

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Damir Toromanović

Pregradni elementi požarnih sektora

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

Karlovac University of Applied Science
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Damir Toromanović

Fire separating elements of fire compartments

Final paper

Karlovac, 2018.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Damir Toromanović

Pregradni elementi požarnih sektora

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
dr.sc.Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2018.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni
studij:.....

Usmjerenje:.....Karlovac,.....
.....

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:..... Matični
broj:.....

Naslov:.....
.....
.....

Opis zadatka:

Zadatak zadan: Rok predaje rada: Predviđeni datum obrane

.....
Mentor:

.....
Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

PREDGOVOR

Zahvaljujem se svim profesorima i osoblju Veleučilišta u Karlovcu na predanom radu te prenošenju znanja i vještina.

Posebno se zahvaljujem svome mentoru dr.sc. Zvonimiru Matusinoviću u stručnom vodstvu prilikom odabira i izrade ovog rada, kao i pomoći tijekom cjelokupnog trajanja studija.

Također bi se htio zahvaliti svojoj obitelji i kolegama sa studija na pružanoj potpori.

Hvala vam!

SAŽETAK

Posebni značaj u ovom radu dan je protupožarnim pregradnim elementima požarnih sektora budući da se njima često ne daje dovoljno pažnje pri konstruiranju i gradnji. Njihova pravilna primjena spasit će mnoge živote od požara i olakšati djelovanje spasilačkih službi. Zbog malih ušteda prilikom gradnje riskiraju se potencijalno velike opasnosti.

Ključne riječi: požarni sektor, protupožarni elementi, požar

SUMMARY

Particular significance in this paper is given to the fire-resistant separation elements of fire compartments since they often lack sufficient attention in construction and build. Their proper application will save many lives from the fire and will make rescue services job easier. Because of the small savings in construction, potentially great danger are at risk.

Key words: fire sector, fire-resistant elements, fire

	stranica
ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SUMMARY.....	IV
SADRŽAJ.....	V
1. UVOD.....	1
1.1 Predmet i cilj rada.....	1
1.2 Metode prikupljanja podataka.....	1
2. OPĆI POJMOVI O POŽARNIM I POŽARNIM SEKTORIMA.....	2
2.1 Požari općenito.....	2
2.1.1. Razvoj i širenje požara u požarnom sektoru.....	3
2.1.2 Širenje požara unutar građevine.....	5
2.2 Požarni sektori pojmovi.....	6
3. ZAKONI, PRAVILNICI I NORME.....	8
4. PREGRADNI ELEMENTI POŽARNIH SEKTORA.....	10
4.1. Požarni zidovi.....	10
4.2. Protupožarna vrata.....	11
4.3. Protupožarni prozori.....	12
4.4. Protupožarna krovništa.....	13
5. USPOREDBA LOŠEG I DOBROG POŽARNOG SEKTORA.....	14
5.1 Loše izveden požarni sektor.....	14
5.2 Dobro izveden požarni sektor.....	20
6. ZAKLJUČAK.....	25
7. LITERATURA.....	26
8. PRILOZI.....	27
8.1 POPIS SLIKA.....	27
8.2 POPIS TABLICA.....	27

1. UVOD

1.1 Predmet i cilj rada

Opasnost od požara prijetila je od prvih susreta čovjeka s vatrom, a od tada postoji i neki oblik čovjekove borbe protiv požara. Smatra se da su prve organizirane vatrogasne postrojbe imali stari Egipćani, a dobro organiziranu vatrogasnu službu imao je Rim u doba cara Augusta, kada su uvedene državne vatrogasne jedinice. Već su u ranom srednjem vijeku pojedini gradovi prepoznali važnost zaštite od požara te donose niz propisa o pravilnoj gradnji kuća i objekata. Sa sve raširenijom upotrebom vatre i stvaranje prvih velikih gradova čovječanstvo se susrelo sa stvarnim gorućim problemom. To je dovelo do neizbježnih velikih požara kao onaj u Londonu 1666.godine kada je izgorjelo 13200 kuća, 87 županijskih crkava i katedrala. Požar u Varaždinu 1776. godine nošen jakim vjetrom poharao je grad uništivši 400 kuća i brojne crkve te ga lišio titule glavnog grada. Zbog takvih požara donose se zakoni o gradnji, urbanistički planovi, određuju se vrste gradivnih materijala, način gradnje, a posebna pažnja pridaje se zaštiti od požara. Danas su pravilno građeni stambeni objekti vrlo otporni na izbijanje i širenje požara Ali u industriji to još nije tako čest slučaj. Sigurnost radnika posebno u slabije razvijenim zemljama nije na cijeni pa se propisi često zanemaruju radi uštede kapitala, a to potencijalno dovodi do katastrofalnih posljedica. Napretkom zaštite od požara pokušava se omogućiti bolja sigurnost uz uložena što manja sredstva. Novim tehnologijama nastoji se pružiti sigurno radno i životno okruženje svima na ovom planetu.[1]

1.2 Metode prikupljanja podataka

Za teorijski dio rada korištene su najpouzdaniji izvori podataka knjige i literature koje se rabe u obuci vatrogasaca kao i inženjera zaštite od požara.

Za eksperimentalni dio rada korištene su analize požara vatrogasnih postrojbi , pravnih osoba i vlastito iskustvo iz dugogodišnjeg radno iskustva na području vatrogastva i zaštite od požara.

2. OPĆI POJMOVI O POŽARNIM I POŽARNIM SEKTORIMA

2.1 Požari općenito

Gorenje je brzi proces oksidacije u kojem se molekule gorive tvari spajaju s kisikom pri čemu nastaju produkti izgaranja te se oslobađa toplina, plamen i svjetlost.

Ovisno o brzini same reakcije razlikujemo nekoliko vrsta oksidacije:

- tiha (polagana) - spori proces na sobnoj temperaturi s neznatnim razvijanjem topline
- burna (brza) oksidacija, odnosno gorenje
- eksplozija (trenutačna) - naglo oslobađanje velike količine energije koje prati ekspanzija plinova i para.[2]

Požar je svako nekontrolirano gorenje i najmanjih razmjera koji nanosi materijalnu štetu ili predstavlja opasnost za život ljudi, životinja ili materijalnih dobara.[2]

Da bi požar nastao potrebna su 4 uvjeta gorenja: goriva tvar, toplina, oksidans i nesmetano odvijanje kemijskih lančanih reakcija.



Slika 1. Tetraedar gorenja[3]

Požare prema gorivoj tvari dijelimo na klase:

1. Klasa A - požar krutih tvari poput papira, ugljena, drva i slično. Gore plamenom i žarom.
2. Klasa B - požar zapaljivih tekućina zapaljiva ulja i slično. Gore plamenom.
3. Klasa C - požar zapaljivih plinova. Gore plamenom.
4. Klasa D - požar metala poput aluminijska, magnezija, titanija itd. Gore žarom.
5. Klasa F - požar ulja i masti u uređajima za prženje s uljima i mastima kao i drugom kuhinjskom opremom. [2]

