

Uzroci i prevencija požara u hotelima s primjerima iz prakse

Tursan, Kristina

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2016

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:128:334361>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



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
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristina Tursan

**UZROCI I PREVENCIJA POŽARA U
HOTELIMA
S PRIMJERIMA IZ PRAKSE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Kristina Tursan, bacc.ing.sec.

**UZROCI I PREVENCIJA POŽARA U
HOTELIMA
S PRIMJERIMA IZ PRAKSE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
mr.sc. Damir Kulišić, dipl.ing.kem.

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite
Usmjerenje: zaštita od požara

ZADATAK ZAVRŠNOG RAD

Studentica: Kristina Tursan, bacc.ing.sec.

Matični broj: 0420411035

Naslov:

UZROCI I PREVENCIJA POŽARA U HOTELIMA S PRIMJERIMA IZ PRAKSE

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Vrste i obilježja izvora energije paljenja
3. Vrste i obilježja zapaljivih tvari u hotelima
4. Statistike požara u hotelima
5. Protupožarna preventiva u hotelima
6. Metode i tehnike pogodne za raščlambe opasnosti od požara u hotelima
7. Raščlamba slučajeva požara u hotelima
8. Zaključak

Zadatak zadan:

Siječanj 2016.

Rok predaje rada:

Veljača 2016.

Predviđeni datum obrane:

Ožujak 2016.

Mentor:

mr. sc. Damir Kulišić, dipl. ing.kem.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

dr.sc. Zlatko Jurac

Sažetak

Zahvaljujući dugogodišnjem radu u hotelu i stečenim znanjima na Veleučilištu u Karlovcu promijenio se autoričin pogled na problematiku sigurnosti i zaštiti od požara i eksplozija, a posebice prema pristupu toj problematici u hotelima. Zbog toga se ovim Završnim radom nastojalo ukazati da briga o gostu ne znači samo pružanje kvalitetnih ugostiteljskih usluga, što se definira stupnjem zadovoljenja korisnikovih očekivanja i zahtjeva, već i brigu o njegovoj svekolikoj sigurnosti i zaštiti tijekom boravka u hotelu. Zato je od velike važnosti imati stalno ažurnu stručnu procjenu opasnosti od nastanka svih onih vrsta štetnih događaja koji bi u stanovitim situacijama mogli ugroziti sigurnost i zdravlje gostiju i uposlenika hotela.

Radom se nastojalo predočiti glavna obilježja svih onih znakovitih uobičajenih požarnih i eksplozijskih opasnosti koje mogu postojati i onih koje se mogu izvanredno pojaviti u hotelima, o kojima bi menadžment zadužen za ukupnu sigurnost i zaštitu, uz razumijevanje i upravljačku potporu glavnog rukovoditelja ili vlasnika hotela, trebao neprestance voditi računa.

Pod time se razumijeva dosljedno poduzimanje svih Zakonom o zaštiti od požara i odgovarajućim podzakonskim propisima definiranih mjera i aktivnosti kako bi se hotel učinilo što sigurnijim mjestom boravka ujedno i s motrišta sigurnosti i zaštite od požara i eksplozija. To se može postići samo odgovarajućim ulaganjem u građevinsku i tehničku sigurnost hotela, odgovarajućim sigurnosnim obrazovanjem i uvježbavanjem osoblja hotela, redovitim preventivnim pregledima, redovitim analiziranjem i procjenjivanjem opasnosti i ugroženosti od požara i eksplozije, usklađivanjem plana sigurnosno-tehničkog održavanja i žurnog postupanja za slučaj požara ili opasnosti od eksplozije, kao i povremenim organiziranjem stručno vođenih vježbi upravljanja evakuacijom i spašavanjem gostiju i uposlenika, kako bi se izbjegle ili barem bitno ublažile moguće posljedice za slučaj požara ili eksplozije.

Radi boljeg uvida u moguće požarne i eksplozijske opasnosti u hotelima i u moguće strašne posljedice takvih događaja predočena su tri znakovita primjera slučaja požara hotela. Na tim primjerima se nastojalo ukazati na tipične uzroke i moguće posljedice požara u hotelima. Iz njih je razvidno kako ljudske žrtve i nastale štete mogu biti iznimno velike.

Summary

Many years of work in the hotel and knowledge acquired at the Polytechnic of Karlovac has changed the author's view on the issue of security and protection from fire and explosion and in particular the approach to this problem in hotels. Therefore, this final paper attempts to show that care about customer means not only providing quality catering services, which defines the degree of meeting customer expectations and requirements, but also the care of his overall safety and security during his stay at the hotel. This is why it is of great importance constantly to update professional evaluation of the danger of all the types of adverse events that in certain situations could jeopardize the safety and health of hotel guests and employees. This paper attempts to present the main features of all those meaningful usual fire and explosion hazards that may exist and those that can extraordinarily appear in hotels, on which the management responsible for the overall safety and security, with the understanding and management support of general manager or owner of the hotel, should constantly pay attention.

This means consistently taking all the Law on Fire Protection and the relevant secondary legislation defined measures and activities in order to make hotel more secure residence, and also at the same time from the point of view of safety and protection from fire and explosions. This can be achieved only by investing in construction and technical security of the hotel, appropriate safety education and training of hotel staff, regular preventive examinations, regular analysis and evaluation of danger and threat from fire and explosion, adjusting the plan of the safety data maintenance and urgent treatment in the event of fire or risk of explosion, as well occasional organizing expert guided exercises of control evacuation and rescue of guests and employees, in order to avoid or at least significantly mitigate the possible consequences in case of fire or explosion.

For a better insight into possible fire and explosion hazards in the hotels and in the possible dire consequences of such events here are presented three significant example cases of fire in hotels. With these examples, we tried to point out the typical causes and possible consequences of a fire in hotels. They show how human casualties and resulting damage can be extremely large.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. VRSTE I OBILJEŽJA MOGUĆIH IZVORA ENERGIJE PALJENJA GORIVIH TVARI U HOTELIMA.....	2
2.1. Zagrijane površine.....	3
2.2. Plamen i vrela plinovi procesa izgaranja	4
2.3. Iskre mehaničkog ili kemijskog podrijetla	5
2.4. Iskre električnog podrijetla.....	6
2.5. Žar cigarete	7
3. VRSTE I OBILJEŽJA ZAPALJIVOSTI GORIVIH TVARI U HOTELIMA.....	9
4. STATISTIČKI PODACI O POŽARIMA U HOTELIMA	13
5. PROTUPOŽARNA PREVENTIVA U HOTELIMA	16
5.1. Tehnički sustavi sigurnosti.....	17
5.1.1. Sustavi za dojavu požara	17
5.1.2. Sustavi gašenja požara.....	20
5.1.2.1. Vatrogasni aparati.....	20
5.1.2.2. Hidrantska mreža i sprinkler sustav	20
5.1.3. Sustav za odimljavanje	21
5.1.4. Sustav sigurnosne rasvjete.....	23
5.1.5. Sustav evakuacije	24
6. METODE I TEHNIKE POGODNE ZA RAŠČLAMBE OPASNOSTI I PLANIRANJE SIGURNOSTI I ZAŠTITE OD POŽARA U HOTELIMA.....	26
6.1. Austrijska metoda procjene ugroženosti od požara TRVB-100.....	26
6.2. Gretenerova metoda	28
6.2.1. Faktori opasnosti i zaštite	28
6.2.1.1. Potencijalna opasnost od požara („P“).....	28
6.2.1.2. Opasnosti pri aktiviranju (puštanju u uporabu, rad ili pogon) („a“)	29
6.2.1.3. Ugroženost osoba u građevini („p“)	29
6.2.1.4. Mjere zaštite („M“).....	29
7. RAŠČLAMBE SLUČAJEVA POŽARA U HOTELIMA	31
7.1. Požar u hotelu MGM u Las Vegasu	31
7.1.1. Obilježja konstrukcije građevine	32
7.1.2. Ograđenost vertikalnih otvora	33
7.1.3. Evakuacijski put	34
7.1.4. Sustav vatrodojave	34
7.1.5. Sustav za gašenje požara	35
7.1.6. Sustav za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju	35
7.1.7. Obilježja vatrogasne intervencije	36
7.1.8. Operacije spašavanje gostiju i osoblja hotela	38
7.1.9. Žrtve požara.....	39
7.1.10. Nastala šteta.....	39

7.1.11. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara	41
7.1.12. Razbuktavanje i dalje širenje požara	44
7.1.13. Analiza operacije gašenja požara	47
7.1.14. Pouke proizašle iz ovog slučaja požara	48
7.2. Požar u hotelu Mizpha	50
7.2.1. Obilježja konstrukcije građevine	51
7.2.1.1. Vatrodojava i sustavi za gašenje	52
7.2.2. Dojava o požaru i vatrogasno djelovanje.....	53
7.2.3. Žrtve i materijalna šteta	54
7.2.4. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara	55
7.2.5. Razbuktavanje i dalje širenje požara	57
7.2.6. Pouke proizašle iz ovog slučaja požara	59
7.3. Požar u hotelu Doubletree	61
7.3.1. Obilježja konstrukcije građevine	61
7.3.1.1. Sustavi zaštite od požara.....	62
7.3.2. Dojava o požaru i vatrogasno djelovanje.....	63
7.3.3. Materijalna šteta i žrtve	65
7.3.4. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara	66
7.3.5. Pouke proizašle iz ovog slučaja požara	67
8. ZAKLJUČAK.....	70
LITERATURA	72
POPIS SLIKA.....	74
POPIS SHEMA	75
POPIS TABLICA.....	75
POPIS GRAFIKONA	75

1. UVOD

Rizik od požara postoji u svakoj građevini, a posebno su rizični hoteli u kojima se velik broj ljudi nalazi u neobaveznim situacijama te se ponašaju opuštenije. U hotelu obično borave ljudi koji ne poznaju dovoljno objekt, a često ne znaju niti jezik zemlje u kojoj borave. Kako to pokazuju statistički podaci, najveći broj požara je uzrokovan propustima ljudskog čimbenika – nehajem, nepažnjom ili neznanjem u rukovanju sredstvima rada ili u zaštiti i održavanju požarno (ili eksplozijski) potencijalno opasnih konstrukcijskih sastavnica, instalacija, tehničke i ine opreme hotelskih prostora, a daleko najrjeđe zlonamjerno. Najčešće nastaju kao posljedica (neuočenog) oštećenja plinskih instalacija i trošila, oštećenja ili preopterećenja elektroinstalacija i električnih trošila te neispravnosti inih vrsta opreme hotela, kuhinjskih nezgoda ili pušenja u za to nedopuštenim prostorima. Premda se mogu naizgled činiti malim greškama, kvarovima ili propustima, za posljedicu pokatkad mogu imati velike materijalne štete i zastrašujući broj ljudskih žrtava.

Najučinkovitije i ekonomski dugoročno najisplativije su građevinske mjere zaštite od požara, a neka istraživanja pokazuju da na smanjenje štete od požara u najvećoj mjeri utječe povećanje vatrootpornosti konstrukcije, podjela građevine na požarne sekcije, automatska vatrodajava i korištenje automatskih sprinkler instalacija.

Sigurnost i zaštitu gostiju i osoblja hotela moguće je osigurati stručno odgovarajućim upravljanjem požarnim, eksplozijskim i inim rizicima, a to znači propisivanjem standarda za sve radne operacije koje se provode u hotelu kako bi se spriječile sve vrste opasanosti. Pisana pravila i postupke treba temeljiti na postojećim zakonskim i podzakonskim propisima i pravilima prakse i s njima usklađenim kućnim pravilima hotela. Menadžment hotela je dužen osigurati uvođenje i nadzor pridržavanja propisa i normi sigurnosti i zaštite, a svi zaposleni dužni su poštivati i postupati po tim propisima i normama.

Pri obradi teorijskih aspekata ove specifične problematike rabljena je metoda analize sadržaja raspoložive stručne literature i odgovarajućih stručnih propisa poradi pronalaženja i odgovarajućeg tumačenja značenja pojedinih stručnih pojmova i podataka od izravne važnosti ujedno i za problematiku sigurnosti, obrane i zaštite od požara u hotelima.

U drugom dijelu rada, pri raščlambi obilježja konkretnih primjera slučajeva požara hotela iz inozemne istražiteljske prakse istraga takvih slučajeva, rabljena je metoda analize slučaja na razini deskripcije.

2. VRSTE I OBILJEŽJA MOGUĆIH IZVORA ENERGIJE PALJENJA GORIVIH TVARI U HOTELIMA

Da bi nastalo zapaljenje, potrebno je gorivoj tvari, uz dovoljnu količinu oksidansa (kisika iz zraka), dovesti potrebnu količinu energije od nekog dovoljno snažnog izvora energije paljenja. Pri zapaljenju lakozapaljivih tvari stvara se dovoljna količina toplinske energije za nesmetan nastavak procesa izgaranja. Osim otvorenog plamena i vrelih plinova izgaranja plamenika, žara cigareta, užarenih predmeta i svih pregrijanih površina predmeta čija je temperatura uglavnom bitno iznad temperatura zapaljenja većine u hotelima obično nazočnih gorivih tvari, izvori energije paljenja mogu biti i oni teško predvidivi ili sasvim neočekivani, poput primjerice:

- iskra električnih uređaja koji se automatski uključuju (zamrzivač, hladnjak, električni grijač vode, termostat centralnog grijanja, radiobudilica itd.),
- isključena, ali još uvijek dovoljno vrela ploča štednjaka ili površina žarnih niti električne grijalice (iznad temperature zapaljenja gorive tvari u dodiru),
- električni lukovi i iskrenja pri radu električnih sklopki, prekidača ili releja,
- električni lukovi i iskrenja prekidača ili žarna nit (bez staklenog balona taj čas ostale) žaruljice džepne baterijske svjetiljke,
- uokolo pršteće mehaničke ili kemijske iskre zbog udarca ili trenja alata, ili radova autogenog rezanja ili zavarivanja,
- iskra zbog elektrostatskog izboja (često s površina dijelova odjeće od sintetskih vlakana, neodgovarajućih elektro nevodljivih potplata obuće i podova itd.),
- udar munje,
- električne ili kemijske iskre vozila koje slučajno prolazi u blizini,
- požarno opasne egzotermne kemijske reakcije (kemijski inkompatibilnih ili samozagrijavanju i samozapaljenju sklonih tvari s kojima se rukuje u hotelima),
- fokusirano sunčevo zračenje (konkavna toaletna zrcala, povećala, naočale, zaobljene krhotine neobojanog stakla, bikonveksni zračni mjehuri u sklopu ostakljenih površina poput staklenog ziđa, ili staklenih vrata ili prozora) itd. [14].

2.1. Zagrijane površine

Svako čvrsto tijelo zagrijano do neke dovoljno visoke temperature može biti izvor energije paljenja. U svakodnevnom životu neprestano smo okruženi raznim predmetima ili tvarima zagrijanih površina, počevši od raznovrsnih termičkih uređaja, mehaničkih i električnih uređaja koji se zagrijavaju tijekom rada zbog opterećenja, nenormalnog zagrijavanja električnih vodiča najčešće izazvanih preopterećenjem, pojava ispadanja vrućeg pepela ili žara iz ložišta, pojava rasprskavanja užarenih čestica kovina pri radovima zavarivanja, strojnog rezanja ili brušenja ili pri nastanku kratkog spoja, pa sve do površina intenzivno zagrijanih sunčevim zrakama.

Mnogi od njih u redovitim uvjetima rada i uporabe čak i ne dostižu temperaturu paljenja zapaljivih materijala kojima su okruženi, pa se ne mogu ni smatrati izvorima energije paljenja. Međutim, upravo ta prividna neopasnost čini ih vrlo opasnim. Gotovo u pravilu, zbog nepažnje, neispravnosti ili nepravilne uporabe, oni lako postaju izvorima energije paljenja.

Kuhala, štednjaci, grijalice, glačala i sl., sve su to uređaji koji proizvode toplinu i mogu se ugrijati na temperaturu paljenja zapaljivih materijala. Oni su stalni izvori energije paljenja dok s druge strane TV, muzička linija, ventilator i mnogobrojni drugi električni uređaji, iako po svojoj prirodi i načinu rada u normalnim uvjetima nisu izvori energije paljenja, vrlo lako to mogu postati u slučaju kvara. Mogućnost nastanka pojave zapaljenja pri tomu ponajviše ovisi o:

- vrsti i agregatnom stanju gorive tvari,
- veličini i inim obilježjima površine u slučaju čvrstih gorivih tvari,
- postignutoj temperaturi zagrijavanja gorive tvari i
- koncentraciji kisika u okolnoj atmosferi čvrste gorive tvari (ili koncentraciji smjese plinovite ili aerosolno raspršene čvrste ili kapljevite gorive tvari u smjesi sa zrakom/kisikom iz okolne atmosfere).

Kod dovoljno dugog zadržavanja zapaljive tvari na zagrijanoj površini mogu se pojaviti kemijske reakcije, pri kojima se mogu razvijati lakše pripaljivi produkti kojih zapaljenje može uzrokovati požar. Opasnije su one površine koje se zagrijavaju bez vanjskog utjecaja, primjerice, neki pokretni dijelovi koji se pravilno ne održavaju (ne podmazuju, ne

čiste od naslaga prašine gorivih tvari i sl.). Ovakve pojave javljaju se i kod autogenog zavarivanja, pri čemu se mogu zagrijati i površine koje su nasuprot strane zavarivanja [14].

2.2. Plamen i vreli plinovi procesa izgaranja

Plamen je izvor topline koji se najlakše uočava. Za čovjeka je plamen fascinantna pojava koja privlači njegovu pozornost bez obzira na uzrast. Svjetlost i toplina jasno ga identificiraju kao opasan, lako moguć izvor energije paljenja. Zahvaljujući tome, plamen nije tako čest uzročnik požara koliko su to prividno neopasni izvori energije paljenja. Plamen je uvijek opasan, ali je ipak najopasniji na mjestima na kojima se može pojaviti zapaljiva plinska ili parna smjesa, ili zapaljiva prašina.

Plamen je vidljivi plinski dio vatre. To je pojava kod koje dolazi do snažnog oslobađanja toplinske energije zbog izgaranja. Temperatura plamena ovisi o vrsti goriva koje sudjeluje u izgaranju, je li postoji prijenos topline na okolinu ili ne, atmosferskom tlaku, količini raspoložive oksidacijske tvari (kisika u zraku), sklonosti oksidaciji (gubitku elektrona) kod gorivih tvari, temperaturi okolnog zraka [15].

U osnovi, postoje dva tipa plamena:

– Predmiješani plamen – u kojem je plin prije zapaljenja pomiješan sa zrakom (npr. Bunsenov plamenik, plamenici kotlovnice, plinski štednjaci, acetilenske baklje).

– Difuzijski plamen – kada kisik potreban za izgaranje difuzijom ulazi u plinsku smjesu iz okolne atmosfere (npr. svijeća, uljne lampe, alkoholni grijači, vatra na drva) [8].

Sastav plinova koji nastaju u požaru ovisi uglavnom o gorivu. Najčešći opasni požarni plinovi su:

- ugljični dioksid – proizvod potpunog izgaranja, nastaje razgradnjom organske tvari;
- ugljični monoksid – proizvod nepotpunog izgaranja, neispravni plinski štednjaci, peći i bojleri;
- cijanovodik – nastaje izgaranjem najlona, plastike, papira;
- klorovodik – izgaranje plastike;
- amonijak – nastaje izgaranjem vune, svile, najlona;
- dušikovi oksidi – nastaje izgaranjem sagova, drveta;
- te drugi opasni plinovi [7].

Potencijalno opasna mjesta i situacije uporabe plamena u hotelima za uspješno zapaljenje svih gorivih tvari, a posebice lakozapaljivih tvari su:

- kuhinja (u svim otvorenim ložištima, ognjištima, pećima);
- restoran (flambiranje hrane pred gostom, kamini, plamen svećanih/prigodnih svijeća, plinske i petrolejske svjetiljke, improvizirane rasvjetne baklje, gel za grijanja toplih kupki);
- plamenici kotlovnice;
- dimovodne cijevi;
- radovi održavanja ili popravaka/autogenog rezanja ili zavarivanja;
- mjesta dopuštenog pušenja itd. [10].

2.3. Iskre mehaničkog ili kemijskog podrijetla

Mehaničke iskre nastaju kao posljedica trenja, tlaka i udara. To su pojave kod kojih se mehanički rad pretvara u toplinu. Kod materijala sklonih iskrenju, kao što su to čelik i ferosilicij, lokalno zagrijavanje zbog trenja i udara je tako veliko da se trgaju sitni djelići tvari koji imaju dovoljno visoku temperaturu da mogu uzrokovati paljenje zapaljivih tvari. Ispitivanja sa čelikom pokazala su da temperatura iskre prelazi 1850°C. Takve užarene metalne čestice bogate energijom mogu lako zapaliti gorive predmete, a pogotovo zapaljive smjese plina, pare, prašine i zraka. Iskre najčešće nastaju prilikom brušenja i rezanja, pri čemu se mogu vidjeti cijeli snopovi iskri. Međutim, iskrenje će izazvati i nošenje obuće s potkovicama ili čeličnim čavlima, udar čeličnog alata o beton ili kamen, trenje pijeska i čelika itd.

Upravo zbog raznolikosti situacija u kojima mogu nastati i prilično nepredvidljivog karaktera, mehaničke iskre kao izvor paljenja mogu biti vrlo opasne, pogotovo u prisutnosti zapaljivih plinovitih smjesa [14].

Potencijalno opasna mjesta i situacije pojave kemijskih iskri u hotelima za uspješno zapaljenje svih gorivih tvari, a posebice lakozapaljivih tvari su:

- tinjajuća čestica čađe iz nečišćenih dimnjaka na čvrsto gorivo ili na mazut;
- božićne prskalice;
- „vulkan“ pirotehničke svjećice za torte [10].

2.4. Iskre električnog podrijetla

Iskrama električnog podrijetla nazivamo iskre izazvane djelovanjem statičkog elektriciteta, istosmjerne ili izmjenične struje. Posebno je zanimljiv statički elektricitet, kako zbog prilične nepredvidivosti tako i zbog toga što nastaje izvan električnih instalacija.

Kada se radi o električnoj struji, iskre koje ona proizvodi mogu se podijeliti u dvije skupine. Jednu čine iskre koje nastaju pri redovitom radu (uključivanje i isključivanje električnih uređaja, iskre na kolektoru motora na istosmjernu struju, električno zavarivanje), a drugu skupinu čine iskre koje nastaju zbog oštećenja električnih uređaja i instalacija. Svakako, ove druge su mnogo opasnije jer su manje predvidive.

Kratki spoj je pojava koja nastaje u električnim mrežama u kojima nastaje međusobno spajanje preko malog otpora bilo koje točke različitih faza električnog strujnog kruga. Ukupan otpor električnog strujnog kruga u trenutku kratkog spoja naglo se smanjuje, a to znatno povećava jačinu i jakost struje. Na mjestu kratkog spoja pojavljuje se određeni prijelazni otpor. Sastoji se od otpora nastalog električnog luka i otpora ostalih dijelova strujnog kratkog spoja od jedne faze na drugu ili od faze na zemlju. Ti otpori se mogu zanemariti jer su vrlo slabi.

