matije Gupca, na k.č.br. 1531/1 k.o. Petrovac. Predmetna lokacija je smještena na sjevernom dijelu grada, približno 1,0 km od samog centra grada. Lokacija za smještaj novog državnog arhiva se nalazi u sklopu prostora bivše vojarne koji se sad postepeno prenamjenjuje u odgojno-obrazovni, sveučilišno-istraživački te rekreacijski kompleks. Projektirana građevina je katna zgrada, pravokutnog tlocrtnog oblika, tlocrtna veličine unutar dimenzija 35,60m x 53,65 m. Projektirana je kao slobodnostojeća građevina. Namjena građevine je zgrada kulturne namjene. Građevina je namjenjena obavljanju u javne djelatnosti – DRŽAVNI ARHIV [9].

4.2. Opis IG100 sustava

Štićeni prostor je površine 1.110,00m², te najviše kote sljemena krova +7,74. Kako bi se osigurao najefikasnija raspodjela dušika za potrebe gašenja prostor je podijeljen na 4 zone gašenja, koje se gase istovremeno iz 4 baterije od kojih se svaka sastoji od 30 boca od 140 litara, te su napunjene dušikom na 300 bara. Svaka baterija ima zaseban magistralni i razvodni cjevovod s mlaznicama koje osiguravaju ispuštanje dušika u određenoj zoni, u predviđenom vremenu gašenja. Dimenzije cjevovoda i mlaznice određene su proračunom.

Štićeni prostor – od osi 5 do osi 15 [9].

Zona 1: od osi 13 do osi 15 V= 2.045,00 m³

Zona 2: od osi 11 do osi 13 V= 2.045,00 m³

Zona 3: od osi 9 do osi 11 V= 2.045,00 m³

Zona 4: od osi 5 do osi 9 V= 2.045,00 m³

Sustav za gašenje požara s IG-100 sastoji se od 4 jednake baterije s po 30 boca dušika sljedećih sastavnih dijelova i uređaja:

1. Spremnika dušika;
2. Kolektorskih cjevovoda;
3. Razvodnih cjevovoda s mlaznicama;
4. Podcentrale sustava za gašenje;
5. Tipkala za poluautomatsko aktiviranje gašenja i blokadu gašenja;
6. Lokalne svjetlosne i zvučne signalizacije;
7. Odgovarajuće kableske instalacije;
8. Odgovarajuće interakcije prema sučeljenim podređenim sustavima [9].

Aktiviranje sustava za gašenje može se provesti na sljedeći način:

1. Automatski: sustav za gašenje se aktivira pomoću automatskih javljača požara;
2. Poluautomatski: sustav za gašenje se aktivira pomoću tipkala za aktiviranje gašenja;
3. Ručno: sustav za gašenje aktivira se izvlačenjem osigurača i povlačenjem poluge ručnog okidača na ventilu pilot spremnika [9].

Aktiviranje gašenja podrazumijeva djelovanje na elektromagnetski ventil električnim putem ili direktno djelovanje otvaranjem ventila pilot boce povlačenjem ručice (ručno gašenje). Neovisno o načinu aktiviranja gašenja, princip rada je sljedeći: djelovanje na ventil utječe na narušavanje ravnoteža sila koje drže ventil zatvoren. Oslobođen klip pod djelovanjem tlaka kreće se u gornji položaj i oslobađa istjecanje sredstva iz spremnika u razvodni cjevovod i preko mlaznica u štice prostora. Tlak u spremniku je 300 bar-a kod 21 °C i isti je pod stalnom kontrolom. Ako tlak padne ispod 270 bara za sektor gašenja na podcentrali sustava i centrali sustava za dojavu požara se prikazuje signal kvara podsustava za gašenje. Kontrola je moguća i vizualno na manometrima smještenim na ventilu svakog pojedinog spremnika lokalno i preko daljinski preko sustava mjerenja pomoću mostne vage ili manometara. Svaki spremnik se ispituje na ispitni tlak od 450 bar-a.

Kompletno upravljanje i signalizacija za sustav IG-100 za vrši se preko podcentrale za upravljanje gašenjem, dok detekcija požara dolazi iz sustava za dojavu požara. Sve informacije o stanju sustava za gašenje mogu se vidjeti na podcentrali i centrali sustava za dojavu požara. Svi signali iz podcentrale sustava za gašenje se prosljeđuju na centralu sustava za dojavu požara. Podcentrala za gašenje ima mogućnost automatskog i poluautomatskog režima rada. U automatskom režimu rada da bi došlo do automatskog uključanja gašenja, nužno je da su aktivirani odgovarajući automatski detektori požarni javljači u višezonskoj ovisnosti za predmetni prostor ili su aktivirana dva tipkala za ručno gašenje. U poluautomatskom režimu rada da bi došlo do gašenja potrebno je aktivirati tipkalo za gašenje. Kod aktiviranja sustava za gašenje nužno je i kritično aktivirati lokalnu signalizaciju u predmetnom prostoru za evakuaciju ljudi (signalizator NAPUSTITE PROSTOR – AKTIVIRANJE GAŠENJA) u štićenom prostoru, što predstavlja upozorenje osobama u prostoru [9].

Ako je sustav za gašenje u poluautomatskom režimu rada, a u slučaju ulaska u razinu 1 i 2 u alarm, neće se aktivirati gašenje, već će sustav ostati kod alarma 1. stupnja (uključeni svjetlosno zvučna signalizacija u predmetnom prostoru, zatvaranje ventilacijskih žaluzina i sl.). Vrata prostorije kojem je predviđena zaštita gašenjem moraju biti stalno zatvorena. Na vratima će biti ugrađena hidraulički zatvarač za samozatvaranje vrata.

