

MOGUĆI PREVENCIJSKI PROPUSTI I ISTRAŽNO ZNAKOVITI TRAGOVI NAČINA NASTANKA POŽARA I/ILI EKSPLOZIJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Kalinić, Magdalena

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:729594>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-08**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

Magdalena Kalinić

**MOGUĆI PREVENCIJSKI PROPUSTI I
ISTRAŽNO ZNAKOVITI TRAGOVI NAČINA
NASTANKA I UZROKA POŽARA I/ILI
EKSPLOZIJA U DRVNOJ INDUSTRIJI**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional Graduate study of Security and Protection

Magdalena Kalinić

**POSSIBLE PREVENTIVE OMISSIONS AND
INVESTIGATIVE SIGNIFICANT TRACES OF
THE ORIGIN AND CAUSES OF FIRE
AND/OR EXPLOSIONS IN THE WOOD
INDUSTRY**

MASTER THESIS

Karlovac, 2024

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

Magdalena Kalinić

**MOGUĆI PREVENCIJSKI PROPUSTI I
ISTRAŽNO ZNAKOVITI TRAGOVİ NAČINA
NASTANKA I UZROKA POŽARA I/ILI
EKSPLOZIJA U DRVNOJ INDUSTRIJI**

DIPLOMSKI RAD

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

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni prijediplomski / diplomski studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita od požara, Karlovac: 2024.

ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Student: Magdalena Kalinić Matični broj: 0248063117

Naslov: Mogući preventivski propusti i istražno znakoviti tragovi načina nastanka i uzroka požara i/ili eksplozija u drvnoj industriji

Opis zadatka: Zadatak rada je istražiti sprječavanje propusta u istraživanju požara i eksplozija u drvnoj industriji. Rad prikazuje određene mjere koje je potrebno poduzeti kako bi se spriječili požari i eksplozije, isto tako cilj je prikazati i istražno znakovite tragove načina nastanka i uzroka požara ili eksplozija u drvnoj industriji.

Zadatak zadan:
Ožujak 2024.

Rok predaje rada:
Rujan 2024.

Predviđeni datum obrane:
Rujan 2024.

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

Predsjednik ispitnog povjerenstva:
dr. sc. Zvonimir Matusinović, v. pred.

PREDGOVOR

Ovim putem se želim posebno zahvaliti svome mužu, obitelji i prijateljima što su mi uvijek bili potpora i motivacija tijekom mog studiranja.

Zahvaljujem se i svojoj mentorici Lidiji Jakšić, mag. ing. cheming., koja mi je pružila pomoć tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Te za kraj želim naglasiti da ovaj rad posvećujem svojoj pokojnoj majci Mirjani, koja iako tijelom nije tu, ali je zato u mislima uvijek sa mnom.

SAŽETAK

U ovom radu je prikazana tematika zaštite od požara i eksplozija u drvnoj industriji i mjere koje je potrebno provoditi kako bi se spriječio nastanak nepoželjnih događaja. Kroz rad su prikazani i mogući preventivni propusti te istražno znakoviti tragovi načina nastanka i uzroka požara ili eksplozija u drvnoj industriji. Između ostalog je opisano i djelovanje vatrogasaca pri vatrogasnim intervencijama.

Ključne riječi: požar, drvna industrija, uzroci požara i eksplozija, mjere i prevencije

ABSTRACT

This paper presents the topic of fire and explosion protection in the wood industry and the measures that must be implemented to prevent the occurrence of undesirable events. The paper also presents possible preventive failures and investigatively significant traces of the way and causes of fires or explosions in the wood industry. Among other things, the actions of firefighters during fire interventions are also described.

Keywords: fire, wood industry, causes of fire and explosion, measures and prevention

| | |
|--|------------|
| SADRŽAJ | IV |
| ZADATAK DIPLOMSKOG RADA..... | I |
| PREDGOVOR..... | II |
| SAŽETAK..... | III |
| SADRŽAJ..... | IV |
| | |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Predmet i cilj rada..... | 1 |
| 1.2. Izvor rada i metode prikupljanja | 2 |
| | |
| 2. POŽAR | 3 |
| 2.1. Klasa A | 4 |
| 2.2. Klasa B | 4 |
| 2.3. Klasa C | 5 |
| 2.4. Klasa D | 6 |
| 2.5. Klasa F..... | 6 |
| 2.6. Uzročnici požara i izvori paljenja | 7 |
| | |
| 3. PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA..... | 9 |
| 3.1. Svrha zaštite požara | 9 |
| 3.2. Mjere koje poslodavac treba poduzeti u zaštiti od požara | 10 |
| 3.3. Zakoni i propisi vezani uz mjere zaštite od požara | 12 |
| | |
| 4. DRVNA INDUSTRIJA..... | 13 |
| 4.1.Obilježja drva kao materijala | 13 |
| 4.2. Obilježja drvene prašine | 16 |
| | |
| 5.PILANE | 18 |
| 5.1.Pristupni putevi | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2.Izvedba građevina | 19 |
| 6. UZROCI POŽARA I EKSPLOZIJA U INSTALACIJAMA OTPRAŠIVANJA I PNEUMATSKOG PRIJENOSA | 22 |
| 6.2.Uređaji za gašenje u cijevima i kanalima..... | 23 |
| 6.3.Protupožarne zaklopke na ulazu u filter | 24 |
| 6.4.Uređaji za gašenje unutar filtera i silosa | 24 |
| 7. POŽARNE OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE U DRVNOJ INDUSTRIJI | 25 |
| 8. ODREĐIVANJE UZROČNIKA POŽARA, PREGLED, OČEVID I TRAGOVI ISTRAŽIVANJA MJESTA DOGAĐAJA | 27 |
| 9. INTERVENCIJA VATROGASACA | 30 |
| 10. PRIMJER POŽARA U DRVNOJ INDUSTRIJI..... | 32 |
| 10.1. Pregled mjesta događaja | 32 |
| 10.2. Pregled električnih instalacija | 33 |
| 10.3. Rezultati ispitivanja i analiza | 35 |
| 11. ZAKLJUČAK..... | 37 |
| 12. LITERATURA..... | 38 |
| 13. POPIS PRILOGA | 40 |
| 13.1. Popis slika..... | 40 |
| 13.2. Popis tablica | 40 |

1. UVOD

Požar predstavlja nekontrolirano gorenje koje bez znanja, volje i kontrole čovjeka uzrokuje materijalnu štetu i ugrožava ljudske živote, a može biti uzrokovan prirodnim, tehničkim ili kemijskim uzrocima. Određivanje uzroka nastanka požara kompleksan je i dugotrajan proces radi činjenice da djelovanje vatre uništava većinu tragova te je za tumačenje preostalih tragova potrebno vrlo široko znanje kako bi se došlo do ispravnih zaključaka o procesima i mehanizmima koji su se odvijali tijekom požara.

Drvena industrija se bavi obradom i preradom drva, kao i proizvodnjom gotovih proizvoda od drva i drvnih materijala. Prerada i obrada drva prema karakteristikama može biti mehanička, kombinirana ili kemijska i po stupnju primarna, sekundarna i finalna. Požari i eksplozije mogu predstavljati značajan rizik za drvnu industriju, utječući na rad, sigurnost radnika i radni okoliš. Razumijevanje uobičajenih uzroka takvih incidenata i provedba učinkovitih preventivnih mjera ključni su za zaštitu pogona drvne industrije. U ovom radu dan je pregled rizika od požara i eksplozija u drvnoj industriji, te su istaknute strategije za prevenciju te važnost usklađenosti s propisima. Prepoznavanjem jedinstvenih izazova s kojima se drvna industrija suočava i usvajanjem proaktivnih sigurnosnih mjera, mogu se ublažiti potencijalne opasnosti i osigurati sigurno radno okruženje za sve dionike.

U radu je prikazan primjer realnog slučaja požara u industrijskom objektu te je prikazan način rada vještaka prilikom utvrđivanja uzroka požara. Odnosno, prikazane su metode utvrđivanja mjesta nastanka i uzroka požara te su prikazani mogući preventivski propusti koji mogu prouzročiti požar [1].

Razvitak drvno-prerađivačke industrije te primjena novih tehnoloških cjelina praćena je povećanim opasnostima glede nastanka i brzog širenja požara, čemu pogoduje i uporaba lakozapaljivih tekućina, ali i onih požarno opasnih materijala, pored stalno prisutnih većih količina osnovne sirovine drveta.

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada je istražiti požare u drvnoj industriji i moguće preventivne propuste.

Cilj rada je prikazati moguće istražno znakovite načine nastanka požara i/ili eksplozije, te kako spriječiti neželjene događaje.

1.2. Izvor rada i metode prikupljanja

U radu su upotrebljeni različiti izvori podataka, od stručnih knjiga do internet stranica vezanih za požare u drvnoj industriji.

2. POŽAR

Požar je svako nekontrolirano gorenje te spada među prirodne katastrofe. Također je najveći neprijatelj svim naporima i dostignućima ljudskog rada. Čovjek je međutim najčešći uzročnik nekontrolirane vatre. Više od tri četvrtine svih požara uzrokuje subjektivni faktor, među kojima su nepažnja, površnost ili korištenje propisanih zaštitnih mjera. Međutim, za nastavak požara, važna je prisutnost takozvanih elementa trokuta gorenja (goriva tvar, kisik i temperatura paljenja) kao što i prikazuje Slika 1.. Uklanjanjem nekog od navedenih elemenata, gorenje će prestati. Gorenje je proces nastajanja oksidacije gorive tvari prilikom čega nastaje burna reakcija gorive tvari i kisika prilikom čega nastaje toplina, produkti izgaranja i svjetlost. Požari prouzrokuju velike materijalne i nematerijalne štete od stradavanja ljudi, štete na stambenim i poslovnim objektima do erozije tla.



Slika 1. Trokut gorenja [2]

Prema vrsti gorive tvari požari se dijele na klase. U tablici 1. su prikazane spomenute klase i sredstva za gašenje koja se koriste pri gašenju pojedinog tipa požara.

