

# TAKTIČKE FORMACIJE VATROGASACA PRI INTERVENCIJAMA S OPASNIM TVARIMA

---

**Batinović, Mate**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**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:128:504807>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-03**



**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 prijediplomski studij Sigurnost i zaštita

Mate Batinović

**TAKTIČKE FORMACIJE  
VATROGASACA PRI INTERVENCIJAMA  
S OPASNIM TVARIMA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2024.

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

Mate Batinović

**TACTICAL FIREFIGHTERS  
FORMATIONS DURING  
INTERVENTIONS WITH DANGEROUS  
SUBSTANCES**

FINAL PAPER

Karlovac, 2024

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni prijediplomski studij Sigurnost i zaštita

Mate Batinović

**TAKTIČKE FORMACIJE  
VATROGASACA PRI INTERVENCIJAMA  
S OPASNIM TVARIMA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Robert Hranilović, dipl. ing., pred.

Karlovac, 2024.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Stručni prijediplomski/ stručni diplomski studij: Sigurnost i zaštita**

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, lipanj, 2024.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Mate Batinović

Matični broj: 0416621036

Naslov: TAKTIČKE FORMACIJE VATROGASACA PRI INTERVENCIJAMA S  
OPASNIM TVARIMA

Opis zadatka:

Općenito o opasnim tvarima (podjela, označavanje, ADR) i o vatrogasnoj djelatnosti, taktičke formacije vatrogasaca prilikom intervencija, sigurnost na mjestu nesreće, oprema za rad s takvim tvarima, taktički primjeri ovakvih vrsta intervencija te tijek saniranja istih.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Travanj 2024.

Kolovoz 2024.

23.kolovoza 2024.

Mentor:

Robert Hranilović, dipl. ing., predavač

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

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

## **PREDGOVOR**

Ovom se prilikom želim iskreno zahvaliti svom mentoru na uloženom trudu i vremenu te na stručnim savjetima koji su bili od velike pomoći pri izradi ovoga završnog rada. Njegova predanost, stručnost i strpljenje omogućili su mi da postignem željeni cilj i unaprijedim svoje znanje.

Zahvaljujem i svojoj obitelji koja mi je bili velika podrška tijekom cijelog razdoblja studiranja. Njihovo razumijevanje i potpora pružili su mi snagu i motivaciju da ustrajem u svom obrazovanju. Njihova vjera u mene bila je neprocjenjiva, i ovaj rad ne bi bio moguć bez njihove stalne podrške.

Hvala svima koji su na bilo koji način pridonijeli mom obrazovanju i uspjehu ovog rada.

## SAŽETAK

Vatrogastvo je danas mnogo više od gašenja požara i spašavanja unesrećenih u prometnim nesrećama, s obzirom na sve češće incidente s opasnim tvarima koji zahtijevaju dodatne vještine i znanja. Pravilno označavanje i temeljito razumijevanje svojstava opasnih tvari ključni su za procjenu rizika i izbor odgovarajućih metoda neutralizacije. Napredak tehnologije doveo je do značajnog unaprjeđenja vatrogasne opreme, poput uređaja za mjerenje koncentracija zapaljivih plinova, para, eksplozivnih smjesa i radioaktivnog zračenja, te informatičke tehnologije koja automatski pruža rješenja za neutralizaciju prisutnih tvari, čime se povećava sigurnost i efikasnost. Ipak, ljudski faktor ostaje najvažniji resurs; dobro obučeni vatrogasci ključni su za uspjeh svake intervencije, gdje poštivanje hijerarhije odgovornosti i unaprijed izvježbane procedure osiguravaju učinkovito djelovanje na terenu. Zaštita okoliša postala je sastavni dio vatrogasnih intervencija, gdje se u incidentima s opasnim tvarima ulažu maksimalni napor da se spriječi šteta okolišu. Šumski požari, koji sve češće zahvaćaju velike površine, dodatno ugrožavaju okoliš i doprinose klimatskim promjenama, pa njihovo uspješno gašenje pomaže očuvanju okoliša i smanjenju negativnih klimatskih utjecaja. Modernizacija vatrogastva, kombinirajući naprednu tehnologiju, temeljitu edukaciju i visoko obučene vatrogasce, ključna je za učinkovito i sigurno djelovanje u zaštiti ljudi, imovine i okoliša, čineći vatrogastvo vitalnim segmentom javne sigurnosti i očuvanja prirode.

**Ključne riječi:** vatrogastvo, opasne tvari, zaštitna oprema, gašenje požara, obučenosť, zaštita okoliša, tehnologija, edukacija, modernizacija

## SUMMARY

Today, firefighting is much more than just extinguishing fires and saving the injured in traffic accidents, given the increasing number of incidents handling dangerous substances, which require special knowledge and skills. Correct labeling and thorough understanding of dangerous substances' properties is crucial for risk estimation and the choice of appropriate methods of neutralization. Technology advancements have led to upgrading the firefighting equipment like the device for measuring concentration of inflammable gases, vapours, explosive compounds and radioactive radiation, and information technology which automatically provides solutions for neutralization of inherent substances which increases security and efficiency. However, the human factor still remains the most important resource; well-trained firefighters are crucial for the success of any intervention, where authority compliance and procedures rehearsed in advance ensure efficient actions in the field. Environmental protection has become the integral part of firefighting interventions when in incidents involving dangerous substances maximum efforts are put in to avoid harming the environment. Forest fires, which increasingly affect large areas, additionally endanger the environment and cause climate changes, so their successful neutralization helps preserve the environment and reduce negative climate influences. Modernization of firefighting, which combines advanced technologies, thorough education and well-trained firefighters, essential for effective and safe actions in protecting people, assets and environment, makes firefighting the vital segment of public safety and preserving the nature.

**Key words:** firefighting, dangerous substances, protective equipment, fire extinguishing, high level of training, environment protection, technology, education, modernization



## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA .....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
SUMMARY .....	IV
1. UVOD.....	1
1.1.  Vatrogasna djelatnost.....	2
1.2.  Vatrogasna taktika.....	3
1.3.  Kcidenti.....	3
2.  OPASNE TVARI .....	4
2.1.  Definicija opasnih tvari.....	4
2.2.  Podjela opasnih tvari .....	4
2.2.1.  Klasa 1 – eksplozivi .....	5
2.2.2.  Klasa 2 - zapaljivi plinovi.....	5
2.2.3.  Klasa 3 - zapaljive tekućine .....	6
2.2.4.  Klasa 4 - zapaljive krute tvari .....	6
2.2.5.  Klasa 5 - oksidirajuće tvari i organski peroksidi.....	7
2.2.6.  Klasa 6 - otrovne i infektivne tvari .....	7
2.2.7.  Klasa 7 - radioaktivne tvari.....	7
2.2.8.  Klasa 8 - korozivne (nagrizajuće) tvari .....	8
2.2.9.  Klasa 9 - ostale opasne tvari.....	8
2.3.  Označavanje opasnih tvari .....	8
2.4.  NFPA 704 Dijamant opasnosti .....	9
2.5.  Oznake prema ADR-u .....	11
3.OSNOVNE TAKTIČKE FORMACIJE U INTERVENCIJAMA S OPASNIM TVARIMA .....	12
3.1.Taktička djelovanja.....	12