Nakon izvršenoga gašenja potrebno je:

- sustav gašenja treba dovesti u pripravno (radno) stanje provjetranjem prostora i "resetom" centrale
- ispražnjene boce poslati na punjenje
- stabilnu instalaciju dovesti u pripravno (radno) stanje [9].

4.3. Procjena ugroženosti od požara

4.3.1. Klasifikacija građevine prema zahtjevnosti

Sukladno Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13,87/2015), predmetna građevina se svrstava u ZPS 3 (zgrade podskupine 3 – zgrada do tri nadzemne etaže, kota poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,0 m, zgrada u kojoj se okuplja manje od 300 osoba). Zahtjevana otpornost na požar konstrukcija i elemenata predmetne građevine iznosi:

1. Nosivi dijelovi (osim stropova i zidova na granici požarnog odjeljka)
 - 1.1. zadnji kat ili potkrovlje R 30
 - 1.2. suteran, prizemlje i katovi R 60
 - 1.3. podzemne etaže R 90
2. Pregradni zidovi između poslovnih jedinica, prostora različite namjene, te evakuacijskih hodnika
 - 2.1. zadnji kat ili potkrovlje EI 30
 - 2.2. suteran, prizemlje i katovi EI 60
 - 2.3. podzemne etaže EI 90
3. Zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka
 - 3.1. zidovi na granici požarnog odjeljka ili na granici parcele
 - 3.2. ostali zidovi i stropovi na granici požarnog odjeljka REI 90, EI 90 REI 90, EI 90
4. Stropovi i kosi krovovi s nagibom ne većim od 60 stupnjeva prema horizontali
 - 4.1. stropovi iznad zadnjeg kata R 30
 - 4.2. međustropovi iznad ostalih katova REI 60
 - 4.3. stropovi između podzemnih etaža REI 90
5. Balkonska ploča bez zahtjeva [10]

Sukladno navedenom propisu te u skladu sa predviđenim konstruktivnim rješenjem predmetne građevine potrebna otpornost na požar nosivih konstrukcija iznosi:

- 60 minuta, (R60) za prizemlje, a što uključuje i krovnu konstrukciju (prostor arhivske građe obuhvaća kompletnu visinu građevine) te
- 30 minuta (R30) za prostor kata, s tim da na granici između požarnih odjeljaka ploče, zidovi te prozori i vrata moraju imati vatrootpornost REI 90 i EI-M 90 [10].

Nadalje, kako se unutar predmetne građevine nalazi skladište zapremine preko 300 m³ (skladište arhivske građe), obavezno će se primijeniti odredbe Pravilnika o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08). Prema navedenom pravilniku predmetno skladište se svrstava u srednje skladište (površina požarnog odjeljaka 1000-3000 m²) te u klasično skladište (skladištena roba do visine 9 m). Skladište mora biti odvojeno od ostalih dijelova građevine požarnim zidom minimalne otpornosti na požar od najmanje 90 minuta.

Napominje se da prema navedenom pravilniku ako je skladište šticeo automatskim sustavom za gašenje požara, tada nema zahtjeva za vatrootpornost nosive konstrukcije no kako se skladište nalazi u sastavu građevine druge namjene primjenjuje je zahtijevani viši stupanj vatrootpornosti.

4.3.2. Požarno odvajanje

Građevina će biti podijeljena na 6 požarnih odjeljaka prikazanih u Tablici 2.

Tablica 2. Požarno odvajanje građevine [10]

Požarni i dimni odjeljak	Namjena prostora	Površina m ²	Požarno opterećenje	Posebne mjere zaštite od požara
PO-1	Arhivski prostor	111,0	VISOKO	S-5 Automatski sustav gašenja požara inertnim plinom
PO-2	Sigurnosno stubište i vjetrobran	47,9	NISKO	S-4
PO-3	Upravni dio sa dvoranom	557,4	NISKO	S-4
PO-4	Prijem i obrada arhivske građe	183,7	NISKO	S-4
PO-5	Prostorija za smještaj boca sa dušikom	45,5	NISKO	S-4
PO-6	Prostor energetske sobe	194,1	NISKO	S-4

Požarni i dimni odjeljci se međusobno odvajaju konstrukcijom odgovarajuće vatrootpornosti sukladno klasifikaciji građevine. Kako je navedeno prema Pravilniku o zaštiti požara u skladištima na granici požarnog odjeljka izvesti će se požarni zid vatrootpornosti REI-M 90, dok će ostali nosivi građevinski elementi biti izvedeni u minimalnoj vatrootpornosti REI 60, a što je u skladu s Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13).

U cilju sprječavanja prijenosa požara preko krova na granici požarnih odjeljaka ispod krovne plohe se izvodi konzola u dužini 1,0 m iste otpornosti na požar kao i pregradna konstrukcija. Jednako tako u cilju sprečavanja horizontalnog prijenosa požara preko otvora na pročeljima koji se nalaze granici požarnih odjeljaka, isti će se izvesti sa odgovarajućim međusobnim udaljenostima.