Tablica 1. Klase požara [3]

| KLASA | SREDSTVA ZA GAŠENJE |
|--|---|
| KLASA A – požari krutih zapaljivih tvari (drvo, papir, slama, tekstil, ugljen) | voda, prah, pjena, pijesak |
| KLASA B – požari zapaljivih tekućina (benzin, ulje, masti, lakovi, vosak) | pjena, prah |
| KLASA C – požari za- paljivih plinova (gradski plin, metan i dr.) | zaustavljanje dotoka plina (zatvaranje ventila), prah |
| KLASA D – požari zapaljivih metala (Al, Ka i dr.) | prah M |
| KLASA E - požari ulja i masti | Poklopiti posudu poklopcem ili mokrom krpom |

2.1. Klasa A

Plamen nastaje kao posljedica raspadanja tvari iz ove skupine na kruti dio koji gori žarom te plinoviti dio koji gori plamenom. Raspadanje krutih tvari se odvija pri visokoj temperaturi i u uvjetima u kojima nema dovoljno kisika za gorenje plinova koji nastaju raspadanjem. Klasa požara A prikazana je na slici 2. [3].



Slika 2. Klasa požara A – piktogram [4]

2.2. Klasa B

Karakteristika tvari iz razreda B je što smjesa para tih tvari i zraka gori plamenom. Plamen vrlo brzo zahvaća cijelu površinu gorive tekućine i vrlo brzo dostiže svoju najveću temperaturu gorenja. Često dolazi do eksplozija para zapaljivih tekućina zbog

toga što kod zapaljivih tekućina gore njihove pare, a donja granica eksplozivnosti tih para je dosta niska. Klasa požara B prikazana je na slici 3. [3].



Slika 3. Klasa požara B – piktogram [4]

2.3. Klasa C

Plinovi gore plamenom, a intenzitet gorenja gotovo odmah po paljenju postiže najveću vrijednost. U zatvorenim prostorima postoji velika opasnost da se kod ispuštanjem plina vrlo brzo u prostoru postigne donja granica eksplozivnosti pa uz prisutnost izvora paljenja može doći do eksplozije. Ako dođe do zapaljenja plina, plamen se ne bi trebao gasiti, nego bi trebalo zatvoriti ventil koji se u većini slučajeva nalazi izvan građevine. Prilikom gašenja plina vatrogasci se štite raspršenim mlazom. Klasa požara C prikazana je na slici 4. [3].



Slika 4. Klasa požara C – piktogram [4]

2.4. Klasa D

Svojstvo požara metala je to da burno gori žarom uz visoke temperature. Povećan je broj požara zapaljivih metala zbog sve veće njihove primjene u industriji hibridnih automobila. Prašine lakih metala mogu gorjeti i eksplodirati. Ova vrsta gorivih tvari je požarno opasna u obliku sitnih čestica takvih metala sa zrakom. Klasa požara D prikazana je na slici 5. [3].



Slika 5. Klasa požara D – piktogram [4]

2.5. Klasa F

Razlog ove podjele je u tome što ovakvi požari načelno pripadaju razredu požara B. Ovakvi požari su učestali, a pri njihovom gašenju postoje mnoge opasnosti. Požar ulja se razbuktava ako se gasi vodom, a ako se gasi postojećim sredstvima nastaju velike štete [3].



Slika 6. Klasa požara F – piktogram [4]

2.6. Uzročnici požara i izvori paljenja

Uzročnici požara dijele se prema vrsti energije iz koje nastaje toplina koju prima izvor paljenja. Četiri su vrste takve energije: kemijska, električna, mehanička i nuklearna. [5]

Kemijska energija može se pretvoriti u toplinu na sljedeće načine:

- gorenjem, gdje se toplina oslobađa oksidacijom goriva,
- samozagrijavanjem, gdje se toplina oslobađa spontanim egzotermnim procesima u materijalu, uzrok kojih su kemijske reakcije i/ili razvoj mikroorganizama,
- raspadom, gdje se toplina oslobađa raspadom spojeva koji su nastali endotermnim reakcijama,
- razrjeđivanjem, gdje se toplina oslobađa otapanjem tvari u tekućinama [5].

Električna energija može se pretvoriti u toplinu na sljedeće načine:

- Električnim otporom, pri protoku struje kroz vodič elektroni putuju od jednog do drugog atoma. Dobri vodiči, kao što su srebro i bakar imaju veliki broj lako pokretljivi elektrona, te je napon za pokretanje ili održavanje elektronskog toka kroz njih znatno manji u odnosu na tvari koje imaju čvršće vezane elektrone. To utječe na razvoj topline kao posljedice protoka elektrona; veći otpor-veća toplina. Osim električnog otpora na zagrijavanje vodiča utječu i jakost struje, poprečni presjek vodiča i značajke izolacijskog materijala [5].
- Iskrenjem, iskrenje se javlja kod prekida električnog strujnog kruga na prekidaču ili pri gubitku kontakta. Temperatura iskre je vrlo velika, a oslobođena toplina može biti dovoljna da zapali materijal u blizini. U nekim slučajevima iskre mogu rastaliti vodič, sve do raspršenja rastaljenog metala [5].
- Statičkim elektricitetom to je električni naboj koji se nakuplja na površini dvaju materijala uslijed njihovog dodirivanja i razdvajanja. Pri tome jedna površina postaje pozitivna, a druga negativna. Ako predmeti nisu premošteni ili uzemljeni može se nakupiti toliko statičkog elektriciteta da se vrlo lako može javiti iskra. Ovakve iskre u pravilu traju vrlo kratko i ne stvaraju dovoljno topline da zapale uobičajene zapaljive tvari, kao što je npr. papir. Međutim one mogu zapaliti zapaljive pare i plinove [5].

- Munjom to je pojava ispražnjenja atmosferskog elektriciteta između dvaju oblaka ili između oblaka i zemlje. Munja koja nastaje između oblaka i zemlje može stvoriti vrlo visoku temperaturu u svakom materijalu koji pruža električki otpor, kao što je npr. drvo ili beton. [5]

Mehanička energija može se pretvoriti u toplinu na sljedeće načine:

- Trenjem, toplina se oslobađa uslijed svladavanja otpora gibanja između dviju krutih tvari ili predmeta koji su međusobnom dodiru. Udarnim iskrama, nastaju između dviju tvrdih površina od kojih je najmanje jedna metalna. To može nastati padom ili udarom čeličnog alata u beton, strojeve i cjevovode izazvano metalnim nečistoćama u materijalu koji se melje, metalnim dijelovima obuće na površini betona i slično [5].

Nuklearna energija. Ovdje toplina potječe iz jezgre atoma.

- Kod nuklearne fisije energija se oslobađa cijepanjem atomske jezgre, dok se kod nuklearne fuzije energija oslobađa spajanjem dviju atomskih jezgara. Pri tome se razvije oko milijun puta više energije u usporedbi s kemijskom reakcijom. Trenutno nekontrolirano oslobađanje velike količine nuklearne toplinske energije dovodi do takozvane atomske eksplozije. Kontrolirano fisijsko oslobađanje nuklearne energije u nuklearnim elektranama izvor je energije za svakodnevnu uporabu [5].

3. PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

U cilju zaštite od požara poduzimaju se organizacijske, tehničke i druge mjere i radnje za:

- otklanjanje opasnosti od nastanka požara,
- rano otkrivanje, obavješćivanje te sprječavanje širenja i učinkovito gašenje požara,
- sigurno spašavanje ljudi i životinja ugroženih požarom,
- sprječavanje i smanjenje štetnih posljedica požara,
- utvrđivanje uzroka nastanka požara te otklanjanje njegovih posljedica [6].

Mjere zaštite od požara uključuju različite aktivnosti koje se provode kako bi se spriječio nastanak požara. To može uključivati redovito održavanje i popravak električnih instalacija, ventilacijskih sustava i sustava grijanja i hlađenja, zabranu paljenja vatre u zatvorenim prostorima, korištenje sigurnosnih uređaja, naprava i slično. Osim mjera prevencije, zaštita od požara uključuje i mjere detekcije, tj. sustave koji se koriste za otkrivanje požara u ranoj fazi. Ovi sustavi uključuju različite senzore i detektore, poput detektora dima, topline ili plamena. Važan dio zaštite od požara su i sustavi za gašenje požara, poput vatrogasnih aparata, sprinklera, hidranta. Ovi sustavi se aktiviraju kada se detektira požar i služe za brzo i učinkovito gašenje požara. Zaštita od požara uključuje i mjere evakuacije i spašavanja ljudi. Ovo uključuje obuku zaposlenika i stanara o postupanju u slučaju požara, označavanje izlaza, planiranje sigurnosnih mjera za hitne slučajeve. Sve ove mjere i postupci su dio sveobuhvatnog sustava zaštite od požara koji je namijenjen zaštiti ljudi, imovine i okoliša od požara. Svi ovi elementi sustava zaštite od požara su međusobno povezani i ovisni jedni o drugima kako bi se postigla maksimalna učinkovitost i sigurnost u slučaju požara [7].

3.1. Svrha zaštite požara

Svrha zaštite od požara kod poslodavaca je zaštita ljudi, imovine i okoliša od štetnih učinaka požara. To uključuje sprječavanje izbijanja požara, ograničavanje širenja požara te osiguravanje sigurnog evakuacijskog puta za zaposlenike u slučaju požara.