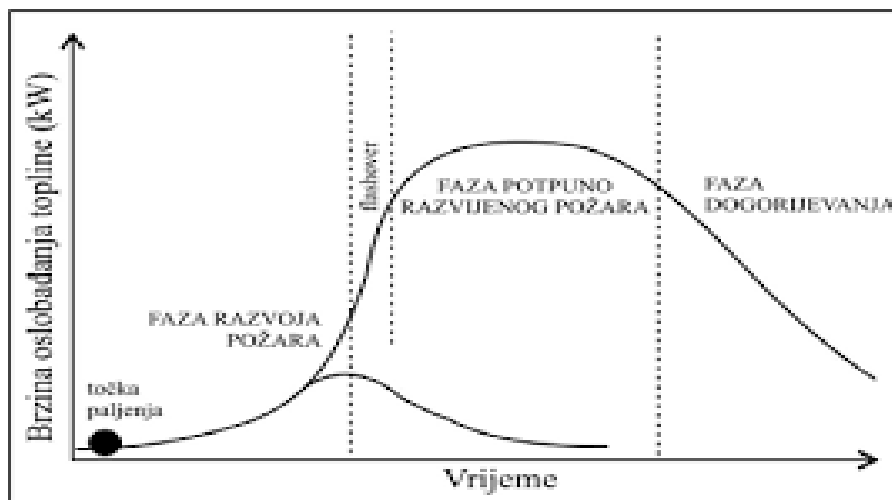
2.1.1. Razvoj i širenje požara u požarnom sektoru je puno složeniji proces od razvoja i širenja požara otvorenog prostora. Na razvoj i širenje požara unutar požarnog sektora glavni utjecaj imaju količina gorivog materijala u tom prostoru i količina kisika koji pritiče u prostor. Kada je količina gorivog materijala ograničena, kaže se da je požar kontroliran gorivom, a kada je količina kisika koji pritiče u prostor ograničen, govori se o požaru koji je kontroliran ventilacijom.

Faze razvoja požara zatvorenog prostora:

- 1) faza zapaljenja (početna faza) požara - je vrijeme u koje je došlo do zapaljenja gorive tvari uz prisustvo sva četiri čimbenika iz tetraedra gorenja
- 2) faza rasta (faza razvoja) požara - nedugo nakon zapaljenja, iznad gorivog materijala se formira sloj vrućih požarnih plinova. Zagrijani plinovi se najprije uzdižu do stropa prostorije, da bi se zatim ravnomjerno širili dok ne ispune prostor.
- 3) flashover - je prijelaz između faze razvoja požara i njegove razbuktna faze, nije specifičan za sve požare. Požar u trenutku zahvaća cijeli gorivi materijal. Pojavljuje se na visokoj temperaturi (483 - 649°C) unutar samog požarnog sektora.

4) faza punog razvoja (razbukta faza) požara - nastupa kada je cjelokupan zapaljivi materijal unutar nekog zatvorenog prostora zahvaćen požarom. Za trajanja ove faze požara cjelokupni gorivi materijal oslobađa maksimalne količine toplinske energije.

5) zgarište (faza gašenja) - požar je kontroliran gorivom, vatra se postepeno gasi, a temperature u tom prostoru počinju opadati. [2]



Slika 2. Tijek požara u zatvorenom prostoru[4]

Normirana krivulja požara - odnos temperature i vremena u požaru vrlo je bitan. Na temelju mnogih eksperimenata proračuna i iskustva utvrđena je normirana krivulja požara koja pokazuje porast temperature s vremenom prilikom normiranog požara koji traje 6 sati. U tablici su prikazane temperature u odnosu na vrijeme prema međunarodnoj ISO 834 normi koju koristi većina zemalja, a među njima i Hrvatska. [2]

Tab. 1 Odnos temperature i vremena prema normiranoj krivulji požara.[2]

t°C	556	821	925	986	1029	1090	1133	1193
vrijeme(min)	5	30	60	90	120	180	240	360

2.1.2 Širenje požara unutar građevine

Unutar građevine može doći do vodoravnog i okomitog širenja požara. Požar se može proširiti direktno plamenom, ali i prijenosom topline nastale u požaru.

Toplina se može prenijeti:

- konvekcijom ili strujanjem zraka pri čemu se stvara povišeni tlak
- provođenjem ili kondukcijom gdje se toplina nastala u požaru prenosi preko čvrstih dijelova i konstrukcija, koji su dobri vodiči topline
- zračenjem ili radijacijom kada se toplina prenosi elektromagnetskim valovima.

Za vrijeme požara zagrijana površina predaje toplinu zračenjem i može zapaliti gorive materijale na većim udaljenostima.

Vodoravno širenje požara

Pod vodoravnim širenjem požara smatra se širenje unutar jedne etaže:

- preko vatro neotpornih zidova
- preko vatro neotpornih vrata
- preko nezaštićenih otvora u zidovima
- preko prozora

Okomito širenje požara

Pod okomitima širenjem požara smatra se širenje požara s etaže na etažu u okomitom smjeru preko:

- vatro neotpornih međukatnih konstrukcija
- nezaštićenih otvora u međukatnim konstrukcijama
- stubišta i dizala
- prozora

Okomito širenje požara se u pravilu razvija puno brže od vodoravnog zbog uzdizanja vrućih požarnih plinova. Uz okomito širenje požara, požar se širi i vodoravno po etažama.[2]

2.2 Požarni sektori pojmovi

Požarni sektor je prostor ograničen građevinskim konstrukcijama i elementima vatrootpornosti. Požarni sektor može biti jedna prostorija, grupa prostorija ili cijela građevina. Formiranje požarnih sektora ovisi o namjeni građevine, visini požarnog opterećenja, vatrootpornosti građevine, instaliranim stabilnim sustavima za gašenje i visini građevine.[2]

Pregradni elementi požarnih sektora su: zidovi, vrata, prozori, zaklopke, međukatne konstrukcije

Vatrootpornost požarnog sektora je vrijeme za koje se požar neće proširiti na okolne požarne sektore niti s okolnih prostora na promatrani požarni sektor.

Tehnološka eksplozija je naglo širenje plinova uslijed gorenja ili druge kemijske reakcije.

Požarni rizik je vjerojatnost nastanka požara u danim procesima ili stanjima.

Otpornost na požar je sposobnost dijela građevine da kroz određeno vrijeme ispunjava zahtijevanu nosivost (R) i/ili cjelovitost (E) i/ili toplinsku izolaciju (I) i/ili drugo očekivano svojstvo, propisano normom o ispitivanju otpornosti na požar.

Kriterij nosivosti "R" - građevinske konstrukcije i elementi ne smiju se urušiti pod dopuštenim opterećenjem ako su nosivi ili pod opterećenjem vlastite težine.

Kriterij prostorne cjelovitosti "E" - pregradne građevinske konstrukcije i elementi moraju spriječiti prodor plamena (kroz nastale pukotine i druge otvore).

Kriterij toplinske izolacije "I" - građevinske konstrukcije i elementi moraju srednja temperatura na neizloženoj strani (zida) ne smije prijeći 140°C više od početne temperature, a najveća temperatura ni na kojem mjestu ne smije biti viša za 180°C od početne (vrijedi za zidove koji razdvajaju prostor i stropove).

Vrijeme otpornosti na požar izražava se u minutama koje se označavaju brojevima 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360.

Reakcija na požar je doprinos materijala razvoju požara uslijed vlastite razgradnje do koje dolazi izlaganjem tog materijala određenim ispitnim uvjetima.

Evakuacijski put iz građevine je posebno projektiran i izveden put koji vodi od bilo koje točke u građevini do vanjskog prostora ili sigurnog prostora u građevini.[2]

Procjena ugroženosti od požara je postupak utvrđivanja razine ugroženosti od požara i/ili tehnološke eksplozije i mjera zaštite.