3.2. Taktičke jedinice .....	13
3.3. Taktičke grupe .....	14
3. SIGURNOST NA MJESTU NESREĆE S OPASNIM TVARIMA .....	16
4.1. Faktori koji utječu na veličinu opasnog područja .....	18
4.2. Smanjivanje opasnosti .....	19
4.3. Proces dekontaminacije .....	21
5. OPREMA ZA RAD SA OPASNIM TVARIMA .....	23
5.1. Aparati za zaštitu dišnih organa .....	23
5.1.1. Izolacijski aparati sa stlačenim zrakom .....	23
5.2. Plinonepropusno odijelo .....	25
5.3. Upotreba mjernih uređaja prilikom akcidenata .....	26
5.3.1. Dräger X-am® 2500 .....	26
5.3.2. AutoMESS 6150AD .....	27
5.3.3. Depa elro .....	27
5.3.4. Programi za identifikaciju opasnih tvari .....	28
6. POSTUPCI VATROGASACA PRI AKCIDENTIMA S OPASNIM TVARIMA .....	29
6.1. Akcidenti sa plinskom auto-cisternom .....	29
6.2. Tijek akcije saniranja akcidenta .....	30
6.3. Intervencija bez požara .....	32
6.4. Sprječavanje istjecanja plina pneumatskim jastucima .....	32
6.5. Sprječavanje istjecanja plina vodom .....	34
6.6. Intervencija sa požarom .....	36
6.7. Sigurnost interventnog osoblja .....	39
7. ZAKLJUČAK .....	41
8. LITERATURA .....	42
9. PRILOZI .....	43
9.1. POPIS SLIKA .....	43

# 1. UVOD

Vatrogastvo ima dugu povijest koja seže sve do antičkog Rima, gdje su se prvi put organizirane protupožarne vatrogasne službe pojavile oko 63. godine pr. Kr. Od tada, vatrogastvo je znatno napredovalo u smislu tehnike i taktike. Mnogi ljudi, međutim, nisu svjesni širokog raspona intervencija s kojima se vatrogasci suočavaju. [1]

Osim gašenja požara, vatrogasci se često angažiraju u tehničkim intervencijama, poput spašavanja i izvlačenja žrtava prometnih nesreća. Oni se također suočavaju s izazovima radova na visini ili dubini, gdje se susreću s raznim preprekama. Humanost vatrogasaca se očituje i u spašavanju životinja.

Svaki radni dan može biti različit za vatrogasca, stoga je stalno osposobljavanje i edukacija neizbježna. To uključuje razumijevanje procesa gorenja, rukovanje opremom te primjenu vatrogasne taktike u rješavanju različitih situacija.

Prvi zadatak vatrogasaca je spašavanje ljudi, ali paralelno s tim, provode se i mjere zaštite okoliša kako bi se spriječilo širenje opasnih tvari. Nakon spašavanja, vatrogasci se fokusiraju na sanaciju i premještanje opasnih tvari kako bi se negativni utjecaji na okoliš sveli na minimum.

U slučaju sudara vozila, gdje dolazi do prolijevanja goriva, vatrogasci poduzimaju mjere kako bi spriječili daljnje širenje. To može uključivati brtvljenje otvora šahta, postavljanje brana ili posipanje upijačima kako bi se apsorbirala prolijevana tekućina.

Vatrogasci se prilikom ovih poslova štite odgovarajućom opremom, uključujući odijela za potpunu zaštitu i izolacijske aparate za disanje s stlačenim zrakom.

Ukratko, vatrogasci se suočavaju s raznovrsnim izazovima u svom radu te neprestano rade na poboljšanju svojih vještina kako bi bili spremni na sve situacije koje ih mogu zateći.

## 1.1. Vatrogasna djelatnost

Opće je poznato da vatrogasna djelatnost predstavlja jedan od bitnih čimbenika općeg sigurnosnog stanja u Republici Hrvatskoj te je stoga i zakonski označena kao stručna i humanitarna djelatnost od posebnog interesa. Možemo slobodno reći daje vatrogasna djelatnost sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama, te obavljanje i drugih poslova u nesrećama, ekološkim i inim nesrećama.

Vatrogasnu djelatnost obavljaju vatrogasne postrojbe, dobrovoljna vatrogasna društva i vatrogasne zajednice kao stručne i humanitarne organizacije.

Vatrogasna djelatnost obuhvaća i preventivna i operativna djelovanja, tako da su međusobno u tijesnoj i neraskidivoj vezi pa je ponekad nemoguće povući vidljivu granicu gdje prestaje, a gdje počinje jedna od djelatnosti.

Preventivna djelovanja su djelovanja koja se poduzimaju u svrhu sprečavanja nastanka požara i eksplozija, a očituje se u poduzimanju raznih mjera zaštite kojima nastojimo smanjiti štetne posljedice požara, jer se požari ne mogu potpuno predusresti poduzimanjem odgovarajućih mjera zaštite.

Da bi se mogle poduzeti adekvatne mjere zaštite, trebamo poznavati moguće uzroke požara, a isto tako i opasnosti nastanka požara. Oba ta područja međusobno su povezana, jer ako uklonimo uzročnike požara i požarne opasnosti svedemo na najmanju moguću mjeru, tada postizemo cilj zaštite od požara tj. smanjenje štetnih posljedica.

Operativna djelovanja su djelovanja koja se poduzimaju u slučajevima nastanka požara, nezgoda, opasnih situacija, nesreća, ekoloških i drugih neželjenih situacija (potresi, poplave, odroni...), a u svrhu gašenja požara, spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanju tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanja drugih poslova ovisno o situacijama.

Operativna djelovanja na terenu provode u većini slučajeva vatrogasne postrojbe. [2], [3]

## 1.2. Vatrogasna taktika

Vatrogasna taktika obuhvaća skup mjera i postupaka koji uzimaju u obzir ljudske i materijalne resurse poput motivacije, broja, obučenosti, sposobnosti i organiziranosti vatrogasnog osoblja te količine i moći dostupne vatrogasne opreme i tehnike. Cilj je spriječiti ili minimalizirati prijeteeće opasnosti te zaštititi ljude i imovinu od različitih vrsta opasnosti, posebice požara, ali i drugih nesreća i havarija koje mogu zadesiti ljude, te smanjiti nastalu štetu.

Opasnosti na koje se vatrogasci pripremaju ne obuhvaćaju samo požare, eksplozije, elementarne nepogode i nesreće, već i suvremene civilizacijske prijetnje. Vatrogasci djeluju u tehničkim intervencijama koje uključuju različite vrste opasnosti. Ključno je da vatrogasci budu dobro uvježbani, sposobni i brzi u svom djelovanju kako bi osigurali učinkovitu reakciju u hitnim situacijama. [4]

## 1.3. Akcidenti

Prema definiciji, akcidenti su nenamjerni, iznenadni i neočekivani događaji koji uzrokuju štetu za ljude, imovinu ili okoliš. Prema Zakonu o zaštiti i spašavanju (NN br. 174/2004), akcident se definira kao nesreća povezana s tehničko-tehnološkim procesom ili prometom, čije posljedice prelaze granice samog postrojenja u kojem je nesreća nastala. [4]

## 2. OPASNE TVARI

### 2.1. Definicija opasnih tvari

Opasne tvari su one tvari koje, zbog svojih karakteristika poput otrovnosti, zapaljivosti, eksplozivnosti, korozivnosti i slično, mogu ugroziti zdravlje ljudi, prouzročiti materijalnu štetu ili oštetiti okoliš (tlo, vodu, zrak). Iako su opasne, njihovo korištenje često je neizbježno jer su osnova mnogih tehnoloških procesa, izvori energije te nezamjenjive u poljoprivredi, šumarstvu i drugim sektorima gospodarstva.