Vrlo je opasan kratki spoj jedne faze s raznim metalnim konstrukcijama (krovovi, metalni nosači, cjevovodi, metalne mreže i sl.). Takvi kratki spojevi praćeni su pojavom jakih struja. Zbog toga se pregrijavaju ispravni rastalni osigurači ili aktiviraju drugi zaštitni elementi, tj. prekida se strujni krug.

Ako su osigurači neispravni ili ne postoje zaštitni elementi uz intenzivno iskrenje i kratkotrajni električni luk, nastaje kratki spoj. Najčešća pojava kratkog spoja je rastaljeni vodič čija temperatura može iznositi 1500-4000°C. Ovo taljenje u većini slučajeva ima izgled kuglica nastalih taljenjem metala vodiča ili na drugim dijelovima kroz koje prolazi električna struja.

Statički elektricitet nastaje zbog dodira ili uzajamnog djelovanja (trenja) normalno neutralnih tijela. Naboji kod toga prelaze najčešće s jednog elektroizolacijskog tijela na drugo i skupljaju se na površinama njihova dodira ili se pomiču po granicama iste tvari (već prema tome jesu li u pitanju čvrste, tekuće ili plinovite tvari). Javlja se kao popratna pojava nekih ljudskih aktivnosti i može biti uzročnikom požara ili eksplozije.

Statički elektricitet je rijetko (osim u slučaju atmosferskog/groma) opasan za ljude zbog male količine energije. Opasnost je pojava iskre koja može prouzročiti požar zapaljivih plinova, pare ili prašine, ako je njihova koncentracija unutar granica zapaljivosti, odnosno ako iskra ima dovoljno veliku energiju [14].

Potencijalno opasna mjesta i situacije pojave izboja električnih iskri ili lukova u hotelima su:

- lukovi između električnih kontakata u otvorenom položaju radi prekidanja toka struje;
- zbog oštećenja električnih aparata;
- pogrešno spajanje električnih aparata (ako je nekoliko velikih aparata uključeno u struju preko jednog produžnog kabela);
- ako su aparati postavljeni preblizu zidovima (toplina njihova rada može uzrokovati pregrijavanje elektroizolacijskih materijala);
- korištenje starih i oštećenih produžnih kabela (pregrijavanje i iskre koje stvaraju „otvorene“ žice u kablju mogu doći u dodir s bilo kojim zapaljivim predmetom)
- kvar na termostatu od friteze (dolazi do pregrijavanja, samopaljenja i deflagacijskog izgaranja para ulja);
- nečišćenje stroja za sušenje rublja, filtra i prostora oko elektromotora i bubnja u kojem se skupljaju ostaci tkanine.

2.5. Žar cigarete

Upaljena cigareta ili nedovoljno ugašena cigareta, ako dođe u kontakt sa zapaljivim materijalom može uzrokovati požar, pa čak i eksploziju. Temperatura žara i vrijeme utječu na to, hoće li doći do paljenja. Opušak cigarete može imati temperaturu između 350°C i 650°C ovisno o vrsti, kvaliteti, mekoći cigarete, kao i brzine strujanja zraka. Žar cigarete može zadržati relativno konstantnu temperaturu u trajanju od 1 minuta, pri brzini 5 m/s. Brzina izgaranja opada pri smanjenju brzine strujanja zraka. Međutim, ipak može doći do razbuktavanja. Veću temperaturu žara imaju cigarete lošije kvalitete.

Opušak je čest uzrok požara. Njegovo vremensko trajanje je dovoljno da zapali npr. papir, meko drvo, tekstil itd. Na vremensko trajanje požara uzrokovanog opuškom utječu sljedeći čimbenici: vrsta zapaljivog materijala, stanje materijala (rastresit, suh, zbijen, vlažan), brzina strujanja zraka, količina zraka, vrsta opuška itd. [24].

Tipična mjesta i situacije mogućeg uzroka požara od žara ispale ili neugašene cigarete u hotelskim prostorima ili pored hotelskih objekata su:

- lakozapaljiva tvoriva otpadaka u koševima ili kontejnerima za otpatke ili hrpa smeća/otpadaka;
- lakozapaljiva tekstilna tvoriva posteljine, zastora, odjeće ili krpa;
- lakozapaljivim tekstilom i pjenastim polimerima obložene površine namještaja;
- poderanom ili izbušenom (umjetnom) kožom obloženi trosjedi, fotelje;
- lakozapaljivim sagovima obložene podne površine;
- suha trava i dovoljno suhog sitnog mrtvog šumskog i niskog raslinja u zimskim vrtovima, hotelskim parkovima itd. [9].

3. VRSTE I OBILJEŽJA ZAPALJIVOSTI GORIVIH TVARI U HOTELIMA

Poznavanjem vrsta i obilježja gorivih tvari koje se nalaze u hotelima omogućava nam donošenje pogodnih najboljih preventivskih rješenja za otklanjanje ili smanjenje nazočnosti gorivih tvari. Ako to nije moguće, onda treba imati nadzor nad svim izvorima toplinske energije kako bi se spriječila pojava požara i/ili eksplozija. Sustav identifikacije, razvrstavanja i označavanja opasnosti od tvari omogućava provođenje sigurnosti i zaštite od požara, eksplozija i inih opasnosti. Jedan od takvih sustava jest onaj opisan normom HRN Z.CO.005¹ i primjenjuje se radi uspješnog kvalitativnog raščlanjivanja opasnosti i prosuđivanja ugroze od požara i eksplozija u sklopu ocjenskih metoda (npr. po metodi M.M.Gretener, metodi Euralarm, metodi TRVB 100 itd.).

Napravljena je određena klasifikacija roba i tvari i to s obzirom na vrste opasnosti, klase opasnosti i kategorije opasnosti. Zatim je napravljena podjela tvari i roba prema agregatnom stanju i drugim fizikalno-kemijskim svojstvima i, na kraju, postoji označavanje tvari i roba i prema nekim dodatnim svojstvima značajnim za zaštitu od požara [10].

U tablici 1 navedene su neke robe i tvari koje se nalaze u hotelima koje su klasificirane prema normi i gdje je ujedno predočena njihova temperatura paljenja.

Brojevi označavaju stupanj opasnosti : 1 – izuzetno lako zapaljivo, 2 – lako zapaljivo, 3 – lako gorivo, 4 – srednje gorivo, 5 – teško gorivo, 6 – negorivo

Slova označavaju agregatno stanje i vrste opasnosti : C – kruta tvar, B – tekuća tvar, A – plinovita tvar, D – eksplozivna tvar, E – samozapaljiva roba tvar, F – tvari koje pri izgaranju ispuštaju zapaljive i otrovne produkte izgaranja, G – oksidacijska sredstva, H – nezapaljive tvari koje s vodom razvijaju toplinu, Co - materijali koji u požaru razvijaju korozivne plinove, Fu – materijali koji pri izgaranju proizvode velike količine dima, Ra – opasnost od kontaminacije prostora radioaktivnim zračenjem, Ex – rizik od kemijske ili fizikalne eksplozije, Fx – izravno ili neizravno sudjelovanje u požaru, Dx – destruiraju u požaru [32].

¹ Razvrstavanje i označavanje tvari i roba prema njihovu ponašanju na visokim temperaturama nastalim u požaru.

Tablica 1: Značajke materijala koji se uglavnom koriste u hotelima [3, 25, 31].

Tvari/roba	Klasifikacija (Prema HRN Z.CO.005)	Temperatura paljenja (C°)	Tvari/roba	Klasifikacija (Prema HRN Z.CO.005)	Temperatura paljenja (C°)
Acetilen	Fx-I-A-Fu	335	Maslac	Fx-4-C	–
Alkohol	Fx-1-B	16,60	Mast	Fx-4-C	288 - 316
Butan-propan	Fx-1-A	590	Octena kiselina	Fx-2-B	40
Čaj	Fx-4-C	–	Pamuk	Fx-3-C	250
Čokolada	Fx-4-C	–	Papir	Fx-3-C	218 - 246
Drvo	Fx-4-C	270 - 290	Petrolej	2-B-Fu	–
Filec	Fx-3-C	–	Platno, pluto	Fx-3-C	–
Guma	Fx-3-Co	260 - 316	PVC	Fx-3-C-Fu	435 - 557
Jestivo ulje	Fx-4-B	232	Riža	Fx-3-C	220
Juta	Fx-3-C	–	Sagovi	3-4-A-Fu	–
Kava	Fx-3-C	–	Sapun	Fx-5-C	–
Kristalni šećer	Fx-4-C	350	Svijeća	Fx-4-C	199
Krpe – čiste	Fx-3-C	–	Ulje za loženje	Fx-4-B-Fu	–
Krpe – nečiste	Fx-2-C	–	Umjetna koža	Fx-3-5-A-Fu	500
Krumpirove pahuljice	Fx-3-C	–	Vino s 12,5% alkohola	Dx-2-B	–
Kukuruzna krupa, mekinje	Fx-2-C	–	Začini	Fx-3-C	–
Likeri	Fx-2-B	29	Žestoka pića 40% alkohola	Fx-2-B	26
Linoleum	3-4-C	–	Žito	Fx-3-C	400 - 500
Madraci (Poliuretanska pjena)	Fx-3-4-C	260			

Poradi poduzimanja odgovarajućih mjera protupožarne ili protueksplozijske sigurnosti i zaštite, dalje su predočeni detaljniji požarno i/ili eksplozijski važni podaci o dijelu gorivih tvari s kojima se u nekim ili svim prostorima hotela stalno, povremeno ili ponekad služi [25, 13].

Mješavina propan–butan	
Brzina izgaranja (m/s):	0,39 – 0,42
Granice zapaljivosti (vol.%)	1,9 – 9,2
Ogrjevna moć Q (kJ/m ³):	109650
Relativna gustoća	1,692
Sredstvo za gašenje	prah (S), CO ₂ , plinski zamjenitelji halona (PZH)
Temperatura izgaranja (°C):	1900 – 1925
Temperatura paljenja (°C):	590

Butan	
Agregatno stanje	plin
Granice zapaljivosti (%)	1,6 – 8,5
Topivost u vodi	ne otapa se
Sredstvo za gašenje	prah (S), CO ₂ , PZH
Temperatura paljenja (°C):	430
Temperatura vrelišta (°C):	- 0,5

Propan	
Agregatno stanje	plin
Temperatura vrenja (°C):	- 42,1
Temperatura paljenja (°C):	465
Granice zapaljivosti (%):	2,3 – 7,3
Sredstvo za gašenje	prah (S), CO ₂ , PZH

Alkohol	
Agregatno stanje	kapljevina
Topivost	miješa se u svakom omjeru s vodom
Temperatura vrelišta (°C):	78,4
Temperatura paljenja (°C):	426
Relativna gustoća	0,78
Plamište (°C):	12
Granice zapaljivosti (%):	3,3 – 18,9
Sredstvo za gašenje	prah (S), CO ₂ , PZH

Benzin	
Agregatno stanje	kapljevina
Topivost	ne miješa se s vodom
Temperatura paljenja (°C):	260
Relativna gustoća	0,75
Plamište (°C):	- 8 – - 20
Granice zapaljivosti (%):	1,5 – 7,5
Sredstvo za gašenje	pjena, prah (S); CO ₂ , PZH

Petrolej	
Agregatno stanje	kapljevina
Relativna gustoća	0,80
Temperatura paljenja (°C):	225
Plamište (°C):	37,8 – 78,3
Granice zapaljivosti (%):	1,16 – 6
Sredstvo za gašenje	pjena, prah (S), CO ₂ , PZH

Pamuk	
Agregatno stanje	čvrsta tvar
Opasnosti	lako se pali, zapaljivost ovisi od oblika u kojem se nalazi
Sredstvo za gašenje	voda, ABC prah
Donja ogrjevna moć (MJ/kg):	17

Jestivo ulje	
Agregatno stanje	kapljevina
Specifična težina	0,914
Temperatura paljenja (°C):	232
Temperatura stinjenja (°C):	- 19
Temperatura paljenja (°C):	371
Ogrjevna moć (kJ/mol):	39575

Sintetski polimerni materijali (razni)	
Agregatno stanje	čvrsta tvar
Ogrjevnost (MJ/kg):	prosječno 13,4
Brzina izgaranja (kg/m ² min):	prosječno 0,87
Sredstvo za gašenje	prah (S), voda

Papir (razne vrste)	
Agregatno stanje	čvrsta tvar
Ogrjevnost (MJ/kg):	prosječno 17
Brzina izgaranja (kg/m ² min):	prosječno 0,33
Sredstvo za gašenje	voda, ABC prah

Sintetski polimerni materijali

Sintetski polimerni materijali su organske tvari, pa su na povišenim temperaturama, posebno na višim od 400°C, podložni nagloj razgradnji. Produkti takve pirolitičke razgradnje ovise o sastavu polimera, ali su to većinom niskomolekularni tekući ili plinoviti spojevi, pretežno vrlo zapaljivi. Polimeri sa smanjenom gorivosti dobivaju se dodatkom posebnih spojeva. Vrsta i količina dodataka za smanjenje gorivosti ovisi o vrsti polimernog materijala i stupnja potrebne zaštite od brzine izgaranja. Tako su fosforni spojevi najdjelotvorniji pri smanjenju gorivosti poliuretana, a u prisutnosti nekih halogeniziranih spojeva smanjuju i gorivost poliolefina. Spojevi broma najčešće se upotrebljavaju za smanjenje gorivosti polimera na osnovi stirena, a spojevi klora za smanjenje gorivosti poliamida.

Tablica 2: Pregled općih vrsta produkata koji nastaju prilikom izgaranja nekih polimera [6].

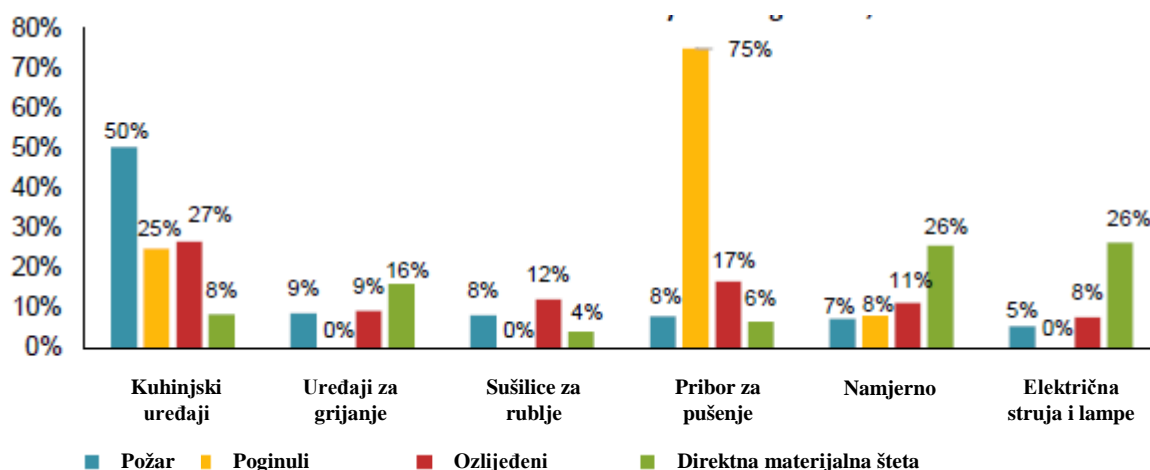
POLIMER	PRODUKT GORENJA
POLIOLEFINI (bez halogena)	CO, CO ₂ , H ₂ O, niži ugljikovodici, pod određenim okolnostima i aldehidi i obične niže kiseline
POLISTIREN (bez halogena)	mono, di-tri i terastiren, etilbenzen, pod određenim okolnostima i viši aromati, pored CO, CO ₂ , H ₂ O
POLI(VINIL-KLORID) (bez omekšavanja)	klorovodik, CO, CO ₂ , H ₂ O, čađa, fozgen (minimalno), klor (na visokim temperaturama)
ESTER POLIMETAKRILNE KISELINE (bez halogena)	monomeri estera metakrilne kiseline, zasićene kiseline, zasićeni esteri, CO, CO ₂ , H ₂ O
POLIARILNITRIL	akrilonitril, amonijak, cijanovodična kiselina, spojevi dušika sa visokom temperaturom vrelišta, CO, CO ₂ , H ₂ O
FENOLNE SMOLE	formaldehid, mravlja kiselina, fenol, CO, CO ₂ , H ₂ O
POLIESTER	stiren, niski polimeri stirena, CO, CO ₂ , H ₂ O
POLIAMIDI	amonijak, amini, CO, CO ₂ , H ₂ O
POLIURETANI	ovisno o vrsti znatno variraju cijanidi, izocijanidi, amini, cijanovodična kiselina

4. STATISTIČKI PODACI O POŽARIMA U HOTELIMA

Analitičko prikupljanje podataka, razvrstavanje, raščlanjivanje, prisposobljivanje, sintetiziranje i prosuđivanje mnoštva analitičkih važnih podataka (i vrlo detaljnih informacija iz rekonstrukcija) štetnih događaja od velike su važnosti poradi povećanja kvalitativnih i kvantitativnih prosudbi ugroze i rizika od požara i eksplozija. To može pridonijeti adekvatnom provođenju protupožarne zaštite, podizanju kakvoće donošenja odluka, kao i na osnovu njih pravodobno i dosljedno poduzetih, optimalnih preventivskih mjera i aktivnosti.

Podaci iz grafikona 1 pokazuju da su kuhinjski uređaji u 50% slučajeva bili glavnim uzrokom požara. U tako uzrokovanim požarima bilo je samo 8% izravne štete na imovini, 25% smrtno stradalih osoba i 27% ozljeda. U 9% slučajeva požara uzrok su uređaji za grijanje i u 8% slučajeva sušilice za rublje. U požarima koji su namjerno podmetnuti (7%) ili uzrokovani električnom strujom (5%) veliki je udio izravne materijalne štete (26%). Pribor za pušenje uključen je u 8% slučajeva požara, ali u ovim vrstama požara ima 75% smrtno stradalih, iako ove naoko niske brojke zahtjevaju da se percipiraju obazrivo.

Grafikon 1: Struktura požara u hotelima i motelima prema glavnom uzroku, 2009-2013. [11].



U tablici 3. prikazan je ukupan broj požara na području Republike Hrvatske u razdoblju od deset godina. Može se lako uočiti da je najčešći način uzrokovanja požara nehajem i nepažnjom.

Tablica 3: Požari u hotelima prema načinu uzrokovanja u razdoblju od 1997. – 2007. [19].

NAČIN IZAZIVANJA POŽARA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Ukupno
Namjerno izazvani	1	2		1					1	1	6
Izazvani nehatom i nepažnjom	11	6	12	14	12	11	11	10	11	4	102
Izazvani dječjom igrom				1							1
Izazvani prirodnom pojavom								1			1
Izazvani neutvrđenim načinom	2	3			1		2		1		9
Ukupno	14	11	12	16	13	11	11	11	13	5	119

Podaci predočeni u sljedećoj tablici možda najbolje govore o važnosti zaštite od požara u hotelima, jer je njihov broj toliko velik da bi bio zanemariv, dok je broj smrtnih slučajeva i ozljeda u njima iznimno visok:

Tablica 4: Veliki požari u hotelima diljem svijeta [1].

Godina	Hotel	Država	Broj poginulih	Broj ozlijeđeni
2011.	China hotel	Kina	NP	NP
2009.	Mandarin Oriental hotel	Kina	NP	NP
2008.	Monte Carlo Hotel & Casino	USA	NP	NP
2006.	Mizpah Hotel, Reno	USA	12	31
2006.	Xinqiao Hotel	Kina	5	NP
2006.	Hotel Atlanta	USA	1	12
2005.	Hilton New York hotel	USA	NP	33
2005.	Paris Hotel	Francuska	20	50
2005.	Schloss Elmau-Bavaria	Njemačka	NP	NP
2005.	Richmond Hotel	Kanada	1	14
2005.	Riverside Tower Hotel	USA	6	NP
2004.	Sheraton Hotel	USA	NP	NP
2004.	San Diego Hotel	USA	1	17
2004.	Houston Hotel	USA	NP	NP
2004.	Maui Hotel	USA	NP	NP
2004.	Parco dei Principi Hotel, Rim	Italija	3	NP
2004.	Luoyang Hotel	Kina	7	17
2004.	Greenville Hotel	USA	6	NP
2003.	Rand Inn International Hotel	Južna Afrika	6	67
2003.	Tiantan Hotel	Kina	33	16
2002.	Sunset Hotel	USA	4	18
2002.	Pretoria	Južna Afrika	2	20
2001.	Holiday Inn, Kansas City International	USA	4	NP
2001.	Palomar Hotel	USA	2	6
2001.	Louvre	Francuska	4	18
2001.	Kazakhstan Hotel	Kazahstan	4	14
2001.	Greater Manchester	Velika Britanija	2	6

2001.	Manor Hotel	Filipini	70	50
2001.	South Valley Hotel	USA	NP	NP
2001.	Kashmir	Indija	14	NP
2000.	Childers	Australija	15	NP

NP – nije poznat.

5. PROTUPOŽARNA PREVENTIVA U HOTELIMA

Hotelski menadžment odgovoran je za zaštitu života i zdravlja gostiju i osoblja hotela u slučaju pojave opasnosti ili nastanka požara ili pojave opasnosti od eksplozije. Kao dio pružanih usluga to je moralna i poslovna obveza. Uprava je također odgovorna za osiguranje poduzimanja svih žurnih mjera prvog zahvata za slučaj pojave opasnosti ili nastanka požara ili pojave opasnosti od eksplozije, uključujući i za zaštitu gostiju i osoblja hotela od izravnih i neizravnih učinaka požara ili moguće eksplozije. Kako bi se spašavanje i gašenje požara od strane vatrogasaca obavilo što učinkovitije, detalji spašavanja moraju biti unaprijed planirani. To planiranje zahtjeva ugovore o stručnoj pomoći i suradnji, redovite konzultacije i dogovore između hotelskog menadžmenta i rukovodstva vatrogasaca hotelu najbliže javne (i dragovoljne) vatrogasne postrojbe s ciljem:

- određivanja područja hotela i njegova okoliša koja predstavljaju određeni požarni i/ili eksplozijski rizik;
- osiguranja adekvatnog pristupa objektu, tj. da pristup vatrogasnih vozila i opreme ne bude opstruiran i da se odmah može pristupiti akciji gašenja i spašavanja;
- omogućavanja uvida vatrogasnim službenicima u tlocrt zgrade, tako da se pravodobno može izraditi plan vatrogasne intervencije te
- zaduženja osoba koje će dočekati vatrogasce i usmjeriti ih na mjesto izbijanja požara, te ih informirati o onim gostima koji su požarom onemogućeni u evakuaciji ili u individualnom samospašavanju.

Za uspostavu učinkovitog sustava sigurnosti određenog hotelskog objekta potrebno je integrirati, organizirati i uskladiti nekoliko elemenata:

1. tehničke sustave sigurnosti,
2. donošenje procedura postupanja u kriznim ili akcidentnim situacijama,
3. nadzor poštivanja donesenih procedura postupanja,
4. uvježbavanje radnji i postupaka po donesenim procedurama postupanja u kriznim ili akcidentnim situacijama, odnosno stalna edukacija zaposlenika.