Požarno opterećenje je količina toplinske energije koja se može razviti u nekom prostoru, nastaje sagorijevanjem sadržaja građevine (pokretno opterećenje) i dijelova konstrukcije i elemenata građevine (stalno opterećenje), a razlikuje se ukupno požarno opterećenje (MJ) i specifično požarno opterećenje (MJ/m³)[2]

Ponašanje građevnih materijala u požaru razvrstava se na gorive i negorive. Da bi se građevni materijali mogli razvrstati, ispituju se njihovi uzroci. Prema ponašanju u požaru sukladno normi građevni materijali se klasificiraju:

Tab. 2 Euro klase i njihova dodjela klasificiranju prema DIN-u 4102-1[2]

Euro-klasa	Cilj sigurnosti koji se nastoji postići	Klasa prema DIN 4102-1
A1	Niti pod uvjetima potpuno razvijenog požara ne doprinosi požaru	A1
A2	I pod uvjetima potpuno razvijenog požara samo zanemarivo malo doprinosi požaru	A2
B	U fazi razvijanja požara bez širenja požara izvan područja primarnog požara vrlo malo doprinosi požaru	B1
C	Pod uvjetima požara u fazi razvijanja vrlo ograničeno širenje požara i ograničeno oslobađanje energije i mogućnost zapaljenja	B2
D	Pod uvjetima požara u fazi razvijanja vrlo ograničeno širenje požara i prihvatljivo oslobađanje energije i mogućnost zapaljenja	B2
E	Kod izuzetno malog požara (plamen šibice) prihvatljivo ponašanje u požaru (zapaljivost, širenje plamena)	B3
F	Bez zahtjeva glede ponašanja u požaru	B3

3. ZAKONI, PRAVILNICI I NORME

Zakoni vezani za gradnju i prostorno uređenje u smislu protupožarne zaštite su vrlo bitni. Njihovim nepoštivanjem i gradnjom loše projektiranih objekata ugrožavamo živote ljudi i velike materijalne štete. S time bi se ponovo vratili u srednji vijek tokom kojeg su veliki požari često poharali cijele gradove i sela.

Zbog toga nam država putem sljedećih zakona određuje koje minimalne uvjete zaštite od požara moramo poštivati u projektiranju i gradnji :

Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN br.76/07) čl. 14. stavka 3

Bitni zahtjevi za građevinu koji se osiguravaju u projektiranju i građenju zaštita od požara tako da se u slučaju požara:

- očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena utvrđena posebnim propisom,
- spriječi širenje vatre i dima unutar građevine,
- spriječi širenje vatre na susjedne građevine,
- omogući da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu, odnosno da se omogući njihovo spašavanje,
- omogući zaštita spašavatelja.[5]

Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara temeljem članka 6. stavka 2. i članka 7. stavka 7. Zakona o zaštiti od požara (NN, br. 58/93.)

- Ovim Pravilnikom određuju se uvjeti, osnove i kriteriji za razvrstavanje građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara i najmanji broj vatrogasaca u vatrogasnoj postrojbi te djelatnika zaduženih za poslove zaštite od požara koje moraju imati pravne osobe vlasnici odnosno korisnici građevina ili prostora razvrstanih u prvu (I) i drugu (II) kategoriju ugroženosti.

- Razvrstavanje građevina i prostora u kategorije ugroženosti od požara obavlja se s obzirom na vrstu zapaljivih tvari, namjenu građevine i prostora te površinu otvorenog prostora, a temelji se na sljedećim uvjetima, osnovama i kriterijima: -

instaliranom kapacitetu za proizvodnju ili preradu; - kapacitetu nadzemnih spremnika ili građevina za zapaljive tvari; - broju uposlenih. Pod proizvodnjom i preradom, u smislu ovoga Pravilnika, podrazumijeva se i pretakanje upaljivih tekućina ili plinova iz spremnika u prijevozna sredstva ili obrnuto za daljnji transport ili prijevoz.

- Građevine i prostori razvrstavaju se u sljedeće kategorije ugroženosti od požara: Ia, Ib, Ic, Id, Ie, If, Ig, Ih, IIa, IIb, III i IV. [6]

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara na temelju članka 26. stavka 1. Zakona o zaštiti od požara (»NN br. 92/10)

- Ovim Pravilnikom propisuje se otpornost na požar te drugi zahtjevi koje građevina mora zadovoljiti u slučaju požara u svrhu spriječavanja širenja vatre i dima unutar građevine, spriječavanja širenja požara na susjedne građevine, omogućavanja da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu, odnosno osiguravanje njihovog spašavanja i zaštite spašavatelja.

- Odredbe ovog Pravilnika primjenjuju se kod projektiranja i građenja novih građevina, a na odgovarajući način i kod rekonstrukcija.[6]

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10) određuje sustav uređenja zaštite od požara:

- prava, dužnosti i odgovornosti u slučaju požara
- planovi i dokumenti zaštite od požara
- upoznavanje i osposobljavanje za zaštitu od požara
- preventivno postupanje, obavješćivanje i gašenje početnih požara
- organizacija i ustroj zaštite od požara
- zaštita od požara u sustavu zaštite okoliša, prostornog uređenja i gradnje
- zaštita od požara u uporabi građevina i prostora
- nadzor
- unapređenje zaštite od požara
- financiranje
- kaznene odredbe
- prijelazne i završne odredbe.[8]

4. PREGRADNI ELEMENTI POŽARNIH SEKTORA

Konstrukcije i elementi koji razdvajaju požarne i/ili dimne odjeljke dijele se na:

- požarne zidove (unutarnje i vanjske), koji se grade kao neprekinute konstrukcije od temelja do krova,
- druge pregradne konstrukcije i elemente otporne na požar i/ili na granici požarnog i/ili dimnog odjeljka (vrata, prozori, požarne zavjese, požarne obujmice, itd.) U pregradnim konstrukcijama otpornim na požar koje omeđuju požarne odjeljke dopušteni su otvori kad su nužni zbog prolaska ljudi, tehnoloških ili arhitektonskih razloga. Te se pokušavaju svesti na najmanju razinu.[6]