Prijevoz opasnih tvari predstavlja izazov i veliki problem koji zahtijeva posebnu pažnju. S obzirom na raznolikost tih tvari i potencijalne opasnosti, teško je obuhvatiti sve uvjete i mjere njihova prijevoza unutar nacionalnih zakona. Zbog toga se preporučuje primjena međunarodnih konvencija, ovisno o vrsti prijevoza.

U Republici Hrvatskoj, Zakon o prijevozu opasnih tvari propisuje uvjete za prijevoz opasnih tvari u različitim vrstama prometa, dužnosti sudionika u prijevozu, pravila o ambalaži i vozilima, imenovanje sigurnosnih savjetnika te prava i dužnosti osoba koje sudjeluju u prijevozu, kao i nadležnost i uvjete za osposobljavanje tih osoba. Primjenjuju se međunarodni sporazumi kao što su Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) za cestovni promet, Pravilnik o međunarodnom željezničkom prijevozu opasnih tvari (RID) za željeznički promet, Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima (ADN) za promet unutarnjim vodama, te Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru (SOLAS) za pomorski promet. [2]

### 2.2. Podjela opasnih tvari

S obzirom na karakteristike opasne tvari dijelimo u 9 razreda ili klasa. Ovisno o vrsti dodatne opasnosti pojedini su razredi na temelju određenih ispitivanja podijeljeni u skupine [5]:

Klasa 1 - eksplozivne tvari i predmeti s eksplozivnim tvarima,

Klasa 2 - plinovi,

Klasa 3 - zapaljive tekućine,

Klasa 4 - zapaljive krute tvari,

Klasa 5 - oksidirajuće tvari i organski peroksidi,

Klasa 6 - otrovne i infektivne tvari,

Klasa 7 - radioaktivni materijal,

Klasa 8 - nagrizajuće (korozivne) tvari,

Klasa 9 - ostale opasne tvari i predmeti.

#### 2.2.1. Klasa 1 – eksplozivi

Eksplozivi su tvari koje su sposobne kemijskom reakcijom proizvesti plinove s temperaturama, tlakovima i brzinama koji mogu uzrokovati katastrofalnu štetu. Osim toga, eksplozivi mogu proizvesti opasne količine topline, svjetla, zvuka, plina ili dima tijekom eksplozije ili detonacije. U ovu skupinu spadaju različite tvari, uključujući pirotehnička sredstva i sve tvari koje u smjesi sa zrakom mogu formirati eksplozivnu smjesu koja može detonirati pod određenim uvjetima. Zbog njihove opasnosti, eksplozivi zahtijevaju posebne mjere opreza prilikom rukovanja, skladištenja i transporta. [6]

#### 2.2.2. Klasa 2 - zapaljivi plinovi

Plinovi se definiraju propisima za prijevoz opasnih roba kao tvari koje kod 50°C imaju pritisak pare od 300 kPa ili veći, ili koje su pri 20°C u potpunosti u plinovitom stanju pri standardnom atmosferskom tlaku, kao i predmeti koji sadrže takve tvari. Ova klasa obuhvaća različite oblike plinova, uključujući stlačene plinove, ukapljene plinove, otopljene plinove, ohlađene ukapljene plinove, mješavine plinova i para drugih tvari, predmete koji su napunjeni plinom te aerosole. Plinovi mogu biti vrlo opasni zbog svoje

eksplozivnosti ili toksičnosti, stoga je važno strogo regulirati njihov transport i manipulaciju kako bi se minimizirali rizici za ljudsko zdravlje i okoliš. [6]

### 2.2.3. Klasa 3 - zapaljive tekućine

Zapaljive tekućine su tvari i smjese koje su na temperaturi do 20°C u tekućem stanju, a na temperaturi od 50°C tlak pare im je do 300 kPa (3 bara) i kojima je plamište najviše 60°C. U ovu klasu spadaju i rastaljene krute tvari s plamištem najmanje 60 °C i koje se prevoze na temperaturi plamišta ili iznad njega.

Plamište je najniža temperatura na koju treba zagrijati zapaljivu tekućinu da bi se iznad njene površine stvorila takva smjesa (pare) da se ona može upaliti vanjskim izvorom topline.

Zapaljive tekućine su podložne brzom isparavanju i lako se zapale. Njihova hlapljivost, zapaljivost i sposobnost da potaknu požar čine ih opasnim materijalima. Stoga je važno postupati s oprezom prilikom rukovanja, skladištenja i prijevoza ovih tvari kako bi se smanjio rizik od požara i ozljeda. [6]

### 2.2.4. Klasa 4 - zapaljive krute tvari

Zapaljive krute tvari su materijali koji su, u uvjetima s kojima se susreću tijekom prijevoza, lako zapaljivi ili mogu uzrokovati ili doprinijeti nastanku požara. Ova kategorija uključuje materijale koji mogu zapaliti pod utjecajem trenja, kao i one koji reagiraju jako egzotermno ili su desenzibilizirani kruti eksplozivi. Također su obuhvaćene tvari koje su sklone spontanom zagrijavanju u normalnim uvjetima prijevoza ili koje se zagriju u dodiru sa zrakom te su stoga sklone samozapaljenju. Također su uključene i tvari koje ispuštaju zapaljive plinove ili postaju spontano zapaljive u dodiru s vodom. Budući da ove tvari predstavljaju visoki rizik od požara i eksplozija, iznimno je važno pažljivo rukovati s njima i pridržavati se propisanih sigurnosnih mjera tijekom transporta i skladištenja. [6]



### 2.2.5. Klasa 5 - oksidirajuće tvari i organski peroksidi

Oksidacijske tvari su tvari koje zbog svoje sposobnosti stvaranja kisika mogu poticati gorenje drugih tvari, ali same po sebi ne moraju biti zapaljive. Oksidacijske tvari mogu biti u obliku krutina, tekućina ili plinova. Krutine i tekućine koje su oksidacijske tvari spadaju u skupinu opasnih tvari, dok oksidacijski plinovi pripadaju u razred zapaljivih plinova. Važno je pravilno rukovati s oksidacijskim tvarima kako bi se izbjegle neželjene reakcije i opasnosti.

Organski peroksidi su toplinski nestabilne tvari koje su podložne egzotermnim procesima, što znači da stvaraju toplinu. Oni sadrže dvovalentnu –O-O- strukturu i smatraju se derivatima vodikovog peroksida, gdje su jedan ili oba vodikova atoma zamijenjeni organskim radikalima.