To znači da je za kvalitetno planiranje i uspješnu implementaciju djelotvornog sustava sigurnosti i zaštite od požara i eksplozije u hotelima potrebno imati za to stručno primjereno obrazovane rukovoditelje službe sigurnosti i zaštite i dovoljno podučeno i uvježbano svo

osoblje hotela, koji će, po potrebi i u situaciji primjerenom organizacijskom obliku, moći operativno i uz pomoć ugrađenih tehničkih sustava sigurnosti i zaštite te svih raspoloživih im tehničkih sredstava takve namjene uspješno obaviti zadaće svih unaprijed planiranih i dobro uvježbanih žurnih mjera za slučaj pojave požara ili izravne opasnosti od pojave eksplozije [17].

5.1. Tehnički sustavi sigurnosti

Tehnički sustavi sigurnosti i zaštite od požara i eksplozije u građevinama uobičajeno se dijele u dvije skupine:

1. sustavi za sigurnost i zaštitu od požara i eksplozije (sustavi dojava požara i curenja zapaljivog plina, sustavi gašenja požara, sustavi žurnog prozračivanja eksplozivne atmosfere i/ili požarnog odimljavanja, sustavi za osiguranje izvedbe evakuacije, uključujući sustav nužne/protupanične rasvjete) i
2. sustavi za protukriminalnu tehničku sigurnost i zaštitu (sustavi video nadzora, protuprovalni i protuprepadni alarmni sustavi te sustavi kontrole pristupa).

5.1.1. Sustavi za dojavu požara

Ugostiteljski objekti u kojima može istovremeno boraviti više od 100 osoba moraju imati izveden sustav za dojavu požara. Sustav za dojavu požara obavezno se mora izvesti u hodnicima, pomoćnim prostorijama te u svim dijelovima ugostiteljskog objekta koji su rizični za pojavu požara, a u koje se povremeno ulazi. Sustav mora biti projektiran i izgrađen sukladno odredbama hrvatskih propisa, a do donošenja hrvatskih propisa primjenjivat će se europski propisi kao pravilo tehničke prakse.

Ručni javljači požara moraju biti postavljeni tako da od bilo kojeg mjesta u objektu do ručnog javljača požara udaljenost nije veća od 30 m. Odredba se ne odnosi na objekte za prehranu, te na ugostiteljske objekte koji su zaštićeni stabilnim sustavom za gašenje požara ako isti nisu upravljani sa sustavom za dojavu požara.

Ručni javljači požara moraju biti:

1. smješteni na dobro vidljivo mjesto,
2. slobodno pristupačni,
3. po potrebi, dodatno označeni prema normi HRN DIN 4066,

4. tako smješteni da se udarna tipka nalazi na visini 1400 +/- 200 mm od razine poda,
5. osvijetljeni dnevnim ili drugim izvorom svjetlosti (ukoliko je predviđena sigurnosna rasvjeta ista mora osvijetljivati i ručne javljače požara),

Svaki ručni javljač požara mora imati u pričuvu oznaku »Van uporabe«.

Automatski javljači požara moraju biti:

1. postavljeni u dovoljnoj količini i odgovarajućem prostoru,
2. odabrani prema odgovarajućem riziku od požara odnosno očekivanim požarnim veličinama,
3. ugrađeni tako da požarna veličina u vrlo kratkom vremenu postiže vrijednost na koju javljač može odgovoriti.

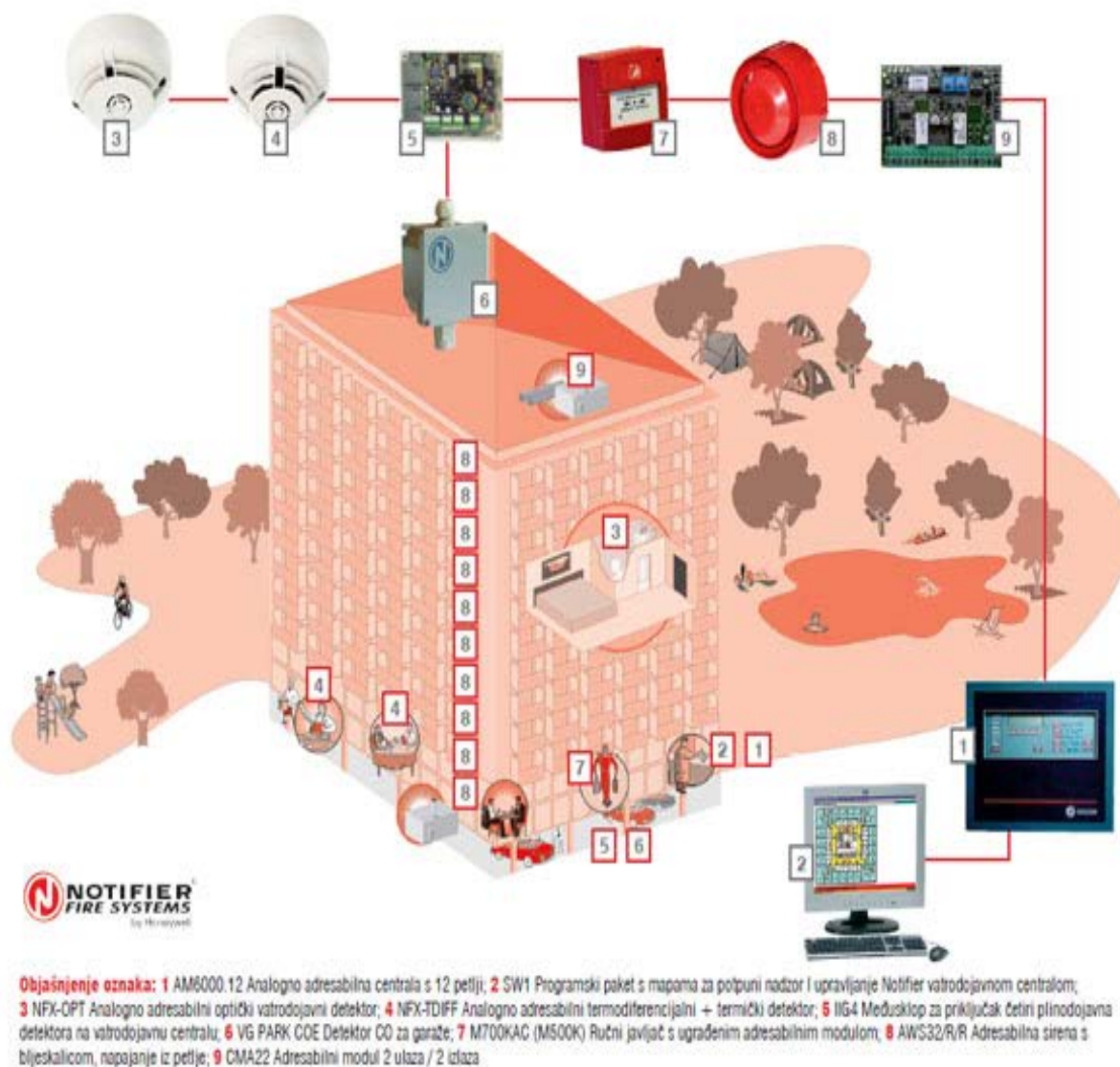
Na svakom javljaču ili u njegovoj neposrednoj blizini te na pokazivaču prorade mora postojati oznaka pripadnosti dojavnoj grupi i redni broj unutar grupe. Kod zaklonjenih javljača požara pristupačnost njihovim mjestima ugradnje mora biti trajno i jasno obilježena. Sustavu za dojavu požara mora biti na raspolaganju vlastita mreža energetskih i signalnih vodova. Vodovi moraju biti odabrani, položeni, učvršćeni i označeni na način sukladan odredbama norme HRN DIN VDE 0833, dio 2. te normi HRN EN 54-2 i 4 [29].

Ugostiteljski objekti u kojima istovremeno može boraviti više od 250 osoba moraju imati zvučni uređaj za uzbunjivanje. Uređaj za uzbunjivanje može biti sirena ili zvono čija jačina zvuka je najmanje 30 decibela viša od okolne buke mjereno na najnepovoljnijem mjestu, ali ne više od 110 decibela mjereno na udaljenosti od 1 metra od uređaja za uzbunjivanje. Uređaj za uzbunjivanje mora imati i sekundarni izvor napajanja, koji ima takve karakteristike da omogući rad uređaja za uzbunjivanje u trajanju od najmanje 24 sata u stanju pripreme i 10 minuta u operativnom stanju.

U slučaju da postoji sustav automatske dojave požara uređaj za uzbunjivanje mora se aktivirati automatski nakon prorade dva automatska javljača požara koji su smješteni u dvije različite zone dojave odnosno kod adresibilnih javljača požara kad proradi drugi stupanj (uzbuna) [30].

Sustav za dojavu požara ispituje se periodično, najmanje jednom godišnje.

Centrale za dojavu požara smještaju se u prostorije koje su suhe, pogonski pristupačne i dovoljno svijetle. Prostorije koje nisu pod stalnim nadzorom osoblja moraju biti zasebne požarne sekcije i biti nadzirane automatskim javljačima požara.



Slika 1: Sustav za dojavu požara [16].

Ako postoji izvedena sigurnosna rasvjeta ona mora biti izvedena i u prostorijama sa centralom za dojavu požara. Neovlaštenim osobama mora biti trajno onemogućen pristup prostoru centrale za dojavu požara. Put od prilaznog mjesta vatrogasne tehnike do centrale za dojavu požara mora biti označen putokazima D1 i D2 prema normi HRN DIN 4066.

5.1.2. Sustavi gašenja požara

5.1.2.1. Vatrogasni aparati

Vatrogasni aparati moraju se postaviti na uočljivom i lako dostupnom mjestu, u blizini mogućeg izbijanja požara. Aparati se postavljaju na zid tako da je ručka vatrogasnog aparata na visini od 150 cm mjereno od poda do ručke za nošenje. Ako nije moguće postaviti aparat za gašenje požara na zid, aparat se može nalaziti i na podu prostorije, ali u tom slučaju potrebno je na visini 150 cm od poda postaviti znak koji označava mjesto postavljanja vatrogasnog aparata.

Najveća masa sredstava za gašenje vatrogasnog aparata koji se smije koristiti za zaštitu od požara u ugostiteljskom objektu je 6 kg, izuzev u pomoćnim prostorijama. Najveća udaljenost između mjesta na kojem je smješten vatrogasni aparat i mjesta na kojem se može zateći osoba u slučaju požara ne smije biti veća od 25 m.

Prijenosne aparate za gašenje požara je potrebno redovito održavati u ispravnom stanju obavljanjem redovitih, periodičkih i kontrolnih ispitivanja, utvrđenih propisima, te da su na vidljivim i dostupnim mjestima [28, 30].

5.1.2.2. Hidrantska mreža i sprinkler sustav

Ugostiteljski objekti čija površina je veća od 500 m² mora imati unutarnju i vanjsku hidrantsku mrežu za gašenje požara. Kod vanjske hidrantske mreže broj hidranata mora biti minimalno dva hidranta za objekt, a udaljenost između njih ne smije biti veća od 80 m, a od objekta 5 m. Kad nema vode u mreži moguće je predvidjeti i mogućnost tlačenja vode pomoću vatrogasnog vozila. Ako postoji veza s vodovodnom mrežom naselja tada je zabranjeno tlačenje upotrebom vatrogasnog vozila zbog onečišćenja pitke vode. Uz hidrante postavlja se ormarić s opremom (mlaznicama, vatrogasnim cijevima i sl.).

Unutarnja hidrantska mreža služi za gašenja unutar objekta. Hidranti su smješteni u hidrantske ormare s opremom za gašenje. Broj hidranata - određuje se tako da se šticeći prostor može prekriti mlazom vode (duljina kompaktnog mlaza 5 m, a cijev 15 m). Standardna cijev za ovu mrežu je ϕ 52 mm.



Slika 2: Vanjski hidrant lijevani – željezni i zidni hidrantski ormar [20].

Požarne sekcije u ugostiteljskim objektima koje su zaštićene stabilnim sustavima tipa sprinkler ne moraju imati unutarnju hidrantsku mrežu za gašenje požara.

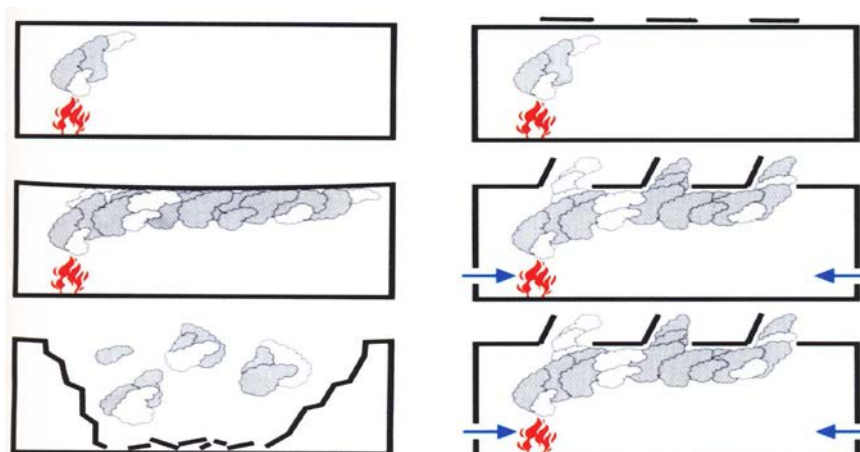
Prostorije u ugostiteljskim objektima namijenjene za okupljanje ili boravak osoba sa površinom većom od 800 m^2 ili sa mogućnošću istovremenog smještaja više od 300 osoba moraju imati ugrađen stabilni sustav za automatsko gašenje požara tipa sprinkler.

5.1.3. Sustav za odimljavanje

Odimljavanje putova za evakuaciju se sprovodi prirodnim putem ili mehanički.

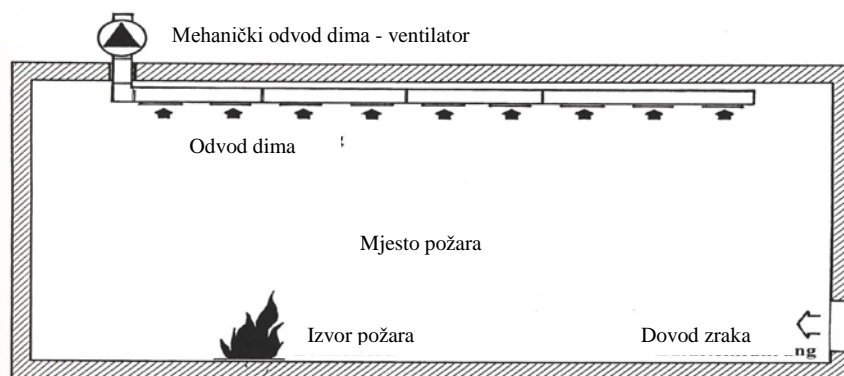
Najčešće se primjenjuje odimljavanje stubišta prirodnim putem koje je propisano domaćim propisima i prihvaćenim pravilima tehničke prakse:

- otklopnim prozorima u gornjoj trećini visine etaže i to sa svakog podesta ili
- na vrhu stubišnog sektora otvorom u krovu površine najmanje 1 m^2 .



Shema 1: Moguće posljedice požara u prostoriji bez mogućnosti odimljavanja (lijevo) i prostoriji s odimljavanjem (desno) [2].

Lijevi niz skica prikazuje ponašanje konstrukcije u prostoru bez sustava za odvođenje dima i topline gdje, osim smrtonosnog učinka požarnih plinova i topline na ljude, može doći i do urušavanja. Desni niz skica prikazuje osnovne principe sustava odimljavanja gdje se uz pomoć dotoka svježeg zraka u donjim dijelovima prostorije pokreće zračna masa prema otvorima u gornjim dijelovima obodnih konstrukcija ili krovu te toplinskim uzgonom "gura" zadimljenu zonu i ostavlja bezdimnu zonu u području gdje može biti zatečenih osoba.



Shema 2: Mehaničko odvođenje dima [2].

Shema 2 prikazuje princip mehaničkog odvođenja dima i topline kanalskim sakupljanjem dima pod stropom prostorije te ventilatorom u vatrootpornoj izvedbi, koji se nalazi na vrhu, isti se izvlači u vanjski prostor. Istodobno se u donjem dijelu prostorije dovodi izračunana količina svježeg zraka pod određenim uvjetima, kako ne bi bila onemogućena evakuacija i kako se požar ne bi još više razbuktao [4].

Elementi za odvođenje dima i topline u ugostiteljskim objektima koji imaju ugrađen sustav vatrodjave moraju se otvarati proradom sustava vatrodjave.

Ako se stubište nalazi na vanjskom zidu ugostiteljskog objekta kao elementi za odvođenje dima i topline mogu se koristiti i otklopni prozori koji se mogu otvarati iz prizemlja i podesta stubišta zadnjeg kata [30].

5.1.4. Sustav sigurnosne rasvjete

Ugostiteljski objekti osim općom rasvjetom moraju biti opremljeni i sigurnosnom rasvjetom koja mora udovoljavati propisanim zahtjevima za sigurnosne električne sustave.

Sigurnosna rasvjeta je umjetna rasvjeta građevine ili prostora ili njihovog dijela, pridodana općoj rasvjeti² iz sigurnosnih razloga. Sastoji se od nužne i panik rasvjete³, a automatski se uključuje za vrijeme smetnji ili prekida u napajanju električnom energijom opće rasvjete. Napajanje sigurnosnog svjetla može se izvesti preko akumulatora ili lokalnim ili centralnim baterijama koje se uključuju čim se prekine glavno napajanje.

Električni kabeli za centralni sustav napajanja moraju biti vatrootporni 30 minuta izvan požarne sekcije. U velikim požarnim sekcijama biti će nužno da su zaštićeni kabeli i unutar sekcije. Sigurnosna rasvjeta se neće paliti žarenjem, već kroz instalirane električne pokretače.

Pomoćna rasvjeta mora osvjetljavati prostoriju u kojoj je izvedena minimalnim osvjetljenjem od 1 luksa, mjereno na podu prostorije, u vremenu od najmanje 2 sata po uključanju.

Panik rasvjeta mora osvjetljavati prostor izlaza minimalnim osvjetljenjem od 1 luksa, mjereno na podu prostorije, u vremenu od najmanje 2 sata po uključanju.

Svi putovi za evakuaciju i spašavanje trebaju osim općom rasvjetom biti opremljeni i rasvjetom za slučaj nužde kako bi se olakšalo izlaženje. Sigurnosna rasvjeta mora biti trajna za čitavo vrijeme evakuacije.

Svjetiljke sigurnosne rasvjete potrebno je postaviti na sljedeća mjesta:

- Na svim izlaznim vratima koja se koriste u slučaju nužde,
- U blizini stubišta, tako da svaka stepenica prima direktno svjetlo,
- Blizu svake promjene nivoa putova evakuacije,

² Umjetna rasvjeta građevine ili prostora ili njihovog dijela koja odgovara njihovoj posebnoj namjeni.

³ Sigurnosna rasvjeta koja označava najkraći put iz građevine ili prostora na siguran otvoren prostor tijekom minimalno propisanog vremena.

- Na nužni izlazima i sigurnosnim znakovima,
- Kod svake promjene smjera evakuacije,
- Kod svakog međuprostora i prolaza,
- Izvana, kod svakog krajnjeg izlaza,
- Kod svakog mjesta prve pomoći,
- Kod svakog tipkala za daljinski isklon električne energije ili ručnog javljača požara,
- Kod svakog ručnog aparata za gašenje požara,
- Kod svakog znaka sigurnosti.

Sigurnosnu rasvjetu potrebno je periodički ispitivati dva puta godišnje od strane ovlaštene tvrtke [5, 30].

5.1.5. Sustav evakuacije

Evakuacijom⁴ i spašavanjem gostiju i uposlenika hotela koji se mogu zateći u zatvorenim prostorijama i prostorima, u slučaju iznenadnog događaja, rukovodi odgovorna osoba, određena i osposobljena za obavljanje takve akcije.

Evakuaciju i spašavanje⁵ mogu obavljati samo fizički, psihofizički i zdravstveno sposobne osobe, koje su s obzirom na svoje obrazovanje spremne obaviti određene radnje ili imaju određena iskustva iz područja Civilne zaštite i/ili DVD-a (Dobrovoljnog vatrogasnog društva).

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, čije značajke (otpornost reakcije na požar, širina, visina, označavanje, protupanična rasvjeta i dr.) omogućuju da osobe zatečene u požaru mogu sigurno (samostalno ili uz pomoć spasitelja) napustiti građevinu [26].

U objektu je potrebno osigurati odgovarajuće izlazne putove evakuacije i spašavanja, koji moraju biti dobro osvijetljeni, zračeni i bez slijepih hodnika.

⁴ Evakuacija je svrsishodno, organizirano i učinkovito napuštanje prostorije ili objekta prije nego što nastupi ugrožavanje života i zdravlja zaposlenika, a koje može izazvati iznenadni događaj čije posljedice je moguće predvidjeti.

⁵ Spašavanje je organizirano provođenje radnji kojima se uposlenicima i drugim osobama zatečenim u ugroženim prostorima pruža pomoć pri njihovom napuštanju, kada uslijed okolnosti nastalih zbog iznenadnih događaja sami ne mogu napustiti ugrožene prostore, a da pri tome ne dovedu u opasnost svoj život.

Potrebno je na odgovarajući način riješiti broj i raspored izlaza, udaljenost od izlaza, prostorne parametre (širina i visina hodnika, stepenica i dr.), vatrootpornost te požarne značajke materijala; obloge zidova, stropova i podova putova za evakuaciju i spašavanje te njihovu nužnu rasvjetu i označavanje.

Maksimalna dužina puta za evakuaciju do sigurnog prostora smije iznositi najviše 50 m, a u katnim objektima 30 m. Objekti dužine veće od 30 m i s više od tri kata moraju imati najmanje dva dovoljno udaljena stubišta od kojih se jedno koristi za slučaj opasnosti.

Širina putova za izlaze na najužem mjestu ne smije biti manja od veličina propisanih u tablici.

Tablica 5: Širina puta za izlaze [30].

Najveći predviđeni broj osoba po katu	220	240	260	280	300	320	340	360
Širina u m	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

Sva izlazna vrata moraju se otvarati u smjeru izlaženja.

Brava na vratima koja se nalaze na izlaznim putovima mora biti tako napravljena da omogući otvaranje vrata pritiskom bilo kojeg dijela tijela čovjeka na dio vrata u visini brave.

Na svim ulazima i izlazima u sigurnosni izlazni put moraju biti ugrađena vrata koja mogu imati najviše za 30 minuta manju otpornost na požar od građevinskih elemenata sigurnog izlaznog puta u koji su ugrađena, ali ne manju od 30 minuta.

Pokraj svih vrata, koja su inače zaključana, a nalaze se na evakuacijskom putu, mora se nalaziti ostakljeni ormarić u kojem se nalazi pričuveni ključ.

Na putovima za izlaženje ne smiju se nalaziti predmeti koji pomažu širenju požara (primjerice goriva ambalaža, otpadni materijal i sl.), stvari koje bi mogle ometati izlaz osobama (primjerice aparati različitih namjena, garderobni ormari, pričuveni dijelovi, uskladištena roba i sl.), niti ogledala koja bi mogla zbuniti osobe u slučaju evakuacije.

Dizala se ne smiju koristiti za evakuaciju osoba prilikom požara i ne smiju biti sastavni dio puta za izlaženje [30, 26].