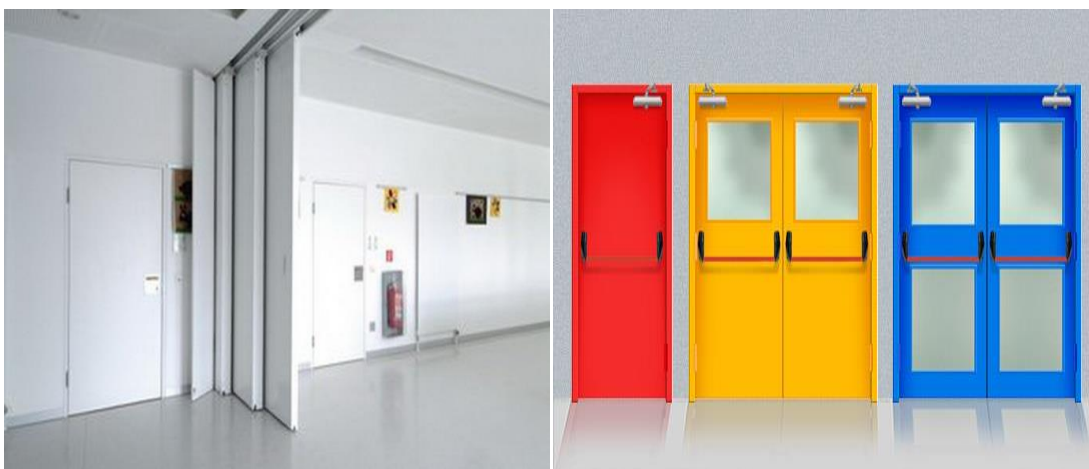
4.1. Požarni zidovi

Požarni zid je posebna vrsta pregradnih konstrukcija otpornosti na požar najmanje REI-M 90 i izveden je od negorivih građevnih proizvoda (reakcije na požar najmanje A2 po HRN EN 13501-1) koji presijeca konstrukciju građevine od temelja do krova s posebno izvedenim krovnom završetkom koji onemogućuje prijenos požara. Požarni zid mora tražena svojstva REI osigurati i u slučaju mehaničkih udara (M) zbog eventualnog padanja okolnih konstrukcija pa se minimalna otpornost na požar označava kombinacijom oznaka i vremena: REI-M 90. Požarni zid priječi prijenos vatre i dima na druge građevine i/ili požarne odjeljke u istoj građevini. Požarni zid treba biti samostalna konstrukcija s vlastitim temeljem, dovoljno odmaknuta od ostalih nosivih konstrukcija zbog temperaturnog rastezanja materijala. U njemu se ne izvode nikakvi otvori osim kad to zahtjeva tehnološki proces. U slučaju da je u zgradu ugrađen sustav za dojavu i gašenje požara otpornost požarnog zida može se umanjiti za 30 minuta, ali ne manje od E30 ili EW30. Najčešći materijali koji se koriste su: armirani beton, cigla, ytong blok i gipsane ploče dvostruko obložene metalnim plaštom te razni izolacioni materijali i premazi kao kamena vuna i specijalne boje. Požarni zidovi moraju se graditi: kod građevina kod kojih je završni zid udaljen manje od 3 m do susjedne građevine, kod građevina koje su duljine veće od 60 m ili su u nizu, kod građevina različite visine, kod građevina različite namjene.[6]

4.2. Protupožarna vrata

Protupožarna vrata su pregradni elementi koji se nalaze na rubnim dijelovima požarnih sektora. Služe za nesmetan prolaz ljudi iz sektora u sektor. Mogu se definirati kao pokretni element za zatvaranje otvora u zidovima otpornim na požar, koji ugrađen na zid zajedno sa okovom i bravama sprječava prijenos požara i produkata izgaranja u uvjetima normiranog požara u određenom vremenu. U stambenim zgrada požar se najčešće širi preko vrata. Iz prostorije mjesta nastanka požara u ostale prostorije stana, te preko ulaznih vrata u hodnik i druge stanove. Da bi se zvala protupožarna vrata koja mogu zatvarati požarne i/ili dimne odjeljke moraju udovoljavati minimalne norme: EI i E-S 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240. Također mogu sadržavati i druge zahtjeve koji moraju biti zadovoljeni u slučaju djelovanja požara kao što su toplinsko zračenje (W), automatsko zatvaranje (C), propusnost dima (S), kontinuitet strujnog i/ili signalnog napajanja (P ili PH), otpornost na čađu (G), sposobnost požarne zaštite. Izrađuju se od čelika, aluminija i vatrootpornog stakla. Na njima se mogu staviti razne obloge radi bolje estetike. [6]

Mogu biti zaokretna ili klizna, te imati neka posebna mehanička svojstva kao automatsko zatvaranje u slučaju požara, otvaranje putem panik letve ili guranjem u stranu. Također moraju imati pričuvni baterijski sustav za napajanje koji u slučaju požara ili nestanka struje omogućava daljnji rad vrata.



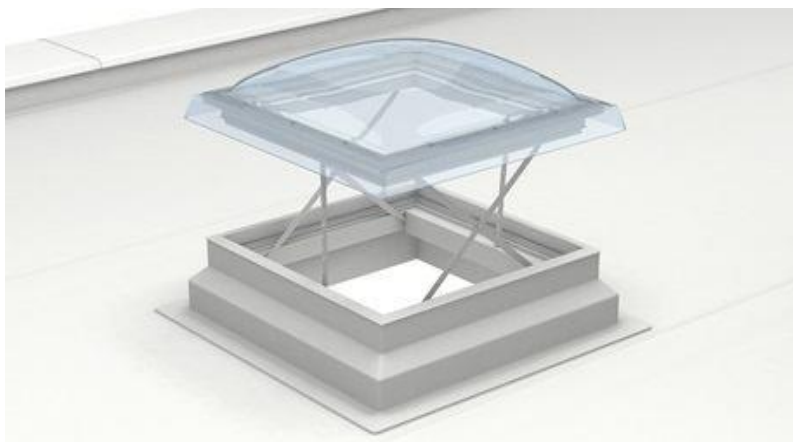
Slika 3. Klizna protupožarna vrata[11] Slika 4. Zaokretna protupožarna vrata[11]

4.3. Protupožarni prozori

Prozori su elementi građevine koji se postavljaju na zid ili krov radi propuštanja prirodne svjetlosti i zraka u prostor. Mogu biti fiksni ili zaokretni, a sastoje se od rame (štoka), krila i stakla koje more biti vatrostalno. Fiksni i zaokretni prozori moraju zadovoljavati kriterije REI minimalno 30 min, a mogu imati i posebna svojstva ako se koriste kao prozori za odimljavanje. Prozori za odimljavanje se koriste uglavnom u zajedničkim prostorijama kao što su hodnici, stubišta i poslovni prostori. Aktiviraju se automatski putem dimnog senzora preko centrale za dojavu požara ili ručno. Otvaranje je pomoću elektromotora smještenog na samom prozoru koji se napaja 24 V strujom preko centrale za dojavu požara.[12]



Slika 5. Kosi prozor za odimljavanje[12]



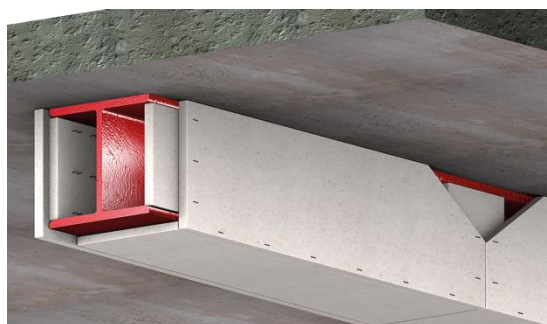
Slika 6. Ravni prozor za odimljavanje[12]

4.4. Protupožarna krovišta

Kako bi u potpunosti zatvorili požarni sektor moramo spriječiti i širenje požara preko krovne konstrukcije, a to postizemo pravilo izvedenim i vatrootpornim krovom. Krovovi su konstruktivni dijelovi zgrade koji štite prostor od atmosferskih uvjeta, topline, buke, hladnoće, itd. Sastoje se od krovnog pokrivača i krovne konstrukcije. Krovni pokrov mora biti izveden od negorivih ili samogasećih materijala kao samogasivi poliuretan, premazi na bazi poliuretana, glineni crijep, itd. Krovna konstrukcija mora zadovoljavati kriterije nosivosti pa su se na tom području najboljim pokazali armirano betonski ili čelični stupovi premazani slojem protupožarne farbe ili žbuke. Ona prenosi težinu pokrovnog materijala preko nosivih zidova na temelje. Kod klasičnih drvenih konstrukcija vatrootpornost se postiže izoliranjem greda i letvica s kamenom vunom, knauf pločama i premazivanjem vatrootpornim premazom ili povećanjem presjeka. Minimalno trajanje otpornosti na požar je 30 min prema normni HR DIN 4102. Mogu biti kosa ili ravna.[5]



Slika 7. Izolacija žbukoma[13]



Slika 8. Izolacija oblogama[13]



Slika 9. Izolacija krovišta kamenom vunom[13]

5. USPOREDBA LOŠEG I DOBROG POŽARNOG SEKTORA

5.1 Loše izveden požarni sektor

Prilikom mnogih intervencija u svom petogodišnjem radnom iskustvu u javnoj vatrogasnoj postrojbi svjedočio sam mnogim požarima koji su mogli biti spriječeni ili umanjeni pravilnom upotrebom negorivih materijala i poštivanjem pravilnika Zaštite od požara u građevinama. Kao ogledni primjer u ovom radu prikazan je požar poljoprivrednog skladišta u Kloštar Ivaniću.