Za potrebe prijevoza, organski peroksidi se razvrstavaju u sedam tipova prema stupnju opasnosti. Tip A klasificira se kao najopasniji te je njegov prijevoz obično zabranjen zbog visokog rizika od nekontroliranog raspada i izazivanja ozbiljnih nesreća. Ostali tipovi imaju manju razinu opasnosti, ali i dalje zahtijevaju posebne mjere opreza prilikom rukovanja i prijevoza. [6]

### 2.2.6. Klasa 6 - otrovne i infektivne tvari

Otrovne tvari su one tvari koje imaju sposobnost uzrokovati smrt, ozbiljne ozljede ili štetu ljudskom zdravlju ako se progutaju, udišu ili dođu u dodir s kožom. S druge strane, zarazne tvari su one koje sadrže patogene organizme ili agense, kao što su bakterije, virusi, paraziti ili gljivice, koji mogu izazvati bolest kod ljudi ili životinja. Propisi o opasnim robama često definiraju i reguliraju rukovanje i prijevoz takvih tvari kako bi se spriječila izloženost i širenje bolesti. [6]

### 2.2.7. Klasa 7 - radioaktivne tvari

Propisi o opasnim robama definiraju radioaktivni materijal kao svaki materijal koji sadrži radionuklide kod kojih koncentracija aktivnosti ili ukupna aktivnost prelazi određene unaprijed definirane vrijednosti. Radionuklid je atom s nestabilnim jezgrom

koji podliježe radioaktivnom raspada. Tijekom radioaktivnog raspada, radionuklidi emitiraju ionizirajuće zračenje, što može predstavljati ozbiljne rizike za ljudsko zdravlje i okoliš. Stoga je važno provoditi stroge sigurnosne mjere i propise za rukovanje, skladištenje i prijevoz radioaktivnih materijala kako bi se minimizirali rizici izloženosti. [6]

#### 2.2.8. Klasa 8 - korozivne (nagrizajuće) tvari

Kiseline i lužine su korozivne tvari koje zbog svoje jakog kemijskog djelovanja mogu izazvati ozbiljne ozljede na živim stanicama s kojima dođu u dodir. Kada dođe do njihovog istjecanja, mogu oštetiti ili uništiti druge tvari, predmete pa čak i prijevozna sredstva. Korozivne tvari su posebno opasne zbog mogućnosti nagrizanja kože, sluznice, očiju i drugih dijelova tijela ako dođe do kontakta putem udisanja para, gutanja ili dodira s kožom. Važno je tretirati ih s oprezom i koristiti odgovarajuću zaštitnu opremu prilikom rukovanja s njima. [6]

#### 2.2.9. Klasa 9 - ostale opasne tvari

Ostale opasne tvari su one tvari koje predstavljaju neposrednu opasnost za zdravlje, okoliš, sigurnost ljudi, ali se zbog svojih karakteristika ne mogu svrstati ni u jednu od klasa. Jedan od najčešćih primjera ove klase su azbestni materijali s kojima možemo oštetiti pluća. Učinak krhotina azbesta nije trenutan, već se simptomi pojavljuju čak i nakon par godina. [6]

### 2.3. Označavanje opasnih tvari

Razne pakovine, cisterne, kontejneri, spremnici i drugi oblici ambalaže u kojima se nalaze zapakirane ili nezapakirane opasne tvari te prijevozna sredstva koja takve tvari prevoze moraju biti posebno označene oznakama kojim se ukazuje na prirodu sadržaja u njima. Na svakoj ambalaži obveza proizvođača je istaknuti natpis tvari kako bi se znalo o kakvoj se stvari radi. Također bitno je istaknuti listicu ili etiketu opasnosti. One ukazuju vatrogascima na intervenciji sa kakvom se opasnosti susreću. Etikete se stavljaju na pakovinu s opasnom stvari. One ukazuju na glavnu i moguću dodatnu opasnost. Glavna opasnost odgovara klasi u kojoj opasna tvar pripada, a dodatna opasnost pokazuje znakovita svojstva zapakirane stvari. Veličina etikete mora biti

najmanje 10x10 cm osim u slučajevima kad se na pakovinu zbog njihove veličine mogu staviti samo manje etikete. Listice opasnosti (Slika 1.) ističu se na prijevozna sredstva. One su jedan od ključnih faktor u odabiru ispravnog vatrogasnog operativno-tehničkog postupka. Listica nam predočava glavnu opasnost transportirane tvari te moguću jednu ili više dodatnih tvari koje nisu vezane uz glavni razred opasnosti. Na prijevozna sredstva ističu se najmanje dvije listice na suprotnim stranama. Ako je prijevozno sredstvo podijeljeno u više zasebnih dijelova (komora) u kojima se nalaze različite opasne tvari, tada pojedini odjeljci imaju svoje listice. Listice su veličine koja nije manja od 25 x 25 cm; bojom i simbolom odgovaraju etiketi opasnosti; imaju istaknut broj razreda ili skupine. [2], [6]



Slika 1. Prikaz listica opasnosti [2]

#### 2.4.NFPA 704 Dijamant opasnosti

NFPA (National Fire Protection Association) je razvila NFPA 704 kao standardni sustav za identifikaciju opasnosti od materijala u hitnim situacijama. Ovaj standard pruža jednostavan, lako prepoznatljiv i razumljiv sustav oznaka koji pomaže u procjeni opasnosti za zdravlje, zapaljivost, nestabilnost i srodne opasnosti pri kratkoročnoj, akutnoj izloženosti materijalu u slučaju požara, izlijevanja ili drugih hitnih situacija.

NFPA 704 koristi posebne simbole i boje kako bi označio rizike povezane s određenim tvarima. Ovaj sustav pruža važne informacije vatrogascima, hitnim službama i drugim

osobama koje su odgovorne za upravljanje hitnim situacijama, omogućujući im brzu procjenu i djelovanje u skladu s razinom opasnosti. [7]



Slika 2. NFPA dijamant opasnosti [7]

NFPA dijamant opasnosti (Slika 2.) koristi boje i simbole kako bi označio stupanj opasnosti materijala u nekim ključnim kategorijama:

Crvena (zapaljivost): Označava koliko je materijal zapaljiv. Što je veći broj, to je veća zapaljivost.

Plava (zdravlje): Pokazuje stupanj opasnosti za zdravlje ljudi. Ponovno, veći broj označava veću opasnost.

Žuta (nestabilnost): Ovaj simbol označava koliko je materijal nestabilan. Opasnosti vezane uz nestabilnost također se označavaju većim brojem.

Bijelo polje: Ovo područje sadrži simbole koji pružaju dodatne specifične informacije o materijalu.

Brojeva oznaka unutar dijamanta označava ozbiljnost opasnosti, krećući se od nule (0) za minimalnu opasnost do četiri (4) za ozbiljnu opasnost. Ovaj sustav omogućuje brzo razumijevanje rizika koje materijal može predstavljati, što je ključno za hitne intervencije i sigurnost osoblja.

## 2.5. Oznake prema ADR-u

Europskim sporazumom o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) propisuje se obaveza pravilnog označavanja prijevoznog sredstva reflektirajućim pločama narančaste boje s crnim obrubom debljine 15mm, duljine 40cm i širine 30cm (Slika 3.). Ploča je po sredini podijeljena crnom vodoravnom crtom debljine 15mm na dva jednaka dijela. Brojevi u poljima ploče su 100 mm visoki, a njihova debljina mora iznositi 15 mm. Navedeni brojevi moraju biti čitki i vidljivi nakon 15-minutne izloženosti vatri.