6. METODE I TEHNIKE POGODNE ZA RAŠČLAMBE OPASNOSTI I PLANIRANJE SIGURNOSTI I ZAŠTITE OD POŽARA U HOTELIMA

Kako bismo se pravodobno pripremili za izbjegavanje mogućnosti nastanka nesreća i kako bismo, ako se ona ipak dogodi, mogli efikasno djelovati, ponajprije moramo nastojati otkriti i prosuditi vrste i oblike mogućih opasnosti i razmjere rizika koji možebitno prijete gostima, osoblju hotela i građevini.

Za izradu prosudbi ugroženosti primjenjuju se hrvatske numeričke metode ili one u svijetu općeprihvaćene numeričke metode poput TRVB 100, Euralarm, Gretener, DOW metoda i dr., kao i preuzete norme s obveznom primjenom koje određuju to područje. Svaka od razvijenih metoda ima prednosti i manjkavosti. Prednosti i manjkavosti, u prvom redu, odnose se na primjenjivost ili neprimjenjivost pojedine metode za određene vrste građevina, građevinske dijelove i otvorene prostore. Navest će se osnovna obilježja onih metoda koje su primjenjive i za hotele [27].

6.1. Austrijska metoda procjene ugroženosti od požara TRVB-100

Ova metoda praktična je za primjenu i daje prilično realne rezultate za većinu uobičajenih građevina raznih namjena. Metoda nije primjenljiva za objekte visine veće od 25 m ni za objekte kod kojih etaže ispod zemlje nisu vatrootpornom konstrukcijom odvojene od nadzemnih etaža. Metoda se u primjeni provodi za svaku požarnu sekciju posebno, a temelji se na sljedećim postupcima:

1. Podjela objekata na odgovarajuće požarne sekcije.
2. Izračun faktora geometrije požarne sekcije u kojem ne dolazi u obzir samo površina požarne sekcije, nego i njena dubina, mogućnost prilaza objektu vatrogasnim vozilima, položaj požarne sekcije (ispod razine zemlje), nemogućnost gašenja izvana i sl.
3. Izračun „faktora specifične opasnosti od požara“ koji se dobije kao umnožak numeričkih vrijednosti relevantnih pojedinačnih faktora raznih opasnosti kao što su:
 - faktor intervencije vatrogasne postrojbe

- faktor obilježja zapaljivih materijala u požarnoj sekciji
 - faktor ugroženosti osoba
 - faktor požarne opterećenosti (mobilna i imobilna)
 - faktor zapaljivosti materijala u požarnoj sekciji
 - faktor zadimljavanja
 - faktor korozivnosti plinovitih produkata izgaranja i drugih destrukcija materijala u požarnoj sekciji
 - faktor visine (etažnosti) objekta
4. Izračun ili očitavanje s nomograma umnoška ($S \times F$) ovisno o tome je li izveden uređaj za odvod dima i topline.
5. Konačni rezultat provedene analize jest numerička vrijednost kojom se definira potrebna razina protupožarne zaštite u odnosu prema klasi vatrootpornosti požarne sekcije.

Analizom koja daje određenu numeričku vrijednost mogući su, ovisno o klasi vatrootpornosti požarne sekcije, sljedeći zaključci o potrebi provedbe mjera zaštite od požara:

- a) Nisu potrebne posebne mjere zaštite od požara ($S \times F < S_1$)
- b) Za vrijeme radnog vremena odmah spremna za akciju pogonska vatrogasna postrojba ($S \times F$ odgovara S_1 za određenu klasu vatrootpornosti)
- c) Pogonska vatrogasna postrojba sa stalnom službom dežurstva od 0 – 24 sata ($S \times F$ odgovara S_2 za određenu klasu vatrootpornosti)
- d) Potrebna automatska dojava požara, s dežurnim osobljem na centrali od 0 – 24 sata ($S \times F$ odgovara S_3 za određenu klasu vatrootpornosti)
- e) Centrala automatske dojave požara treba biti priključena na centralu vatrogasne postrojbe u kojoj je stalno dežurstvo od 0 – 24 sata ($S \times F$ odgovara S_4 za određenu klasu vatrootpornosti)
- f) Potrebna izvedba sprinkler uređaja ili drugog odgovarajućeg automatskog urađaja za gašenje požara ($S \times F$ odgovara S_5 za određenu klasu vatrootpornosti)

U pogledu klase vatrootpornosti metoda se temelji na austrijskom standardu, koje su ovom metodom označene sa:

- F0 – konstrukcije požarnog sektora nisu otporne na vatru
- F30 – vatrootpornost 30 minuta
- F60 – vatrootpornost 60 minuta
- F90 – vatrootpornost 90 minuta

S obzirom da vrijedećim standardom klase vetrootpornosti (od 1 – 5) nisu potpuno identične austrijskim, ali su dosta slične, mogu se za potrebe analize koristiti sljedeće pretpostavke:

F0 – smatra se da odgovara 1. stupnju prema cit. standardu (bez otpornosti na vatru)

F30 – smatra se da odgovara 2. stupnju (mala otpornost)

F60 – smatra se da odgovara 3. stupnju (srednja otpornost)

F90 – smatra se da odgovara 4. stupnju (veća otpornost).

Na ovaj način nebi bila obuhvaćena klasa 5. vatrootpornosti (velika otpornost) pa se za takve slučajeve, za očitavanje numeričke vrijednosti potrebnih zaštitnih mjera, pedlaže primjena nomograma za vatrootpornost označenog kao F90 po austrijskom standardu [18].

6.2. Gretenerova metoda

Metoda ing. M. M. Gretenera švicarska je metoda nazvana po njezinu autoru i jedna je od prvih numeričkih metoda.

Metoda se uspješno koristi za procjenu ugroženosti od požara industrijskih, zanatskih i sličnih objekata, ali i za stambene, hotelske i uredske prostore. Metoda polazi od pretpostavke da su u analiziranom objektu već provedene opće mjere sigurnosti i zaštite od požara kao što su sigurnosne udaljenosti među građevinama, osigurani izlazi i putovi evakuacije, izvedena nužna (panična) rasvjeta, provedene mjere zaštite za tehničke uređaje te sl.

Metoda se temelji na izračunu relativne opasnosti od požara i određuje potrebne mjere zaštite od požara [18].

6.2.1. Faktori opasnosti i zaštite

6.2.1.1. Potencijalna opasnost od požara („P“)

U svakom objektu izvan pogona tj. u stanju mirovanja u kojem nema osoba i u kojem su isključeni izvori energije ipak postoji stanovita potencijalna požarna opasnost.

Njezini bitni čimbenici su sljedeći:

- Požarna opterećenost „q“
- Gorivost „c“ postojećih materijala i robe
- Utjecaji građevina.

Tu su bitni faktori:

- imobilna požarna opterećenost „qi“
- vatrootpornost nosivih i pregradnih građevinskih dijelova „F“
- broj etaža „e“
- veličina požarne sekcije „g“
- otvoreni ili nezaštićeni spojni otvori u unutarnjosti zgrade
- odnos površina prostora prema podnoj površini „FF“
- mogućnost odvoda dima „RA“
- Opasnost od zadimljavanja „f“
- Opasnosti od korozivnog djelovanja „k“
- Koncentracija vrijednosti „(V)“

6.2.1.2. Opasnosti pri aktiviranju (puštanju u uporabu, rad ili pogon) („a“)

Kada se građevina koja nije u uporabi stavi u pogon, potencijalna opasnost se povećava zbog mogućnosti zapaljenja. Ona uvelike ovisi o ljudskom čimbeniku, tehničkim – pogonskim procesima i uređajima.

6.2.1.3. Ugroženost osoba u građevini („p“)

Sa stajališta zaštite od požara potrebno je svesti na najmanju moguću mjeru faktor ugroženosti osoba s odgovarajućom težinom.

6.2.1.4. Mjere zaštite („M“)

Požarna ugroženost „B“ uvjetovana postojećom potencijalnom opasnošću „P“ i određenom opasnošću aktiviranja „a“ može se smanjiti odgovarajućim mjerama zaštite „M“. Pritom treba razlikovati sljedeće kategorije zaštitnih mjera:

- Normalne mjere zaštite „N“

Smatraju se sljedeće:

- ručni aparati za gašenje požara, prikladne vrste i u dovoljnom broju,
- unutarnji hidranti, u dovoljnom broju,
- voda za gašenje (mjesto crpljenja, količina, tlak i način na koji se postiže tlak, te dužina mobilnih cijevi),

- javna vatrogasna postrojba, stupa u akciju unutar efikasnog roka.
- Posebne mjere zaštite „S“
Smatraju se sljedeće:
 - čuvarska služba, alarmne stanice i automatski uređaji za dojavu požara,
 - alarmno mjesto sa stalnim osobljem, automatski prijenos alarma i njegov stalni nadzor, ručno ili automatski aktivirani simultani alarm,
 - vlastita/pogonska vatrogasna postrojba koja je na raspolaganju samo povremeno ili stalno,
 - automatski uređaj za gašenje požara,
 - javna vatrogasna postrojba s dežurnom ekipom, s kombiniranim vozilom ili bez njega, dobrovoljna vatrogasna postrojba, policijska dežurna ekipa i profesionalna vatrogasna postrojba u stalnom punom sastavu.
- Povećanje vatrootpornosti „F“ nosivih i razdjelnih građevinskih dijelova također se smatra učinkovitom zaštitnom mjerom [18].

7. RAŠČLAMBE SLUČAJEVA POŽARA U HOTELIMA

Detaljne informacije o slučajeva požara, eksplozija u hotelima, kao i o svim inim štetnim događajima može bitno s tim u svezi, na osnovi provedenih rekonstrukcija uzroka, uvjeta i okolnosti njihova nastanka pri kriminalističkim vještačenja i inim vrstama stručnih i strukovnih istraživanja, danas se sve više rabe i za izvlačenje iznimno korisnih pouka za pravodobno poduzimanje mjera i radnji promicanja stanja protupožarne/protueksplozijske sigurnosti i zaštite u svim požarno/eksplozijski slično ugroženim objektima, poglavito pri planiranju i provedbi budućih (znatno djelotvornijih) mjera sigurnosti, obrane i zaštite od požara i eksplozija, poradi što učinkovitijeg preventivnog djelovanja, uz utvrđenim (novim) rizicima primjereno korištenje raspoloživih i ulaganje nužnih dopunskih sredstava. To konačno rezultira minimiziranjem rizika od nastanka požara i/ili eksplozije i izravno utječe na redukciju mogućeg opsega i moguće težine posljedica u slučaju nastanka takvih događaja, kao i na razinu mogućih troškova sanacije šteta na hotelskim građevinama.

Iz svakog od ovih radom obrađenih slučajeva požara hotela mogu se izvući vrlo korisne pouke. Neke od njih donose nova saznanja vezana za požar – njegov utjecaj na konstrukcije zgrada, živote i zdravlje u njima nazočnih skupina osoba i/ili na materijalna dobra u njima, na ponašanje i postupke ljudi u uvjetima požaru, probleme gašenja i spašavanja ljudi iz požara takvih građevina itd. U nekim slučajevima, premda stečene spoznaje/pouke nisu bile ni nove ni posve nepoznate, zbog iznimno zabrinjavajuće težine i razmjera nastalih posljedica razvidno je kako sigurnosti i zaštiti od požara u hotelima treba posvećivati znatno više stručne pozornosti.

7.1. Požar u hotelu MGM u Las Vegasu

MGM hotel je izgrađen tijekom 1972. i 1973. g. i otvoren je u prosincu 1973. g. Zgrada se je sastojala od velikog prizemlja u kojem se je nalazio kasino, restorani, dvorane za predstave, sale za konferencije, gornji dio jai alai arene⁶. Donji dio prizemlja (arkada), koji je bio dimenzija kao i kasino, sastojao se od donjeg dijela jai alai arene, kina, velikog broja trgovina i butika te podzemnog parkirališta. Ukupna površina hotela i kasina je 185,806 841

⁶ Arena za sport koji je sličan zidnom tenisu, koji se igra na igralištu s tri zida, s lopticom i dugačkim drvenim žličastim rukohvatom pričvršćenim za ruku.

m^2 . Hotel koji se sastojao od tri krila, nalazi se iznad kasina i arkade. Svako krilo je bilo približnih dimenzija 21,336 x 97,536 m. Toranj u obliku slova „T“ uključivao je otprilike 2.083 sobe. Oko 3400 gostiju je u trenutku požara bilo u hotelu.



Slika 3: MGM hotel [21].

7.1.1. Obilježja konstrukcije građevine

Zgrada se je sastojala od mješovite konstrukcije. Hotelska višekratnica je bila od vatro-otporne konstrukcije dok se nivo kasina sastojao i od zaštićene i nezaštićene nezapaljive konstrukcije.

U donjem dijelu zgrade podovi su bili od tankih betonskih ploča i gipsanih ploča na čeličnim stupovima. Negdje su postojali otvori u dijelovima iznad stropa. Ti otvori su potpomagali povratak zraka za sisteme grijanja, ventilacije i klime.

Pod restorana je bio prekriven vlaknastim materijalom iznad betonske podloge. Strop uslužnog pulta je imao plastične laminate koje su pranjale na gipsane ploče. Restoran veličine 3.500 m^2 je bio opremljen stolicama koje su, kako se čini, bile obložene poliuretanskom pjenoj. Uzduž južnog zida su se nalazili separei koji izgleda da su također bili obloženi debelim slojem poliuretanske pjene i materijalom od vinila.

Požarno opasna goriva tvoriva u kasinu, koji je bio prosječne veličine 68.000 m^2 , je činio namještaj i unutarnji dekorativni materijal napravljen od polimernih tvoriva (tzv. plastike) koji su se sastojali od polivinil klorida, poliuretana, polistirena i polimetilmetakrilata. Oprema u kasinu je uključivala i stolove za igre koji su bili ispunjeni debelom plastičnom pjenoj i plastičnom oblogom na krajevima.

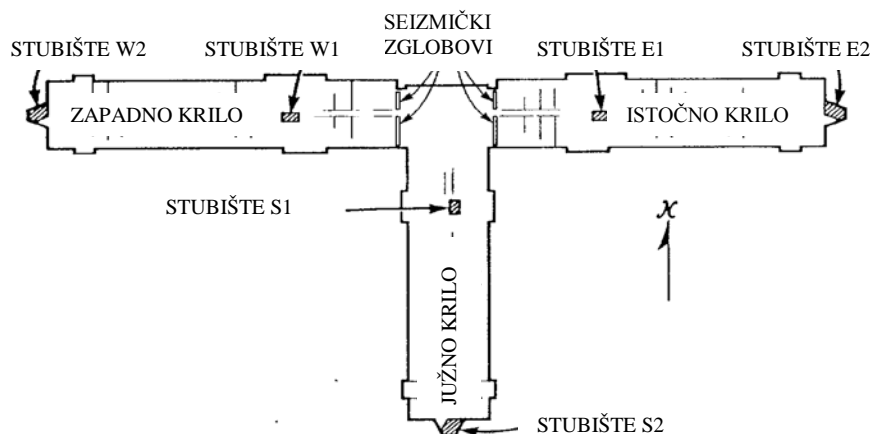
Područje iznad stopa kasina je sadržavalo požarno opasno gorivo tvorivo u obliku plastične izolacije kabela električne mreže i žica komunikacijskog sustava.

7.1.2. Ograđenost vertikalnih otvora

Zidovi oko stepeništa i hodnika za izlaz su bili načinjeni od gipsanih ploča na metalnim stupovima. Na mnogim mjestima ograđivanje nije bilo u potpunosti izvršeno. Ovi otvoreni prostori zajedno sa: nedostatkom zaštite od požara za stepenište, otvorima prema stepeništu i izlaznim hodnicima prekrivenim neadekvatnim metalnim pločama te nedovoljnom količinom i debljinom gipsanih ploča, su rezultirali neadekvatnom zaštitom stepeništa i hodnika za izlaz. Spomenuti nedostaci su potvrđeni za izlaze S1, W1 i E1 stepenište.

Stepeništa E2, S2 i W2 su bili tornjevi sa zaštitom od dima, koji su se sastojali od stepeništa povezanog sa katovima preko izlaznih predsoblja. Predsoblja su bila ventilirana direktno u cijevi za odvod dima koje su završavale na vrhu stepeništa. Mnoge ventilacijski otvori od cijevi za odvod dima su bili prekriveni vanjskom fasadom zgrade. Zabilježeno je da je dno W2 i E2 tornja bilo obloženo šperpločom.

Zgrada je dizajnirana sa dva seizmička zgloba. Ti seizmički zglobovi su odvajali istočno i zapadno krilo od južnog krila i jezgre; bile su ustvari 3 odvojene strukture za zaštitu od potresa. Seizmički zglobovi iznad razine kasina su bile cijevi otprilike široke 0,3 m koje su se protezale od međuprostora iznad razine stropa kasina kroz hotelsku višekatnicu prema krovu. Otvori na zidovima koji su nastali od seizmičkih zglobova su prekriveni za čelikom u obliku harmonike. Ti otvori nisu bili zaštićeni sa standardnom konstrukcijom. Otvori na dnu u skrivenom dijelu kasina nisu bili zaštićeni.



Shema 3: Lokacija stubišta [12].

6.1.3. Evakuacijski put

Evakuacijski izlazi iz MGM hotela su postojali na 4 različita dijela:

1. dio iz hotelske višekatnice
2. dio sa zadnjeg kata hotelske višekatnice
3. dio s nivoa kasina
4. dio iz područja jai alai arene i donjeg nivoa arkade.

Hotelska višekatnica je imala tipični raspored soba po hodnicima s jedne i druge strane sa 6 stepeništa. Stubište je bilo opremljeno osvijetljenim znakovima za evakuaciju na svakim vratima i sa natpisom IZLAZ SAMO U SLUČAJU POŽARA – NIJE MOGUĆI PRISTUP OSTALIM KATOVIMA.

Stubišta na krajevima svakog hotelskog krila su vodila prema krovu (S2, E2, W2), ali vrata na krovu su bila zaključana.

Evakuacijski izlazi iz nivoa kasina sastojali su se od: stepeništa koje se nalazilo na glavnom hodniku (Hall of Fame) i koje je služilo i za pristup konferencijskim dvoranama; vrata sa svake strane ulaza sa ulice Flamingo Road kao i vrata na ulazu sa Flamingo Road; vrata na glavnom ulazu te od vrata na jugozapadnom dijelu nivoa kasina u kombinaciji sa više izlaznih vrata i stepenica od glavnog hodnika prema južnoj strani zgrade.

7.1.4. Sustav vatrodjave

Zgrada je bila opremljena sa sustavom vatrodjave čija se glavna kontrola nalazila u PBX sobi u nivou arkade, daljinski dojavljivač i kontrolna ploča su se nalazili u zaštitarskom uredu na nivou kasina, a prema izjavama prekidač za daljinski evakuacijski alarm se nalazio u drugoj pomoćnoj komandnoj sobi na nivou kasina (prema izjavama oni su se nalazili u području pulta za registraciju, a ne u zaštitarskom uredu).

Nisu postojali ručni alarmi za vatrodjave na području kasina, arkade i drugog kata. Ručni alarmi za vatrodjave su bili postavljeni na katovima hotelske višekatnice (od 5. do 26. kata). Svaki kat je imao 7 ručnih alarma za vatrodjavu. Dodatno je svaki kat imao i uređaje za oglašavanje evakuacijskog alarma.

Sustav vatrodjave je imao karakteristiku predsignalizacije. Vatrogasna postrojba se nije obavještavala odmah telefonski o alarmu od strane osoblja iz centralne sobe, nego tek nakon što je prošlo prvobitnih 5 minuta od početka oglašavanja alarma. Po isteku tih 5

minuta, u slučaju da je požar potvrđen ili da se sustav vatrodjave MGM hotela nije uspio resetirati, obavještavala se je vatrogasna postrojba.

7.1.5. Sustav za gašenje požara

Veliki dijelovi kasina i arkade su bili zaštićeni sa automatskim raspršivačima vode. Glavni kasina, restoran i „Orleans coffe house“ (svi unutar područja požara) nisu bili zaštićeni sa automatskim raspršivačima vode. Područja okupljanja na 26. katu su bila također zaštićena s automatskim raspršivačima vode; međutim ostali katovi hotelske višekatanice (od 5. do 25. kata) nisu bili zaštićeni.

Zgrada je imala ugrađen sustav cijevi mokrog hidrantskog sustava s priključcima za vatrogasce koji su se nalazili na svakom stubištu i crijeva za vodu na krovu. Sustav je bio dizajniran tako da ima stalan pritisak od 3,4 bara na krovu pri protoku 31,5 l/sek. mjereno na hidraulički najudaljenijoj cijevi, dok se izbacivalo 1.250 l/min vode po svakoj ostaloj cijevi. Ormarići s vatrogasnim crijevima su bili postavljeni po cijeloj zgradi. Zgrada je bila opskrbljena vodom preko javne glavne vodovodne cijevi. Hidranti su bili postavljeni kroz cijelo područje. Zgrada je također imala motornu crpku na dizel za gašenje požara kapaciteta 126 l/sek.

7.1.6. Sustav za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju

MGM Grand hotel je imao 4 podsustava za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju (HVAC) koji su značajno utjecali na učinke i posljedice ovog požara.

Glavni kasino, dvorane za predstave i prostor do njih, uključujući i restoran, su imali klimatizaciju preko velikog izmjeničnog sustava prozračivanja. Postojale su dvije komore za miješanje zraka koje su se nalazile na drugom katu, u južnom dijelu kasina. Svaka od komora za miješanje je imala po 3 uređaja kroz koje je svake minute prolazilo 60.000 m³ zraka kao dodatak već postojećim ventilacijskim i klimatizacijskim uređajima i opremi. Zrak koji je prolazio kroz te uređaje je bio dvostruko filtriran.

Zaklopci za zaštitu od požara su se nalazili u cijevima i tunelima za dovod svježeg zraka i bili su ugrađeni u zidove komore za miješanje iznad stropa kasina. Automatska funkcija zaklopaca za zaštitu od požara u dva kanala za dovod svježeg zraka nije radila.

Postojale su 4 jedinice za zrak za hodnike u višekatanicama. Ove jedinice su uzimale zrak preko duplih filtara direktno iz kućice za dovod svježeg zraka na krovu. Kućica usisnika

svježeg zraka na krovu je imala otvorene otvore za usisavanje zraka. Nijedan detektor dima nije bio nađen u ovim jedinicama za opskrbu svježim zrakom.

Uređaji za klimatizaciju su dovodili zrak prema svakom katu hotelske višekatnice kroz kanale koji su bili zaštićeni vertikalnim rešetkama protiv požara.

Svaka soba je bila opremljena barem jednim otvorom za prozračivanje. Klimatizirani zrak za otvore za prozračivanje svake sobe je bio dovođen iz hodnika putem rešetki koje su imale zaštitu od požara. Te rešetke su se nalazile u zidovima hodnika iznad vrata svake sobe.

Postojalo je 16 ventilatora koji su se nalazili na krovu i koji su prema izvještaju radili u kontinuitetu. Bili su namijenjeni prozračivanju soba. Postojalo je više vertikalnih kanala kroz hotelske višekatnice koji su služili za izvlačenje zraka iz kupaonica u sobama.