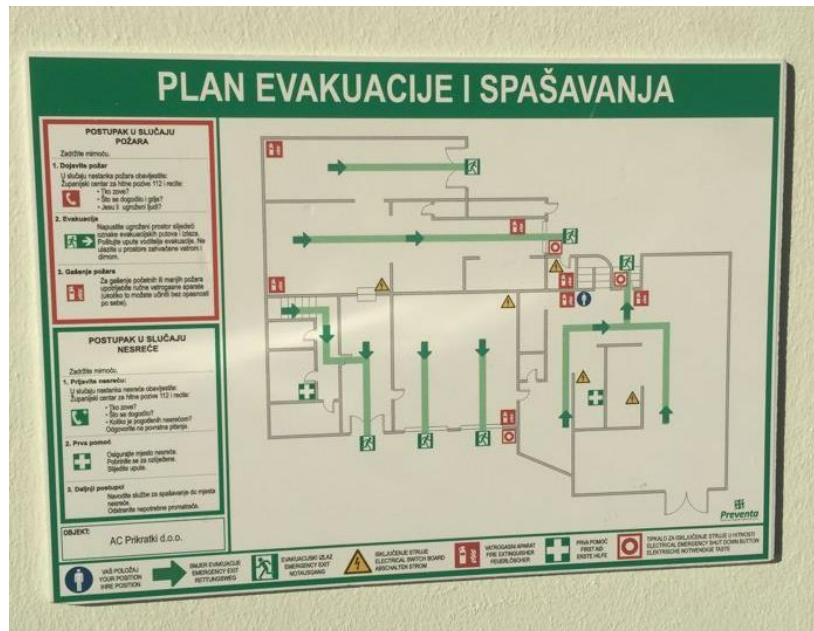
Poslodavac je odgovoran za provedbu sustava zaštite od požara u svom poslovnom okruženju, a ovlaštenik poslodavca za zaštitu od požara ima ključnu ulogu u organiziranju i provedbi tih mjera. Uz to, poslodavac je dužan osigurati osposobljavanje zaposlenika za postupanje u slučaju požara, a ovlaštenik poslodavca za zaštitu od požara treba provoditi vježbe evakuacije i pružati savjete i smjernice zaposlenicima kako bi se smanjio rizik od požara [7].

3.2. Mjere koje poslodavac treba poduzeti u zaštiti od požara

U cilju zaštite od požara, poslodavac je dužan osigurati niz mjera, poput:

- **Planiranja:** Planiranje je jedan od najvažnijih koraka u zaštiti od požara. Poslodavac bi trebao izraditi plan zaštite od požara i osigurati da svi zaposlenici budu upoznati s planom i obučeni u postupanju u slučaju požara.
- **Sprječavanja:** Poslodavac bi trebao poduzeti sve mjere koje su potrebne za sprječavanje izbijanja požara. Ovo uključuje redovito održavanje opreme, uklanjanje zapaljivih materijala iz radnog prostora te osiguranje dovoljnog broja protupožarnih aparata.
- **Detekcije:** Poslodavac bi trebao osigurati postavljanje i održavanje sustava za detekciju požara poput detektora dima, topline i plamena. Ti sustavi trebaju biti redovito provjeravani kako bi se osigurala njihova funkcionalnost.
- **Evakuacije:** Poslodavac bi trebao osigurati da postoji plan evakuacije (Slika 7.) u slučaju požara i da su svi zaposlenici upoznati s planom. Također bi trebao osigurati da postoji dovoljan broj izlaza i da su svi izlazi označeni te da su svi zaposlenici obučeni za postupanje u slučaju evakuacije.
- **Gašenja:** Poslodavac bi trebao osigurati da postoji dovoljan broj protupožarnih aparata (Slika 8.), vatrogasnih crijeva i drugih protupožarnih sredstava te da su dostupni svim zaposlenicima. Također bi trebao osigurati da su zaposlenici obučeni u njihovom korištenju.
- **Osposobljavanja osoblja:** Poslodavac bi trebao osigurati da su svi zaposlenici obučeni u postupanju u slučaju požara te da se to osposobljavanje redovito ponavlja kako bi se osigurala njihova spretnost i spremnost u slučaju izbijanja požara.

- **Suradnje s vatrogasnom službom:** Poslodavac bi trebao osigurati dobru suradnju s lokalnom vatrogasnom službom te da su im dostupni svi potrebni podaci o prostoru u kojem se obavlja radna aktivnost i eventualnim opasnostima [7].



Slika 7. Plan evakuacije [8]



Slika 8. Vatrogasni aparat [9]

3.3. Zakoni i propisi vezani uz mjere zaštite od požara

Mjere koje poslodavac treba poduzeti u zaštiti od požara propisane su zakonima i propisima te ih treba slijediti kako bi se osigurala sigurnost radnika i imovine poslodavca. Zaštita od požara je važan segment zaštite na radu i uključuje sve mjere koje poslodavci poduzimaju kako bi spriječili požar i smanjili štetu u slučaju izbijanja požara. Svakom poslodavcu je obveza osigurati zaštitu od požara na svom radnom mjestu u skladu sa zakonskim propisima i standardima. U Republici Hrvatskoj, zakonska regulativa koja se odnosi na zaštitu od požara na radnom mjestu nalazi se u Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22 na snazi od 01.01.2023.) i njegovoj podzakonskoj regulativi, a osim toga, postoje i drugi interni akti poput Pravilnika o zaštiti od požara na radu te Pravilnika o organizaciji zaštite od požara [10].

Svaki poslodavac je dužan izraditi Plan zaštite od požara koji će obuhvaćati mjere za sprječavanje nastanka požara, otkrivanje požara i gašenje požara te organizacijske i tehničke mjere za zaštitu od požara. U sklopu toga, poslodavac je također dužan osigurati opremu za gašenje požara, kao što su aparati za gašenje požara, protupožarni ormarići, vatrogasne cijevi i slično, te osigurati osposobljavanje i trening zaposlenika za sigurno korištenje opreme za gašenje požara. Također, poslodavac mora osigurati da se redovito provode vježbe evakuacije kako bi zaposlenici bili osposobljeni za siguran izlazak iz zgrade u slučaju požara [10].

Osim toga, potrebno je imenovati ovlaštene osobe koje će biti zadužene za organizaciju zaštite od požara te provođenje mjera zaštite od požara na radnom mjestu. Mjere zaštite od požara moraju biti detaljno dokumentirane, a poslodavac je dužan osigurati da se dokumentacija redovito provjerava i ažurira. Važno je naglasiti da se zaštita od požara ne odnosi samo na zaštitu objekata, nego i na zaštitu ljudi, pa je stoga poslodavac dužan osigurati da se svi zaposlenici upoznaju s postupcima u slučaju izbijanja požara te da imaju pristup potrebnim informacijama i opremi za gašenje požara. Ukoliko poslodavac ne osigura potrebne mjere zaštite od požara, može biti sankcioniran u skladu sa zakonskom regulativom [10].

4. DRVNA INDUSTRIJA

Drvo je jedan od najstarijih prirodnih materijala i uspješno se koristi za izgradnju objekata, te za izradu raznih građevinskih elemenata, namještaja, i robe. U posljednje vrijeme značajno je porastao interes za primjenu drva u građevinarstvu. To je uzrokovano, prije svega, težnjom čovječanstva za ekološkim, ugodnim, estetskim uvjetima života i rada [11].

Neovisno o vrlo širokom području uporabe i primjene drveta, ono se uvijek svojim pretežitim i najkvalitetnijim dijelom podvrgava mehaničkoj obradi. U sklopu tog drva se širokom skalom specifičnih tehnologija i postupaka obrade transformira iz prvobitnog oblika u vrlo tražene proizvodne oblike, a to su piljenje građe, polufinalni proizvod i među njima u prvom redu drvnih ploča, drvene ambalaže, profiliranih roba različitih namjena i izmjena, završnih drvnih proizvoda, namještaj, drvene kuće, dijelovi građevne stolarije, drvena galanterija itd. [12].

Naime, mehanička obrada drveta potencijalno je požarno opasna ne samo s obzirom na obilježja drveta, već i glede načina i postupka njegove preradbe i obrade u kojima se suočava s mnoštvom potencijalnih mogućnosti i konačne proizvode u kojima poprime fizičke oblike koji ga čine još zapaljivijim. Prisutnost drvene prašine u pogonima obrade drveta nastale u procesu obrade, a koja sa zrakom stvara eksplozivnu smjesu, dopunska je opasnost od eksplozije i požara [12].

Kako bi se spriječila mogućnost nastanka požara, potrebno je poznavati okolnosti i uzroke nastanka požara i eksplozija, kao i načine te sredstva njihovog pravodobnog otkrivanja i najavljivanja te njihova uspješna isključivanja [12].

4.1. Obilježja drva kao materijala

Drvo je po svom sastavu organska tvar koju čine ugljik 50,2 %, vodik 6,1%, kisik 42,6 %, te dušik 0,08 %. S obzirom na tvari koje ga čine, drvo se sastoji od celuloze 41,4%, hemiceluloze 32,5 %, lignina 22,50 % do 30 % , smole, ulja, gume, trslovine, škroba i šećera 2,5 do 3,9 % [12].

Tablica 2. Kemijski sastav suhog drveta [12]

| Uzorci | Sastav u težinskim postocima | | | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Ugljik | Vodik | Kisik | Dušik | Pepeo |
| Hrast | 50,16 | 6,02 | 43,26 | 0,09 | 0,37 |
| Jasen | 49,18 | 6,27 | 43,19 | 0,07 | 0,57 |
| Brijest | 48,99 | 6,2 | 44,25 | 0,06 | 0,5 |
| Bukva | 49,06 | 6,11 | 44,17 | 0,09 | 0,57 |
| Breza | 48,88 | 6,06 | 44,67 | 0,1 | 0,29 |
| Bor | 50,31 | 6,2 | 43,08 | 0,04 | 0,37 |
| Topola | 49,37 | 6,21 | 41,6 | 0,96 | 1,86 |
| Kalif. Sekvoja | 53,5 | 5,9 | 40,3 | 0,1 | 0,2 |
| Zap.kukuta (jela) | 50,4 | 5,8 | 41,4 | 0,1 | 2,2 |
| Daglas omorika | 52,3 | 6,3 | 40,5 | 0,1 | 0,8 |

Ogrjevna vrijednost drveta je jedan od najznačajnijih parametara za gorenje drveta. Ovisio kemijskom sastavu, volumnoj težini te postotku vode u drvetu. Kod bjelogoričnog drveta iznosi oko 13,5 MJ/kg, a kod crnogoričnog oko 17,0MJ/kg. Navedene vrijednosti odnose se na donju toplinsku moć utvrđenu eksperimentalno. Jedna je od bitnih sastavnica nastanka i razvitka požara jest njegovo ponašanje pri porastu temperature. Zbog toga ćemo istaknuti glavne faze promjene drveta izazvanih temperaturom [12].