Slika 3. Ploča s Kemlerovim i UN-brojem tvari [2]

U gornjem dijelu ploče prikazani su brojevi koji označavaju Kemlerov broj koji nam pokazuje koje nam opasnosti zadaje transportirana tvar. Ovaj broj se sastoji od dva, ponekad i tri broja od kojih nam prvi broj ukazuje o kojoj klasi opasne tvari se radi, dok nas drugi odnosno treći broj upozorava na dodatnu opasnost. Ponavljanjem više istih znamenaka dobivamo predodžbu da se radi o iznimno velikoj opasnosti (npr. 33- vrlo zapaljiva tekućina). Kada opasna tvar ima samo jednu opasnost druga znamenka je nula. Ukoliko prisutna tvar burno reagira sa vodom ispred prvog broja na gornjem dijelu ploče stavlja se slovo X. Takve tvari smiju se upotrebljavati samo uz odobrenje stručnjaka. U donjem dijelu ploče nalazi se četveroznamenkasti identifikacijski broj (UN broj) koji označava vrstu opasne tvari, prema propisu Ujedinjenih naroda. [2]

### 3.OSNOVNE TAKTIČKE FORMACIJE U INTERVENCIJAMA S OPASNIM TVARIMA

Vatrogasna intervencija obuhvaća sve mjere, radnje i postupke koje vatrogasne snage poduzimaju od trenutka primitka dojave ili zapovijedi nadležnog zapovjednika do povratka u vatrogasnu postaju. Ova aktivnost provodi se kao odgovor na izvanredni događaj, poput požara, nesreća ili drugih hitnih situacija, s ciljem zaštite ljudi, imovine i okoliša te minimiziranja štete.

U intervencijama s opasnim tvarima vatrogasnoj postrojbi najvažnije što prije doći na mjesto intervencije. Ranijim dolaskom može se spasiti nečiji život, spriječiti ozljeđivanje ljudi te se može spriječiti ili smanjiti dodatna kontaminacija opasnom tvari. Dobro osmišljen plan djelovanja, uvježbanost i opremljenost postrojbi osnova su za brzo i učinkovito djelovanje u ovakvim nesrećama.

Vatrogasni operativni centar ima važnu ulogu u ovakvoj vrsti intervencije. Prilikom primanja dojave važno je da dežurni operater prikupi što više korisnih informacija (lokacija, vrsta intervencije, ima li ozlijeđenih, može li se požar proširiti na susjedne objekte...). U intervencijama s opasnim tvarima važno je da operater sazna o kojoj se tvari radi te sve potrebne informacije prenese voditelju vatrogasne intervencije na terenu. [2], [8]

#### 3.1.Taktička djelovanja

Prilikom dolaska na intervenciju gdje su prisutne opasne tvari, voditelj intervencije bira odgovarajuće taktičko djelovanje koje će vatrogasci koristiti. S obzirom na vrstu postupaka poduzetih u nesrećama s opasnim tvarima, razlikuju se dvije osnovne vrste taktičkog djelovanja, navalno i obrambeno.

Navalno ili aktivno taktičko djelovanje uključuje postupke u kojima se očekuje izravan kontakt vatrogasca s opasnom tvari. Iz tog razloga vatrogasci se moraju zaštititi odgovarajućom zaštitnom opremom. Kod ovakvih zahvata vatrogasac je dužan imati poseban stupanj osposobljenosti za ovakvu vrstu intervencija. Ovo taktičko djelovanje uključuje različite postupke za zaustavljanje istjecanja tvari iz spremnika, pretakanje

svari u druge spremnike, čišćenje i saniranje površina na koje je dospjela opasna tvar i druge slične situacije.

Obrambeno ili pasivno djelovanje koristi se kada se ne očekuje izravan dodir interventne osobe sa opasnom tvari. Primarni cilj vatrogasaca prilikom ovakvog djelovanja je onemogućiti širenje i razvoj para tekućine, ukloniti izvor paljenja, evakuacija stanovništva, ograđivanje materijala kako bi se onemogućilo njegovo širenje. [2]

### 3.2. Taktičke jedinice

Taktička jedinica se sastoji od organizacijskih skupina vozila i opreme, a njezina struktura ovisi o brojnim faktorima poput raspoloživog broja i obučenosti osoblja, dostupnosti vozila, opreme, te uvjetima na mjestu nesreće. Organizacija intervencija u dvije taktičke jedinice, osnovnu i proširenu, često se pokazuje kao praktična strategija.

Osnovna taktička jedinica obuhvaća vozilo za opasne tvari (akcidentno vozilo), vozilo za gašenje požara i tehničko vozilo (Slika 4.).

Vozilo za opasne tvari sadrži zaštitnu opremu, opremu za zaustavljanje istjecanja, pretakanje, sakupljanje i smještaj opasnih tvari te raznu drugu opremu.



Slika 4. Osnovna taktička jedinica za intervencije s opasnim tvarima [4]

Vozilo za gašenje požara koristi se za:

- osiguranje sredstava za gašenje i hlađenje (barem vodu i pjenu, a ponekad je potreban i prah)
- prijevoz dodatne opreme: samostalnih uređaja za disanje, zamjenskih boca, ljestvi...
- prijevoz djelatnika.

Tehničko vozilo koristi se za:

- dobivanje električne energije
- prijevoz rasvjetnih tijela i opreme, opreme za provjetravanje, produžne kablove i druge tehničke opreme.

Proširena taktička jedinica obuhvaća osnovnu taktičku jedinicu proširenu dodatnim resursima kako bi se adekvatno nosila s većim ili složenijim situacijama. Ova proširena jedinica uključuje sljedeće elemente:

*Zapovjedno vozilo:* Vozilo opremljeno za upravljanje i koordinaciju aktivnosti na mjestu intervencije, kao i za komunikaciju s nadležnim tijelima.

*Dodatno vozilo za gašenje požara:* Dodatno vatrogasno vozilo opremljeno vatrogasnom opremom i sredstvima za gašenje požara kako bi se povećala snaga gašenja.

*Posebno vozilo za dopremu opreme za zaštitu dišnih organa i zaštitnih odijela:* Vozilo koje prevozi dodatnu opremu za zaštitu dišnih organa i zaštitna odijela za osoblje koje sudjeluje u intervenciji.

*Vozilo s posebnom mjernom opremom za otkrivanje opasnih tvari:* Vozilo opremljeno senzorima i instrumentima za otkrivanje i identifikaciju opasnih tvari u okolini.

*Vozilo za dekontaminaciju:* Vozilo opremljeno za pružanje dekontaminacije osoblja, opreme i vozila nakon intervencije radi smanjenja rizika od kontaminacije. [4]

### 3.3. Taktičke grupe

Interventni djelatnici na terenu se organiziraju u grupe od najmanje dvije osobe, a njihov broj i sastav određuju se prema potrebama i mogućnostima. S obzirom na dodijeljeni zadatak, interventni djelatnici se dijele na sedam grupa:



*Izviđačka grupa:* Prva grupa koja nastupa ima zadaću spašavanja unesrećenih osoba i utvrđivanja opasne tvari i razmjera oštećenja. Ako je opasna tvar nepoznata, ova grupa koristi opremu najvišeg stupnja zaštite.

*Mjerna grupa:* Odgovorna je za mjerenje koncentracije plinova i para te nadziranje ulaska u opasno područje.

*Radna grupa:* Provodi plan za smanjenje opasnosti na terenu.

*Prijevozna grupa:* Postavlja opremu za rad i ne ulazi u opasno područje, pa može koristiti opremu nižeg stupnja zaštite.

*Sigurnosna grupa:* Pripravna je za slučaj potrebe spašavanja ozlijeđenih djelatnika i koristi isti stupanj zaštite kao i radna grupa. Zamjenjuje radnu grupu nakon njezinog 20-minutnog rada, a na mjesto te sigurnosne grupe postavlja se nova.