Skladište je sastavljeno od armirano betonske nosive konstrukcije koja sjedi na betonskoj deki dimenzija 12x8m s visinom od 4,5m. Krovna konstrukcija je izvedena s azbestnim pločama i drvenim štaflama, a pregradna (zidna) konstrukcija od limenih ploča. Kroz skladište su provedene instalacije vode i struje, grijanja nije bilo. Objekt je korišten za namjenu spremanja poljoprivrednih strojeva (šprica, sijačica, raznih alata, goriva za radne strojeve, poljoprivrednih kemikalija i sl.). Skladište je građeno od teško gorivih materijala, ali unutar njega nije bilo pregradnih elemenata niti mogućnosti ventilacije osim kroz ulaz.



Slika 10. Poljoprivredno skladišni prostor[15]

Uz poljoprivredno skladište na udaljenosti od 10 m nalazilo se i poluotvoreno skladište sijena u roto balama dimenzija 10x10 m s oko 40 bala sijena.

Požar je izbio u poslijepodnevnim satima jesenskog doba. Uzrok požara bila je nepažnja prilikom pretakanja fosilnog goriva (plave nafte) u kubične plastične spremnike iz limenih bačvi koje su dovezene kombi vozilom. Požar se je brzo proširio, a djelatnici su se jedva stigli na vrijeme spasiti i pozvati vatrogasnu službu.

- 17:30 h obaviještena služba 112 koja u roku od 1 minute kreće na teren s vatrogascima iz Javne vatrogasne postrojbe Ivanić Grad i Dobrovoljne vatrogasne postrojbe Kloštar Ivanić. Požar je zbog velike količine plave nafte brzo došao do razvijene faze. Plastični spremnici popuštaju te se gotovo 2000 L nafte izliva u prosto hale. Zahvaćeno je kombi vozilo, traktor, krovšte i cijeli prostor hale, zbog visoke temperature azbestne ploče eksplodiraju i šire požar na skladište sijena. Unutar 15 minuta cijeli je prostor zahvaćen požarom.

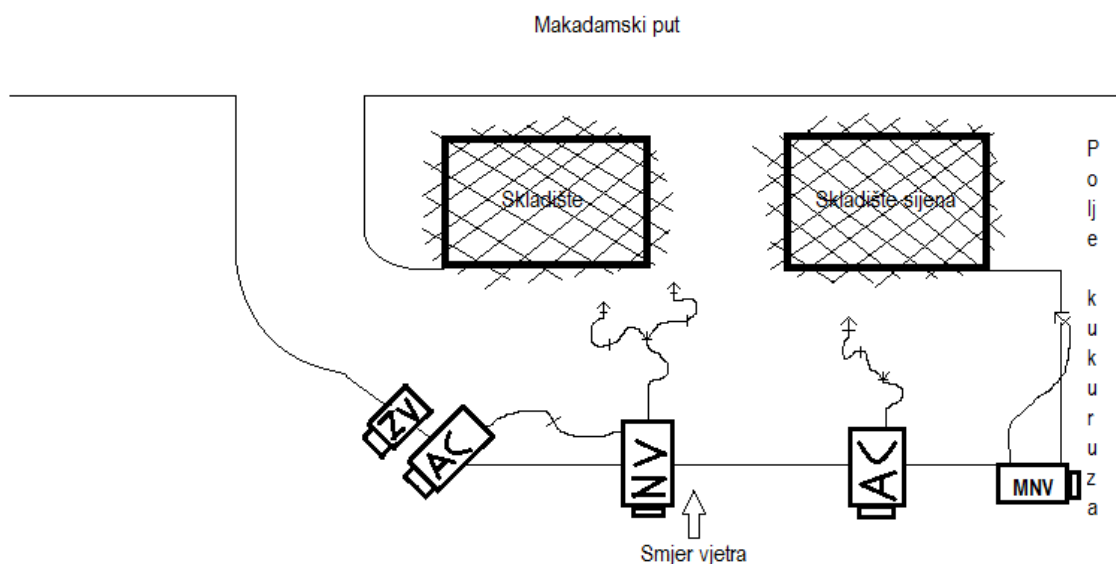


Slika 11. Požar skladišta s udaljenosti od 300m[15]

- 17:42 h vatrogasne službe su na mjestu sa 3 vozila i 6 vatrogasaca JVP-a i 2 vozila i 4 vatrogasaca DVD-a. Vidjevši obujam požara voditelj intervencije

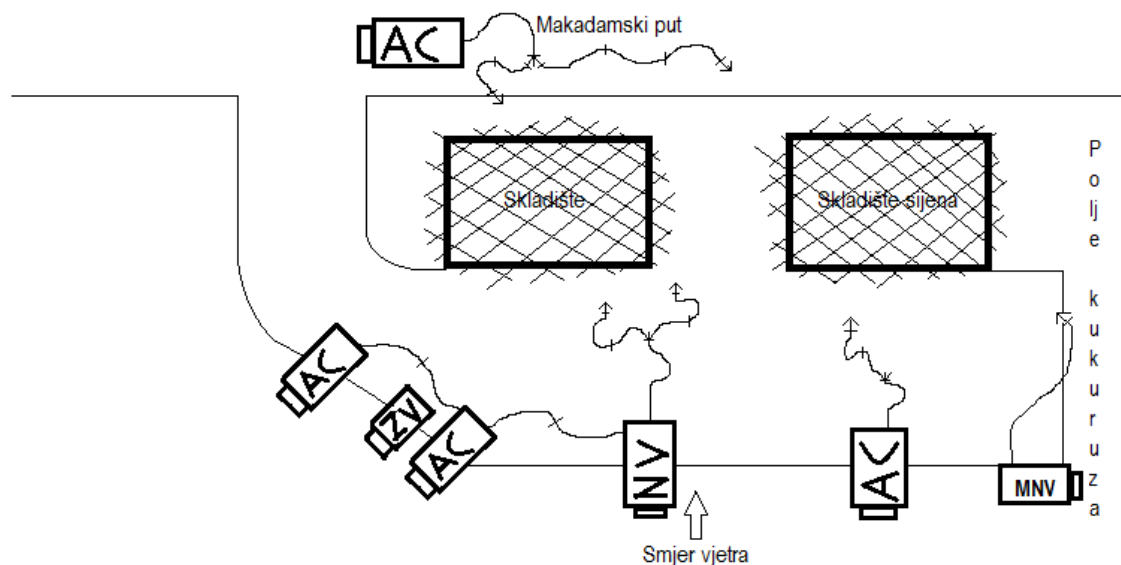
odmah javlja dežurnom dispečeru da pozove još ljudstva i minimalno dvije auto cisterne iz razloga što dobava vode iz vanjskog izvora nije moguća, a u ulici ne postoji hidrantska mreža.

Vatrogasci DVD-a Kloštar Ivanić došavši prvi na mjesto intervencije započinju sa štíćenjem polja kukuruza preko jednog visokotlačnog vitla sa malog navalnog vozila. Uz pomoć jednog "C" mlaza vode kreću s gašenjem sijena koje je cijelo već zahvaćeno požarom. S minutom zaostatka na mjesto dolaze vatrogasci JVP Ivanić Grada te započinju s gašenjem glavnog skladišta preko navalnog vozila i 2 "C" mlaza s 4 vatrogasca koji su zbog gustog crnog dima morali biti opremljeni izolacionim aparatima.



Slika 12. Skica intervencije prije dolaska pričuvnih snaga[15]

- 17:54 h Na mjesto intervencije pristižu dvije autocisterne i jedno vozilo za prijevoz ljudi s ukupno 10 vatrogasaca. Vatrogasci JVP Ivanić-Grad kreću s gašenjem prolivene plave nafte srednje teškom pjenom preko dva mlaza. Auto cisterna DVD-a Ivanić-Grad puni autocisternu JVP-a. Autocisterna DVD-a Križci kreće s gašenjem sa zadnje strane te akcije gašenja poprima obuhvatni format.