U prvoj fazi od 80 °C dolazi do isparavanja vode i nekih drugih lako hlapivih tvari, ta faza predstavlja fazu sušenja drveta. U drugoj fazi od 80 °C do 160 °C voda potpuno ispari te dolazi do razvijanja upaljivih plinova, koji nastaju kao posljedica razaranja stanica u drvetu, pucanja drveta te stvaranju pukotina koje slabe vezu između pojedinih vlakana. U trećoj fazi od 150 °C do 270 °C izgaraju upaljivi plinovi i smola uz pojavu plamena na površini drveta, kod čega dolazi do intenzivnije promjene boje drveta, pa drvo na površini i pougljeni [12].

U četvrtoj fazi dolazi do izgaranja pougljenja površinskog sloja drveta, a posljedica toga je ravnomjeran porast temperature unutar drvne zalihe, što uvjetuje mehanički raspad drveta i stvaranja novih gorivih površina. Za ovu fazu značajno je da na prvi pogled drvo izgleda kao da je prestalo gorjeti. Ako uklonimo izvor topline, doći će do gašenja zapaljenog drveta, jer iz pougljenjena sloja, koji je dobar toplinski izolator, ne može doći do daljnjeg razaranja u drvnoj zalihi. U nekim požarima nije došlo do rušenja

drvne konstrukcije zbog nastanka pougljenjena sloja i smanjenja intenziteta požara [12].

U petoj fazi od 300 °C do 600 °C zbog pregrijavanja izolacijskog pougljenjena sloja dolazi do daljnjeg razaranja drveta, tako da se izgaranje nastavlja i nakon što se ukloni izvor topline. U posljednjoj fazi iznad 600 °C dolazi do pojačanog gorenja uz pojavu plamena te do potpunog razaranja drveta. Brzina i tijek gorenja ovise o mnogim čimbenicima. Jedan od glavnih je volumena težina što je drvo prozirnije, a time i lakše, to je veća njegova gorivost, jer unutar drvne zalihe nalazi se veća količina zraka, odnosno kisika, potrebnog za gorenje. Zbog poroznosti slabije je provedba topline unutar drvne zalihe, tako da temperatura na površini drveta vrlo brzo prijeđe temperaturu paljenja [12].

Oslobođenje upaljivih plinova lakše je kod listopadnog drveća zahvaljujući samoj građi drveta, dok crnogorično drvo brže gori zbog smole kao se u njemu nalazi. Kalorična vrijednost smole znatno je veća od ogrjevne vrijednosti drveta i iznosi oko 35,7 MJ/kg. Zapaljivost kao i gorenje, ovisi o usitnjenosti drvne zalihe, tako da će se lakše zapaliti drvo veće usitnjenosti, a i gorenje će biti jače. Lakše će se zapaliti drvo koje ima hrapavu površinu, nego ono s glatkom površinom, a o količini vode u drvetu ovisi njegova zapaljivost i kalorična moć, jer se kod vlažnog drveta veći dio topline troši na sušenje drveta, a tek nakon toga dolazi do procesa gorenja. Povećanjem sadržaja vode u drvetu povećava se razlika između donje i gornje toplinske moći [12].

Kako prilikom različitih radnih postupaka u mehaničkoj obradi i preradbi drveta dolazi i do stvaranja piljevine i prašine, mora se naglasiti, da će se i jedna i druga znatno lakše zapaliti i to zbog velike površine, a i boljeg strujanja zraka koji je prijeko potreban za gorenje. U ovom slučaju ne postoji samo opasnost od izbijanja požara, nego i nastanka eksplozije. Drvna prašina sa zrakom stvara eksplozivnu smjesu [12].

Eksplozivna koncentracija drvne prašine sa zrakom nije jednoznačno određena samom gravimetrijskom koncentracijom, jer ona također ovisi o usitnjenosti, vlažnosti, pa i vrsti drveta od kojeg je nastala. Eksplozivnom se smatra koncentracija drvne prašine u granicama od 20 do 100 gr/m³. Da bi došlo do eksplozije drvne prašine, osim one navedenog preduvjeta, određene količine drvne površine po m³ zraka, s time da ta drvna prašina ima određenu veličinu čestica i postotak vode, potreban je dostatno jak izvor paljenja [12].

4.2. Obilježja drvne prašine

Pod prašinom podrazumijeva se mješavina sitnih čestica neke tvari nastalu prigodom obrade osnovnog materijala. Te čestice prašine u zraku se svojim fizičkim svojstvima redovito razlikuju od tvari od koje su nastale, a pretežito se ta svojstva očituju u povećanoj zapaljivosti ili eksplozivnosti. Drobljenjem ili usitnjavanjem prigodom mehaničke obrade povećava se površina nastalih čestica. Ako je usitnjen materijal goriv, a gorenje je oksidacija s povećanjem temperature i oslobađanjem topline, povećanjem dodirnih površina s kisikom iz zraka nastaje naglo izgaranje koje nazivamo eksplozijom [12].

Ovisno o sastavu prašine, vrsti drveta od kojeg je prašina nastala te vlažnosti, prašina gori manjim ili većim intenzitetom. Zbog oksidacije prašina u nekim slučajevima može se zagrijati do temperature paljenja, a posljedica je zapaljenje i eksplozija drvne prašine. Tlak eksplozije ovisi o kemijskom sastavu prašine, o sastavu atmosfere u kojoj prašina se nalazi kao i o temperaturi. Kod povećanog sadržaja kisika u zraku lakše dolazi do zapaljenja drvne prašine. Veća specifična toplina prašine smanjuje opasnost od eksplozije [12].

Na zapaljivost drvne prašine utječu određena svojstva drveta, a to su sadržaj vode u drvnoj prašini, sadržaj smole i organskih spojeva, sadržaj anorganskih tvari, anatomska građa drveta, veličina čestica prašine, toplinska vodljivost drveta i specifična težina drveta. Povećan sadržaj vode u drvetu smanjuje njegovu zapaljivost. Prigodom zagrijavanja drveta potrebno je utrošiti dio toplinske energije za isparavanje vode, a i sama vodena para smanjuje sadržaj kisika oko drveta [12].

Prema ispitivanjima berlinskog Instituta za ispitivanje materijala, drvo koje sadrži 30 % slobodne vode neće se zapaliti. Zbog toga se primjerice, kao preventivna mjera zaštite od požara, drvna zaliha u krugu tvornice natapa vodom. Kod povećanog sadržaja smole u drvetu smanjuje se brzina gorenja, ali zato raste intenzitet gorenja i vrijeme naknadnog tinjanja. Drvo s većim postotkom pepela može imati povećanu mogućnost raspadanja pri požaru, jer mineralne tvari poboljšavaju prijenos topline, a postoji i mogućnost naknadnog tinjanja. Drvo zaštićeno anorganskim tvarima teže se pali, jer zaštitni sloj sprječava izravan pristup plamena drvetu, onemogućujući pristup kisiku iz zraka [12].

O anatomskoj građi ovisi brzina gorenja drveta, ako drvo ima manje pora, dakle slabije je i kompaktnije strukture manje je zapaljivo. Jela i smreka su najlakše zapaljive, borovina manje zapaljiva, dok su bukva i hrast najteže zapaljiva. Drvo veće toplinske vodljivosti lakše se pali pa mu je i brzina gorenja veća. Međutim, može se dogoditi da neko drvo koje se u početku lake pali u kasnijem stadiju gorenja teže gori. Drvo manje specifične težine lakše se pali pa je i brzina gorenja veća od brzine gorenja drveta veće specifične težine [12].

Tablica 3. Brzina izgaranja ovisi o debljini drveta i o dodirnoj površini s plamenom [12]

| Drvo | Spec. Težina kg/m ³ | % izgaranja |
|--------|--------------------------------|-------------|
| Smreka | 0,43 | 28 |
| Bor | 0,52 | 34 |
| Hrast | 0,68 | 33 |
| Bukva | 0,77 | 100 |

U pogonima za obradu drveta do eksplozije prašine, u pravilu može doći kad su čestice prašine jednoliko raspršene u zraku, a prisutan je izbor paljenja. Opasnost od eksplozije drvne prašine najveća je u pogonima u kojim se u obradi drveta proizvodi fina prašina, obrađuje suho drvo, obrađuju impregnirani, lakirani ili ljepljivi proizvodi, a ta sredstva su zapaljiva i eksplozivna [12].

5.PILANE

Opasnost nastanka požara u pilanama uvjetovana je materijalom koji se obrađuje drvetom te otpacima. I sami strojevi predstavljaju opasnost za požar, jer se pri procesu paljenja javlja toplina od pregrijavanja pila, koja je već u mnogim slučajevima dovela do požara. Pored drveta, opasnost su ulja i maziva koja se upotrebljavaju za podmazivanje. Međutim, najveće opasnosti za izbijanje požara su prateće građevine u sastavu pilane. Svaka pilana pored prostorije za piljenje ima skladište trupaca te skladište piljene građe na otvorenom prostoru gdje može izbiti požar koji se tada proširi na pilanu. Od pomoćni prostorija najopasnije su kotlovnice, bravarske radionice u kojima se često upotrebljava otvoreni plamen, dok manju opasnost predstavljaju radionica za oštrenje, alatnica i skladište materijala za održavanje. Najmanju opasnost predstavljaju administrativne zgrade i restorani, jer se oni izvode kao samostalne građevine, obično dostatno udaljene od pogona. Pilane se obično smještaju na ravnom terenu uz neki magistralni put i u blizini izvora materijala ili njegove poluzavršne i završne obrade.