4.3.3. Požarno opterećenje

Ukupno požarno opterećenje čini suma imobilnog (q_i) i mobilnog (q_m) požarnog opterećenja.

$$Q = q_i + q_m \quad (1)$$

Imobilno požarno opterećenje nastaje od građevinskih materijala od kojih je zgrada izgrađena. Po uputi u TRVB 100 za građevine gdje su vanjski zidovi te nosiva konstrukcija izvedeni od betona ili opeke krovna konstrukcija izvedena od drveta, imobilno požarno opterećenje iznosi:

$$q_i = 100 \text{ MJ/m}^2 \quad (2)$$

Ukupno požarno opterećenje:

a) PO-1 : Arhivski prostor

- Mobilno požarno opterećenje po uputi u TVRB 126, (arhiv, pismohrana) iznosi $q_m=12600 \text{ (MJ/m}^2)$

- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 12600 = 12700$ (MJ/m²) – visoko pož. opt. (>2GJ/m²).

b) PO-2 : Sigurnosno stubište i vjetrombran

- Stubište se koristi isključivo za komunikaciju te pošto nema drugu namjenu ne sadržava mobilno požarno opterećenje.
- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 0 = 100$ (MJ/m²) – nisko pož. opt. (<1GJ/m²).

c) PO-3 : Upravni dio sa dvoranom

- Mobilno požarno opterećenje po uputi u TVRB 126, (ured) iznosi $q_m = 700$ (MJ/m²)
- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 700 = 800$ (MJ/m²) – nisko pož. opt. (<1GJ/m²).

d) PO-4 : Prijem i obrada arhivske građe

- Mobilno požarno opterećenje po uputi u TVRB 126, (ured) iznosi $q_m = 700$ (MJ/m²)
- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 700 = 800$ (MJ/m²) – nisko pož.opt. (<1GJ/m²).

e) PO-5 : Prostorija za smještaj boca sa dušikom

- Mobilno požarno opterećenje po uputi u TVRB 126, (skladište negorive robe, drvene palete) iznosi $q_m = 400$ (MJ/m²)
- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 400 = 500$ (MJ/m²) – nisko pož.opt. (<1GJ/m²).

f) PO-6 : Prostor energetske sobe

- Mobilno požarno opterećenje po uputi u TVRB 126, (elektronički uređaji 97) iznosi $q_m = 400$ (MJ/m²)
- Ukupno požarno opterećenje iznosi: $Q = 100 + 400 = 500$ (MJ/m²) – nisko pož.opt. (<1GJ/m²).

4.3.4. Odimljavanje

Sukladno Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15) mora se osigurati odimljavanje sigurnosnog stubišta. Sukladno tablici 3 iz navedenog pravilnika potrebna površina za dobavu i odsis zraka iznosi 1,00 m².

Za potrebe odimljavanja sigurnosnog stubišta, u cilju osiguranja adekvatne prirodne ventilacije, potrebno je osigurati otvaranje odgovarajućih otvora (vrata) u prizemlju i na katu u skladu sa zahtijevanom površinom otvora. Sustav odimljavanja mora biti pokretan preko automatske vatrodjave uz dodatnu opciju ručno otvaranje. Napominje se da nije potrebno osigurati odimljavanje dvorane i izložbenog prostora više jer predstavlja prostor u kojemu se ne može okupiti preko 100 korisnika.

Sukladno Pravilniku o zaštiti požara u skladištima (NN 93/08) prema navedenom pravilniku za požarno opterećenje preko 2 GJ/m² skladište mora imati sustav za odvođenje dima i topline te stabilni automatski sustav za gašenje požara.

U predmetnom skladištu će se izvesti stabilni sustav za automatsko gašenje požara i to sustav gašenja inertnim plinom – dušikom jer zbog vrste i vrijednosti materijala koji se skladišti nije moguće izvesti gašenje vodom, a što je u skladu sa čl.7 navedenog pravilnika. Nadalje, zbog odabranog tipa sustava automatskog gašenja požara (gašenje plinom – dušikom) u skladištu se neće izvesti odimljavanje jer bi isto negativno utjecalo na učinkovitost automatskog sustava.

4.3.5. Značajke susjednih građevina za sprječavanje širenja požara

Na udaljenosti manjoj od 3 m od fasade objekata ne nalaze se susjedne građevine na koje bi se mogao prenijeti eventualni požar, kao ni građevine sa požarnim opterećenjem većim ili jednakim 1000 MJ/m² tako da nije potrebno izvoditi požarne zidove niti vatrootporne otvore na fasadi, sukladno čl. 22 i 23 Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara.

4.4. Mjere zaštite od požara predviđene u projektiranju građevine

Uzroci nastanka požara su višestruki, za građevinu mogući su:

- neodgovorno ponašanje osoba,
- kvarovi na elektroinstalacijama,
- radovi na održavanju uz uporabu jakih izvora paljenja (zavarivanje i sl.),
- uporaba zapaljivih tekućina koje nije u skladu s propisima,
- atmosferski utjecaji (udar groma),
- nestručno izvođenje i održavanje,
- opasnost od požara i eksplozije uslijed istjecanja plina iz instalacije u zatvoreni prostor i stvaranja eksplozivne smjese [10]

Požar koji može nastati uslijed navedenih uzroka, sukladno razvrstavanju prema HRN EN 2, je požar krutina i požar zapaljivih plinova.

4.4.1. Osnovni principi zaštite

Građevina pripada IV kategoriji ugroženosti od požara prema Pravilniku o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (građevina javne namjene koja ima prostorije u kojima se okuplja do 300 osoba). Prema navedenom građevina se ne mora štiti vanjskom hidrantskom mrežom, ali kako se u istoj nalazi prostor koji je predviđen za okupljanje više od 50 osoba, isti se mora štiti unutarnjom hidrantskom mrežom. Nadalje, prema Pravilniku o zaštiti požara u skladištima (NN 93/08) ukoliko se skladišti materijal kod kojega se požar ne smije gasiti vodom, potrebno je primijeniti drugi odgovarajući sustav za gašenje. Sukladno navedenom, arhivski prostor odnosno skladište arhivske građe posebno će se štiti stabilnim automatskim sustavom za gašenje požara inertnim plinom (gašenje dušikom – IG100).