*Vatrogasna grupa:* Održava sredstva za gašenje pripravnima.

*Dekontaminacijska grupa:* Odgovorna je za dekontaminaciju djelatnika i opreme koji dolaze iz opasnog područja te pomaže pri svlačenju odijela i pospremanju opreme. Moraju imati spremnu dekontaminaciju u roku od 15 minuta nakon dolaska iz opasnog područja i uglavnom koriste odijela za zaštitu od prskanja, maske i filtere. [2]

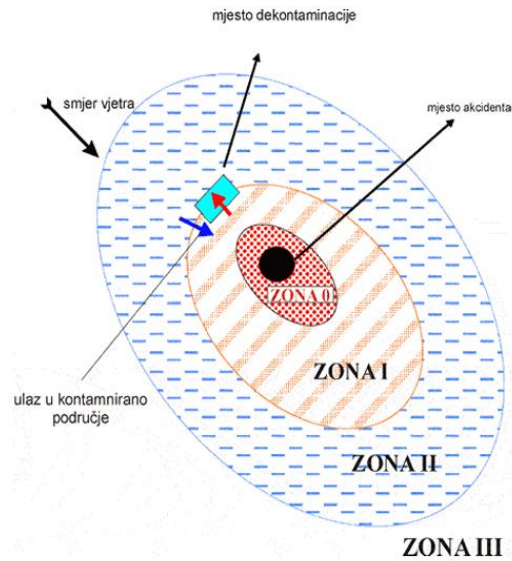
### 3. SIGURNOST NA MJESTU NESREĆE S OPASNIM TVARIMA

Za intervenciju na mjestu nesreće s opasnim tvarima potrebno je osigurati odgovarajuću zaštitnu opremu i dovoljan broj djelatnika.

Na intervenciji treba biti utvrđen sustav rukovođenja i odgovornosti. Posebno je važno odrediti zapovjednika intervencije od kojega se očekuje da osigura provođenje plana intervencije. On odgovara i za sigurnost na intervenciji, a kod većih intervencija provođenje sigurnosnih mjera može povjeriti i drugoj osobi. Nadalje, zapovjednik odlučuje o odabiru osobne zaštitne opreme, broju potrebnih taktičkih grupa i njihovih članova, osiguranju pomoći u slučaju nužde, osiguranju prijevoza za potrebe medicinske pomoći, provedbi dekontaminacije itd.

Kada se zbog udaljenosti ili osobne zaštitne opreme ne može ostvariti izravna veza između interventnih djelatnika i zapovjednika, potrebno je osigurati radio vezu. Zbog mogućnosti da ovakva veza izostane potrebno je odrediti i pravila sporazumijevanja ručnim znakovima i ručnim svjetiljkama. Za potrebe prepoznavanja djelatnici se mogu označiti posebnim oznakama na zaštitnim odijelima. U nesrećama kod kojih se javlja opasnost od zapaljenja plinova i para važno je ukloniti izvore paljenja, stoga oprema i uređaji koji se koriste trebaju biti proizvedeni u protueksplozijskoj izvedbi.

Bitan korak za sigurnost na mjestu nesreće je odrediti zone opasnosti. One se obično određuju raznim mjernim instrumentima a određuje ih zapovjednik intervencija. Prema prikupljenim informacijama određuju se četiri zone djelovanja od koje svaka zona ima svoju ulogu i razinu zaštite. (Slika 5.)



Slika 5. Prikaz zona opasnosti [4]

Zona 0 predstavlja najopasniji prostor u slučaju incidenta s opasnim tvarima, gdje je kontaminacija najintenzivnija, a koncentracija tvari prijeti životima ljudi i životinja. U ovu zonu smiju ući samo posebno obučene i opremljene vatrogasne interventne grupe koje imaju potpunu zaštitu od opasnih tvari. Glavni zadatak ovih interventnih grupa u Zoni 0 je spašavanje i izvlačenje unesrećenih i ozlijeđenih osoba iz neposredne opasnosti te brtvljenje otvora kroz koje nekontrolirano izlazi opasna tvar. Ova akcija zahtijeva vrhunsku obuku, opremu i precizno planiranje kako bi se minimalizirao rizik za interventne timove te kako bi se pružila najbolja moguća pomoć unesrećenima. U Zoni 0, vatrogasci se suočavaju s izuzetno visokim razinama opasnosti, stoga je ključno da se pridržavaju najviših standarda sigurnosti i da djeluju s maksimalnom oprežnošću i preciznošću kako bi se rizik svelo na najmanju moguću mjeru. Osim toga, brza i učinkovita reakcija u ovoj zoni može spasiti mnoge živote i spriječiti daljnje širenje katastrofe. [4]

Zona 1 je područje oko Zone 0 gdje je moguća prisutnost opasnih tvari u manjim količinama koje ne predstavljaju opasnost za ljude i životinje. Vatrogasci u ovoj zoni nose posebna odjela i opremu za zaštitu dišnih organa. Njihov zadatak je prihvatiti unesrećene iz Zone 0 i provesti njihovu dekontaminaciju. Također, njihova uloga je sprječavanje širenja Zone 0 korištenjem specijalne opreme i sredstava. [4]

Zona 2 je područje s zanemarivom koncentracijom opasnih tvari, pa nije potrebno koristiti aparate za zaštitu dišnih organa. Ovo područje je sigurno za rad svih interventnih službi koje su pozvane na mjesto nesreće, a samo ovlaštene službene osobe smiju boraviti u njemu. [4]

Zona 3 je područje gdje nema mogućnosti pojave ni najmanje koncentracije opasnih tvari. Voditelj vatrogasne intervencije određuje područje ove zone, dok je zadatak policije osigurati da neovlaštene osobe ne uđu u to područje. [4]

#### 4.1. Faktori koji utječu na veličinu opasnog područja

Faktori koji utječu na veličinu opasnog područja u slučaju nesreće s opasnim tvarima su iznimno važni za procjenu i upravljanje rizikom te za planiranje intervencija. Neki od tih faktora su:

**Svojstvo opasne tvari:** Različite vrste opasnih tvari imaju različite efekte na okoliš i ljude. Na primjer, otrovni plinovi mogu stvoriti veće opasne zone od krutih eksploziva. Ovisno o fizikalnim i kemijskim karakteristikama tvari, moguće je predvidjeti veličinu opasnog područja.

**Vrsta ispuštanja:** Ispuštanje opasnih tvari može biti u obliku plina ili tekućine, što utječe na širenje i veličinu opasne zone. Na primjer, ukapljeni plinovi stvaraju veće opasne zone od plinastih oblika.

**Brzina istjecanja:** Brzina istjecanja tvari izvor je velike zabrinutosti. Veća brzina istjecanja rezultira širim i brže rastućim opasnim zonama.

**Okoliš i reljef:** Topografija i posebnosti na mjestu nesreće mogu značajno utjecati na širenje opasnih tvari. Na primjer, oblak plina može duže ostati stabilan ako se širi preko jezera nego kroz gustu šumu.

**Vremenske prilike:** Vrijeme ima značajan utjecaj na širenje opasnih tvari. Kiša može razrijediti plinove, dok termičke promjene mogu utjecati na koncentraciju i brzinu širenja oblaka.