Slika 9.Pogled iz zraka na kompleks drvne industrije [12]

Upravne zgrade najbolje je izvoditi kao samostalne građevine na udaljenosti 16-20 m od zgrada pogona za piljenje. Pomoćne građevine mogu se izvesti kao samostalne,

no najčešće su prislonjene uz oba uzdužna zida pogona za piljenje. Kotlovnice bi trebalo smjestiti na najmanje 20 m od pogona pilane. U građevine pogona za piljenje mogu se jedino smjestiti sanitarne prostorije, odnosno prostorije neposrednih rukovoditelja. Unutar prostora u kojem je smješten pogon za piljenje trupca mogu se smjestiti i pogoni za doradu piljene građe. Otpaci nastali piljenjem piljevina i okrajci trebaju se smjestiti na posebnim površinama. Ako se otpaci spaljuju, tada ih treba smjestiti na udaljenosti najmanje 50 m od bilo koje građevine. Ako se otpaci upotrebljavaju za loženje kotlovnice, treba ih smjestiti u posebna skladišta [12].

5.1.Pristupni putevi

Pristupna cesta do pogona pilane treba se izvesti s obje uzdužne strane pilane. Ako su ceste izvedene s kružnim tokom, mogu biti jednosmjerne, a širina kolnika najmanje 3,5 m. Ako ne postoji kružni tok, obje ceste moraju biti dvosmjerne, široke najmanje 5,5 m, a na kraju trebaju imati okretište. Ceste trebaju biti dimenzionirane na maksimalni pritisak vozila kao će se po njima kretati, ali ne manje od 8 tona. Ceste se moraju križati s industrijskim kolosjecima u jednoj razini, međutim treba nastojati da takvih križanja bude što manje [12].

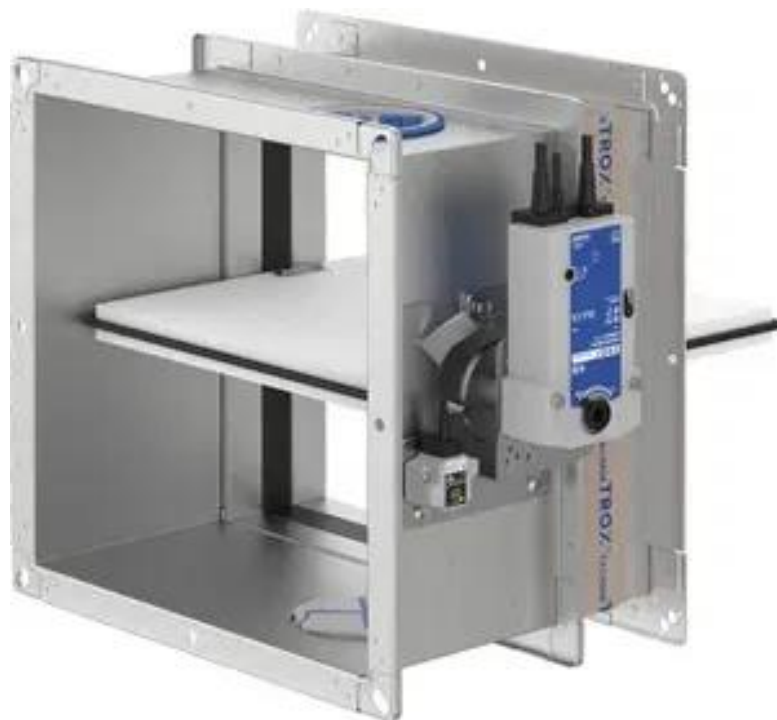
5.2.Izvedba građevina

Pilane bi trebalo smjestiti u prizemne građevine. Pogon pilane u građevinskom smislu, mogao bi se izvesti od građevinskih konstrukcija male otpornosti protiv požara, ali s obzirom na mogućnosti širenje požara od pogona za piljenje građe na ostale pilanske građevine, treba težiti većim otpornostima. Male pilane do 250 m² gradile su se od drvene građe na zidanim temeljima s drvenim krovovima, što bi se moglo tolerirati i u današnjim uvjetima. Budući da pilane iznad 250 m² prema stanju opasnosti tehnološkog procesa, utoliko više što su i pomoćne građevine naslonjene uz zidove pilane, spadaju u požarno opasnu kategoriju tehnoloških procesa [12].

Krovišta bi trebala biti izvedena od negorivog materijala. Drži se da tako izvedena pilana ima veći stupanj otpornosti protiv požara. Podovi ne smiju biti od goriva materijala. Vrata koja vode u pogon pilane iz pomoćnih prostorija trebaju imati

otpornost 1/2 sata. Vrata kotlovnice, strojarnice i bravarije trebaju imati otpornost od 1 sata. Glavna ulazna odnosno izlazna vrata, trebaju biti izvedena od negoriva materijala. Dimnjaci moraju biti izgrađeni tako da sprječavaju širenje požara na ostale dijelove građevine. Ostale građevine u sastavu pilane moraju biti izgrađene od građevnih konstrukcija kako to nalažu posebni propisi. Posebno pitanje u građevnom smislu je prijenos piljevine [12].

Ona se može prenositi koritom s beskonačnim lancem, transporterima ili pneumatski. Svi uređaji ugrađeni su u samu građevinu ili su provedeni kroz zidove pilane. Da bi se spriječilo širenje požara na mjestima prodora kroz protupožarni zid potrebno je osigurati zaklopku otpornu protiv požara najmanje jedan do dva sata (Slika 10.) [12].



Slika 10. Pravokutna protupožarna zaklopka za odvajanje prodora kanala između požarnih sektora [14]

Unutarnje obloge zidova i stropova pilane trebaju biti glatke površine i od negoriva materijala. Odijeljenim požarnim sektorima mogu se smatrati sljedeće prostorije koje moraju biti odvojene od pogona pilane, strojarnice, kotlovnice, bravarija, skladište goriva materijala, skladište oblovine te skladišta piljene građe. Takva skladišta

oblovine i piljene građe odvojena su od pogona pilane slobodnim prostorom kao zaštitnom zonom. Strojarnica treba imati poseban ulaz izvana, a u iznimnim slučajevima može biti spojena s bravarijom. Bravarija ne smije biti spojena s pogonom pilane izravno, već preko oštrionice, za koju je poželjno da je smještena na sredini građevine [12].

Pilane mogu imati jedan požarni sektor, veličine 1200 m² ako su prizemne i izvedene od goriva materijala, a ako su pak izrađene s većom otpornošću na požar, onda do 2600 m². Optimalna je površina požarnog sektora od 2000 m². Ako se pilana gradi u dvije etaže, otpornost protiv požara građevnih konstrukcija treba povećati za 50 %. Pogon pilane s obje strane treba imati mala pomoćna vrata za izlaz u nuždi, a dužina puta do izlaza od svakog radnog mjesta mora biti najviše 30 m. Unutar pilane treba izvesti uzdužne i poprečne putove širine najmanje 1 m. Navedena pravila mogu se primjenjivati i u tvornicama za poluzavršnu i završnu obradu drveta, ako se pilane nalaze u njihovom sastavu [12].

6. UZROCI POŽARA I EKSPLOZIJA U INSTALACIJAMA OTPRAŠIVANJA I PNEUMATSKOG PRIJENOSA

Na povećanje broja požara i eksplozija najčešće utječu veća složenost suvremenih instalacija za otprašivanje i pneumatski prijevoz, veća eksplozivnost prevezanog materijala te veća brzohodnost radnih glava na strojevima [12].

Požar u proizvodnom odjelu, glede sprječavanja proširenja požara dovodom svježeg zraka i njegova daljnjeg prijenosa pneumatskim prijenosom do filtera, silosa i kotlovnice prijeko je potrebno odmah isključiti sve sklopke na elektromotorima ventilatora i dozatora. U načelu ovo isključivanje mora biti automatsko preko uređaja za dojavu požara u građevini [12].

O tomu treba voditi računa prilikom projektiranja dojave požara i elektromotornog razvoda. Ako ovaj uređaj iz bilo kojih razloga ne bi funkcionirao, potrebno je to učiniti ručno u najkraćem mogućem vremenu. Kratak spoj u električnoj instalaciji se prije svega odnosi na filtere u kojima se stresanje vreća obavlja vibromotorima. Postoji mogućnost kidanja i spadanja električnog kabela zbog vibracija. Služba održavanja treba obavljati ceste provjere kabela i unutrašnjosti filtera [12].

Neodgovarajuća električna zaštita elektromotora u prvom redu odnosi se na vibromotore koji se nalaze unutar filtera. Do sada još nije propisima određeno moraju li ovi motori biti u "S" ili prahotijesnoj izvedbi [12].

Požar izazvan pregrijavanjem drveta zbog prebrzog pomaka ili nenaostrenosti radnog alata u ovom slučaju drvo se zbog trenja zagrije do kritične točke, a u struji zraka u cjevovodima zapali pa se požar prenosi do filtera i dalje. Prije svega, kod obuke rukovatelja stroja potrebno je skrenuti pozornost na ovu opasnost. Kao i u ostalim slučajevima požara potrebno je, ako automatska protupožarna zaštita zataji, ručno isključiti sve sklopke elektromotora [12].

Udar groma ili statički elektricitet kao preventivu potrebno je izvesti propisno uzemljenje opreme i filtera, ventilatora, te ostvariti galvansku vezu na spojevima cjevovoda i opreme. Služba održavanja mora obavljati redovite kontrole uzemljenja galvanskih veza. Posebno treba naglasiti da filterske vreće, glede uzemljenja, moraju imati utkanu bakaru uzdužnu nit, s galvanskom vezom na krajevima [12].

Iskra s radnog stroja zbog metalnih ili kvarcnih predmeta u obrađivanom materijalu nadzor obrađivanog drveta trebalo bi organizirati i zbog mogućnosti oštećenja radnih strojeva i alata, pogotovo ako se prerađuje drvo koje je bilo u zoni ratnih operacija. Iskra s radnog stroja može nastati i zbog dodira alata s loše učvršćenim usisnim prijamnikom. Požari u silosima najčešće su prouzrokovani požarom prenesenim iz instalacija primarnog kruga, a mogu nastati i iz već navedenih uzroka [12].