Slika 13. Skica intervencije nakon dolaska pričuvnih snaga[15]

-18:10 h Požar je stavljen pod nadzor. Ne postoji mogućnost daljnjeg širenja pa dvije autocisterne odlaze do najbližeg hidranta napuniti se vodom.

-18:14 h Požar je lokaliziran i slijedi detaljno raskapanje požarišta i gašenja svih preostalih žarišta što je kod bala sijena dug i mukotrpan proces.



Slika 14. Požar skladišta[15]



Slika 15. Požar skladišta sijena[15]

- 21:30 h Požar ugašen. Na mjestu intervencije ostaje jedna vatrogasna grupa sa autocisternom i 3 vatrogasca radi motrenja požarišta.

Trošak požara

- utrošak vode: 3"C" mlaza su pri intervenciji bila korištena 32 min(t), pod tlakom (P) od 5 bara i promjerom usnaca (d) 12 mm. $Q_c = 0.66 \times d^2 \times P \times t$ $Q_c = 15206L$ 2 mlaza gasila su 20 minuta s mlaznicama srednje pjene protoka 400L/min, s 3% doziranjem pjene nabacili su 50m³ pjene, potrošivši 2400 L vode i 72 L pjenila.

Također je korišteno i vitlo za brzu navalu koje je s protokom od 100 L/min korišten na početku intervencije potrošio 500 L vode. Nakon što je požar lokaliziran potrošeno je još 3 autocisterne od 8000 L i 3 od 5000 L vode za potrebe hlađenja preostalih žarišta. Ukupna potrošnja vode 57 000 L.

- ljudstvo i oprema: 20 vatrogasaca, 4 autocisterne, 1 navalno vozilo, 1 malo navalno vozilo, zapovjedno vozilo i vozilo za prijevoz ljudi (kombi).

- šteta uzrokovana požarom: limena hala, transportno vozil (kombi), traktor, 1000 L sredstva za suzbijanje nametnika na ratarski kulturama, traktorska šprica, razni ostali poljoprivredni strojevi, hala za sijeno, 40 bala sijena. Te potencijalna šteta koja nastaje zbog nemogućnosti obavljanja daljnje djelatnosti.

Zaključak loše izvedenog požarnog sektora

Iako je većina poljoprivrednog skladišta bila građena od teškogorivih materijala požar je poharao glavni i susjedni objekt. Razlog tomu bili su niz faktora koja kada se zbroje lako uzrokuju katastrofu. Najveći nedostatak bio je prevelika količina lako gorivih materijala u jednoj prostoriji bez ikakvih pregrada. To je omogućilo požaru da velikom brzinom dođe do razbuktale faze. Toliko velikom da djelatnici nisu stigli ni izvesti vozilo iz skladišta. Zbog nepostojanja fizičkih pregrada kao ni podjele u požarne sektore. Požar je odmah zahvatio cijeli obujam hale i gdje god da je krenuo nailazio je na nove izvore požara poput ulja, krpa, guma, dasaka, čime je postignuta visoka temperatura. Požar je bio toliki da je izazvao eksploziju inače teško gorive azbestne ploče čiji su užareni komadići letjeli i do 20 m u daljinu. Na udaljenosti od 10 m nalazilo se poluotvoreno skladište roto bala sijena kojima je dovoljno i malo iskre da se zapale. Također i blizina polja kukuruza koja je pred samu berbu izrazito zapaljiva i brzo širi požar bila su preblizu samim objektima. Ali na sreću brzom intervencijom spriječeno je njihovo zapaljenje.

Mjere poboljšanja zaštite od požara

U ovom slučaju mjere su svima jasne. Ali kasno je da se implementiraju kada je šteta već počinjena, kao i u većini ovakvih nezgoda. Smanjenje količina lakozapaljivog tvari u samom skladištu, njihovo odjeljivanje u manje požarne odjeljke usporilo bi požar i omogućilo vatrogascima da požar uhvate u ranoj fazi. Također obuka ljudstva za zaštitu od požara u ovakvoj situaciji bi spriječila ak ne sam nastanak, onda širenje požara. Jer on bi se u ranoj fazi mogu odmah ugasiti primjenom S9 aparata za početno gašenje požara koji bi se prilikom pretakanja goriva uvijek trebao nalaziti u blizini.

5.2 Dobro izveden požarni sektor

Dobro izvedeni požarni sektori rijetko se susreću na intervencijama, budući da kod njih niti ne dolazi do požara. Izvode se na način da se spriječava nastanak uvjeta gorenja iz tetraedra gorenja. Najčešće odvajanjem gorivog materijala od izvora zapaljenja. Sve suvremene građevine su izvedene na taj način jer je tako određeno Zakonom o prostornom uređenju i gradnji. U takvim građevinama do požara najčešće dolazi zbog ljudskog faktora kao što su gomilanje lako zapaljivih materijala (papiri, kutije, namještaj) na za to nepredviđenim mjestima, ne održavanje same građevine i njenih instalacija, te ljudska nepažnja prilikom rukovanja potencijalnih izvora paljenja (opušci, preopterećenje električnih vodova i sl.). Ali i u tim slučajevima zbog same konstrukcije građevine požar će se vrlo sporo širiti iz prostorije u prostoriju. Samim time šteta na objektu će biti manja, za evakuaciju će biti više vremena, a spasilačkim službama posao olakšan.

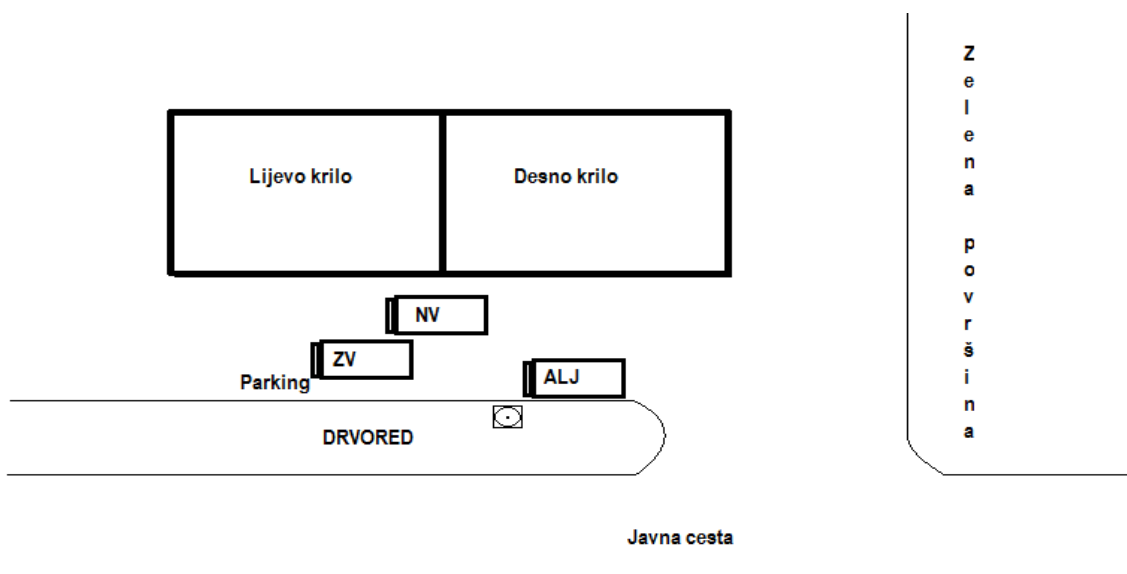
Kao primjer intervencije na protupožarno dobro izvedenom objektu opisan je požar kotlovnice na krovu poslovnog devetokatnog nebodera. Poslovna zgrada subjekta građena je 1988.godine, broji 9 katova i na njezinom krovu su smjestili plinsku kotlovnicu za dobavu tople vode i grijanje. Zgrada je uredskog tipa sa 160 ureda podijeljena po vertikalni u zasebna krila spojena po katovima sa hodnicima. U podrumu zgrade nalazi se garažni prostor i strojarnica sa stalno dežurnim strojarom. Zgrada je opremljena vatrodojavnim sustavom s dimnim javljačima požara, sprinkler sustavom s ampulama i mokrom hidrantskom mrežom koja se napaja iz gradskog vodovoda.