7.1.7. Obilježja vatrogasne intervencije

Zajednički ured vatrogasnih postrojbi grada Las Vegasa, Clark County-a i sjevernog Las Vegasa, je zaprimio telefonski poziv u 7:16 sati ujutro na petak 21. 11. 1980. g. o požaru u restoranu u MGM Grand hotelu. Clark County vatrogasna postrojba poslala je standardnu postavu za takvu vrstu alarma: 4 vozila, jedne ljestve, jednu prikolicu sa crijevima, jednu hitnu pomoć, šefa postrojbe i 23 vatrogasca. Prvi na mjestu požara su bili zapovjedno vozilo i hitna pomoć, koja se nalazi direktno s druge strane ulice Flamingo Road na sjevernoj strani MGM Grand hotela. Ekipa je stigla na mjesto požara u 7:19 sati.

U 7:22 zapovjednik je zatražio kontrolu prometa i prijavio da rade na „Evolution 3“, što znači da je oglašen dodatni alarm za sve vatrogasce.

Stanje požara je bilo vidljivo na prednjem ulazu, a ljudi su stajali na prozorima soba i mahali ručnicima i plahtama. Puno gostiju je porazbijalo prozore kako bi došli do svježeg zraka. Jedna žrtva je ili skočila ili pala i doskočila na krovnu konstrukciju kod nove zgrade.

U 7:26 sati, zapovjednik postrojbe je zatražio od Kontrole da pošalju ambulantna kola. Do tog trenutka, vatra se je pojavila u sobama na 5. katu. Pozvano je 30 vatrogasaca, dok je zamjenik zapovjednika zatražio da se počne s provedbom plana MED ALERT (šifra za Clark County civilnu zaštitu da se uključi u pružanje medicinske pomoći ozlijeđenima u velikoj nesreći) koji je automatski značio poziv svim raspoloživim ambulantskim kolima.

Više puta tijekom operacija je hotelsko osiguranje javljalo za požar na krovu iznad područja dvorana za predstave. Ustvari, to je bio dim koji je izlazio iz ventilacije na krovu Ziegfried dvorane koja je dizajnirana upravo za tu svrhu.



Slika 4: Gosti na prozorima višekatnice [21].



Slika 5: Dim koji izlazi iz ventilacija iznad krova Ziegfried dvorane [4].

U 8:00 sati je javljeno da je požar u cijelom kasinu. Do tada je 6 vatrogasnih crijeva već bilo postavljeno u kasino kroz zapadni ulaz.

Otprilike nakon 25 minuta kasnije, ekipa je napredovala prema središtu kasina (vatra je bila pod kontrolom i u tom trenutku se radilo na gašenju glavnine požara).

NAPOMENA: glavnina požara je bila pod kontrolom u otprilike 08:30 sati, ali gašenje je bilo završeno kasnije.

Zapovjednici sektora su usmjeravali snage prema područjima koja su zahtijevala spašavanje i evakuaciju.

U 10:35 sati dana je zapovijed da se ne pomiču žrtve koje su potvrđene kao preminule sve dok mrtvozornik da odobrenje.

Svi zapovjednici sektora su dojavili da imaju velik broj ljudstva (544 vatrogasca je sudjelovalo u gašenju požara u hotelu MGM Grand u različitim vremenskim periodima). Do 13:00 sati vatrogasna crijeva su izvučena iz područja kasina. 2 crijeva su ostala sa lijeve strane na svakom kraju u slučaju da se pojavi novo izbijanje požara. Od 14:00 – 21:00 sati tri postrojbe su po nalogu zamjenika zapovjednika izvršavale potragu i pomagale u prenošenju žrtava iz zgrade.

7.1.8. Operacije spašavanje gostiju i osoblja hotela

Operacije spašavanja u hotelu MGM Grand su započele sa akcijama MGM zaštitara i ostalih zaposlenika hotela u glavnom kasinu i prostorima koji ga okružuju na cijelom području kasina nakon što je požar otkriven (te akcije su uključivale obavještanje gostiju da napuste zgradu i pomaganje gostima prilikom izlaska). 2 spasilačke ekipe Clark County-a su došle na mjesto događaja u 7:18 sati, tj. 2 minute nakon što je alarm za požar oglašen.

Negdje oko 7:30 sati nakon što su počele naznake da bi situacija mogla biti opasna po život na gornjim katovima višekatnice, pilot helikoptera policije Las Vegasa je nazvao svoj kontrolni centar i zatražio sve slobodne helikoptere da se priključe operaciji. Do 08:30 sati odazvalo se je ukupno 20 helikoptera i 9 zrakoplova vojske SAD-a. Prema procjenama je 300 osoba evakuirano sa krova zajedno sa 12 osoba evakuiranih sa balkona pomoću helikoptera. Kao dodatak u spašavanju gostiju helikopteri su bili zaduženi da dostave nove zalihe aparata za disanje, podizanje vatrogasaca i opreme na krov hotela te kasnije da prenesu tijela žrtava sa krova do privremene mrtvačnice na istočnom parkiralištu.

Glavni problem u upotrebi helikoptera su bile komunikacije, buka iz rotora i zračni nanosi. Kako su ti veliki helikopteri lebdjeli iznad hotela stvarali su toliku buku da se vatrogasci nisu mogli dogovarati putem radija. Zračni nanosi su bili tako jaki da su sa 23 kata počeli odbacivati ostatke i deke iznad sjevernog područja gdje je bila postavljena prva pomoć. Helikopteri koji su slijetali na područje pustinje su također stvarali probleme sa pustinjom.



Slika 6: Spašavanje iz zraka [21].

7.1.9. Žrtve požara

Ukupno 85 gostiju i hotelskih djelatnika je poginulo kao rezultat požara koji se je dogodio 21. 11. 1980. 83 žrtve su bile locirane na dan požara. 84. žrtva je bila zaposlenica hotela, koja je bila locirana u subotu 22. 11. u dizalu za posluhu na 26 katu. 85. žrtva je umrla nekoliko tjedana nakon požara u bolnici u gradu Houstonu u Teksasu.

Mrtvozornik Clark County okruga je objavio toksikološke analize krvi od 74 žrtava. Prema mrtvozorniku, sve žrtve koje su bile pronađene u hotelskim višekatnicama su preminule od gušenja uzrokovanog udisanjem ugljičnog dioksida. Od 18 žrtava koje su pronađene u području kasina, 14 je umrlo od udisanja dima i ugljičnog dioksida. 3 žrtve su umrle od opeklina i udisanja dima i ugljičnog dioksida, a jedna žrtva locirana vani na krovu nove konstrukcije je umrla od velike frakture lubanje.

Oko 600 ljudi, koji su bili ozlijeđeni od posljedica požara, je pružena prva pomoć, transportirani su bili s mjesta događaja do bolnice i tamo pregledani od strane bolničkog osoblja. Od tih 600 ozlijeđenih, 318 je ostalo po bolnicama, a 282 je samo pregledano i pušteno istog dana kući.

7.1.10. Nastala šteta

Manja šteta od vatre je nastala u jednoj ili dvije sobe za goste na 5. katu te od vrućine i dima na gornjim katovima, ali glavnina štete od vatre je bila u glavnom kasinu, predvorjima na glavnom i ulazu sa ulice Flamingo Road, recepcije i zapadnom dijelu Dvorane slavnih.

Restoran, Orleans coffee house, Cafe Gigi, the Parisian bar, Cub bar, suvenirnica i ostala područja na vrhu stubišta, uključujući dizala s područja kasina i predvorja za ista dizala, su bili jako oštećeni od požara. Drugi kat iznad istočnog dijela kasina je bio oštećen od vatre koja je utjecala na konstrukciju.

Postojala je očita razlika između oštećenih i neoštećenih područja koja se očitovala u liniji između područja s ugrađenim sustavom prskalica na vodu i onih bez sustava prskalica.

Velika je šteta nastala na dizalu za automobile, prostorijama gdje su dizala te na cjelokupnom postrojenju za dizala. Užad je pukla na jednom od liftova hotelske višekatnice i jednom od donjih liftova. Istovremeno dok je užad u snopovima padala, uzrokovala je štetu po zidovima zbog načina padanja.

Najveći pokazatelj dima nakon požara u hotelskim višekatnicama su bila stubišta S1 i W1. Bilo je puno dima i čađe u predvorjima za dizala, ali samo u bližim dijelovima oko vrata dizala. Hodnici u sva tri krila hotelske višekatnice od 5. do 26. kata su imali samo male količine dima i mrlja od dima.

Procjena nastale štete prema izvještaju vatrogasne postrojbe Clark County i „Business Insurance magazine“ je varirao od preko 30 milijuna dolara do oko 50 milijuna dolara. Požar u hotelu MGM Grand je bio jedan od požara koji je uzrokovao najveće materijalne štete na imovini u SAD-u u 1980-tim godinama.



Slika 7: Ulaz u kasino [21].

7.1.11. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara

Slijedeći opis i dijagram o ishodištu i uzroku požara je agencija NFPA napravila na temelju izvješća iz istrage Clark County-a i na temelju promatranja agencije NFPA tijekom trajanja istrage Clark County-a. Istraživanje je započelo u ranim jutarnjim satima dana iza požara kada je bio najprikladniji trenutak da inspektori uđu u restoran nakon što su operacije suzbijanja vatre završile. Cijelo područje koje je okruživalo restoran uključujući restoran, Orleans coffee house i restoran Barrymore's je bilo zaštićeno tijekom 9-dnevne istrage.

Prva zapažanja su bila usmjerena na razaranja od vatre jugoistočnog i sjeveroistočnog dijela restorana. Od tuda se je krenulo s ispitivanjem prisutnih materijala i spaljenih krhotina. Pregledom unutrašnjosti coffee shopa u području restorana, odmah su uočeni neobični tragovi vatre i čađe u jugoistočnom kutu coffee shopa. Pažnja istražitelja se usmjerila na to područje.

Na temelju obavijesti prvih očevidaca, zapažanja istražitelja te obavijesnih razgovora s vatrogascima, došlo se je do zaključka da je mjesto nastanka požara bilo u restoranu poznatom pod nazivom „The Deli“.



Slika 8: Zgarište restorana „Deli“ [21].

Sa istraživanjem su krenuli od sjeverne strane zida preko istočnog zida i kad su došli na južni zid restorana Deli gdje se je nalazio konobarski uslužni pult 2 istražitelji su uočili znakovit trag čađe na sjevernom dijelu pulta, u sjevernom kutu. Istražno znakovit trag čađe i izgaranja je pokazivao da je vatra krenula iz tog dijela pregradnog zida.

Prema mišljenju istražitelja, električna instalacija koja je pridonijela nastanku ovog požara se nalazila kod razvodne kutije na istočnom zidu konobarskog pulta. Položaj

fleksibilne aluminijske elektroinstalacijske cijevi koja se je protezala iz te kutije prema drugoj kutiji veličine 10,16×10,16 cm (4×4 inča) u prostoru iznad centra konobarskog pulta, zajedno s položajem instalacije koja se je protezala do kontaktne kutije kompresora hladnjaka, utvrđene su užim mjestom ishodišta ovog požara.

Nakon pregleda u vatrogasnoj stanici broj 18 Clark County-a istražitelji su zaključili da nije bilo zapaljenja u/niti okolo kompresora. Nisu bili pronađeni tragovi vatre niti čestica čađe u tom dijelu koji bi ukazivali na kvar te električne sastavnice. Kompresor je isključen kao izvor energije paljenja. Ali zbog protoka toplog zraka preko njegovog kondenzatora i vibracija koje je stvarao prilikom rada koje su se dalje širile bakrenim žicama što su bile pričvršćene na tu sastavnicu, zaključeno je od strane istražitelja da je kompresor bio faktor koji je pridonio zapaljenju zbog loše lokacije smještaja.

Pregledom instalacija u te iznad konobarskog pulta došlo se je do zaključka da je došlo do propusta u kakvoći izvedbe električnog uzemljenja tijekom radova prije izbijanja požara. Istražitelji su otkrili nekoliko neuspostavljenih kontakata između kontakata razvodne kutije i električnih žica unutar fleksibilne aluminijske elektroinstalacijske cijevi. Dijelovi te instalacije su bili neoštećeni, ali i uzajamno elektro nepovezani.

Naime, razvodna kutija i vodiči unutar fleksibilne cijevi sa snopom električnih žica nisu imala dobar električni kontakt, tj. samo djelomičan, pa se tu stvarao požarno opasan preveliki prijelazni otpor. Loša tehnika ugradnje cijele te instalacije je prema mišljenju istražitelja bitno pridonijela uvjetima za nastanak požara. Također je zabilježeno da je paragon mjerač prestao s radom u 24:00 sata.

Nepropisno izvedena instalacija i izloženost toploj atmosferi koja okružuje tu instalaciju je uzrokovalo toplinsko razgrađivanje i uništenje elektroizolacijskog materijala oko bakrenih vodiča i uzrokovalo djelomično ogoljenje bakrenih vodiča pod napetošću električne struje. Do kratkog spoja je došlo kod tako ogoljelih bakrenih vodiča, bez funkcioniranja vodiča uzemljenja. Zbog tako nepravilno izvedene instalacije uzemljenje nije moglo djelovati zaštitno na način na koji bi inače djelovalo. Zbog toga su se bakreni vodiči pregrijali do točke užarenja uzrokujući gomilanje požarno opasne količine topline na mjestu otprilike 114,3 cm (45 inča) od poda. Nedostatak funkcije dijela instalacije za uzemljenje kojom se moglo osigurati nisku impedanciju⁷ prilikom prolaza strujnog toka i omogućiti reagiranje automatskog osigurača, je omogućio dovoljno vremena za nastanak iskrenja/elektrolučnog

⁷ Impedancija je mjera suprotstavljanja (otpora) prolasku izmjenične struje kroz strujni krug.

izboja. Ono je proizvelo dovoljnu količinu topline za zapaljenje nazočnog zapaljivog materijala.

Ukratko rečeno, greška u uzemljenju bila je uzrokom ovog požara. Kako su radnici elektroinstalateri vukli bakrene žice kroz aluminijske fleksibilne elektroinstalacijske cijevi dolazilo je do njihova istezanja, pri čemu je vjerojatno došlo i do pucanja nekih od tih bakrenih žica. Ovaj mali abrazivni efekt je mogao uzrokovati visoku impedanciju tijekom nekog vremenskog perioda. Kako su se bakrene žice zagrijavala pa hladile i tako više puta, dogodilo se toplinsko raspadanje polimerne izolacije. U većini slučajeva jedini način da se bakrene žice provuku kroz fleksibilne elektroinstalacijske cijevi je da se potezanjem uz pomoć čeličnih sajli provuku kroz njih. Stoga je praksa električara da potežu žice kroz cijevi za polaganje instalacije. Ovo je prema mišljenju istražitelja sigurno uzrokovalo učinak prekomjernog istezanja i prekida žice vodiča uzemljenja.

Kompresor hladnjaka uvijek ima termostat, međutim istražiteljima nije poznato je li termostat stvarno postavljen te je li radio prije početka požara. Kao što je navedeno prije, kompresor hladnjaka nije trajno zaštićen u svom odjeljku ispod pulta u konobarskom pultu. Uslijed njegovog stalnog rada pojavljivale su se određene vibracije. Ove vibraciju su se prenosile preko bakrenih žica koje su bile prikopčane na njega. Iako su samo trajale minutu te vibracije su se javljale tijekom 6 godina. Tamo gdje je bakrena cijev prelazila preko ili došla u dodir sa aluminijskom elektroinstalacijskom cijevi, te su vibracije mogle tijekom perioda od 6 godina uzrokovati trljanje ili struganje ta dva metala. Kontinuirano dodirivanje dva metala može uzrokovati galvansku reakciju. Istražitelji su zaključili da bi se aluminijske elektroinstalacijske cijevi rastalio prije nego li s njim trljajuća bakrena cijev i tako otvoreno izložio sadržaj vodiča električne instalacije, u ovom slučaju dvije bakrene žice. Na taj je način elektro izolacija instalacije bila izložena trenutno vladajućim vanjskim temperaturama. Vanjski zrak i toplina koji nisu uobičajeni za unutrašnjost instalacije tako su mogli slobodno prodirati kroz nastalu rupu.

Kako je prije navedeno, topli zrak koji se stvarao zbog stalnog kretanja zraka iznad kondenzatora kompresora hladnjaka je ulazio u rupu veličine 5,08×15,24 cm (2×6 inča) koja je izrezana u umjetnom pregradnom zidu kako bi omogućila dvjema bakrenim cijevima da se probiju kroz umjetni pregradni zid radi opskrbe hladnjaka za slastice. Ta dodatna toplina, koja je bila konstantna 24 sata osim u onih 15 minuta kada se je vršio ciklus otapanja, je pridonijela povećanju količine topline koja je prodirala u umjetni pregradni zid te utjecala na sve materijale u tom zidu uključujući i na električne vodiče, na njihovu izolaciju te na okružujući materijal od celuloze.

Prema mišljenju istražitelja bilo je više čimbenika koji su postojali te koji su pridonijeli nastanku požara, a primarni uzrok je bio električni. Zaključeno je da je požar nastao i širio se kao rezultat greške u uzemljenju uzrokovane kombinacijom:

1. loše postavljenih instalacija
2. galvanske reakcije
3. propusta zbog neizoliranja bakrenih žica u cijeloj njihovoj dužini te dopuštanja da aluminijska instalacija dođe u kontakt sa bakrenim žicama
4. zbog topline nastale u određenom periodu vremena,
5. vibracija bakrenih cijevi
6. nepropisnog polaganja fleksibilnom metalnom oblogom zaštićene električne instalacije prema razvodnoj kutiji.

Nakon što je zahvatila cijeli restoran The Deli vatra je krenula prema kasinu.

7.1.12. Razbuktavanje i dalje širenje požara

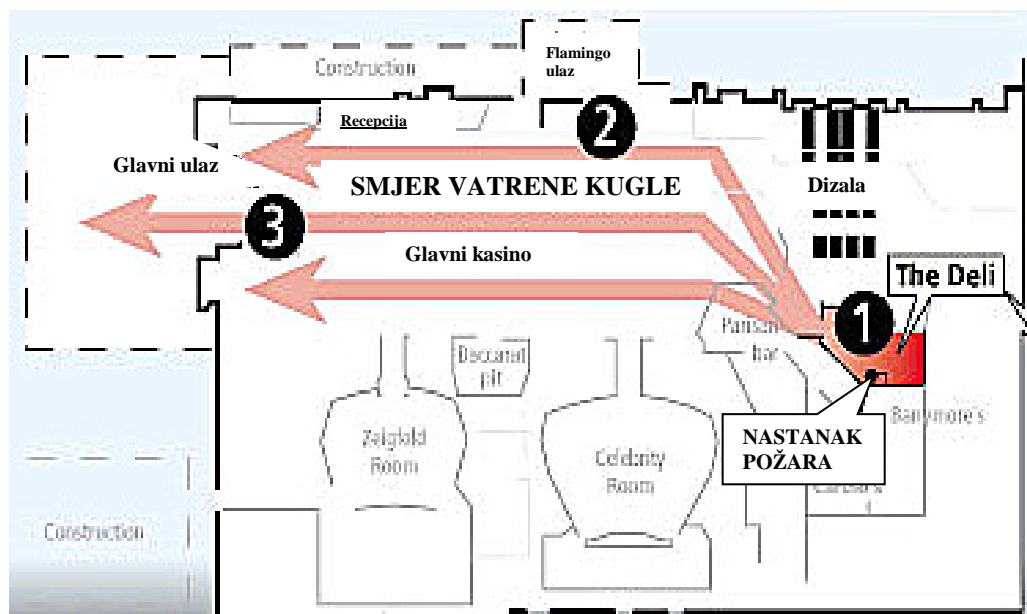
Gledajući sa stajališta suvremene koncepcije sigurnosti i zaštite od požara i eksplozija da ne bi došlo do širenja početnog požara, od izuzetne je važnosti sprječavanje utjecaja požara i/ili eksplozija njegovim upravljanjem i upravljanjem izloženošću požaru i/ili eksploziji, oni upućuju kojim pristupima, mjerama, sredstvima, postupcima i radnjama možemo najučinkovitije, pravodobno ili najbrže s najmanje angažiranih snaga i sredstava, s najmanjim pogibeljima za ljude, s najmanjim troškovima i najmanjim štetnim posljedicama po materijalna dobra ugasiti takav požar.

Najvjerojatnije je da je vatra jedno vrijeme tinjala prije nego što se probila iz zatvorenog prostora u uslužni pult restorana oko otprilike 7:05 do 7:10 sati ujutro. Prvi materijali koji su se zapalili su bili suho drvo koje se koristilo da bi se natkrila vitrina za slastice te namještaj i ostali predmeti u uslužnom pultu.

Inicijalno, vjerojatno kretanje dima je bilo od uslužnog pulta prema velikom prostoru za povratni zrak preko rešetke za zrak koja se je nalazila na stropu unutar uslužnog pulta. Nakon što se početni požar pojavio, plamen se je razbuktao po papirnatim i plastičnim proizvodima te po zapaljivom namještaju. Vatra se onda proširila iz uslužnog pulta prema restoranu zapaljujući pritom ostale lako zapaljive tvari poput drveta i dekoracije od plastike te materijale kojima su bili obložene stolice i separei.

Nakon potpunog zapaljenja uslužnog pulta i nakon toga restorana, nedostatak prskalice za vodu i adekvatnih protupožarnih zidova je doveo do širenja topline i dima u

kasino. Velika količina zraka koja je ustrujavala kroz obližnji Orleans coffe house te dolazila putem stepeništa iz arkade koja se nalazila iznad, je osigurala dovoljno svježeg kisika za širenje požara. Prisutnost mnoštva lako zapaljivih materijala, dotok zraka i prevelika protupožarno nepregrađena područja tog dijela prostora hotela su omogućili iznimno brzo širenje požara i stvaranje golemih količina dima.



Slika 9: Mjesto nastanka požara [1].

Požar je krenuo iz restorana i razbuktao se u kasinu sve dok nije došao do zapadnog kraja gdje je probio vrata i počeo se širiti na krovnu konstrukciju.

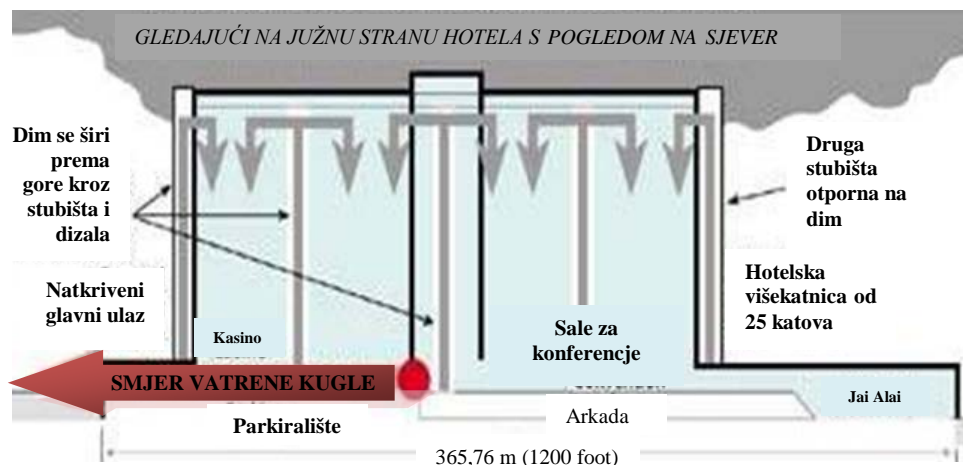
Krovna konstrukcija je bila u potpunosti u plamenu u 7:25 sati ujutro.