Ako silosi nemaju automatsku dojavu požara potrebno je organizirati motrenje, te u slučaju primijećenog dima ili vatre isključiti pneumatski prijevoz i pristupiti gašenju ručnim otvaranjem ventila prstena za gašenje. Važno je naglasiti, da se u slučaju požara zbog hlađenja plašteva, silosi i filteri moraju polijevati vodom i s vanjske strane, bez obzira na uključenje uređaja za gašenje, koji djeluju unutar silosa ili filtera. Poslije ugašenog požara u silosu ili filteru, silos je potrebno isprazniti, kao i filtere i kanale od zaostalog drvenog materijala [12].

6.1.Uređaji za protupožarnu zaštitu instalacija otprašivanja i pneumatskog prijenosa

Instalacije pneumatskog prijevoza i otprašivanja u prosjeku čine 1/3 vrijednosti svih industrijskih instalacija u drvenoj industriji ili 10 do 12 % od ukupnih instalacija na proizvodnoj građevini. S obzirom na ovu vrijednost, kao i na opasnost daljnjeg širenja požara, ove je instalacije potrebno zaštititi s automatskim protupožarnim uređajima. Prije svega, treba naglasiti da se sustav za automatsko gašenje u uređajima otprašivanja i pneumatskog transporta ne mogu odvojeno promatrati od cjelokupne protupožarne zaštite građevine. Povezivanjem ovih sustava potrebno je osigurati u prvom redu isključivanje rada instalacije otprašivanja u slučaju požara u građevini. Uređaje za gašenje možemo podijeliti prema mjestu ugradnje, sredstvu za gašenje i načinu djelovanja [12].

6.2.Uređaji za gašenje u cijevima i kanalima

Ugrađuju se u glavnu sabirnu cijev instalacija za otprašivanje ili pneumatski transport, a sastoje se od prstena za gašenje sa sapnicama i indikatora na svjetlost ili dim. Kao

sredstvo za gašenje upotrebljava se voda tlaka 4 do 6 bara, koja se prigodom aktiviranja pretvara u maglu. Postavlja se po mogućnosti što dalje od filtera ili ciklona, neposredno poslije posljednjeg ogranka razgranate odsisne mreže. Prednost ovog uređaja je u tome što je udaljena od filtera odnosno silosa te u slučaju gašenja ili lažne uzbune ne oštećuje filter, odnosno ne zahtijeva pražnjenje silosa [12].

6.3. Protupožarne zaklopke na ulazu u filter

Sastoje se od dviju prednapregnutih limenih ploča sklopljenih u obliku knjige. U slučaju da temperatura poraste iznad kritične točke 79⁰ C prekine se osigurač koji pokreće oprugu i zatvara ulaz u filter. Istodobno se isključuje i ventilator koji je priključen na stanicu filtera [12].

6.4. Uređaji za gašenje unutar filtera i silosa

Sastoje se od sustava sapnica ugrađenih unutar plašteva. Kao sredstvo za gašenje upotrebljava se CO₂ ili voda, odnosno kod silosa isključivo voda. Indikatore za dojavu i uključivanje uređaja treba postaviti unutar plašteva filtera, odnosno silosa i obvezno u glavnom dovodnom cjevovodu. Zajedničke stanice CO₂ za čitavu građevinu pokazale su nedostatak koji se sastoji u tomu da se u slučaju lažne ili prave dojave isprazni cjelokupna količina CO₂ pa cijela građevina privremeno ostaje bez zaštite pa se mora raditi zaštita po pojedinim sektorima [12].

7. POŽARNE OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE U DRVNOJ INDUSTRIJI

Požarne opasnosti u drvnoj industriji povezane su sa skladištenjem velike količine trupaca, čiji je požar teško staviti pod nadzor. Osim toga, pri obradi drva nastaju velike količine otpada, uključujući vrlo sitnu prašinu. Opasnost predstavlja i korištenje uređaja koji stvaraju toplinu, skladištenje gotovih proizvoda i sl. Proces proizvodnje započinje u pilani gdje se trupci raspiljuju u piljenu građu raznih veličina. Glavna područja i procesi rada u pilani su skladištenje trupaca, piljenje trupaca, razvrstavanje piljene građe, sušenje, dorada i skladištenje piljene građe [1].

Drvni trupci se dopremaju u pilanu uglavnom cestovnim vozilima i željezničkim vagonima. Trupci se slažu u pravilne hrpe pri čemu je važno da se osigura mogućnost brzog pristupa do svakog dijela hrpe s prijenosnom vatrogasnom opremom. Pri slaganju trupaca na normalnu visinu 3 - 4,5 m glavni prolaz između hrpa treba biti širok oko 18 m. To je važno kako bi se u slučaju požara smanjio prijenos topline s jedne hrpe na drugu. Hrpe s trupcima trebaju biti dovoljno udaljene i od objekata u pilani, na primjer 30 m. Na tom prostoru ne smije biti gorivog materijala preko kojeg bi se požar mogao proširiti. Preporučuje se da prostor oko uskladištenih trupaca bude očišćen od trave do udaljenosti od oko 6 m, a od većeg raslinja oko 30 m. Požar na skladištu mogu izazvati razne peći, lokomotiva i ispušne cijevi na vozilima. Dizelske lokomotive na ispušnim cijevima trebaju imati hvatače iskri kako bi se spriječilo izlijetanje užarenih čestica čađe. Točenje goriva u radne strojeve i uređaje treba izvoditi samo na posebno odobrenim mjestima [1].

Zaštita skladišta ostvaruje se uglavnom s pomoću hidrantske mreže. Treba istaknuti da je vrlo teško ugasiti razbuktali požar na velikoj hrpi drvnog materijala. Stoga se napori trebaju usmjeriti na sprečavanje prijenosa požara na susjedne hrpe, polijevanjem vodom ili uklanjanjem trupaca. Preporučuje se skladištenje u veći broj manjih hrpa. Otpadni materijal nakon piljenja se sakuplja te se razvrstava za potrebe proizvodnje papira ili furnira, ili se koristi kao gorivo u pećima. Glavna požarna opasnost vezana je uz veliku količinu takvog materijala. Pored toga značajna se opasnost javlja zbog korištenja zapaljivog hidrauličnog ulja koje se koristi u nekim strojevima. Treba istaknuti i opasnosti od iskri pri zavarivanju, od neispravne električne opreme i instalacija, pušenja i sl. U takvim uvjetima rada vrlo je važno održavanje i čišćenje pogona [1].

Kako su pilane često udaljene od vatrogasnih postrojbi, cijela zgrada pilane treba imati sprinklersku zaštitu, cijevi za spajanje na hidrantsku mrežu i aparate za gašenje početnih požara. Nakon piljenja drvo se sortira i slaže u pravilne hrpe u kojima se slojevi odvajaju tankim letvicama. Nakon toga drvo se suši u sušnicama ili na zraku. Požar na ovakvim hrpama vrlo je teško ugasiti zbog velike količine gorivog materijala, ali i konstrukcije hrpe koja omogućuje strujanje zraka kroz nju [1].

Za zaštitu prostora treba ugraditi bacače za vodu ili drenčer sustav. Nakon sušenja drvo ide na završnu obradu gdje se raspiljuje na točno određene veličine, uklanjaju nedostaci i sl. Zgrada u kojoj se to odvija treba imati sprinklersku zaštitu. Nakon završne obrade drvo se skladišti, u zatvorenim skladištima ili na otvorenom prostoru. Zatvorena skladišta trebaju imati sprinklersku zaštitu primjer kao na Slici 6., a otvorena skladišta zaštitu s bacačima vode [1].



Slika 11. Sprinkler sustav [14]

8. ODREĐIVANJE UZROČNIKA POŽARA, PREGLED, OČEVID I TRAGOVI ISTRAŽIVANJA MJESTA DOGAĐAJA

Glavni uzroci požara su zapaljenje drvene prašine, neispravne električne instalacije, nepravilno čuvanje boja, lakova i otapala te kao i pušenje na mjestima na kojima je to zabranjeno. Da bi se umanjila opasnost od požara potrebno je održavati električne instalacije u ispravnima. Radne prostorije treba redovito čistiti od nastanka drvene prašine, a ako su strojevi spojeni na sustav za odvođenje prašine, potrebno ga je redovito održavati i čistiti. Poslodavac je dužan prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22) pravilno označiti putove za evakuaciju. Putovi za evakuaciju trebaju biti prohodni od prepreka tako da se mogu bez smetnji koristiti u bilo koje vrijeme [15].

Prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22) poslodavac je obavezan izraditi plan evakuacije i spašavanja te imenovati ranike koji će provoditi te mjere. Svi radnici trebaju biti upoznati s planom evakuacije i spašavanja u slučaju izvanrednog događaja. Vježbe evakuacije i spašavanja moraju se provesti jednom u dvije godine. Postrojenja u drvanoj industriji trebaju imati odgovarajući broj, vrstu i veličinu vatrogasnih aparata u skladu s požarom koji može nastati, površinom požarnog sektora i proračunom specifičnog požarnog opterećenja požarnog sektora. Vatrogasni aparati se postavljaju neovisno o ugrađenim stabilnim sustavima za gašenje požara, hidrantskoj mreži i drugim mjerama zaštite od požara. Mjesta na kojima se postavljaju vatrogasni aparati moraju biti lako dostupna i uočljiva u blizini mogućeg izbijanja požara [15].

Određivanja uzročnika požara u industrijskim objektima vrši se pregledom mjesta događaja, ispitivanjem i pregledom električne instalacije i električnih uređaja u pogonu. Prilikom pregleda mjesta događaja požara policijski službenici koji s vještacima provode očevid, a to su pored vještaka članovi očevidne ekipe, istražitelji i kriminalistički tehničari, trebaju povesti računa o navedenoj proceduri. Tijekom istraživanja uzroka požara sudjeluju vještaci kemijske, strojarske i elektrotehničke struke te svaki od njih pregledava mjesto događaja traže karakteristične tragove u objektu, na instalacijama i opremi, skupa utvrđuju mjesto nastanka požara [15].