Tijek intervencije:

- 20:47 h Dimni javljači požara javljaju na centralu požar u kotlovnici na krovu desnog krila. Budući da je programirano da kada se javi više od jednog javljača centrala automatski otvara prozore za odimljavanje, klizna protupožarna vrata se aktiviraju i zatvaraju požar u sektoru izbijanja požara.

- 20:48 h Dežurni operater strojarnice utišava alarm, te prema planu djelovanja u slučaju požara obavještava javnu vatrogasnu postrojbu i isključuje dovod plina do objekta. U pripravnosti čeka dolazak profesionalnih vatrogasaca te ima stoji na usluzi zbog dobrog poznavanja objekta i posjedovanja ključeva svih prostorija i hodnika.

-20:53 h Na mjesto intervencije dolazi JVP s tri vozila i osmero vatrogasaca. Zapovjedno vozilo, autoljestve i navalno vozilo raspoređuju se na mjesta predviđena za vatrogasna djelovanja, a vatrogasci se opremaju izolacijskim aparatima. Zapovjednik intervencije sa strojarom objekta koji ga dočekuje na ulazu razmatra način djelovanja zbog specifičnosti visokih objekata i same konstrukcije zgrade. Zapovjednik čitanjem dima koji je crne boje i umjerene gustoće procjenjuje veličinu požara. U objektu prema informacijama strojara nema ljudi, stoga se ne treba pristupiti akciji evakuacije. Što znači da je na intervenciji najbitnije paziti na živote vatrogasaca pa tek onda gašenje.



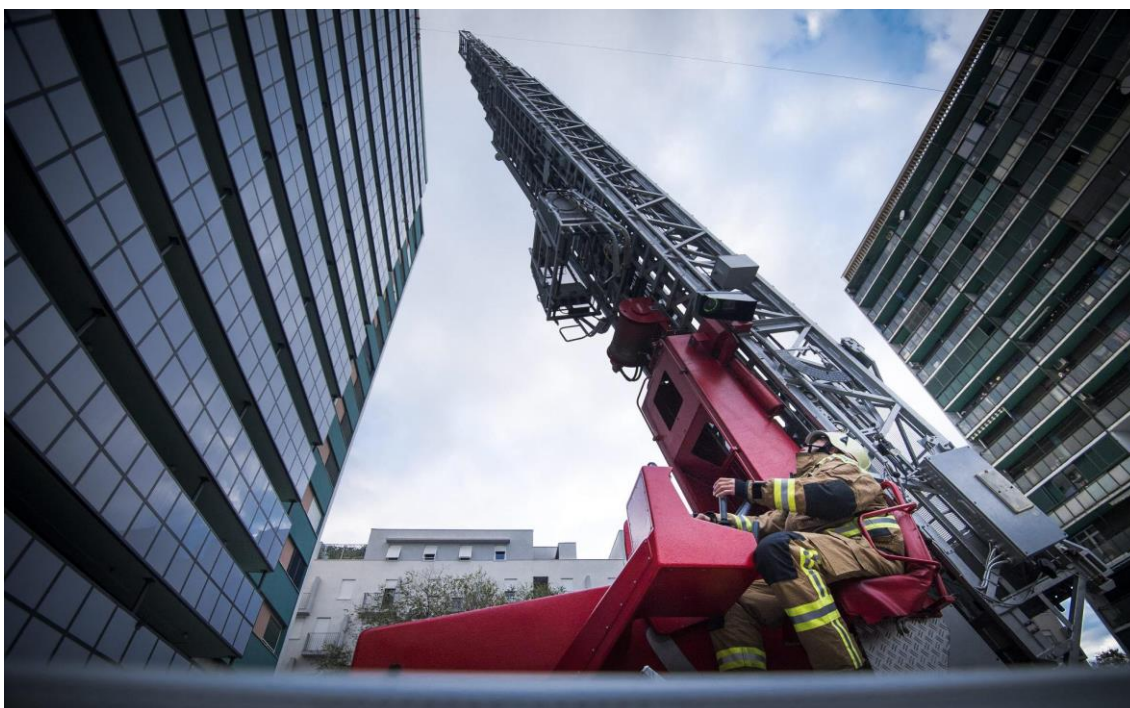
Slika 16. Skica početka intervencije i raspored vatrogasnih snaga[15]

- 20:54 h Zapovjednik u dogovoru sa strojarom s objekta zapovijeda navalnoj grupi da pristupi mjestu požara kroz sami objekt preko lifta na lijevom krilu zgrade, a grupi sa autoljestve da interveniraju preko krova čekajući dozvolu od navalne grupe za početak gašenja.



Slika 17. Izlaz dima kroz prozor za odimljavanje[7]

- 20:55 h Navalna grupa pod izolacionim aparatima i s dva "C" mlaza ulazi u prostor kotlovnice. Zatiču blago zadimljenu prostoriju s neznatno povišenom temperaturom. Javljaju autoljestvi da se vrati u postaju i budući da je električna energija isključena, pristupaju gašenju i hlađenju samog pregorjelog motora.



Slika 18. Rad autoljestve[14]



Slika 19. Primjer kotlovnice[15]

-20:58 h Požar je lokaliziran. Na mjesto intervencije dolazi upravitelj zgrade koji sa strojarom preuzima nadzor nad objektom i opožarenom sektoru. Vatrogasni vlak se vraća se postaju.

Trošak požara

Utrošak vode: - jedan "C" mlaz isprekidano je gasio požar, hladivši ga pune 3 minute. Utrošak vode pri intervencije teško točno izračunati zbog isprekidanog korištenja mlaza. Količina vode je neznatna, otprilike 150 L te nije prouzročila nikakvo dodatno oštećenje svojim prodorom.

Ljudstvo i oprema: vatrogasnoj intervenciji pristupilo je ukupno osam vatrogasaca javne vatrogasne postrojbe s tri vozila. Zapovjedno vozilo, navalno vozilo i autoljestva.

Nastala šteta: - šteta nastala požarom je jedan elektro motor čije je pregrijavanje uzrokovalo zapaljenje instalacija vodova i nekoliko elektro kablova. Šteta se procjenjuje na dvadeset tisuća kuna. Potencijalne štete nije bilo jer je motor zamijenjen u kratkom roku.