Svi prostori unutar građevine (osim sanitarnih čvorova) će biti štice sustavom vatrodjave. Vatrodjavna centrala će biti montirana u prostoru energetske sobe u zasebnom požarnom sektoru i biti će pod nadzorom samo u tijeku radnog vremena. Van radnog vremena će dojava ići preko automatskog telefonskog

poziva i prosljeđivati će se na mjesto koje odredi investitor u suradnju sa MUP-om. U cilju osiguranja osnovne zaštite korisnika, unutar predmetne građevine postaviti će se ručni aparati za gašenje požara, što je detaljno opisano u nastavku.

Uz standardne mjere zaštite (ručni aparati te unutarnja hidrantska mreža) predviđene su i dodatne mjere:

- tip S-4 - Automatski vatrodjavni sustav s automatskim prosljeđivanjem alarma - kompletan objekt
- tip S-5 - Stabilni automatski sustav za gašenje požara inertnim plinom (dušik IG100) - prostor skladišta
- sustav odimljavanja:
sigurnosno stubište (prirodna ventilacija otvaranjem vrata u prizemlju te na katu). Površine svijetlih otvora koji će se otvarati, moraju iznositi min. 1,0 m² [10].

Jednako tako uz vatrodjavni sustav sa pripadajućim javljačima požara, zgrada ima i ručna tipkala za isključenje električne energije te panik rasvjetu, a o što je definirano elektrotehničkim projektom.

4.4.2. Vatrootpornost konstrukcije i razredi reakcije na požar građevinskih proizvoda

U skladu sa Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15), razredi reakcije na požar građevinskih proizvoda industrijskih građevina određuju se prema podskupini sukladno predviđenoj zahtjevnosti. Predmetna građevina se svrstava u ZPS 3 (zgrade podskupine 3 – zgrada do tri nadzemne etaže, kota poda najviše etaže za boravak ljudi do 7,0 m, zgrada u kojoj se okuplja manje od 300 osoba).

4.4.3. Pročelja i zidovi

Građevni proizvodi koji se ugrađuju na pročelja moraju zadovoljiti zahtjev u pogledu klase reakcije na požar (Tablica 3).

Tablica 3. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene u pročelja [10]

Pročelja	
Građevni dijelovi	ZPS 3
Ovješeni ventilirani elementi pročelja	
Klasificirani sustav	D-d1
Ili Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama	
Vanjski sloj	D
Podkonstrukcija	
štapasta	D
točkasta	A2
Izolacija	D
Toplinski kontakti sustav pročelja	
Klasificirani sustav	D-d1
Ili Sastav slojeva sa slijedećim klasificiranim komponentama	
pokrovni sloj	D
izolacijski sloj	C

Građevni proizvodi koji se ugrađuju kao unutarnje zidne obloge i završni slojevi moraju zadovoljiti zahtjev u pogledu klase reakcije na požar (Tablica 4).

Tablica 4. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene u unutarnje zidne obloge i završni slojevi [10]

Unutarnje zidne obloge i završni slojevi	
Građevni dijelovi	ZPS 3
Unutarnje zidne obloge, izuzimajući evakuacijske putove	
Klasificirani sustav	D
Ili Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama	
obloga	D ili B
izolacija	C ILI D
Unutarnje zidne obloge, u evakuacijskim putovima	
Klasificirani sustav	C

Ili Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama	
obloga	C ili A2
podkonstrukcija	A2 ili A2
izolacija	B ili D
Unutarnji završni slojevi zida unutar evakuacijskih putova	
hodnik	C-s1, d0
stubište	C-s1, d0

4.4.4. Podovi i stropovi

Građevni proizvodi koji se ugrađuju kao podne i stropne obloge moraju zadovoljiti zahtjev u pogledu klase reakcije na požar (Tablica 5).

Tablica 5. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene kao podne i stropne obloge [10]

Građevni proizvodi za podove i stropove	
Građevni dijelovi	ZPS 3
Podne obloge na evakuacijskim putovima	
hodnici	Cfl-s1
stubište	Cfl-s1
Podne obloge u neizgrađenim dijelovima potkrovlja	Dfl
Podne konstrukcije	
Klasificirani sustav	D
Ili Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama	
nosivi dio	C ili C
izolacijski sloj	C ili D
Unutarnji završni slojevi zida unutar evakuacijskih putova	
hodnik	C-s1, d0
stubište	C-s1, d0
Konstrukcije ispod neobrađene stropne ploče uključujući i pričvršćenja izuzev stropne obloge	
Klasificirani sustav	D-d0
Ili Izvedba sa slijedećim klasificiranim komponentama	
podkonstrukcija	A2 ili A2
izolacijski sloj	C-d0 ili D
obloga ili spuštenu strop	D-d0 ili B-d0
Stropne obloge na evakuacijskim putovima	
hodnici	C-s1 ili d0
stubište	C-s1 ili d0

4.4.5. Krov

Prema zahtjevu građevni proizvodi koji se ugrađuju za izvedbu krovova moraju zadovoljiti zahtjev u pogledu klase reakcije na požar (Tablica 6).