Prije pregleda mjesta događaja trebalo bi imati informacije u vezi nastanka požara, vrijeme i mjesto nastanka požara, uzet izjave zaposlenih, sakupiti izjave očevidaca i vatrogasaca, ako postoje snimke toka požara te utvrditi je li u objektu postojala neke

vrsta zaštite od požara ili video nadzor. Ostale važne činjenice vezane za opožareni objekt tehničku dokumentaciju i sheme instalacija treba po mogućnosti pribaviti prije dolaska na mjesto događaja, što je prije svega zadaća očevidne ekipe, kako bi vještaci bili upoznati s činjenicama prije očevida. Prilikom ulaska na mjesto događaja požara potrebno je ustanoviti je li napajanje električnom energijom isključeno zbog sigurnosti ljudi prilikom kretanja i obavljanja pregleda opožarenog objekta. Treba provjeriti je li isključena opskrba plinom [15].

Pregled i provjeru priključka struje i dobave plina treba obaviti samo uz pomoć lokalnog distributera struje i plina. Pregledom je potrebno sigurno ustanoviti je li objekt isključen s napajanja struje i plina i omogućiti da za vrijeme rada ne dođe do eventualnog uključanja struje ili ispuštanja plina u objektu ili dijelu postrojenja [15].

Vizualnim pregledom mjesta događaja treba utvrditi termička oštećenja s vanjske strane i u unutrašnjosti objekta te sve primjerene tragove slikati ili snimiti videokamerom. Detaljnijim pregledom unutrašnjosti objekta treba utvrditi mjesto najvećih termičkih oštećenja centar požara. Pregledom električnih instalacija i električnih uređaja i dijelova postrojenja na mjestu najvećih termičkih oštećenja treba ustanoviti termička oštećenja na kabelima električne instalacije, na razvodnim ormarima s osiguračima i na dijelovima postrojenja, te pronaći kvarove koji su u vezi s mogućim uzrokom požara. Sve pronađene tragove treba fotografirati ili snimiti videokamerom, a nakon fotografiranja izuzeti sporne tragove ako je to moguće [15].

Ekipe koja je zadužena za očevid detaljno slika mjesto događaja i vodi opširan zapisnik o pregledu mjesta događaja. Nakon što vještak utvrdi kvar, mjesto kvara se fotografira i na zahtjev vještaka utvrđuju se pronađeni tragovi. Materijal s mjesta događaja dostavlja se na dalje vještačenje. Vještak dokumentira utvrđivanje uzroka požara pisanjem zapisnika o vještačenju, te se on dostavlja državnom odvjetništvu radi mogućeg podizanja kaznene prijave [15].



Slika 12. Požar u tvornici namještaja [16]

9. INTERVENCIJA VATROGASACA

Vatrogasna intervencija je skup mjera, radnji i postupaka koje provode vatrogasne snage u vremenu od zaprimljene dojave do povratka u vatrogasnu postaju, na temelju zaprimljene dojave ili zapovjedi nadležnog vatrogasnog zapovjednika, zbog nastalog izvanrednog događaja [17].

Vatrogasne intervencije se dijele na požarne i tehničke:

- požarne intervencije obuhvaćaju gašenje požara na objektima, vozilima, plovilima, na otvorenom prostoru poput šuma, poljoprivrednih površina ili smetlišta,
- tehničke intervencije obuhvaćaju sve vrste spašavanja prilikom prometnih nesreća, urušavanja zgrada, nesreća u industriji, saniranja posljedica nevremena, potresa i sl. [17].

U slučaju požara objekta, vatrogasci moraju imati intervencijsko odijelo koje ih štiti od temperature. Odijelo se sastoji od hlača i jakne. Na glavi imaju potkapu i vatrogasnu kacigu koja ih štiti od udara predmeta ili prilikom pada. Kaciga na sebi može imati svjetiljku i vizir koji štiti oči vatrogasca. Na nogama imaju vatrogasne intervencijske čizme otporne na udarce i vlagu. Ruke štite rukavicama, a oko struka ima vatrogasni penjački pojas na kojem se nalazi vatrogasna sjekirica i karabiner. Uz zaštitu od udara i topline, za vatrogasce je jako bitna zaštita dišnih organa od vrućeg dima. Za zaštitu dišnih organa danas vatrogasci najčešće koriste uređaje koji se zovu izolacijski aparati, a koji se sastoje od maske, boce u kojoj se nalazi stlačeni zrak, plućnog automata (uređaj za regulaciju potrebne količine zraka za disanje), cijevi za zrak i leđnog nosača [18].



Slika 13. Potrebna oprema za gašenje požara [19]

10. PRIMJER POŽARA U DRVNOJ INDUSTRIJI

U poduzeću drvne industrije došlo je do požara u subotu oko 1:30 sati 2016. godine. Požar je prvi uočio djelatnik pilane (noćni čuvar) oko 1:45h, koji je primijetio da je došlo do nestanka struje u prednjem krugu poduzeća, a zatim je zamijetio dim i plamen u prostoriji briketarnica. Pokušao je ugасiti požar vatrogasnim aparatom, međutim kad to nije uspio, nazvao je direktora poduzeća koji je pozvao vatrogasce. Iz prostorije briketarnica je iznio plinske boce i izvezao viljuškar [1].

Na mjesto događaja požara u 2:10h došli su vatrogasci Javne vatrogasne postrojbe Grada Zagreba i iz raznih dobrovoljnih vatrogasnih društava koji su gasili požar. U 3:00h na mjesto događaja došli su djelatnici Elektre, koji su isključili napajanje električnom energijom. Oko 4:00 sata požar je lokaliziran te je prestala opasnost širenja požara na okolne objekte i kuće. Poduzeće je radilo prethodnog dana do 22:00h [1].

10.1. Pregled mjesta događaja

Na mjestu događaja nalazio se ograđeni krug poduzeća drvne industrije za proizvodnju masivnih podova i rezane građe, koji se proteže dužim dijelom u smjeru sjever-jug, s kolnim ulazom na sjevernoj strani. U krugu poduzeća nalazili su se sljedeći objekti: obiteljska kuća s poslovnim prostorom, objekt s nadograđenom halom uz koju se nalaze 2 metalna kontejnera, objekt parketarija i proizvodnja briketa, silos za piljevinu, montažna hala i drugi objekti. Nakon izvršenog pregled mjesta događaja, utvrđena termička oštećenja na objektima, opremi i drugom inventaru, koji se nalaze u krugu poduzeća, detaljno se opisuju u zapisniku o očevidu. Zapisnik sastavljaju istražitelji, a mjesto događaja je potrebno je zabilježiti fotografijama koje snimaju kriminalistički tehničari ekipe za očevid policijske uprave.

Tijekom požara su uništene i oštećene velike količine drvenih podova, montažnog skladišta, više povezanih hala s električnom instalacijom i strojevima, silosa te većeg dijela krovništva, konstrukcije i zidova objekata [1].

10.2. Pregled električnih instalacija

Pregledan je kućni priključno-mjerni ormar koji se nalazi na otvorenom prostoru u krugu poduzeća. Pregledom ormara utvrđeno je da su glavni osigurači koji su štitili opožareni objekt izvađeni iz svojih ležišta i nalaze se na ormaru. Osigurače su prema dobivenim informacijama, izvadili djelatnici Elektre. Pregledom osigurača utvrđeno je da se radi o osiguračima 3x250 A, a pregledom i ispitivanjem utvrđeno je da su pregorjeli. Pregledom električne instalacije u prostoriji za pakiranje utvrđeno je da pregledom električne instalacije u prostoriji za pakiranje se na zidu lijevo od vrata nalazi 5 metalnih razvodnih ormarića. Pregledom razvodnih ormarića utvrđeno je da su intenzivno termički oštećeni, a prvi i drugi razvodni ormarić, i mehanički su oštećeni jer su pali sa zida na kojem su bili učvršćeni. Preostala 3 razvodna ormarića, prema dobivenim informacijama, nisu bila u upotrebi. Pregledom prvog i drugog razvodnog ormarića utvrđeno je da je došlo do potpunoga termičkog uništenja svih gorivih dijelova izolacije vodiča i drugoga, a zaštitni elementi koji su se nalazili u ormarićima ispali su i nalaze se u požarnom kršu. Pregledom osigurača koji su pronađeni u požarnom kršu, utvrđeno je da su termički potpuno uništeni stoga nije moguće utvrditi tehničke karakteristike i stanje zaštitnih elemenata. Pregledom drugog po redu razvodnog ormarića utvrđeno je da se na jednom od kabela koji izlaze kroz gornji dio metalnog kućišta ormarića nalaze tragovi prekida kao na Slici 9. i taljenja bakrenih vodiča Slika 10., na dijelu kabela koji se nalazi na stroju nakon što je kabel pao sa zida zajedno s kanalicom [1].



Slika 12. Kabel s tragovima termičkog oštećenja i prekid [1]

Pregledom navedenog kabela utvrđeno je da se radi o četverožilnom kabelu koji je termički oštećen u obliku potpunog gorenja izolacije kabela i vodiča, a na jednom mjestu se nalaze tragovi prekida i taljenja jednog od vodiča kabela. Detaljnim pregledom na mjestu prekida vodiča višežičnog poprečnog presjeka nalaze se tragovi taljenja u obliku kuglica. Kabel je bio položen u metalnoj kanalici koja se nalazila na zidu iznad razvodnih ormarića. Dio električnog kabela s pronađenim tragovima zabilježen je fotografijom i izuzet od strane kriminalističkog tehničara. Pregledom električne instalacije na zidu iznad razvodnih ormarića, utvrđeno je da su električni kabeli bili smješteni u metalnim kanalicama koje su se nalazile na zidu iznad razvodnih ormarića u blizini stropa prostorije [1].