Smjer i brzina vjetra: Brzina i smjer vjetra ključni su faktori u određivanju opasnog područja. Brzi vjetrovi mogu brzo raspršiti opasne tvari, dok promjene smjera vjetra mogu izmijeniti opasne zone.

Ovi faktori su međusobno povezani i složeni, što zahtijeva pažljivu procjenu i reakciju stručnjaka u slučaju nesreće. Važno je kontinuirano praćenje situacije i prilagodba intervjencijskih planova kako bi se maksimalno smanjio rizik za ljude, imovinu i okoliš.  
[2]

#### 4.2. Smanjivanje opasnosti

Odmah po dolasku na mjesto nesreće potrebno je spasiti unesrećene osobe, analizirati nastalo stanje, procijeniti opasnosti, donijeti i provesti plan intervencije za smanjivanje opasnosti. Za analizu nastalog stanja nužno je utvrditi koja je opasna tvar u pitanju, vrste i razmjere oštećenja, mogući razvoj događaja itd. Izbor metode za smanjivanje opasnosti ovisi o okolnostima na mjestu nesreće i mogućnostima primjene pojedine metode.

*Hlađenje, razrjeđivanje i ispiranje vodom.* Hlađenje vodom može biti najbolje rješenje za snižavanje tlaka u prilikama gdje visoki tlak u spremnicima stvara opasnost od eksplozije i pucanja spremnika. Hlađenje toplinski nestabilnih tvari smatra se također jednom Od najdjelotvornijih metoda za usporavanje kemijskih reakcija u njima.

Kod tvari koje se miješaju s vodom preporuča se u nekim slučajevima njihovo razrjeđivanje. Time se može smanjiti opasnost i postići sigurnije stanje. S druge strane, razrjeđivanjem se povećava količina tekućine što može otežati naknadno sakupljanje, pa se ova metoda savjetuje u iznimnim slučajevima.

Nakon sakupljanja glavnine razlivena tekućine, zaostale količine opasne tvari moguće je razrijediti i ukloniti ispiranjem vodom.

*Prekrivanje pjenom.* Cilj metode prekrivanja istekle opasne tekućine ili ukapljenog plina zračnom pjenom je odvajanje površine tih opasnih tvari od izvora zapaljenja i toplinskog zračenja. Isparivanje je sporije ako je tekućina izložena slabijem toplinskom zračenju. Na taj se način može značajno otežati zapaljenje i smanjiti koncentracija otrovnih i štetnih para u okolnom zraku.

Vrsta pjene koji treba primijeniti za prekrivanje tekućina uglavnom ovisi o površini i mogućnostima primjene (nanošenja) pjene na određenom mjestu. Pjena većeg stupnja opjenjenja raspada se sporije, zahtijeva manje vode, ali je podložnija atmosferskim utjecajima, kao što su vjetar, kiša i visoka temperatura. Općenito se smatra da je za kraće intervencije pogodnija Pjena manjeg stupnja opjenjenja, dok je za dulje intervencije pogodnija Pjena većeg stupnja opjenjenja.

Kod prekrivanja ukapljenih plinova preporuča se koristiti pjenu što većeg stupnja opjenjenja jer takva pjena bolje podnosi vrenje plina.

Pjenila koja na površini tekućine tvore film (AFFF i FFFP) i daju manji stupanj opjenjenja manje su djelotvorna za prekrivanje plinova. Međutim, za prekrivanje tekućina, posebno onih koje imaju niži tlak para, ovakva pjenila mogu biti vrlo pogodna. Površinski film nastao primjenom tih pjenila ima debljinu 10 - 20  $\mu\text{m}$ , a film od 10  $\mu\text{m}$  može umanjiti isparivanje nekih goriva za 90 -98 %.

Pjena se s vremenom zasićuje parama tekućine koju prekriva te je stoga u slučaju zapaljivih tekućina važno otkloniti izvore paljenja koji bi je mogli zapaliti.

Pjena se može primijeniti i na zapaljive tekućine koje plutaju na vodi, gdje će također suzbiti širenje para. Međutim, kako pjenila smanjuju površinsku napetost razlivenog mineralnog ulja, biti će otežano naknadno sakupljanje takve tekućine.

Za prekrivanje tekućina koje se miješaju s vodom (npr. alkohola) koriste se tzv. alkoholna pjenila (AR, eng. alcohol resistant) budući da na pjenu dobivenu drugim pjenilima ove tekućine djeluju razarajuće.

Za potrebe prekrivanja kiselina i lužina vatrogasna pjenila nisu pogodna. Za prekrivanje takvih i opasnih tvari općenito, preporučuju se posebna «hazmat pjenila».

*Raspršivanje para.* Osim prirodnim strujanjem zraka, koncentraciju plinova i para može se smanjiti i uređajima za prozračivanje i primjenom raspršene vode.

Smanjivanje koncentracije plinova i para primjenom raspršene vode sporije je u odnosu na prozračivanje. Ipak, raspršena voda u određenim prilikama može biti nezaobilazna, posebno kad se radi o plinovima i parama topljivim u vodi.

*Neutralizacija.* To je proces u kojemu se istekle tekućine obrađuju kiselinama ili lužinama i time dovode u neutralno stanje. Osnovna prednost neutralizacije kao metode je mogućost pretvaranja opasnog materijala u neopasno stanje.

Kiseline se neutraliziraju lužinama i obrnuto, lužine kiselinama. U praksi se obično na kiseline djeluje vodenom otopinom gašenog (hidratiziranog) vapna, a na lužine razrijeđenom klorovodičnom ili sumpornom kiselinom.

Pri neutralizaciji kao krajnji produkti nastaju određena sol i voda, a razvija se i tzv. toplina neutralizacije koja u pojedinim slučajevima može biti toliko velika da izazove prskanje materijala. Dakle, kod primjene ove metode smanjivanja opasnosti moguće su dodatne poteškoće i ozljede na radu. Stoga su za tu svrhu danas razvijena posebna sredstva koja ne reagiraju žestoko i ne pokazuju nagli lokalni razvoj topline tijekom neutralizacije.

*Kontrolirano spaljivanje.* U pojedinim prilikama, gdje bi gašenje požara moglo rezultirati nastankom velikih količina zagađene vode ili ugroziti sigurnost vatrogasaca i drugih osoba, opasna tvar može se ostaviti da izgori. Pri tome je važno takav požar zadržati pod nadzorom kako se ne bi proširio i zahvatio druge objekte. Prije donošenja ovakve odluke preporuča se savjetovanje s nadležnim tijelom za zaštitu okoliša zbog emisije produkata gorenja.

*Spaljivanje na baklji.* Kad se radi sa zapaljivim plinovima i tekućinama koje iz nekog razloga nije moguće pretočiti, kao rješenje se može izabrati njihovo spaljivanje na prikladno izvedenoj baklji na dovoljnoj udaljenosti od izvora opasne tvari. [2]

#### 4.3. Proces dekontaminacije

Kontaminacija osoba predstavlja ozbiljan problem koji zahtijeva pažljivo i temeljito provođenje dekontaminacije. Ako se dekontaminacija ne izvede pravilno, kontaminirane čestice mogu se brzo proširiti, ugrožavajući zdravlje ljudi i okoliš. Osim osoblja, dekontaminacija obuhvaća i zaštitnu opremu te vozila.