Tablica 6. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene za izvedbu krovova [10]

Krovovi	
Građevni dijelovi	ZPS 3
Ravni krovovi	
Gornji sloj debljine od najmanje 5 cm šljunka ili istovrijednog materijala	
izolacija (hidroizolacija i slično)	E
toplinska izolacija*	D

Kad gornji sloj ne odgovara prethodnoj točki	
izolacija (hidroizolacija i slično)	Bkrov (t1)
toplinska izolacija*	E

*vrijedi za toplinsku izolaciju položenu na armirano-betonsku ploču, odnosno negorivu podlogu

Kosi krovovi ($20^{\circ} \leq \text{nagib} \leq 60^{\circ}$)	
pokrov	Bkrov (t1)
krovnja ljepenka i folije	E
krovnja konstrukcija	E
toplinska izolacija	C

4.4.6. Vanjska i unutarnja stolarija

Na granici požarnih odjeljaka ugraditi će se protupožarna vrata klase EI 90 dimno nepropusna. Jednako tako svi prozori na fasadi koji se nalaze uz granice požarnih odjeljaka a locirani su na udaljenosti manjoj od zahtijevane (min. horizontalna udaljenost između otvora na granici požarnog odjeljka iznosi 100 cm) moraju se izvesti kao protu požarni sa vatrootpornošću EI-90.

Vrata koja se koriste za odimljavanje sigurnosnog stubišta moraju se povezati sa sustavom vatrodjave koji će upravljati otvaranjem istih ih automatski otvarati u slučaju požara. Kako je jedan od prozora unutar prostora požarnog odjeljak PO-3 - upravni dio na katu, predviđen za evakuaciju, taj prozor mora biti dimenzija najmanje 0,80 x 1,20 metra, s visinom parapeta 0,90 - 1,20 m. Navedeni prozor

je postavljen na odgovarajućem mjestu dohvatljivom za vatrogasnu tehniku, a vrijeme dolaska nadležne vatrogasne postrojbe na intervenciju je unutar vremena od 15 minuta. Jednako tako navedeni prozora za spašavanje mora biti obilježen s vanjske strane kako bi ga lako uočili vatrogasci.

4.5. Mjere zaštite od požara tijekom gradnje

Mjere zaštite od požara kod građenja treba poduzeti u skladu s Pravilnikom o mjerama zaštite od požara kod građenja. Posebnu pozornost treba obratiti na potencijalno opasna mjesta i radnje za nastanak i širenje požara na gradilištu kao što su:

- mjesta držanja odnosno skladištenja zapaljivih i/ili eksplozivnih tvari,
- skladišta plinskih boca,
- prostor za uporabu sredstava za čišćenje i raznih otapala,
- deponij građevinskog otpada,
- ambalažni materijali,
- uređaji, oprema i instalacije koje mogu prouzročiti nastajanje i širenje požara (peći za grijanje, plinski i električni uređaji, privremena instalacija rasvjete i dr.)
- uporaba ljepila i obrada,
- uporaba otvorenog plamena ili žara pri radu (varenje ljepenke, skidanje uljnog naliča, pušenje i slično),
- uporaba uređaja i alata koji iskre,
- spaljivanje raznog materijala,
- puštanje u rad instalacija [10].

Kako bi se spriječilo nastajanje i širenje požara na gradilištu i osiguralo njegovo učinkovito gašenje potrebno je planirati i provoditi odgovarajuće organizacijske i tehničke mjere na gradilištu, za vrijeme i izvan radnog vremena u skladu s navedenim Pravilnikom, a posebice:

- mjere praćenja i kontrole ulazaka i izlazaka (ograđivanje gradilišta, čuvarska služba i drugo),
- mjere zabrane ili ograničenja kretanja vozila i osoba,

- mjere zabrane ili ograničenja unošenja opasnih tvari koje nisu namijenjene za potrebe građenja (pirotehnika i slično) i obavljanja opasnih radnji (pušenje i slično),
- mjere označavanja, upozoravanja, obavješćivanja i informiranja o opasnostima i provođenju potrebnih mjera zaštite od požara,
- osposobljenost osoba za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje početnih požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom,
- odabir mjesta i uvjete smještaja osoba na gradilištu koji se odnose na sigurnosne udaljenosti, požarna svojstva konstrukcijskih elemenata (minimalno razreda reakcije na požar A2), grijanje i hlađenje prostorija (zatvoreni sustavi) i drugo,
- odabir mjesta i uvjete držanja i skladištenja zapaljivih i eksplozivnih tvari (sigurnosne udaljenosti, ograđivanje, znakovi opasnosti, priručni uređaji i oprema za gašenje požara i drugo),
- mjere zaštite od požara kod obavljanja radova koji mogu izazvati požar (zavarivanje – elektrolučno ili autogeno, rezanje reznom pločom, brušenje, lemljenje, rad uporabom otvorenog plamena kao što je varenje ljepenke kod hidroizolacionih radova, skidanje boja plamenikom i slično),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste sredstava za gašenje početnih požara (vode, pijeska i drugo),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste opreme za gašenje početnih požara (vatrogasnih aparata, posuda za vodu, hidranata i drugo),
- mjere osiguranja pristupa za potrebe vatrogasne intervencije i održavanja,
- mjere zbrinjavanja i redovitog uklanjanja prašine i otpada (osobito ambalažnog otpada, krpa natopljenih otapalima i slično),
- mjere zaštite od atmosferskog pražnjenja,
- mjere provjere provođenja mjera zaštite od požara,
- način postupanja i uzbunjivanja u slučaju požara (pozivanje brojeva telefona koje treba nazvati: zaštita i spašavanje 112, vatrogasci 193, policija 192, hitna pomoć 194 i slično) [10].

Mjere zaštite od požara na gradilištu planiranjem i provođenjem moraju pratiti stanje na gradilištu. Sukladno čl. 7 citiranog Pravilnika odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara na gradilištu je izvođač radova, odnosno glavni izvođač radova.