Slika 15. Tragovi taljenja vodiča na mjestu prekida [1]

Pregledom ostale električne instalacije, koja se djelomično nalazi po zidovima, a djelomično je pala na pod prostorije, utvrđeno je da su električni kabeli termički oštećeni u obliku gorenja izolacije. Pregledom prostorije, na istočnom zidu prostorije u okolini mjesta gdje se nalaze razvodni ormarići, uočavaju se intenzivna termička oštećenja zida od betonskih blokova, a na stropu prostorije se uočavaju termička oštećenja u obliku potpunog izgaranja drvenog dijela. krovišta i pada limenog pokrova u prostoriju [1]. Pregledom strojeva koji se nalaze u prostoriji utvrđena su intenzivna termička oštećenja. Dalje je pregledana električna instalacija, strojevi i postrojenje kotlovnice u susjednoj prostoriji za izradu briketa i to termički oštećeni električni kabeli, električni ormari, te priključni kabeli strojeva i strojevi koji su oštećeni u požaru, kako bi se utvrdio tijek širenja požara od mjesta nastanka požara do mjesta gdje je najprije primijećen [1].

10.3. Rezultati ispitivanja i analiza

Pregledom mjesta događaja požara utvrđeno je da se najveća termička oštećenja nalaze u prostoriji za pakiranje, gdje je došlo do termičkog oštećenja električnih instalacija, strojeva, drvenih proizvoda, zidova, krovne konstrukcije objekta hale i u susjednoj prostoriji za izradu briketa. Djelatnik pilane je izjavio da je primijetio izbijanje požara u subotu oko 1,30 u prostoriji za izradu briketa i to u dijelu prostorije gdje se nalazi zid s otvorom prema susjednoj prostoriji za pakiranje. Pregledom električne instalacije u prostoriji za pakiranje nalaze se na četverožilnom kabelu, koji se nalazio u kanalicu na istočnom zidu prostorije, karakteristični tragovi prekida i taljenja na jednom bakrenom vodiču. Pregledom prostorije, na zidu prostorije uočavaju se najveća termička oštećenja zida od betonskih blokova, a na stropu prostorije se uočavaju termička oštećenja u obliku potpunog izgaranja drvenog dijela krovišta i pada limenog pokrova u prostoriju [1].

Pregledom kućnog priključno-mjernog ormara utvrđeno je da su tri glavna osigurača koji su štitili električnu instalaciju opožarenog objekta pregorjela. Pregledom materijala vještačenja dostavljenog u omotu 1, utvrđeno je da se na mjestima prekida vodiča nalaze tragovi taljenja vodiča u obliku kuglica, koji pokazuju da je došlo do kratkog spoja koji je mogao zapaliti najprije izolaciju vodiča, a zatim i drvenu konstrukciju krovišta objekta koja se nalazi iznad kanalice u kojemu je položena kabelska instalacija. Tragovi taljenja na drugim dijelovima vodiča posljedica su sekundarnih kratkih spojeva, koji nastaju na električnoj instalaciji kao posljedica već nastalog požara [1].

Zaključeno je da je uzrok požara tehnički kvar na električnom kabelu koji preko razvodnog ormara napaja električnu instalaciju u prostoriji za pakiranje, tako da je najprije došlo do zapaljenja izolacije kabela koji se nalazio u metalnoj kanalicu, a požar se dalje proširio na drvenu krovnu konstrukciju i na gorive materijale u prostoriji, a preko krovne konstrukcije na susjednu prostoriju za briketiranje, gdje ga je nakon izbijanja i primijetio čuvar. Kratki spoj, koji je prouzročio požar, nastao je zbog oštećenja izolacije vodiča, do kojega je moglo doći zbog mehaničkog oštećenja prilikom montaže, starenja i proboja izolacije, preopterećenja ili drugoga. Uz gorivi materijal koji se nalazi u drvanoj industriji i u sirovini i proizvodima, važan čimbenik koji može dovesti do nastanka i lakšeg širenja požara je i građevinska konstrukcija objekta

u koji je smještena proizvodna oprema. U konkretnom slučaju nastanku i razvoju požara je pogodovala izvedba električne instalacije ispod stropa i krovne konstrukcije od gorivih materijala te velika količina gorivih materijala u obliku drvene prašine i piljevine i gotovih proizvoda [1].

11. ZAKLJUČAK

Požar je nekontrolirano gorenje koje bez znanja, volje i kontrole čovjeka nanosi materijalnu štetu i ugrožava ljudske živote. Uzroci požara mogu biti prirodni, tehnički ili kemijski, ali osnovni način izazivanja požara često je ljudski nehat i nepažnja.

U ovom radu istaknuti su ključni aspekti prevencije požara i eksplozija u drvnoj industriji, kao i važnost sustavnog pristupa istraživanju njihovih uzroka. Proučavanjem slučajeva požara i eksplozija u drvnoj industriji, identificirani su mogući preventivski propusti i istražno znakoviti tragovi načina nastanka i uzroka ovih incidenta.

U većini slučajeva su među glavnim uzrocima požara i eksplozija u drvnoj industriji neadekvatno održavanje opreme, kvarovi električnih instalacija, loša organizacija prostora, loše skladištenje zapaljivih materijala te nedostatak obuke zaposlenika o sigurnosnim postupcima. Istaknuta je važnost sustavnog pristupa istraživanju požara i eksplozija kako bi se identificirali njihovi uzroci i spriječili budući incidenti.

Uz pravilno održavanje opreme, redovite sigurnosne provjere, implementaciju sigurnosnih standarda i obuku zaposlenika, moguće je značajno smanjiti rizik od požara i eksplozija u drvnoj industriji te osigurati sigurno radno okruženje za sve uključene.

12. LITERATURA

- [1] Papić N.: „Požari u drvnjoj industriji“, Policijska sigurnost, 25 (2016.), 1, 42 – 51.
- [2] Burza nautike: Vatrogasni aparat na plovilu, https://www.burzanautike.com/hr/vatrogasni_aparat_na_plovilu/5880/59 , pristupljeno 25.02.2024.
- [3] Vatrozaštita:4 kategorije požara, <https://vatrozastita.com/4-kategorije-pozara/>, pristupljeno 05.03.2024.
- [4] Vatroporomet: Klase požara, <https://vatropromet.hr/clanci/savjeti/klase-pozara-i-sredstva-gasenje-20/>, 05.03.2024.
- [5] Skripta osposobljavanje za zvanje vatrogasni časnik: Osposobljavanje za zvanje vatrogasni časnik, https://www.vzokt.hr/wpcontent/uploads/2015/05/skripta_osposobljavanje_za_zvanje_vatrogasni_casnik.pdf , pristupljeno 05.03.2024.
- [6] Zakon o zaštiti od požara NN 92/10, 114/22, <https://www.zakon.hr/z/349/Zakon-o-za%C5%A1titi-od-po%C5%BEara>, pristupljeno 15.03.2024.
- [7] Abeceda zaštite: Zaštita od požara - što je, svrha, mjere i elementi, <https://zastita.eu/zastita-od-pozara/> , pristupljeno, 15.03.2024.
- [8] Preventa: Plan evakuacije i spašavanja, <https://preventa.hr/plan-evakuacije-i-spasavanja.html>, pristupljeno, 17.03.2024.
- [9] Vatroporomet: Vatrogasni aparati, <https://vatropromet.hr/vatrogasni-aparat-p3-abc-prah-proizvod-10/>, pristupljeno, 17.03.2024.
- [10] Abeceda zaštite: Zakoni i propisi vezani uz mjere zaštite od požara, <https://zastita.eu/zastita-od-pozara/pravilnik/> , pristupljeno, 20.03.2024.
- [11] Vakhitova, L. N. Fire retardant nanocoating for wood protection (2019), 362-366.
- [12] Gulan I., Protupožarna tehnološka preventiva, Biblioteka Nading, (1997), ISBN 953-96015-4-1

[13] Novosti. Hr: Spačva osigurala dovoljno sirovine, povećat će broj zaposlenih, <https://novosti.hr/spacva-osigurala-dovoljno-sirovine-povecat-ce-broj-zaposlenih> , pristupljeno , 05.04.2024

[14] Sustavi zaštite od požara: Sprinkler, <http://www.thermo-ing-consulting.hr/index.php/hr/sustavi-zastite-od-pozara/> , pristupljeno , 05.04.2024

[15] Smjernice za siguran rad u drvnoj industriji: Siguran rad u drvnoj industriji, <https://www.hzzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Smjernica-za-siguran-rad-u-drvnoj-industrij.pdf>, pristupljeno , 05.04.2024

[16] Tportal: Vatra progutala drvnu industriju Veta, <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/vatra-progutala-drvnu-industriju-veta-20120912> , pristupljeno 20.04.2024.

[17] Zakon o vatrogastvu NN 125/19 na snazi od 01.01.2020. <https://www.zakon.hr/z/305/Zakon-o-vatrogastvu> , pristupljeno 20.04.2024.

[18] Vatrogasci edukativna brošura: Vatrogasci, http://www.ss-tehnicka-zd.skole.hr/upload/ss-tehnicka-zd/images/static3/2374/attachment/Vatrogasci-edukativna_brosura.pdf, pristupljeno 25.04.2024.

[19] DVD Kneginec Gornji: Skupna oprema za zaštitu vatrogasaca, <https://www.dvd-kneginec.hr/skupna-oprema-za-zastitu-vatrogasaca/> , pristupljeno, 25.04.2024.

13. POPIS PRILOGA

13.1. Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 1. Trokut gorenja [2]..... | 3 |
| Slika 2.Klasa požara A [4]..... | 4 |
| Slika 3. Klasa požara B [4]..... | 5 |
| Slika 4.Klasa požara C [4] | 5 |
| Slika 5.Klasa požara D [4] | 6 |
| Slika 6.Klasa požara F [4]..... | 6 |
| Slika 7. Plan evakuacije [8]..... | 11 |
| Slika 8. vatrogasni aparat [9] | 11 |
| Slika 9.Pogled iz zraka na kompleks drvne industrije [12] | 18 |
| Slika 10.Pravokutna protupožarna zaklopka za odvajanje prodora kanala između požarnih sektora [14] | 20 |
| Slika 11. Sprinkler sustav [14] | 26 |
| Slika 12.Kabel s tragovima termičkog oštećenja i prekid [1]..... | 33 |

13.2. Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Klase požara [3] | 4 |
| Tablica 2. Kemijski sastav suhog drveta [12]..... | 14 |
| Tablica 3. Brzina izgaranja ovisi o debljini drveta i o dodirnoj površini s plamenom [12] | 17 |