Zaključak dobro izvedenog požara

Požar na ovom objektu izazvan je dotrajalim elektromotorom i instalacijama što je u današnjici čest slučaj iako se za njih rijetko čuje. Razlog tome je u tome što su moderne sklopke izrazito osjetljive te i pri najmanjim prekoračenjima brzo prekidaju dotok električne energije pa ne stigne doći do zapaljenja. Iako je u ovom slučaju došlo do požara, on nije prouzročio veliku štetu. Izolacija uslijed čestog zagrijavanja i hlađenja s godinama gubi svoja svojstva te ju je potrebno redovito kontrolirati i po potrebi obnoviti. Tu dolazimo i do čestih problema s preopterećivanjem vodova električne energije. Razlog tome je što su oni projektirani prije više desetljeća i nisu namijenjeni za toliko veliko opterećenje koje im je u današnje vrijeme nametnuto porastom broja i snage električnih trošila. Mogući izvor ovog kvara može biti i prisutnost glodavaca poput miševa i štakora. Oni se u zimsko doba često zavlače u takva mjesta i svojim grickanjem izolacije kablova dovode žice u kratki spoji koji može biti uzrok požara. Srećom prostor oko elektromotora bio je uredan, bez drugih zapaljivih materijala pa se požar nije imao preko čega proširiti. Također aktivacijom odvodnih otvora većina dima je izašla iz prostorije i tako uvelike olakšala posao vatrogascima. Podjela objekta u dva krila omogućila je vatrogascima brzo unutarnje djelovanje jer su preko lifta mogli doći na zadnji kat i potom u kotlovnicu. Unutarnja hidrantska mreža skratila je vrijeme početka gašenja jer nije bilo potrebno vući dugačku cijevnu prugu. Smještaj kotlovnice na vrhu zgrade u slučaju požara omogućuje brzu evakuaciju ljudi sa katova ispod jer u njih ne ulaze niti dim niti toplina. Time se izbjegava panika ljudi koji sami mogu izaći iz objekta preko požarnog stubišta. To ne bi bilo moguće da je kotlovnica u prizemlju jer bi se zgrada napunila dimom.

Mjere poboljšanja zaštite od požara

U ovom požarno dobro projektiranom objektu nema se što za dodati u smislu poboljšanja zaštite od požara. Kvar na instalacijama je nepredvidljiv i uvijek se može dogoditi bez obzira na starost kablova. Za zaštitu od glodavaca primjenjuju se zujalice protiv miševa.

6. ZAKLJUČAK

Da bi se dobio dobar požarni sektor potrebno ga je pomno projektirati korištenjem odgovarajućih vatrootpornih pregradnih i konstrukcijskih elementa. Da bi materijal s gledišta zaštite od požara bio dobar najbitnije je da ne pridonosi požaru, jer požar bez goriva je kao i automobil bez goriva - brzo se sam ugasi. Iz višegodišnjeg iskustva u radu na području vatrogastva bio sam svjedok mnogim požarima koji su prouzročili smrt i veliku materijalnu štetu. Svi ti požari mogli su biti spriječeni upotrebom vatrootpornih materijala i pomnijim planiranjem rasporeda prostorija. Iako se danas svijest o opasnosti od požara povećala i dalje ostaje veliki problem financiranja gradnje požarno zadovoljavajućih objekata. Također obnovu već postojećih objekata teško je pravilo protupožarno zaštititi, što zbog kulturoloških razloga (objektu pod kulturnom zaštitom) što zbog same njihove konstrukcije. U razvijenijim samim time i bogatijim dijelovima svijeta propisani minimumi se uglavnom ostvaruju te tako smanjuju broj stradalih u požarima. Dok kod ostatka svijeta požari i dalje uzimaju previše života. Manjak financijskih sredstva onemogućuje skupo projektiranje požarnih sektora, a još manje njihovo izvođenje od adekvatnih materijala. Samim time ulazimo u klasično pitanje "koliko vrijedi ljudski život". Kada ga se izgubi tada je već kasno za promjene na koje su mnogi ukazivali. Ali nitko od nas to ne bi trebao gledati na takav način. Nego svojim radom doprinijeti zaštiti od požara kako god možemo jer su i male stvari ovdje bitne. Održavanjem prostora urednim, bez zakrčivanja gomilama zapaljivih materijala možemo spriječiti širenje požara. Kod gradnje bilo kojih objekata pa čak i najmanjih ostava ili spremišta jedan osvrt na zaštitu od požara može spriječiti požar i spasiti živote. Kada bi se samo koristili negorivi građevinski materijali do velikih požara ne bi ni dolazilo, vatrogasci i timovi za spašavanje ne bi morali riskirati svoje živote, potencijalne štete ne bi bilo i sva ta uložena sredstva odmah bi se isplatila. A time dolazim i do zaključka da ni jedna lipa utrošena na zaštitu ljudskog života nije bačena jer se ona već isplatila samim time što do katastrofe nije došlo.

7. LITERATURA

- [1] Vatrogastvo na tlu hrvatske, <http://www.hvz.hr/vatrogastvo-na-tlu-hrvatske/>, pristupljeno 06.09.2018.
- [2] **Popović Ž., Purgar S., Knežević D., Blaha J., Holjević N., Kopričanec-Matijevac Lj., Fišter S., Petek J., Karlović V., Čuješ K., Vuk M., Posavec Z., Župančić I.**, „*Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika*“, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, (2006.), ISBN 953-6385-16-3
- [3] Princip gorenja i gašenja, <http://www.firepro.hr>, pristupljeno 01.08.2018.
- [4] **Blagojević, M., Pešić, D., Mijalković, M., Glišović, S.:** Jedinствена funkcija za opisivanje naprezanja i deformacije betona u požaru, „*Građevinar*“, 63 (2011)
- [5] **Zakon o prostornom uređenju i gradnji** (NN br.76/07)
- [6] **Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara** (»NN br. 92/10)
- [7] Hrvatska udruga zaštite od požara, <http://huzop.hr/materijali/>, pristupljeno 01.08.2018.
- [8] **Zakon o zaštiti od požara** (NN 92/10)
- [9] **Kopričanec-Matijevac Lj.**, „*Oblikovanje požarnih sektora*“, Udžbenik Učilište vatrogastva i zaštite i spašavanja, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb, (2015.)
- [10] **Fišter S., Kopričanec-Matijevac Lj.**, „*Zaštita od požara u graditeljstvu*“ , Ministarstvu unutarnjih poslova RH, Zagreb, (2001.), ISBN 953-161-118-1.
- [11] Metalind ASSA ABLOY, <https://www.metalind.hr/hr/site/metalind/>, pristupljeno 20.08.2018.
- [12] Media Construction, „*Časopis Prozori i vrata*“, broj 10, Zagreb, Lipanj 2018.
- [13] Test and resarch center <https://www.ift-rosenheim.de/technology-center>, pristupljeno 15.9.2018.
- [14] Hrvatska vatrogasna zajednica, „*Vatrogasni vjesnik broj 1/2017.*“, Zagreb, veljača 2017.
- [15] Vlastiti izvor

8. PRILOZI

8.1 POPIS SLIKA	stranica
Slika 1. Tetraedar gorenja	2
Slika 2. Tijek požara u zatvorenom prostoru	4
Slika 3. Klizna protupožarna vrata	11
Slika 4. Zaokretna protupožarna vrata	11
Slika 5. Kosi prozor za odimljavanje	12
Slika 6. Ravni prozor za odimljavanje	12
Slika 7. Izolacija žbukoma	13
Slika 8. Izolacija oblogama	13
Slika 9. Izolacija krovišta kamenom vunom	13
Slika 10. Poljoprivredno skladišni prostor	14
Slika 11. Požar skladišta s udaljenosti od 300m	15
Slika 12. Skica intervencije prije dolaska pričuvnih snaga	16
Slika 13. Skica intervencije nakon dolaska pričuvnih snaga	17
Slika 14. Požar skladišta	17
Slika 15. Požar skladišta sijena	18
Slika 16. Skica početka intervencije iraspored vatrogasnih snaga	21
Slika 17. Izlaz dima kroz prozor za odimljavanje	22
Slika 18. Rad autoljestve	22
Slika 19. Primjer kotlovnice	23

8.2 POPIS TABLICA	stranica
Tab. 1 Odnos temperature i vremena prema normiranoj krivulji požara	4
Tab. 2 Euro klase i njihova dodjela klasificiranju prema DIN-u 4102-1	7