4.6. Mjere zaštite od požara tijekom eksploatacije građevine

Predmetna građevina bit će štíćena od požara sa:

1. Vatrogasnim aparatima,
2. Unutarnjom hidrantskom mrežom,
3. Stabilnim sustavom za gašenje požara IG100 [10].

Po završetku izgradnje građevine izvođači radova dužni su propisanim dokumentima priložiti dokaze kvalitete i funkcionalnosti ugrađenih materijala i uređaja:

- potvrda o sukladnosti za vatrootporna vrata;
- ispravu o podobnosti funkcionalnosti zatvarača za vatrootporna vrata;
- potvrda o sukladnosti za panik okov sukladno normi HRN EN 179;
- potvrda o sukladnosti za otpornost na požar protupožarnih zaklopki sukladno normi DIN 4102/6 ili prema odgovarajućoj HRN EN;
- potvrda o sukladnosti za klase gorivosti materijala prema zahtjevima ovog Elaborata sukladno odgovarajućoj normi HRN EN;
- potvrda o sukladnosti za vatrootpornost sredstava za brtvljenje prodora električnih instalacija i plastičnih cjevovoda kroz požarne zidove sukladno normi HRN DIN 4102/9 i HRN DIN 4102 dio 11 ili prema odgovarajućoj HRN EN;
- nalaz ovlaštene pravne osobe o ispravnosti i nepropusnosti plinske instalacije;
- nalaz ovlaštene pravne osobe o ispravnosti sigurnosne rasvjete;
- nalaz ovlaštene pravne osobe o ispravnosti gromobranske instalacije;
- nalaz ovlaštene pravne osobe o ispravnosti elektro instalacije.

Za svu opremu, sredstva i uređaje, namijenjene za gašenje, dojavu i sprečavanja širenja požara koji su uvezeni iz inozemstva, potrebno je pribaviti isprave ovlaštene od pravne osobe o ispravnosti istih kao i njihove podobnosti za namijenjenu svrhu.

4.7. Stabilni sustav za gašenje požara

Kako bi se osigurao najefikasnija raspodjela dušika za potrebe gašenja prostor je podijeljen na 4 zone gašenja. Opskrbu sustava IG100 predvidjeti sa sigurnog izvora el. energije (gradska mreža). Priključak električne energije sustava potrebno je izvesti iz GRO s posebno označenog osigurača. Za potrebe signalizacije alarma i kvara stabilnog sustava gašenja požara (sprinkler sustav), predviđeno je prosljeđivanje signala prema mjestu 24 satnog dežurstva preko sustava dojave požara objekta [10].

U slučaju pojave požara u štíćenom prostoru dolazi do prorade pripadne skupine automatskih javljača požara, pojave alarma na vatrodojavnoj centrali i aktiviranja sirene u štíćenom prostoru. Dežurna osoba prihvatom alarma na centrali dobiva točnu identifikaciju mjesta požara putem dojavnog područja i dojavne grupe kojoj detektor pripada. Prorada jednog javljača požara ne pokreće postupak gašenja. Dežurna osoba nakon prihvata alarma mora otići na mjesto alarma i utvrditi stanje.

Ukoliko požar u štíćenom prostoru dovede do prorade većeg broja detektora iz jedne i/ili više dojavnih grupa dolazi do automatskog aktiviranja gašenja [10]. Aktiviranje gašenja (automatsko, poluautomatsko, ručno) uključuje alarmu sirenu/crvenu bljeskalicu u štíćenom prostoru, daje se signal za isključenje klime i ventilacije, zatvaranje PPZ, te starta vrijeme evakuacije od 30 sekundi. Nakon isteka vremena evakuacije, uključuju se svjetlosno/zvučni paneli ispred štíćenog prostora, a štíćeni prostor se puni plinom i gasi se požar. Nakon završenog gašenja sustav gašenja je potrebno ponovo dovesti u operativno stanje. Prije aktiviranja gašenja, potrebno je zatvoriti provjetranje.

4.8. Zahtjevi za dokumentaciju i postupanje u slučaju požara

Organizacijske mjere u građevini provodi vlasnik/korisnik/upravitelj zgrade/odgovorna osoba građevine, a odnose se na održavanja, preglede, ispitivanja, gromobranske instalacije, vatrogasne aparate i sl., te na osposobljavanje zaposlenih osoba. Na vidljivim mjestima u prostoru postaviti će se planovi evakuacije i plan uzbunjivanja [10].

U slučaju požara odgovorna osoba dužna je obavijestiti o istom službu 112, ili vatrogasce 193, te ukoliko je požar još u početnoj fazi potrebno je započeti gašenje s aparatom za početno gašenje požara. Organizacijske mjere sukladno čl. 55. Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18):

- Poslodavac je obvezan poduzeti mjere zaštite od požara i spašavanja radnika, izraditi plan evakuacije i spašavanja, odrediti radnike koji će provoditi mjere te osigurati pozivanje i omogućiti postupanje javnih službi nadležnih za zaštitu od požara i spašavanje, u skladu s posebnim propisima.
- Poslodavac je obvezan broj radnika iz stavka 1. ovoga članka, njihovu osposobljenost i potrebnu opremu, utvrditi i osigurati u skladu s propisima koji uređuju zaštitu od požara i spašavanje, ovisno o naravi procesa rada, veličini poslodavca te ukupnom broju radnika.
- Poslodavac je u slučaju nastanka neposrednih i značajnih rizika za život i zdravlje radnika obvezan:
 - odmah ih obavijestiti o nastalom riziku kojemu jesu ili bi mogli biti izloženi, kao i o mjerama koje jesu ili bi trebale biti provedene, kako bi se spriječio ili umanjio rizik za život i zdravlje
 - poduzeti radnje i dati upute o prestanku rada, odnosno napuštanju mjesta rada i upućivanju na sigurno mjesto
 - organizirati nastavak rada tek nakon otklanjanja rizika.
- Poslodavac je obvezan osposobiti radnike da u slučaju nastanka neposrednih i značajnih rizika za život i zdravlje, kojima su izloženi ili bi mogli biti izloženi, a o tome ne mogu obavijestiti odgovornu osobu, mogu

samostalno poduzeti mjere i provesti postupke u skladu sa svojim znanjem i raspoloživim tehničkim sredstvima, kako bi rizike otklonili ili smanjili.