Iako je cijeli kasino zapadno od ishodišta požara bio u plamenu, požar je uspješno zaustavljena u južnim i istočnim prostorima hotela koji su imali ugrađene prskalice na vodu. Prskalice su zaustavile prodor požara u dvorane za predstave i u Dvoranu slavnih.

Kako se požar razbuktavao u restoranu, a nakon toga i u kasinu, velike količine dima i topline su se uokolo širile putem velikog prostora ispod stropa. Takav razvitak požara uzrokovao je prestanak funkcioniranja u strop i ispod njega ugrađenih tehničkih sustava između kasina i prostora „Eye in the Sky“. Mnogi protupožarno neštićeni okomiti hotelski otvori te otvori koji su imali problema s automatskim zatvaranjem su omogućili slobodno širenje požarnih plinova, dima, topline i plamena požara u hotelsku višekatnicu. Pod tim se misli na vertikalne otvore poput seizmičkih zglobova, unutarnjih stubišta, nedjelotvornih zaštitnih protupožarnih vrata, ventilacijskih otvora kupaonica i soba te ostalih otvora u zgradi.

Širenje dima po unutarnjim stubištima se dogodilo zbog nedostataka prilikom gradnje istih i zbog nekorištenja materijala koji mogu izdržati požar barem dva sata. U slučaju barem jednog stubišta (W1), čelik koji se je nalazio ispod poda stubišta je bio direktno otvoren prema skrivenom prostoru iznad stropa kasina. To je omogućilo širenje dima po stubištima. Bilo je i metalnih vrata na otvorima unutarnjih stubišta, koja nisu bila protupožarne izvedbe, koja su također pridonijela širenju dima putem stubišta. Protudimni prostor u stubištu koje se je nalazilo u zapadnom dijelu hotelske višekatnice (W2) je završavao direktno iznad kasina. Dno protudimnog kanala u ovom stubištu je bilo od šperploče debljine 1,27 cm (1/2 inča) koja je izgorjela do kraja i dopustila vertikalno širenje produkata izgaranja. Dim se je vraćao u predvorja i uspio ući u stepenišne kanale. Mnogi ventilacijski otvori dimnih kanala su bili prekriveni vanjskom fasadom zgrade. Baza od šperploče je također postojala i na E2 stubištu, ali pošto vatra nije doprla do tog dijela zgrade ta šperploča nije bila probijena i to je stubište navodno bilo korišteno za vrijeme požara. U S2 stubištu se je skupljao dim tijekom požara, ali kako je taj dim dospio u to stubište nije bilo utvrđeno.

Prostori za dizala za goste su bili glavni prijenosnici dima i topline u ovom požaru. Lokacija 9 dizala, nekih i sa otvorenim vratima, iznad ili u blizini područja kasina te puknuće užadi na dva dizala koja su omogućila da automobili padnu ispod područja kasina, stvorili su otvoren prolaz za širenje dima i topline požara prema gore. Toplina i dim požara su se proširili do soba za goste preko prostora za dizala.



Slika 10: Prikaz širenja vatre i dima unutar višekatnice [1].

Nezaštićeni vertikalni otvori su završavali u skupnom prostoru iznad stropa na 26. katu. Toplina i dim požara su se proširili prema tom prostoru, a nakon toga i prema mehaničkom usisniku za dobavu svježeg zraka koji se je nalazio na krovu.

Ventilacijski uređaji koji su kroz otvore opskrbljivali zrakom hodnike većeg dijela hotelske višekatnice nisu bili opremljeni detektorima dima koji bi isključili sustav u slučaju pojave dima. Kao rezultat toga ventilacijski uređaji su i dalje radili prenoseći zrak pun dima iz prezasićenog filtra unutar mehaničkog usisnika za dobavu svježeg zraka, a nakon toga upuhavajući ga natrag u hodnike gdje su sobe za goste u hotelskoj višekatnici. Ovisno o razlikama u tlaku atmosfere između hodnika i soba te bez obzira je li klimatizacijski sustav radio ili ne, dim je u različitim količinama prodirao u sobe za goste. U većini slučajeva vrata od soba su imala na sebi gumene brtve koje je sprječavala protok zraka, međutim nađena je nekolicina vrata koja su imala otvore od 1,27 cm (1/2 inča) na sebi.

Jedan je gost izjavio da kada je otvorio prozor od sobe, dim je počeo izlaziti iz otvora klimatizacijskog sustava, ali kad je zatvorio prozor i dotok dima se je smanjio. Evidentno je u ovom slučaju da je otvaranje prozora uzrokovalo stvaranje razlike u tlaku atmosfere između hodnika i hotelske sobe, što je omogućilo prodiranje dima u nju.

U većini kupaonica u sobama za goste su pronađene velike količine čađe na podovima. Dotok dima koji se širio vertikalno kroz ventilacijske sustave je bio toliko snažan da je u nekim ventilacijskim sustavima kupaonica uspio nadvladati kapacitet njihovih ventilatora za isisavanje zraka iz kupaonica i na taj način je prodrio u te kupaonice.

7.1.13. Analiza operacije gašenja požara

Tijekom borbe s vatrom i operacija spašavanja u hotelu MGM Grand vatrogasci su imali problem s dobivanjem taktičkih informacija zbog:

1. veličine objekta
2. gustog dima sa stražnje strane krova iznad područja kasina i glavnog ulaza
3. nedostatka informacija koje su trebale slati postrojbe koje su djelovale unutar zgrade.

Zbog veličine objekta zapovjednik sa svog zapovjednog mjesta nije mogao vidjeti istočnu, južnu i zapadnu stranu zgrade. Ovo je problem s kojim se vatrogasci bore čak i kod manjih objekata.

Pregled radijskih poruka pokazuje da usprkos korištenju 4 radijske frekvencije i kontrole tih frekvencija od strane zapovjednika, radio kanali su bili preplavljeni porukama tijekom operacija gašenja. Zapovjedne aktivnosti su bile sprječavane bukom helikoptera koji su vršili operacije spašavanja sa krova te isto tako prilikom njihova spuštanja južno od zgrade.

Problemi su nastajali i zbog dizanja prašine prilikom njihova slijetanja i stvaranja radio smetnji.



Slika 11: Vojni helikopteri i školski autobusi stacionirani na južnoj strani hotela [21].

Vatrogasci koji su se nalazili izvan zgrade su bili sprječavani u svom djelovanju zbog padanja stakla, namještaja i otpadaka od ruševina koje su gosti koristili da bi razbili prozore i došli do svježeg zraka ili radi prizivanja pomoći.

Vatrogasci nisu imali problema s istodobnim prodiranjem u objekt s više strana zbog velikih unutarnjih dimenzija kasina, raspoložive ventilacije i smjera kretanja dima unutar hotelske višekatnice.

Ventilacijski otvori za dim u krovu iznad pozornica dvorana su dosta pomogli u odvođenju dima i topline požara [4,12].

7.1.14. Pouke proizašle iz ovog slučaja požara

U ovom slučaju službeni istražitelji su pristupili istraživanju uzroka ovog požara sustavno, prema svim početima istražiteljskog rada, uspješno dajući odgovore na sva „zlatna pitanja“ istrage.

Proučavanjem uzroka, uvjeta i okolnosti nastanka i razvitka ovakvog požara, u kojem je velik broj ljudi izgubio živote ili svoje zdravlje, zaključilo se kako su postojali mnogobrojni ozbiljni propusti u sigurnosti i zaštiti od požara koji su tomu bitno pridonijeli.

Sljedeći čimbenici smatraju se ključnima za tako velik gubitak ljudskih života:

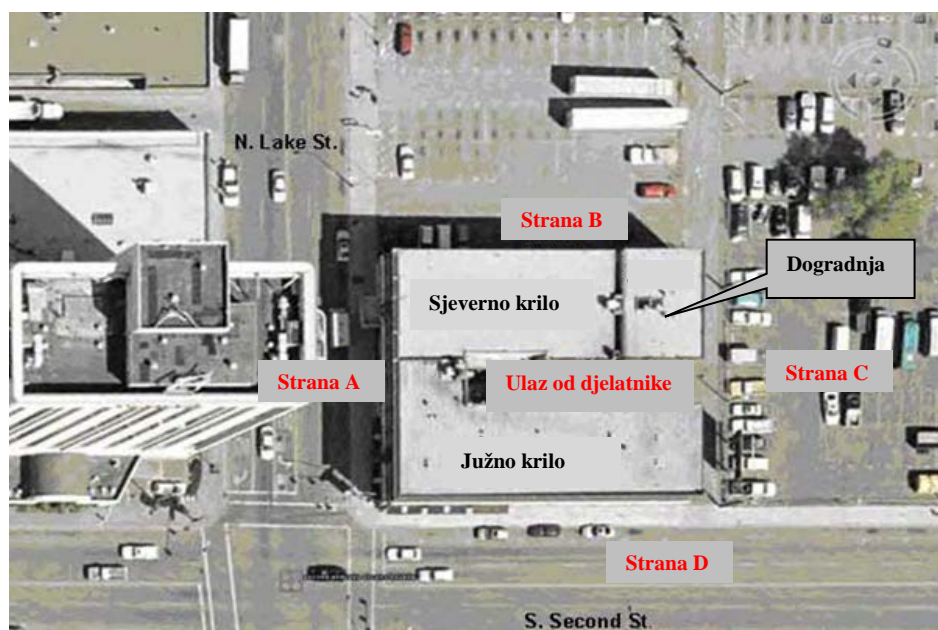
- Brzo širenje vatre i dima – zbog mnoštva nazočnih lako zapaljivih tvari i nedostatka požarnim opasnostima primjerenih barijera iz područja *pasivnog* i *aktivnog* inženjerstva sigurnosti i zaštite od požara, nužnih za pravodobno otkrivanje, gašenje i odimljavanje te sigurno evakuiranje svih ugroženih osoba i sprječavanje mogućnosti prebrzog prodora i širenja požara i požarnih produkata prostorima građevine.
- Nedostatci u početnom gašenju požara (ili barem u početnim stadijima požara) – svi požarno potencijalno opasni hotelski prostori nisu bili opremljeni automatskim raspršivačima vode, te neupućenost i neuvježbanost hotelskog osoblja za žurno postupanje u slučaju požara.
- Protupožarna nezaštićenost vertikalnih otvora unutar građevine – pridonijela je prebrzom širenju dima unutar prostora hotelske višekatnice.
- Ispodprosječna kakvoća zaštite unutrašnjih stubišta, te izlaznih hodnika.
- Širenje dima požara putem sustava grijanja, ventilacije i opreme za klimatizaciju – HVAC sustavi su radili tijekom požara. Nisu bili opremljeni detektorima dima.
- Nije bilo dokaza o izvršavanju plana za izvanredne situacije te su postojala kašnjenja u obavještanju gostiju i vatrogasne postrojbe.
- Nije bilo dokaza da se oglasio alarm za evakuaciju.
- Broj izlaza iz kasina te kapacitet istih je bio nezadovoljavajuć prema pravilniku NFPA iz 1980. godine.
- Nije bilo dokaza o postojanju ručnih javljača požara u hodnicima za evakuaciju.
- Dizala nisu imala mogućnost automatskog povratka na glavnu razinu, kako bi se izbjeglo ukrcavanje gostiju tijekom požara.

Operativni problemi vatrogasne postrojbe koji su se pojavili tijekom akcije spašavanja helikopterima pokazali su neke stvari koje treba uzeti u razmatranje za buduće operacije:

- Direktne zračne i zemaljske komunikacije su potrebne kako bi se koordinirale akcije helikoptera prilikom suzbijanja požara.
- Helikopteri bi trebali izbjegavati prelijetanja iznad zapovjednog područja i područja za pružanje prve pomoći.
- Područja za slijetanje helikoptera bi trebala biti na zelenim površinama ili betonskim površinama, gdje god je to moguće.

7.2. Požar u hotelu Mizpha

Četverokatni hotel Mizpah nalazio se u ulici 214 North Lake u predgrađu gradića Reno, Nevada. Sjeverno i južno krilo hotela Mizpah su graničila sa North Lake ulicom prema zapadu. Sjeverno krilo se prostiralo do parkinga, a južno krilo se prostiralo do South Second ulice. Ulaz za djelatnike koji se nalazi između sjevernog i južnog krila je davao hotelu izgled slova U.



Slika 12: Pogled iz zraka na hotela prije požara [23].

Mizpah hotel nije bio hotel u tradicionalnom smislu riječi. Većina stanara je živjela u hotelu više od 20 godina. Prema gradskom pravilniku za zgrade, hotel je označen kao R-2 stambena zgrada koja sadrži spavaće sobe ili više od dvije stambenih jedinica u kojima stanari stalno stanuju.

Otpriblike 82 osobe su živjele u hotelu u trenutku požara. Većina njih su bili radnici na minimalcu i umirovljenici.

Hotel je imao 126 soba, većina njih je bila označena kao stanarske sobe. Prvi kat sjevernog krila i aneks zgrade se je sastojao od stambenih soba. Nestambeni dijelovi na prvom katu su se sastojali od velike dnevne sobe, praonice rublja, skladišne sobe i hotelskog

predvorja. Od 2. do 4. kata hotela su se uglavnom nalazile stanarske sobe sa kupaonicom, te komunalne i prostorije za skladištenje.

7.2.1. Obilježja konstrukcije građevine

Zgrada je bila 37 m široka (od sjevera prema jugu), 41 m dužine (od istoka prema zapadu), te zauzimala 0,395 rali zemlje. Ukupna površina hotela je bila 5.571 m^2 (59.976 kvadratnih stopa).

Građevina je klasificirana kao građevina koja ima negorivu konstrukciju, izgrađena od negorivih ili ograničeno gorivih materijala kao što su cigle ili drugi zidarski proizvodi. Unutarnji strukturni dijelovi, uključujući zidove i stupove, su izgrađeni u cijelosti ili djelomično od drveta. Takva građevna konstrukcija ima otpornost na vatru u trajanju od 2 sata ili manje.

Podovi u rezidencijalnom dijelu i hodnicima su bili od tvrde drvene građe prekriveni sagovima, a u ostalim zajedničkim dijelovima hotela prekriveni sa više vrsta pločica.

Hotelski krov je bio ravan i sačinjavali su ga slojevi katrana i bitumena na drvenom pokrovu čiji su potpornji bile drvene grede. Takva izvedba ravnog krova sastojala se od nekoliko metara visokog pokrova koji je postavljen na lagane drvene grede iznad glavnog krova, stvarajući tavan kao prazan prostor između donje površine pokrova i stropa koji se nalazi ispod. Na slici iz zraka, u žutom kvadratu su vidljivi različiti slojevi krova uključujući bitumen, daske i grede.



Slika 13: Pogled iz zraka na krov zgrade [23].

Hotel je imao 3 unutrašnja stubišta i četvero vanjskih požarnih stepenica. Dvije su se nalazile na prednjoj strani hotela (Strana A), na zapadnom kraju sjevernog i južnog krila, a dvije na začelju zgrade za korištenje na južnom krilu i nadograđenom dijelu hotela. Jedini mogući pristup požarnim stepenicama je bio kroz unutarnje hodnike. Tijekom požara uvjeti u unutrašnjosti hotela su se toliko pogoršali da su hodnici i stubišta postali neupotrebljivi i stanari koji nisu odmah izašli iz zgrade, nisu uspjeli doći do požarnih stepenica i pobjeći od požara.



Slika 14: Prednje požarne stepenice [23].

7.2.1.1. Vatrodojava i sustavi za gašenje

Hotel Mizpah je bio opremljen nadgledanim sustavom vatrodojave i alarma kojeg je 24 sata kontrolirala tvrtka ADT Security Services iz grada Rochester, država New York. Sustav je bio podijeljen u 8 zona koje su pokrivala cijeli hotel. Istražitelji su tijekom istrage nakon požara zabilježili da su zone koje je sustav pokrivao bile prevelike. Prevelika zona znači da vatrogascima treba više vremena kako bi locirali požar u pojedinoj zoni, i time dali požaru mogućnost da se proširi.

Sustav alarma se je sastojao od 7 ručnih dojavljivača požara, 17 fotoelektričnih detektora dima i 10 detektora topline. Detektori dima su bili postavljeni na strop na sredini i pri krajevima hodnik. Stanarske sobe su bile opremljene sa detektorima dima na baterije, koji nisu bili međusobno povezani sa unutarnjim sustavom alarma zgrade. Detektori topline su bili postavljeni po cijelom zgradi i bili postavljeni da reagiraju na kombinaciju fiksne temperature

od 90 °C (termomaksimalna detekcija) i stopu rasta temperature od 57 °C uz +/- 5 minutne detekcije (termodiferencijalna detekcija).

Zvučni alarmi dojave su se sastojali od 6 sirena i 6 bljeskalica.

Ručni dojavljivači požara su se nalazili u blizini stubišta i u nekim hodnicima (za usporedbu, današnji hoteli moraju biti u potpunosti pokriveni sa automatskim raspršivačima vode te imati detektore dima u svakoj sobi).

Bez obzira na ograničenja u detekciji i sustavu alarma, taj se sustav funkcionirao kako treba i ADT tvrtka je jako brzo alarmirala vatrogasce.

U vrijeme požara evidentirano je da sustav vatrodojave radi normalno. Hotel nije bio opremljen automatskim sustavom raspršivača vode, ali je imao unutarnje zidne hidrante klase 1 i 2. Klasa 1 tih unutarnjih zidnih hidranata je bila namijenjena za upotrebu od strane vatrogasaca, dok je klasa 2 ugrađena za potrebe stanara zgrade, za početno gašenje požara dok ne stigne vatrogasna postrojba. Prema izvješću jednog od zapovjednika, na drugom katu je vatrogasno crijevo iz zidnog hidranta pronađeno izvučeno iz njegova ormarića.

7.2.2. Dojava o požaru i vatrogasno djelovanje

Požar je detektiran 31. listopada 2006. oko 22:00 h kada se je u hodniku na drugom katu hotela aktivirao detektor dima za sjeverno krilo hotela i aktivirao glavni hotelski sustav vatrodojave. Sustav vatrodojave u hotelu se sastojao od detektora dima i topline kojeg je 24 sata nadgledala firma ADT Security Services iz Rochestera, država New York. Firma ADT Security Services je odmah po aktiviranju sustava obavijestila o požaru vatrogasnu postrojbu br. 1 u gradu Reno, Nevada.

Vatrogasna postrojba br. 1 se je nalazila na udaljenosti 500 m od hotela Mizpah. Kao odgovor poslano je jedno glavno vozilo i vozilo s ljestvama (standardna procedura u slučaju dojave o požaru). Dok su ekipe prilazile mjestu požara, primijetile su veliki gusti crni dim koji je izlazio sa sjeverne strane hotela. Prije nego što je vatrogasna postrojba izašla na mjesto požara, jedan od vatrogasnih zapovjednika je prenio stanje s terena putem radio veze i zatražio dodatne vatrogasne snage pošto je situacija bila označena kao požar u tijeku. Prve vatrogasne postrojbe su stigle nekih 2 minute nakon dojave. Ove postrojbe su se našle pred gustim crnim dimom koji je izlazio kroz prozore 2. i 3. kata sjevernog hotelskog krila.

Velik broj ljudi je visio sa svojih prozora te zapomagao za pomoć dok su neki prijetili da će skočiti. Zapovjednik glavnog vozila je postavio komandno mjesto kod hotela za

zapovjednika vatrogasne postrojbe koji je došao odmah nakon dolaska prvih vatrogasnih ekipa.

Operacije zaustavljanja požara su kasnile kako bi vatrogasne postrojbe koje su prve stigle na mjesto požara mogle spasiti ljude na prozorima hotela.

Tijekom taktičkih operacija vatrogasna postrojba je koristila sustav slova kako bi identificirala različite dijelove zgrade. A strana zgrade je označavala glavni ulaz u zgradu. U stilu kazaljki na satu svaka strana zgrade je dobila svoju slovnu oznaku: A, B, C i D. Prema izvaji je vatra izlazila kroz ravni krov u ranim počecima operacije spašavanja, što sugerira mogućnost da je krov bio oslabljen i probijen djelovanjem požara.

Pošto se je vatra brzo širila i nije bilo pomaka u njezinom gašenju, zapovjednik je bio zabrinut za stabilnost konstrukcije zgrade. Naredio je vatrogasnim ekipama da isprazne zgradu.

Prema izvještaju zapovjednika vatrogasne postrojbe, vatrogasci su uspjeli spasiti/ispratiti iz zgrade oko 70 osoba; 31 osoba je spašena s prozora na gornjim katovima putem vozila s ljestvama.

Dodatnu opremu za spašavanje u ovakvim situacijama je osigurala organizacija „Contractors Auxiliary“.

Za gašenje požara se je koristilo 16 vatrogasnih vozila, kamioni s ljestvama, kamion s hidrauličkim sustavom i košarom, obične ljestve, a 72 osobe su sudjelovale u njegovom gašenju i sprječavanju širenja.

7.2.3. Žrtve i materijalna šteta

Većina osoba koje su boravile u hotelu je ignorirala alarm za požar, pošto su takvi alarmi bili svakodnevno aktivirani u tjednima prije požara i brzo ugašeni. Oni su ostali u svojim sobama sve dok nisu primijetili dim koji je počeo ulaziti ispod vrata, ali u tom trenutku je više bilo kasno za mnoge da pobjegnu preko vanjskih stepenica ili požarnih izlaza. Požar se je širio takvom brzinom i više nije bilo moguće napustiti sobe sigurno. Većina osoba koje su to pokušale su bile prve žrtve požara. 7 od 12 osoba koje su stradale u požaru su pronađene u hodnicima na 2. i 3. katu.

12 hotelskih stanara je stradalo u požaru, 31 osoba je ozlijeđena od toga 2 kritično, dok su vatrogasci spasili 70 osoba. Također, više od 80 osoba je bilo dislocirano zbog požara.

Skoro sve sobe na 2. i 3. katu u sjevernom krilu hotela su bile uništene ili teško oštećene od plamena i dima. Iako su južno krilo i dodatni dio zgrade na toj strani pretrpjeli

malu štetu od požara, ipak su bili oštećeni od velike količine dima. Većina krova na sjevernom krilu hotela je nestala u požaru i na kraju se srušila zajedno sa dijelom krova na 3. katu.

Šteta od požara je procijenjena na 2,4 milijuna USD.



Slika 15: Razmjeri štete od požara – sjeverno krilo [23].

7.2.4. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara

S obzirom na veličinu požara lokalna vatrogasna postrojba i policija su zatražili asistenciju ATF agencije radi utvrđivanja mjesta ishodišta i uzroka požara. Oko 18 specijalnih agenata iz ATF podružnice u San Franciscu se je priključilo 8-dnevnoj istrazi o mjestu i uzroku ovog smrtonosnog požara.

Tim istražitelja se sastojao od:

- vođe tima zaduženog za koordinaciju istrage
- nadzornika tima koji je bio odgovoran za rukovođenje timom i određivanje zadataka
- najmanje jednog licenciranog istražitelja požara nadležnog za utvrđivanje mjesta nastanka i uzroka požara
- jednog istražitelja za eksplozivne tvari nadležnog za procjenu jesu li možda upotrebljavana kakva eksplozivna ili pirotehnička sredstva
- inženjera zaštite od požara nadležnog za procjenu protupožarne sigurnosti dizajna zgrade, sustava za vatrodojavu i gašenje požara i analizu načina širenja požara putem kompjuterskog modela
- fotografa za slikovno dokumentiranje mjesta požara

- kemičara forenzičara
- psa za detektiranje tragova zapaljivih tekućina
- tehničara za opisno i grafičko dokumentiranje mjesta događaja i postupaka očevida te za izuzimanje i pakiranje svih možebitno važnih tragova kao mogućih forenzičnih dokaza koji su tijekom očevida pronađeni.

Policijska postaja Reno je pribavila nalog za pretragu prostora građevine kako bi omogućila vatrogasnim istražiteljima da uđu u zgradu i krenu s istragom o mjestu i uzroku požara, te da drže nadzor nad mjestom požara.

Agenti ATF i policijski istražitelji su ispitali nekoliko stanara i zaposlenika hotela kako bi saznali što su oni znali o požaru i situaciji u zgradi tijekom početne faze požara. Ispitani su bili i vatrogasci kako bi se saznalo što su vidjeli kada su došli na mjesto požara i kakvi su bili uvjeti unutar zgrade kada su krenuli s gašenjem.

Proveden je sustavan očevid svih prostora zgrade, počevši od područja s najmanjim oštećenjima od požara pa sve do onih s teškim oštećenjima. Pregled mjesta događaja je započeo vanjskim pregledom zgrade. Utvrđeno je da je požar uglavnom gorio u sjevernom krilu te da se nije širio u južno krilo.

Znakoviti tragovi mjesta početnog zapaljenja i izgaranja u obliku slova „V“ su pronađeni iznad ostataka madraca s oprugama uzduž zida u blizini sjevernog stubišta. Tragovi početnog zapaljenja u obliku slova „V“ su nastali izgaranjem zapaljivog materijala od kojeg su se sastojali madraci. Slični tragovi su pronađeni uzduž cijelog sjevernog hodnika, a svaki u blizini madraca koji su ležali po katu.

Vrata prema zapadnom stubištu su bila pregledana, te je ustanovljeno da su bila odvojena od gornje šarke što je uzrokovalo da se nagibaju na istok. Požar je progutao gornju trećinu vrata koja su bila najbliže sobe br. 1. To je ukazalo da je vatra došla sa zapadne strane i to iz područja hodnika ispred soba br. 1 i 2.

2 madraca su pronađena u tom hodniku. S obzirom na njihove čađave otiske istražitelji su uspjeli odrediti da su ti madraci bili pred vratima sobe br. 1. Trag vatre je pokazivao da je požar počeo u hodniku ispred soba br. 1 i 2. Tragovi su također pokazivali da se požar kretao u smjeru od hodnika kroz ostatak zgrade (od zapada prema istoku), što je u skladu s izjavom vatrogasaca koji su zaustavljali požar na 2. katu. Tragovi izgaranja uzduž sjevernog i južnog hodnika na sjevernom krilu su bili od 16 madraca s oprugama koje su pronašli u hodnicima po cijelom 2. katu. Neki od madraca su bili postavljeni jedni na druge što je omogućilo dovoljnu količinu lako zapaljivog materijala za brzo širenje požara po hodnicima.



Slika 16: Prikazuje ostatke madraca u hodniku na 2. katu [23].

Smjer širenja požara je potvrđen i po oštećenjima na sustavu opskrbe električnom energijom. Prateći električne žice u oba hodnika na 2. katu istražitelji su pronašli tragove 2 odvojena električna luka. Prvi je lociran u sjevernom hodniku blizu sobe br. 5, a drugi se je nalazio u južnom hodniku u blizini sobe br. 19. Pošto su glavna razvodna ploča i struja dolazili s istočne strane, nađeni električni lukovi su pomogli da se otkrije kako se je vatra širila. Električni luk ispred sobe br. 5 je ukazivao da je vatra došla sa zapadne strane, dok je električni luk ispred sobe br. 19 ukazivao da je vatra došla sa sjeverne strane. Inženjer za struju je prema tom nalazu mogao potvrditi da je mjesto nastanka požara bilo u sjeverozapadnom kutu na 2. katu.

Na temelju tragova požara pronađenih po cijeloj zgradi, izjava vatrogasaca i očevidaca te eliminacije ostalih mogućih izvora energije paljenja, istražitelji su zaključili da je mjesto nastanka požara bilo u udubljenju u zidu na 2. katu sjevernog krila, u madracima koji su bili postavljeni ispred soba br. 1 i 2. Na osnovi toga su zaključili da je požar namjerno podmetnut zapaljenjem tih madraca.

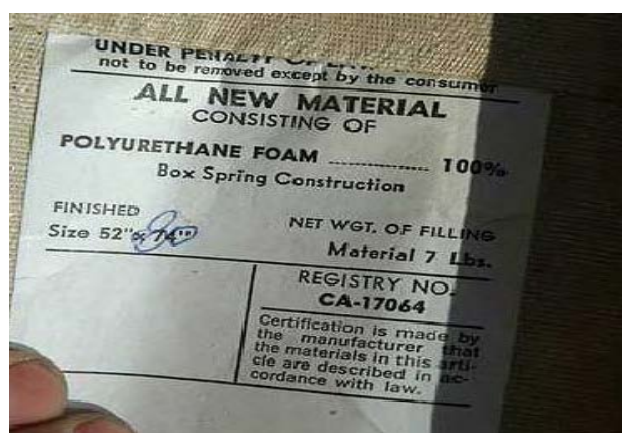
7.2.5. Razbuktavanje i dalje širenje požara

Više čimbenika je utjecalo na brzo širenje požara. Na dan požara u hodniku su bili stari madraci koji su trebali biti zamijenjeni novima. To su bili sve standardni madraci s

oprugama širine 90 cm i duljine 190 cm. Na oznakama o sastavu madraca je bilo navedeno da su punjeni 100% poliuretanskom spužvom mase 3,17 kg.

Poliuretanska spužva je lakozapaljiva kada se izloži određenoj temperaturi izvora energije paljenja. Temperatura taljenja joj je od 177 - 191°C, a zapaljuje se pri temperaturama iznad 260°C. Kad započne izgarati poliuretanska spužva može brzo širiti plamen uz razvijanje gustog crnog dima.

Izgaranjem poliuretanske spužve razvijaju se otrovni plinovi. Fleksibilna poliuretanska spužva, kao ona koja je pronađena u madracima, kada se zapali, razgrađuje se i tali te se tako pretvara u zapaljivu kapljevitu tvar koja time pridonosi brzini izgaranja i razbuktavanju požara.



Slika 17: Oznaku o sastavu madraca koju su pronašli agenti ATF-a s navedenim materijalom i količinom punjenja [23].

Način na koji su madraci bili postavljeni po zidovima je također pomogao širenju požara. Bili su postavljeni okomito, a u nekim slučajevima i vodoravno. Takav položaj je omogućio zraku da cirkulira oko madraca i time ubrzava njihovo izgaranje.

Prema izjavi vatrogasnog zapovjednika, ubrzanom širenju požara na 2. katu sjevernog krila je prema njegovom mišljenju pomogao propuh, kojeg su stvarali otvoreni prozori, vrata i stropni prozori na 2. katu stražnjeg dijela zgrade i otvoreno stubište na prednjem dijelu zgrade.

Na temelju pronađenih tragova su istražitelji požara predočili svoju pretpostavku kako se je požar širio. Jedan od istražitelja ATF agencije je izradio kompjuterski model širenja požara. Taj model je postavio mjesto nastanka požara na 2. kat ispred soba br. 1 i 2. Kada se je kompjuter pokrenuo replicirao je požar na isti način kako su ga predvidjeli i istražitelji.

Iako nisu sve varijable postavljene u model, on je pokazivao brzo širenje vatre na cijelom 2. katu sjevernog krila zgrade.



Slika 18: Madraci i način kako su bili postavljeni po zidovima uzduž hodnika [23].

Nakon toga je požar istodobno napredovao prema gore istočnim i zapadnim stubištem te se proširio na području 3. kata. Dim i toplina su u par sekundi počeli napredovati stubištem prema gore na 3. kat. Sam plamen požara se nije proširila na 3. kat odmah nego nakon par minuta. Brzo širenje dima i topline istočnim i zapadnim stubištem prema gore objašnjava veći broj žrtava koje su pronađene u hodnicima na 3. katu. Prema izjavi inspektora za zaštitu od požara, velika količina nazočnog gorivog materijala, visoke temperature i brzo širenje požara su onemogućili gasiteljske pokušaje zaustavljanja požara od samog početka [23].

7.2.6. Pouke proizašle iz ovog slučaja požara

Djelovanje vatrogasne postrojbe u ovom slučaju požara je rezultiralo s više korisnih spoznaja glede potreba žurnog rješavanja stanovitih otvorenih pitanja, ključnih za poboljšanje stanja svekolike sigurnosti i zaštite od požara u građevinama takve namjene te taktike vatrogasne intervencije u slučaju takvih požara.

Te spoznaje su sljedeće:

1. Nedvojbeno je kako je spašavanje glavni prioritet prilikom svakog slučaja požara. Suočeni s velikim brojem osoba koje je trebalo spasiti, prve vatrogasne jedinice na mjestu požara nisu imale dovoljno djelatnika hitnih službi da bi istodobno mogle započeti s operacijama gašenja i spašavanja. Zapovjednik postrojbe je donio dobru odluku da sve

jedinice prvo krenu s operacijama spašavanja stanara koji su bili na prozorima zgrade i tražili pomoć. Pazilo se na sigurnost vatrogasaca u vrlo opasnim situacijama.

2. Nepostojanje stabilnog automatskog sustava za raspršivanje vatrogasne vode u sklopu građevina ovakve namjene tvori ozbiljan sigurnosni problem. Jedan od glavnih čimbenika koji je pridonio brzom širenju požara je bio taj što hotel nije bio opremljen automatskim sustavom raspršivača vatrogasne vode. Da je bio opremljen, nema sumnje da bi požar bio zaustavljen, pa čak i ugašen prije dolaska vatrogasaca. Najvažnije od svega, izbjegle bi se žrtve. Troškovi opremanja hotela sustavima raspršivača vode bi u svakoj mjeri bili manji od troškova ponovne izgradnje sjevernog krila hotela i popravka štete od dima i topline u drugim dijelovima zgrade.

3. Madraci punjeni lakozapaljivom spužvom, naslagani po hodnicima 2. i 3. kata par dana prije požara, bili su čimbenikom koji je presudno pridonio tragičnim posljedicama (brojnosti žrtava) ovog požara.

4. Mogućnost dovoljno brze opskrbe potrebnim količinama vatrogasne vode blizu mjesta mogućeg nastanka požara većih razmjera tvori posebno složen sigurnosni i financijski vrlo zahtjevan komunalni problem za siromašnije sredine. Unatoč dojavi o gustom dimu prije izlaska iz vatrogasne postaje, prvo vozilo koje je došlo na mjesto požara nije moglo uspostaviti adekvatnu i sigurnu opskrbu vodom te se moralo oslanjati na cisternu s vodom, sve dok drugo vozilo koje je došlo kasnije nije postavilo vatrogasna crijeva za opskrbu vodom iz previše udaljenog uličnog hidranta prema prvom vozilu.

5. U svezi prije spomenutog, velik problem tvori i nedovoljan kapacitet raspoloživih izvora opskrbe vatrogasnom vodom, a time i nedovoljnog visokog tlaka vode nužnog za djelotvornu vatrogasnu uporabu. Kako je postavljano sve više glavnih mlaznica za gašenje požara došlo je do varirajućeg pada tlaka vode. To se dogodilo zbog potrebe za velikom količinom vode i nemogućnosti vodoopskrbnog sustava za domaćinstva u hotelu da udovolji tim potrebama. Situacija se je stabilizirala tek nakon što se zatražilo od gradskog vodovoda da poveća tlak vode u tom području vodoopskrbne mreže te usmjeravanjem vatrogasnih vozila, koja su kasnije došla, na opskrbu vodom iz hidranata drugih krugova vodoopskrbne mreže. Razvidna je potreba pravodobnog planiranja i provjeravanja kapaciteta i tlakova raspoloživih hidrantskih i inih vrsta vodoopskrbnih mreža za potrebe gašenja požara u naseljima.

7.3. Požar u hotelu Doubletree

Hotel Doubletree je prije nosio ime Hotel International, a izgrađen je 1973. g. na lokaciji 300 Canal Street u centru New Orleansa, u blizini poznate Francuske četvrti. Zgrada je višekatnica od 17 katova i sadrži 363 sobe. U trenutku požara hotel je bio u stadiju obnove vrijedne 5 milijuna USD koja je uključivala većinu kozmetičkih popravaka i novi namještaj.



Slika 19 : The Doubletree Hotel [22].

7.3.1. Obilježja konstrukcije građevine

Konstrukcija je od armiranog betona i klasificirana kao zgrada konstrukcije TIPA 1: nezapaljiva/vatrootporna. Svaki kat hotela je u obliku slova L, površine otprilike 1,67225 m² (18.000 kvadratnih stopa), i sadrži 31 hotelsku sobu. Hodnik u obliku slova L se spaja sa 3 stubišta (građena da 2 sata izdrže požar), po jednim na svakom kraju te jednim na kutu hodnika. Zidovi hodnika su izgrađeni od 1,59 cm debelih gipsanih ploča montiranih na metalnim klinovima debljine od 0,95 cm do 1,59 cm koji se nalaze na sredini svake ploče. Pošto ploče nisu imale oznaku nije bilo sigurno da se zid mogao kvalificirati kao konstrukcija

sposobna za jednosatnu zaštitu od požara. Vrata hodnika koja vode do hotelskih soba su debljine od 0,64 cm do 1,91 cm (navodno čvrste jezgre) od drveta u čeličnim okvirima bez uređaja za samozatvaranje. Takva vrata se smatraju sposobnim za 20 minutnu zaštitu od požara u postojećim zgradama.

7.3.1.1. Sustavi zaštite od požara

U trenutku požara hotel je bio opremljen sa značajnim sustavima zaštite od požara s obzirom na njegovu godinu izgradnje. Kao dodatak automatskim raspršivačima vode imao je i kombinaciju zidnih hidranata za stanare i vatrogasce, automatske i ručne sustave alarma za požar te ručne aparate za gašenje požara.

Automatski raspršivači vode i sustav hidranata su bili opskrbljivani vodom putem crpke koja je osiguravala tlak vode od 8,62 bara, a koja se je nalazila na 3. katu. Hotelski sustav automatskih raspršivača vode je štitio uglavnom područja gdje nisu bili gosti kao što su: skladišta, prostorije čistačica i spremačica na svakom katu, predvorja, prostorije za okupljanje i prostorije kuhinje. Hodnici sa sobama te same hotelske sobe nisu bile zaštićene tim sustavom.

Sustav zidnih hidranata se je sastojao od ventila za reguliranje protoka i tlaka u cijevima promjera 15,24 cm na svakom stubištu, koji je imao otvore za vodu promjera 6,35 cm na svakom katu. 3 vatrogasna ormarića s cijevima promjera 3,81 cm za potrebe korisnika hotela su se nalazila na svakom katu, po jedno odmah na izlazu na stubište. Aparati za gašenje prahom oznake 4A-30BC su se nalazili u svakom od takvih ormarića.

Dva odvojena sustava dojave požara su bila postavljena u zgradi, jedan ručni, a drugi automatski.

Ručni sustav je uključivao tri ručna alarma za požar na svakom katu (po jedan na svakom izlazu), zvučni signal iznad svakog ručnog alarma te kontrolnu ploču u ormaru na 3. katu. Kontrolna ploča je bila povezana s daljinskim signalnim uređajem koji se je nalazio iza recepcije.

Prema izjavama menadžmenta hotela automatski sustav vatrodojave je bio instaliran nakon što je hotel izgrađen. Sastojao se je od 2 fotoelektrična detektora dima, postavljena na svakom katu u hodnicima gdje su se nalazile hotelske sobe, u kombinaciji sa detektorima za otkrivanje topline požara u svakoj hotelskoj sobi te u različitim ostalim dijelovima hotela. Automatski sustav detektora je bio spojen na kontrolnu ploču koja se je nalazila u istom ormaru kao i kontrolna ploča za ručne alarme. Na temelju izjava hotelskog osoblja čini se da

se automatski sustav detektora nije spojio niti na jedan od uređaja za dojavu požara kao što su zvona i sl. Nije se moglo pretpostaviti što bi se dogodilo da su automatski sustavi detektirali požar. Vodovi automatskog sustava su bili isti kao telefonski kabeli s 4 vodiča čvrste jezgre koji nisu odgovarali ni jednom nacionalnom standardu alarma za dojavu požara.

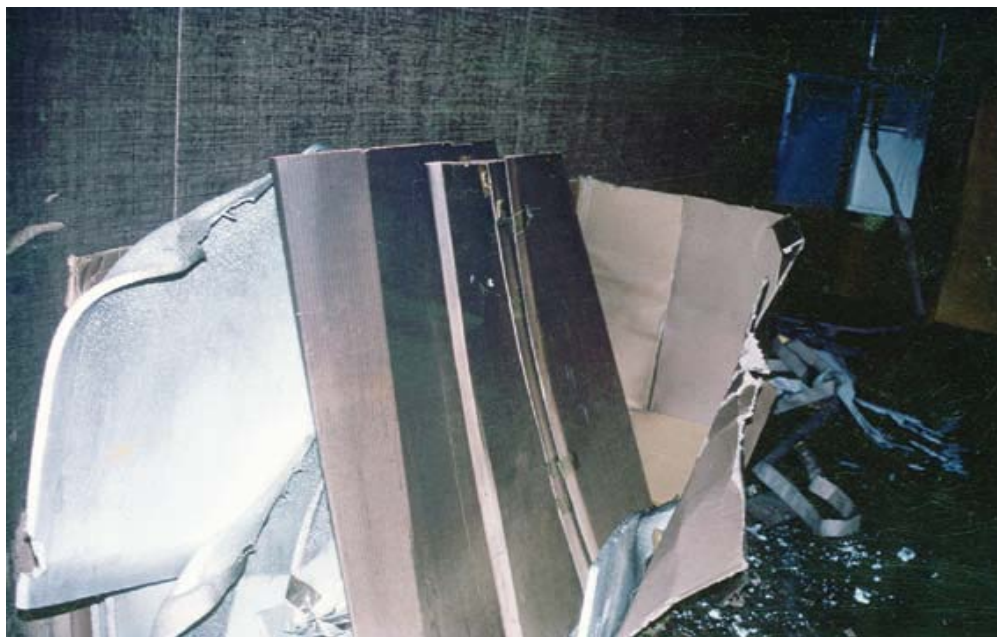
7.3.2. Dojava o požaru i vatrogasno djelovanje

Procjenjuje se da je požar izbio negdje između 22:00 h i 22:15 h, te se vjeruje da je nastao paležom. Vatrogasci su utvrdili da nije postojao drugi način nastanka požara, te da nije bilo mogućnosti slučajnog zapaljenja jer je jedan od gostiju sa 11. kata sišao na 10. kat po led iz ledomata nekakvih 10 minuta prije nego se oglasio alarm za požar i nije primijetio vatru.

U trenutku oglašavanja alarma 143 od 363 soba su imale goste. Uz goste u sobama su bili i gosti koji su imali obiteljsko okupljanje te crkvena grupa koja se je sastojala od tinejdžera. Zbog obnove na 10. katu u svakoj sobi se je nalazio novi veliki drveni ormar. Bio je upakiran u kartonsku kutiju te obložen listovima čvrste spužve. Zaposlenici koji su postavljali ormare su kartonske kutije i ostali materijal od pakiranja ostavljali naslonjene na zidovima hodnika. Procjenjuje se da je 10 do 20 kutija ostavljenih na zidu ispred sobe 1001 vjerojatno gorilo kada je zaštitar ušao na 10. kat.



Slika 20 : Prikazuju područje gdje je nastao požar [22].



Slika 21 : Kartonske kutije i ostali pakirni materijal koji se nalazio u hodnicima [22].

Vatrogasna postaja je zaprimila prvi poziv od hotela i poslala prvu vatrogasnu postrojbu u 22:32 h. Prva postrojba koja je došla na mjesto požara u 22:33 h je čula zvonjavu alarma i vidjela neke goste kako se evakuiraju. Dok su bili na putu prema hotelu upozoreni su da je požar na 9. katu na temelju poruke koju je hotelski operater poslao vatrogasnom dispečeru. Ta poruka je vjerojatno bila bazirana na temelju prvotnog poziva iz predvorja 9. kata. Nakon što je prva postrojba ušla u zgradu nastavili su se kretati stubištem 2 prema 9. katu. Na 6. katu su naletjeli na dim na stubištu te su uporabili aparate za disanje. Kako su se penjali prema gore tako su provjeravali svaki kat koji su prošli. Kada su ušli na 9. kat naišli su na sumaglicu i vidljivost je bila otprilike 15 m, ali nije bilo plamena požara. Nakon toga su nastavili prema 10. katu. Dim je postao jako gust na stubištu između 9. i 10. kata. Nakon što su provalili kroz vrata na 10. katu i detektirali požar u tijeku ušli su kroz vrata s crijevom koje je bilo spojeno na zidni hidrant. Temperatura u hodniku je bila jedva izdržljiva i uz zaštitna odijela koja su vatrogasci imali na sebi. Zbog toga, kako bi locirali mjesto nastanka požara su morali puzati jer je pri tlu bila manja temperatura, ali to ih nije spriječilo da vrlo brzo otkriju i ugase izoliranu tinjajuću vatru ispred sobe 1001. U međuvremenu ostale vatrogasne jedinice koje su dolazile na mjesto požara su uspostavile zapovjedno mjesto u uredu zaštitara u predvorju hotela. Time je zapovjednik imao dostupne resurse kao telefon, planove katova, ključeve, a i direktnu vezu s voditeljem hotela i hotelskim inženjerom.

Zapovjedna mjesta za nadgledanje operacija gašenja su uspostavljena u 6 sekcija hotela, tj. u sekciji predvorja hotela, u sekciji na 9. katu, u sekciji na 10. katu, uključujući posebnu izvidničku sekciju, sekciju rehabilitacije i sekciju za vatrogasnu opremu. Sekcija predvorja hotela je bila zadužena za kontroliranje raspoređivanja po dizalima i kontrolu svog osoblja u zgradi. Nakon što je izvidnička sekcija obavijestila zapovjednika o uvjetima na različitim katovima i područjima u zgradi, pripadnici vatrogasne postrojbe su bili usmjereni na evakuaciju preostalih gostiju s 10.-17. kata, koristeći 9. kat kao sekciju za opremu i izvođenje operacije evakuacije. Kako je gašenje požara trajalo pripadnici vatrogasne postrojbe su trebali odmor a rehabilitacijska sekcija kao mjesto za odmor je korištena za praćenje stanja vatrogasaca koji su sudjelovali u gašenju. Održavši protočnost osoblja koje gasilo požar od mjesta gašenja požara sve od rehabilitacijske sekcije, operacija gašenja je bila vrlo djelotvorna i učinkovita. Požar je ugašen u 03:17 h na rano jutro u ponedjeljak nakon skoro 5 sati.