- Osposobljavanje radnika iz stavka 4. ovoga članka obuhvaća upoznavanje radnika s planom evakuacije i spašavanja za slučaj izvanrednog događaja i provođenje praktične vježbe evakuacije i spašavanja najmanje jednom u dvije godine.

4.9. Evakuacija

Prema zaposjednutosti prostora dobiveno je da ukupan kapacitet osoba unutar građevine iznosi maksimalno 91 osoba [10].

4.9.1. Broj evakuacijskih putova

Najmanji potreban broj evakuacijskih putova određuje se prema Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15):

Najmanje potreban broj evakuacijskih puteva u odnosu na broj osoba u prostoru prikazan je u nastavku u tablici 7.

Tablica 7. Najmanje potrebni broj evakuacijskih puteva u odnosu na broj osoba u prostoru

Broj osoba u prostoru	Najmanje potreban broj evakuacijskih puteva
do 500	2
500-1000	3
Više od 1000	4

Prema navedenom pravilniku, ako se evakuacija izvodi preko stubišta ono se mora izvesti kao sigurnosno – poseban požarni odjeljak sa osiguranim sustavom odimljavanja.

Iz prostora upravnog dijela i dvorane u prizemlju osigurana su dva izlaza kroz glavni i sporedni ulaz, dok je sa kata osiguran izlaz na sigurnosno stubište te preko prozora predviđenog za spašavanje.

Evakuacija iz prostora skladišta arhivske građe osigurana je kroz četiri ulaza, pozicioniranim na vanjskim dijelovima građevine, na odgovarajućoj međusobnoj udaljenosti. Evakuacija iz prostora obrade arhivske građe osigurana je sa dva izlaza, jedan u prostor sigurnosnog stubišta te drugi u prostor arhivskog skladišta.

Prema navedenom osiguran je dovoljan broj evakuacijskih puteva. Evakuacija će se vršiti prema Planu evakuacije i spašavanja koji se mora nalaziti na vidljivom mjestu sukladno posebnim propisima.

4.9.2. Ukupna duljina evakuacijskih putova

Svi evakuacijski putovi zadovoljavaju uvjet najveće ukupna duljine prema Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15), koja za građevine bez ugrađenog sustava za automatsko gašenje požara iznosi 40 m. Odnosno duljina evakuacijskog puta iz arhivskog prostora - skladišta može iznositi 60 m zbog predviđenog automatskog sustava za dojavu i gašenje požara.

Jednako tako zadovoljen je i uvjet najveće dozvoljene duljine zajedničkog dijela evakuacijskog puta koja iznosi 23 m (prostori bez automatskog sustava gašenja požara) odnosno 30 m (prostor sa automatskim sustavom za gašenje požara). Zadovoljene su i najveće dozvoljene duljine slijepog hodnika koja iznosi 6 m (prostori bez automatskog sustava gašenja požara) odnosno 15 m (prostor sa automatskim sustavom za gašenje požara).

4.9.3. Širina evakuacijskih putova i izlaza

Prema navedenom pravilniku širina evakuacijskih puteva određuje se kao umnožak broja osoba na etaži koja ima najveću zaposjednutost s pripadajućim koeficijentom, uz uvjet da širina ne može biti manja od 1,10m odnosno 0,9 m kod prostora s kapacitetom zaposjednutosti do 50 osoba:

- Maksimalna zaposjednutost na prizemlju unutar prostora dostupnim korisnicima može iznositi 91 osoba što iznosi $91 \times \text{koef.}0,8 \text{ cm} = 73,0 \text{ cm}$ → odabire se 110 cm minimalna širina evakuacijskih puteva u prizemlju
- Maksimalna zaposjednutost na katu te u ostalim prostorima zaposlenika može iznositi 10 osoba što iznosi $10 \times \text{koef.}0,8 \text{ cm} = 8,0 \text{ cm}$ → odabire se 110 cm minimalna širina evakuacijskih puteva na katu i stubištu te prostorima zaposlenika

Širina svih evakuacijskih puteva je jednaka ili veća od zahtijevanih čime je zadovoljen uvjet.

Minimalna svijetla širina vrata mora biti najmanje 0,9 m osim u prostorima u kojima se okuplja manje od 50 osoba gdje mora iznositi najmanje 80 cm. Vrata na evakuacijskim putevima su svijetle širine veće od 90 cm te zadovoljavaju traženi zahtjev.

4.9.4. Izvedba evakuacijskih putova

Na putovima za izlaženje ne smiju se nalaziti predmeti koji pomažu širenju požara (primjerice goriva ambalaža, dijelovi namještaja, gorive zavjese i sl.), stvari koje bi mogle ometati izlaz osobama (primjerice aparati različitih namjena, garderobni ormari, pričuvni dijelovi, uskladištena roba i sl.), niti ogledala koja bi mogla zbuniti osobe u slučaju evakuacije. Sva vrata na putovima evakuacije su zaokretna i moraju se otvarati u smjeru izlaza (ne zahtjeva se za prostore gdje se okuplja manje od 50 osoba).