7.3.3. Materijalna šteta i žrtve

Šteta od požara je ostala ograničena na mjestu nastanka požara. Uz to, bilo je teških oštećenja od dima na 10. katu, lakših oštećenja od dima iznad 10. kata, te nešto oštećenja od dima i vode na 9. katu. Ukupna šteta na konstrukciji prema vatrogasnom inspektoru je procijenjena na 125 tisuća USD, a na namještaju i inom interijeru 50 tisuća USD. Nakon požara Uprava za zaštitu od požara je novčano kaznila hotel zbog nepropisnog pohranjivanja predmeta na putovima (hodnicima) predviđenim i za evakuaciju te zbog nedostataka u odražavanju sustava zaštite od požara.

Zdravstvene ustanove grada New Orleansa su pružile medicinsku pomoć. Nakon dolaska na mjesto požara prva jedinica hitne medicinske pomoći je uspostavila sustav trijaže. U predvorju se nalazilo primarno područje za procjenu stanja pacijenata i pomoć teškim slučajevima. Pacijenti koji bili lakši slučajevi su upućivani na sekundarno područje van hotela kako bi im se pružila pomoć.

Ukupno je 10 pacijenata liječeno. Jedini kritični slučaj je bio hotelski zaštitar kojeg su dopremili u predvorje u stanju srčanog infarkta. Vatrogasci i osoblje hitne medicinske pomoći ga nisu uspjeli oživjeti. Zaštitar je bio star 35 godina, malo prekomjerne težine, a pronašli su ga vatrogasci u hodniku na 10. katu. Uzrok smrti je bilo udisanje dima u kombinaciji s već postojećim stanjem infarkta. Dva gosta su bila prebačena u bolnicu zbog manjeg udisanja dima, a treći zbog opekline na ruci koja nije bila u direktnoj vezi s požarom. Ostalih 6

pacijenata koji su liječeni na licu mjesta bili su: hotelski zaposlenik, 2 policajca i tri ostala gosta s lakšim ozljedama.

7.3.4. Utvrđivanje uzroka i okolnosti širenja požara

Istragu o uzrocima požara je provela američka Uprava za zaštitu od požara.

Požar se je dogodio u nedjelju nešto iza 22:00 sata te je započeo u hodniku gdje se nalaze sobe za goste na 10. katu. 10. kat nije imao gostiju i u to vrijeme je bio u obnovi. Uzrok požara je palež. Zbog greške automatskog sustava dojava požar se razbuktao prije nego što je bio detektiran. Djelomični sustav raspršivanja vode u hotelu nije pokrивao mjesto nastanka požara. Sporo detektiranje požara je omogućilo dimu da se proširi na još dva kata prije nego što je zaštitar, koji je smrtno stradao, ručno pokrenuo alarm za požar.

Ponašanje gostiju je variralo od panike koja se širila na zadimljenom 11. katu, dok su ostali gosti bili apatični zbog nedavnih lažnih alarma. Hotelski zaštitar je djelovao nepropisno s obzirom na okolnosti kada je ušao na 10. kat. Pravilno djelovanje bi bilo odlazak na drugi kat, ručno aktivirati protupožarni alarm te asistirati prilikom evakuacije gostiju. Također je i greška što je hotelski inženjer išao dizalom ispunjenim dimom do 17. kata bez ikakve zaštitne opreme. Mogao je stradati u dizalu i nije ga smio koristiti tijekom požara.

Tijekom požara u hotelu Doubletree materijal kojim su obloženi zidovi, sagovi i ostali sadržaji u hodnicima nisu značajno doprinijeli širenju požara. Vatra je bila dovoljno mala da nije stvarala ozbiljnu prijetnju vatrootpornoj konstrukciji zgrade.

Iako u hotelu Doubletree nije bilo samozatvarajućih vrata na hotelskim sobama, ne bi bilo previše razlike kod ovog požara jer kat na kojem se požar dogodio ionako nije bio naseljen te su sva ili većina vrata bila su zatvorena u trenutku požara. Performanse vrata su bile jako dobre, hotelske sobe i skladišne prostorije koje su imale zatvorena vrata su u većini slučajeva pretrpjele samo manja oštećenja od dima. Jedina iznimka su bila vrata stubišta kroz koja su prošle velike količine dima u stubište.

Dim je putovao i ventilacijskim sustavom iz hodnika koji je sastojao od kanala sustava za prozračivanje usporednih sa Stubištem 1 i Stubištem 3. Svaki kat je imao otvor s klapnom za prigušivanje plamena požara (ali ne i dima) na kraju svakog hodnika. Ulaz dima na 11. kat se je dogodio preko otvora kanala sustava za prozračivanje kod Stubišta 1. Istraga je ukazala da jedan od dva otvora s klapnom za prigušivanje plamena požara na 10. katu se nije zatvorio do kraja.



Slika 22 : Soba na desetom katu s minimalnom štetom [22].

Djelovanje protupožarnih sustava je bilo vrlo zadovoljavajuće. Štete od požara su ostale ograničene na samo jedan kat, ali su štete od dima bilo na više katova. Vatrogasna postrojba je efikasno iskoristila ICS-Incident Command System kako bi upravljala i konačno stavila incident pod kontrolu [22].

7.3.5 Pouke proizašle iz ovog slučaja požara

Gubici koji su nastali u požaru hotela Doubletree su na površinu izbacili neke pravodobno nerješavane probleme vezane za ostvarivanje odgovarajuće razine sigurnosti i zaštite od požara hotela.

Glede sustava za vatrodjavu i automatsko gašenje požara:

Djelomična zaštita automatskih raspršivača vode - mnoga područja hotela su bila zaštićena automatskim raspršivačima vode, ali ona nezaštićena područja su omogućila palitelju požara (paležniku) da napravi veliki incident zapalivši samo jednu žigicu. Treba naglasiti da nepostavljanje automatskih raspršivača vode na nekom dijelu zgrade izravno utječe na povećani rizik od nastanka velikog požara i olakšava posao svim mogućim vrstama paležnika (palikuća) da uspiju u namjeri uzrokovanja velikog požara. Da su hodnici u hotelu bili zaštićeni u skladu s nacionalnim standardima sigurnosti i zaštite od požara, ovaj požar bi bio samo tek manja neugodnost za goste.

Automatski sustavi vatrodajave trebaju biti postavljeni na pravilan način te redovito pregledavani i tehnički ispitivani, a spomenuti sustav u hotelu nije bio instaliran u skladu s priznatim nacionalnim standardima koji su vrijedili u vrijeme izgradnje tog hotela.

Glede svojstava konstrukcije:

Unutarnje uređenje, sagovi te sadržaji u hodnicima tvore vrlo važnu razliku u protupožarnoj sigurnosti. Ako se osigura opremanje i uređenje hodnika s predmetima/tvarima niske razine zapaljivosti (npr. sagovima i namještajem), tj. koji nisu lako zapaljivi, širenje i razbuktavanje požara se može bitno ograničiti i time osigurati dodatno vrijeme za provedbu evakuacije gostiju i osoblja hotela te time svesti moguću snagu i razmjere širenja požara na razinu koja omogućuje vatrogascima lakše i brže gašenje.

Protupožarno pregrađivanje hodnika u rezidencijalnim zgradama i višekatnicama je vrlo korisno radi sprječavanja ili bitnog usporavanja širenja dima i plamena požara. Poglavitito u zgradama gdje ljudi uglavnom spavaju ili gdje se nalaze invalidne osobe, protupožarno pregrađivanje hodnika s protupožarnim vratima za zaštitu od topline plamena i dima požara bi preveniralo nekontrolirano širenje vatre i dima tim istim hodnicima.

Vertikalna okna koja se otvaraju prema više katova u višekatnicama bi trebala imati prigušivače dima instalirane na svakom katu, čime bi se širenje dima kontroliralo te bi rizik za korisnike bio znatno smanjen. Naime, smrtni slučajevi u višekatnicama su najčešće uzrokovani nemogućnostima konstrukcije zgrade da zadrži dim na jednom katu.

Glede prevencija požara i obrazovanja osoblja te privlačnih i poučnih uputa gostima:

Učinkovito uvježbavanje hotelskog osoblja je izuzetno važno kako bi se osigurala sigurnost osoblja i gostiju. Osoblje bi trebalo biti dobro uvježbano za pravilne postupke u svim mogućim hitnim slučajevima poput pravilnog obavještanja o požaru ili opasnosti od eksplozije, iniciranja, pomaganja i upravljanja postupcima evakuacije, vrsti požara najprimjerenije i pravilne uporabe aparata za ručno gašenje ili vatrogasnih crijeva za gašenje s vodom, najboljih načina improvizirane zaštite dišnih organa i tijela te mogućih načina samospašavanja s mjesta požara.

Tim obrazovanjem bi se također trebalo ukazati na opasnosti od privremenog odlaganja ili skladištenja lakozapaljivih materijala i predmeta namještaja u hodnicima, jer takvo odlaganje ili skladištenje ne samo da predstavlja laku metu za sve vrste potencijalnih paležnika, već i može posve blokirati primarne evakuacijske rute prema izlazu iz građevine, ako dođe do nastanka požara.

Glede djelovanja vatrogasne postrojbe:

Zgrade visokog rizika trebaju imati dobre planove za obranu od požara – vatrogasne postrojbe trebaju se pripremiti putem vježbi i utvrditi planove za djelovanje u slučaju požara u onim zgradama za koje smatraju da su visokog rizika. Takvo planiranje bi trebalo uključivati potrebne resurse za gašenje požara, njihovo pravilno raspoređivanje, uspostavljanje zapovjednog mjesta, osiguranje potrebnih ključeva i planova zgrade te upotreba alternativnih dizala koja će biti u pogonu u slučaju nužde.

Korištenje nadgledanog prostora za rehabilitaciju omogućuje zapovjedniku da ima kontrolu nad svim ljudskim resursima u svakom trenutku – ova praksa omogućava prebrojavanje osoblja tijekom incidenta, nadgledanje stanja osoblja tijekom odmora te daje uvid u sposobnost određene ekipe da se vrati na mjesto požara.

Snimanje kamerom požara može biti vrlo korisno – osoblje koje nije sudjelovalo u incidentu bi moglo snimku iskoristiti za trening te vidjeti eventualne pogreške.

8. ZAKLJUČAK

Postoje mnogi načini i mogući uzroci nastanka požara u hotelima. Pregledom obilježja zapaljivih tvari i izvora energije paljenja koji se mogu zateći u hotelima te statističkih podataka o požarima u hotelima, može se zaključiti da hoteli predstavljaju vrlo specifičan problem za inženjere sigurnosti i zaštite od požara, jer je smrtnost u ovakvim slučajevima iznimno zabrinjavajuća. Glavni uzroci velikih požara u hotelima su prisutnost vrlo velikih količina lako zapaljivih materijala, neispravnost električnih uređaja i instalacija (ili propusti pri njihovom održavanju i rukovanju), neopreznosti pri toplinskoj obradi hrane u kuhinjama i zlonamjerno podmetanje požara.

Jedan od ključnih sigurnosnih problema je obično vrlo velik broj ljudi koji mogu biti zatečeni u hotelu prilikom nastanka požara. Gosti hotela uglavnom nisu upoznati s rasporedom svih mogućih, evakuacijskih vrlo važnih, prostora i prolaza unutar zgrade hotela i većinom ne govore jezik zemlje u kojoj borave. Osoblje hotela, koje se u mnogim hotelima često mijenja ili se zapošljava kao privremena/sezonska radna snaga, također, u tom kratkom razdoblju svog rada nema priliku ni mogućnosti upoznati objekt u cijelosti. Premda svi oni zadovoljavaju zakonske odredbe (posjedovanje sanitarne iskaznice, potvrde o osposobljenosti za rad na siguran način, poznavanje minimalnih mjera zaštite od požara itd.), velika većina njih nikada nije imala priliku u praksi aktivirati protupožarni aparat, pružiti prvu pomoć unesrećenom ili savjetima i fizički pomagati mnoštvu ljudi pri evakuaciji građevine. Stoga je od velike važnosti posvetiti punu pozornost kakvoći građevini hotela prilagođenog dopunskog protupožarnog obrazovanja svih njenih djelatnika i uvježbavanju dobro isplaniranih mogućih inačica procedura u slučaju pojave/oglašavanja izravne opasnosti od požara ili eksplozije. Gostima treba, stavljenim na vidljivo mjesto i s jasnim, popratno praktično oslikanim, pisanim smjernicama na više jezika, dati kratke upute o postupanju u slučaju požara, uz prilaganje sheme plana za njihovu evakuaciju iz konkretne prostorije smještaja, kao i za postupke izbjegavanja osobnog uzrokovanja inih vrsta opasnosti ili u slučaju njihove pojave tijekom boravka u hotelu. Samim tim, mogu se izbjeći veća stradanja gostiju i nastanak većih materijalnih šteta u hotelima.

Kod provedbe mjera zaštite od požara trebalo bi biti uvriježeno načelo da se uz optimum ulaganja postigne maksimum sigurnost. Nažalost u praksi je češći obrnuti slučaj. Zato bi bilo potrebno da procjena požarne ugroženosti postane sastavni dio projektiranja

građevina što je i osnovni smisao zakonske obaveze projektanata glede izrade tzv. „Prikaza predviđenih mjera zaštite od požara“. Osnovna je težnja svakog stručnjaka, koji projektira novi objekt ili analizira stanje zaštite od požara u postojećem objektu, da na osnovi parametara građevinske izvedbe objekta, parametara veličine objekta, lokacije, veličine i međusobne povezanosti požarnih sekcija te njihova sadržaja i drugih mjerodavnih obilježja, dođe do numeričkih vrijednosti kojima se implicira točno određena razina i vrsta potrebnih mjera zaštite od požara. Takva spoznaja od velike je važnosti, kako za službu protupožarne zaštite hotela i osoblje hotela, tako i za obližnje vatrogasne postrojbe s kojima se treba ugovoriti suradnja o povremenim prevencijskim pogledima i potrebama djelovanja za slučaj požara. Prilikom prosudbe opasnosti za potrebe osiguranja imovine u obzir se uzimaju faktori opasnosti građevine, što može bitno utjecati na visinu premije osiguranja.

Slučaj požara u hotelu Doubletree jedan je od primjera dobre prakse sigurnosti i zaštite od požara, pri kojem je stradala samo jedna osoba i to zbog osobne neupućenosti kako pravilno postupati u slučaju požara. Tu se mogla vidjeti i dobra organizacija zaustavljanja požara od strane vatrogasne postrojbe.

Požari u višekatnicama, kao što su hoteli, ne bi trebali biti pogibeljnim iznenađenjem sve dok te zgrade imaju osnovne komponente dobre zaštite od požara kao što su funkcionalni automatski raspršivači vode i sustavi automatske vatrodjave.

U slučajevima požara u hotelima, a posebice u onima u kojima je došlo do velikih materijalnih šteta i većeg broja ljudskih žrtava, potrebno je kasnije provesti sustavnu stručnu i javnosti dostupnu raščlambu ovakvih događaja sa svim njenim sudionicima poradi omogućavanja budućeg djelotvornijeg rada vatrogasaca, istražitelja kao i svih drugih službi koji se bave sigurnošću i zaštitom od požara hotelskih objekata. Tradicionalni način „riješi nakon što se požar pojavi“ se mora promijeniti u predviđanje i identifikaciju mogućih opasnih situacija i u njihovo pravodobno otklanjanje.

LITERATURA

- [1] Big Hotel Fires, *Dostupno na:* <http://www.iklimnet.com>, *Pristupila:* 2014-02-24.
- [2] Bobinec, N. D., Opremanje puteva za evakuaciju, *Dostupno na:* <http://seminar.tvz.hr/materijali/materijali9/E03.pdf>, *Pristupila:* 2014-02-25.
- [3] Cafe, T., Physical constants for investigators, *Dostupno na:* <http://www.tcforensic.com.au/docs/article10.html>, *Pristupila:* 2016-01-28.
- [4] Co Fire, MGM Fire Investigation Report, *Dostupno na:* <http://fire.co.clark.nv.us/%28S%28n4iyIjm2rfsbmharnrkrdb4o%29%29/MGM.aspx>, *Pristupila:* 2012-07-12.
- [5] European Guideline: Guidance signs, Emergency Lightening, General Lightening, *Dostupno na:* <http://www.cfpa-e.org>, *Pristupila:* 2013-03-30.
- [6] Gulan, I. (1997). *Protupožarna tehnološka preventiva*, Zagreb, Nading d.o.o.
- [7] Ivančić, Z., Kirin, S. (2009). *Izvori požarne opasnosti*, Karlovac, Veleučilište u Karlovcu.
- [8] Kacijan, S., Anatomija požara u građevinama, *Dostupno na:* <http://pi.grad.hr/priv/pozarno-kocijan/KOCIJAN2-TGG-Predavanje-09.ppt>, *Pristupila:* 2015-11-20.
- [9] Kulišić, D. (1990). Značaj žara cigarete kao česte energijske sastavnice uzroka požara, *II. međunarodni stručno-znanstveni skup, Zaštita na radu i zaštita zdravlja*, Bjelolasica, 24.-27. rujna 1990.
- [10] Kulišić, D. (2003). *Metodika istraživanja požara i eksplozija*, Zagreb, Skripta Visoke policijske škole MUP-a RH.
- [11] NFPA fire analysis & research, 9/15, Structure fires in hotels and motels, *Dostupno na:* <http://www.nfpa.org/~media/files/research/nfpa-reports/occupancies/shotelsmotels.pdf?la=en>, *Pristupila:* 2015-01-15.
- [12] NFPA, Investigation report on the MGM Grand Hotel fire, *Dostupno na:* <http://www.nfpa.org/assets/files/Press%20Room/LasVegasMGMGrand.pdf>, *Pristupila:* 2012-07-12.

Tursan, K.: *Uzroci i prevencija požara u hotelima s primjerima iz prakse*, Veleučilište u Karlovcu, Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite - Zaštita od požara, Karlovac, ožujka 2016.

- [13] Nova europska klasa požara, *Dostupno na:* <http://www.upvh.hr/index.php/taktika/sredstva-za-gasenje/99-nova-europska-klasa-pozara>, *Pristupila:* 2016-01-18.
- [14] Pavelić, Đ., Mjere zaštite od požara i izvori zapaljenja, *Dostupno na:* <http://hrcak.srce.hr>, *Pristupila:* 2013-02-26.
- [15] Plamen, *Dostupno na:* <https://hr.wikipedia.org/wiki/Plamen>, *Pristupila:* 2016-01-18.
- [16] Rješenje dojave požara, *Dostupno na:* <http://www.alarmautomatika.com/idea-project/document/10049-rjesenja-dojave-pozara.pdf>, *Pristupila:* 2014-02-25.
- [17] Sigurnosne procedure u hotelima, *Dostupno na:* <http://hrcak.srce.hr>, *Pristupila:* 27-02-2013.
- [18] Skupina autora. (1994). Numeričke metode za procjenu ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija, *Zbornik radova 94. Zaštita od požara*, Zagreb: Kacian, N., IPROZ s p.o.
- [19] Statistika požara, *Dostupno na:* http://www.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2007/statistika_pozari.pdf, *Pristupila:* 2014-02-24.
- [20] Todorovski, Đ. (2012). *Stabilni sustavi za gašenje požara*, 3 SZ910 Stabilni sustavi za gašenje požara - SViG.ppt - 58. Slide 58, Autorova naklada, slide 58-62.
- [21] Toplikar, D., „They were absolutely heroes“: The MGM Grand fire and the men who fought it, *Dostupno na:* <http://www.lasvegassun.com/news/2012/nov/21/they-were-absolutely-heroes-mgm-grand-fire-and-men/>, *Pristupila:* 2012-12-12.
- [22] U.S. Fire Administration/Technical Report Series, Doubletree Hotel Fire, *Dostupno na:* <http://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/tr-008.pdf>, *Pristupila:* 2014-05-03.
- [23] U.S. Fire Administration/Technical Report Series, Twelve-Fatality hotel arson Reno, Nevada, *Dostupno na:* http://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/publications/tr_164.pdf, *Pristupila:* 2014-05-03.
- [24] Žar cigarete kao izvor paljenja, *Dostupno na:* <http://alansa112.blogspot.com/2011/04/zar-cigarete-kao-izvor-paljenja.html>, *Pristupila:* 2013-02-26.
- [25] Živanović, V. S., Lazić, L.M., Monitoring tačke paljenja jestivih ulja u cilju smanjenja rizika od požara, *Dostupno na:* <http://www.tf.ni.rs/casopis/sveska2/c29.pdf>, *Pristupila:* 2016-01-28.
- [26] Zakon o zaštiti od požara, *Narodne novine*, br. 92/10.

[27] Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije, *Narodne novine*, br. 35/94

[28] Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata, *Narodne novine*, br. 58/93.

[29] Pravilnik o sustavima za dojavu požara, *Narodne novine*, br. 56/99.

[30] Pravilnik o zaštiti od požara ugostiteljskih objekata, *Narodne novine*, br. 100/99.

[31] HRN Z.C.005.: Razvrstavanje i označavanje tvari i roba prema njihovu ponašanju na visokim temperaturama nastalim u požaru

[32] HRN Z.CO.012.: Utvrđivanje kategorija i stupnja opasnosti od tvari u požaru

POPIS SLIKA

Slika 1: Sustav za dojavu požara	19
Slika 2: Vanjski hidrant lijevani – željezni i zidni hidrantski ormar	21
Slika 3: MGM hotel	32
Slika 4: Gosti na prozorima višekatnice	37
Slika 5: Dim koji izlazi iz ventilacija iznad krova Ziegfried dvorane	37
Slika 6: Spašavanje iz zraka	39
Slika 7: Ulaz u kasino	40
Slika 8: Zgarište restorana „Deli“	41
Slika 9: Mjesto nastanka požara	45
Slika 10: Prikaz širenja vatre i dima unutar višekatnice	46
Slika 11: Vojni helikopteri i školski autobusi stacionirani na južnoj strani hotela	48
Slika 12: Pogled iz zraka na hotela prije požara	50
Slika 13: Pogled iz zraka na krov zgrade	51
Slika 14: Prednje požarne stepenice	52
Slika 15: Razmjeri štete od požara – sjeveno krilo	55
Slika 16: Prikazuje ostatke madraca u hodniku na 2. katu	59
Slika 17: Oznaku o sastavu madraca koju su pronašli agenti ATF-a s navedenim materijalom i količinom punjenja	58
Slika 18: Madraci i način kako su bili postavljeni po zidovima uzduž hodnika	59
Slika 19 : The Doubletree Hotel	61
Slika 20 : Prikazuju područje gdje je nastao požar	63

Slika 21 : Kartonske kutije i ostali pakirni materijal koji se nalazio u hodnicima	64
Slika 22 : Soba na desetom katu s minimalnom štetom	67

POPIS SHEMA

Shema 1 : Moguće posljedice požara u prostoriji bez mogućnosti odimljavanja (lijevo) i prostoriji s odimljavanjem (desno).....	22
Shema 2 : Mehaničko odvođenje dima	22
Shema 3 : Lokacija stubišta.....	33

POPIS TABLICA

Tablica 1 : Značajke materijala koji se uglavnom koriste u hotelima.....	10
Tablica 2 : Pregled općih vrsta produkata koji nastaju prilikom izgaranja nekih polimera.....	12
Tablica 3 : Požari u hotelima prema načinu uzrokovanja u razdoblju od 1997. – 2007.....	14
Tablica 4 : Veliki požari u hotelima diljem svijeta	14
Tablica 5 : Širina puta za izlaze	25

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 : Struktura požara u hotelima i motelima prema glavnom uzroku, 2009-2013.....	13
---	----