Otpornost na požar konstrukcija i elemenata koji omeđuju evakuacijski put (zidovi, stubišta, vrata) određuju se sukladno Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15). Građevni proizvodi koji se koristi za završno oblaganje zidova te podova i stropova na sigurnosnim evakuacijskim putovima izvesti će se prema Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15).

Svi izlazni putovi i vrata na izlaznim putovima moraju biti označeni odgovarajućim oznakama sukladno normama HRN ISO 7010 te HRN ISO 6309. Na putovima evakuacije i evakuacijskim izlazima projektirana je protupanična rasvjeta koja osigurava napuštanje na siguran način i u najkraćem mogućem vremenu ugroženog prostora.

5. ZAKLJUČAK

Projektiranje stabilnog sustava za gašenje požara dušikom IG100 za objekt Državnog arhiva u Virovitici predstavlja ključni korak u osiguravanju sigurnosti i zaštite arhivske građe. Ovaj sustav, podijeljen na četiri zone gašenja, osigurava efikasnu raspodjelu dušika i omogućava brzo i učinkovito gašenje požara.

Mjere zaštite od požara uključuju vatrogasne aparate, unutarnju hidrantsku mrežu i stabilni sustav za gašenje požara IG100. Po završetku izgradnje, izvođači radova moraju priložiti dokaze o kvaliteti i funkcionalnosti ugrađenih materijala i uređaja, uključujući potvrde o sukladnosti za vatrootporna vrata, panik okov, protupožarne zaklopke, te nalaze ovlaštenih pravnih osoba o ispravnosti različitih instalacija.

Pasivne mjere zaštite od požara, kao što su odabir građevinskih materijala na temelju njihove reakcije na vatru i pravilno projektiranje građevine, ključne su za osiguranje sigurnosti. Aktivne mjere, poput automatskog sustava za dojavu i gašenje požara, dodatno smanjuju rizik od izbijanja i širenja požara.

Evakuacijski putevi su projektirani u skladu s propisima, osiguravajući siguran izlaz iz svih dijelova zgrade. Ukupna duljina evakuacijskih putova, širina evakuacijskih putova i izlaza zadovoljavaju sve zakonske uvjete.

Implementacija stabilnog sustava za gašenje požara IG100, zajedno s ostalim mjerama zaštite, osigurava visoku razinu sigurnosti za arhivsku građu i korisnike objekta. Ovaj projekt predstavlja primjer dobre prakse u području protupožarne zaštite i može poslužiti kao model za slične objekte u budućnosti.

6. LITERATURA

- [1] Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Narodne novine, Zagreb, 2019.
- [2] **Fišter S., Kopričanec-Matijevac Lj.:** „Zaštita od požara u graditeljstvu“, knjiga, Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Zagreb, 2001.
- [3] **Carević M., Jukić P., Sertić Z, Šimara B.:** „Tehnički priručnik za zaštitu od požara“, Zagrebinspekt, Zagreb, 1997.
- [4] **Jeleč M.:** „Požarna otpornost drvenih elemenata“, Drvene konstrukcije II, Sveučilište J.J. Strossmayer, Građevinski fakultet, 2016/2017.
- [5] **Kulišić D.:** „Metodika istraživanja požara i eksplozija“, Policijska akademija MUP-a RH, Udžbenik, Visoka policijska škola
- [6] **Ministarstvo Unutarnjih Poslova RH:** „Pravilnik o programu i načinu osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom“ (NN br. 61/94), Narodne novine, Zagreb, 1994.
- [7] **Šmejkal Z.:** „Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara“, Knjiga, SKTH - Kemija u industriji, Zagreb, 1991.
- [8] Bettati Antincendio – Design manual, Internet stranica, https://www.bettatiantincendio.com/docs/M-IG_Progettazione_EN_052010.pdf, pristupljeno 14.08.2024.
- [9] **Pastor Inženjering d.d.:** „Strojarski projekt stabilnog sustava za gašenje požara, Rakitje“; Broj projekta: TD 035-2022, projektant: Nikola Tušek, mag.ing.mech., S 1665
- [10] **CIP d.o.o. za projektiranje, građevinarstvo i usluge:** „Elaborat zaštite od požara Državni arhiv u Virovitici, Virovitica“; Oznaka mape TD 03/22-ZP, Projektant Maja Carević Deskar, mag. Ing. Aedif., G 4554; studeni 2022.

7. PRILOZI

7.1. Popis simbola

DIN	Deutsches Institut für Normung (Njemački institut za normizaciju)
GRO	glavni razvodni ormar
HRN EN	Hrvatska norma Europske norme
k.č.br.	katstarska čestica broj
k.o.	katstarska općina
NN	Narodne novine
PPZ	protupožarna zaštita
S-4	automatski vatrodojavni sustav s automatskim prosljeđivanjem alarma - kompletan objekt
S-5	stabilni automatski sustav za gašenje požara inertnim plinom (dušik IG100) - prostor skladišta

7.2. Popis tablica

Tablica 1. Kemijska i fizička svojstva dušika – IG100 [8]	12
Tablica 2. Požarno odvajanje građevine [10].....	24
Tablica 3. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene u pročelja [10].....	30
Tablica 4. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene u unutarnje zidne obloge i završni slojevi [10].....	30
Tablica 5. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene kao podne i stropne obloge [10].....	31
Tablica 6. Klase reakcije na požar za građevne proizvode ugrađene za izvedbu krovova [10].....	32
Tablica 7. Najmanje potrebni broj evakuacijskih puteva u odnosu na broj osoba u prostoru	38