Dekontaminacija se provodi ispiranjem vodom uz dodatak određenih kemijskih sredstava kako bi se uklonile opasne tvari. Potrebno je imati na umu da svaka tvar zahtijeva različito vrijeme ispiranja, što treba uzeti u obzir kako bi dekontaminacija bila

učinkovita. Potrebno je započeti dekontaminaciju odmah jer brza reakcija smanjuje negativne posljedice po ljude i okoliš.

Neke kontaminirane tvari ne smiju se ispuštati u okoliš tijekom ispiranja. Zbog toga se koriste posebne dekontaminacijske kabine s podlogama koje zadržavaju kontaminiranu tekućinu, koja se zatim pravilno zbrinjava kako bi se spriječilo zagađenje okoliša.

Vatrogasni kamioni, koji često dolaze u kontakt s opasnim tvarima, dekontaminiraju se ispiranjem vodom pod visokim pritiskom ili vodenom parom, čime se učinkovito uklanjaju kontaminanti s njihovih površina.

Cijeli proces dekontaminacije mora se provoditi prema strogo definiranim protokolima kako bi se osigurala sigurnost svih uključenih i smanjila šteta po okoliš. [8]



## 5. OPREMA ZA RAD SA OPASNIM TVARIMA

Tehnološki napredak ima značajan utjecaj na svjetsko vatrogastvo, pružajući vatrogascima bolje alate i opremu za sigurnije i efikasnije obavljanje njihovog posla. Razlika između vatrogasaca u 20. i 21. stoljeću je izrazita, s obzirom na konstantnu potragu za novim rješenjima i pomagalicama koja olakšavaju pristup i rad na intervencijama.

Napori se ulažu u poboljšanje sigurnosti vatrogasaca, s obzirom na to da je njihov posao među opasnijima na svijetu. Nova oprema i uređaji pružaju vatrogascima razinu sigurnosti koju možda nisu imali prije tridesetak godina. Primjerice, aparati za zaštitu dišnih organa postaju sve lakši za nošenje i rukovanje, dok uređaji za mjerenje plinova i para postaju precizniji i jednostavniji za upotrebu.

Važno je istaknuti da vatrogasci, iako imaju pristup naprednoj tehnologiji, često se ne fokusiraju na detalje poput udjela opasnih tvari u zraku, već na to je li ta tvar prisutna ili ne. Ako nije prisutna, nema potrebe za nošenjem aparata za zaštitu dišnih organa, što olakšava i ubrzava njihov rad u hitnim situacijama. [8]

### 5.1. Aparati za zaštitu dišnih organa

Aparati za disanje su uređaji koji omogućuju korisnicima disanje neovisno o kvaliteti atmosferskog zraka. Ovi uređaji štite od onečišćenog zraka i pomanjkanja kisika, te su ključni za sigurnost u različitim situacijama, uključujući industrijske nesreće, požare, i druge opasne uvjete. [9]

#### 5.1.1. Izolacijski aparati sa stlačenim zrakom

Vatrogasci koriste izolacijske aparate sa stlačenim zrakom, koji omogućuju potpunu autonomiju neovisno o lokaciji i razini zagađenosti zraka. Ovi aparati su vitalni za rad u visokorizičnim okruženjima, gdje je zrak kontaminiran dimom, otrovnim plinovima ili gdje nedostaje kisika. U novije vrijeme, boce za stlačeni zrak izrađuju se od ugljičnih vlakana. Ova inovacija značajno smanjuje masu boce, što omogućuje vatrogascima

lakši i učinkovitiji rad. Manja masa boce smanjuje opterećenje, povećava pokretljivost i smanjuje umor vatrogasaca tijekom dugotrajnih intervencija.

Vrijeme korištenja izolacijskog aparata ovisi o intenzitetu fizičkog napora korisnika. Trčanjem se troši više zraka nego hodanjem zbog povećanog broja udisaja u minuti. Stoga je ključna pravilna procjena situacije, fizička pripremljenost korisnika te pažljivo upravljanje zalihama zraka kako bi se osiguralo dovoljno vremena za izvršenje zadataka ili evakuaciju. [9]

Osnovni dijelovi izolacijskog aparata (Slika 6.):

- nosač dijelova aparata s remenjem
- reduksijski ventil – prvi stupanj redukcije sa (300 -> 8 bara)
- plućni automat – drugi stupanj redukcije sa (8 -> 1 bar)
- niskotlačna cijev sa brzim spojem za cijev plućnog automata
- visokotlačna cijev sa manometrom
- boca za komprimirani zrak (6 – 6,8 litara; 200 – 300 bara)
- kapacitet zraka u boci od 6 lit i 300 bara je  $6 \times 300 = 1800$  litara zraka
- maska



Slika 6. Izolacijski aparat sa stlačenim zrakom [9]

## 5.2. Plinonepropusno odijelo

Plinonepropusna kemijska odijela (Slika 7.) su dizajnirana tako da spriječe prodor opasnih tvari iz okoline prema korisniku. Međutim, zbog nedostatka dotoka svježeg zraka unutar tih odijela, korisnik mora koristiti izolacijski aparat za disanje. Materijali od kojih su izrađena ova odijela otporni su na različite opasne tvari u okolini. Postoje različiti tipovi plinonepropusnih odijela koja se koriste u vatrogasne svrhe, ali najčešće se koristi tip 1a, koji uključuje samostalni uređaj za disanje koji radi na principu dovoda stlačenog zraka. Dok su jednokratna odijela rasprostranjena, vatrogasne postrojbe često koriste trajna plinonepropusna odijela.

Važno je napomenuti značajnu razliku između radnika u kemijskim industrijama i vatrogasaca te drugih intervencijskih osoblja. U kemijskoj industriji, radnicima je obično poznata vrsta opasne tvari s kojom će doći u kontakt, pa se prema tome nabavlja odgovarajuća zaštitna oprema. Nasuprot tome, vatrogasci se suočavaju s nepredvidljivim situacijama i mogu naići na različite biološke i infektivne tvari tijekom intervencija. Stoga je neophodno da koriste najviši stupanj zaštite pri svakoj intervenciji kako bi se osigurala njihova sigurnost. [8]



Slika 7. Plinonepropusno odijelo [10]

### 5.3. Upotreba mjernih uređaja prilikom akcidenata

Prilikom dolaska na mjesto nesreće ili akcidenta, vatrogasci koriste mjerne uređaje kako bi procijenili stanje zraka i identificirali prisutnost opasnih plinova. Ovi uređaji omogućuju vatrogascima da brzo procijene:

Razine kisika: Osiguravanje da je prisutna dovoljna količina kisika za disanje.

Prisustvo zapaljivih plinova: Identifikacija plinova koji bi mogli uzrokovati eksplozije.

Prisustvo toksičnih plinova: Otkrivanje plinova koji mogu biti štetni za zdravlje vatrogasaca i drugih prisutnih osoba. [2]

#### 5.3.1. Dräger X-am® 2500

Dräger X-am® 2500 (Slika 8.) jedan je od najpopularnijih prijenosnih detektora koji se koriste u vatrogasnim postrojbama i drugim industrijama. Dizajniran je za mjerenje do četiri plina istovremeno, što ga čini izuzetno korisnim za brzu i učinkovitu procjenu potencijalno opasnih situacija. [8]



Slika 8. Dräger X-am® 2500 detektor [10]

### 5.3.2. AutoMESS 6150AD

AutoMESS 6150AD (Slika 9.) je prijenosni detektor zračenja poznat po svojoj pouzdanosti, preciznosti i robusnosti. Koristi se u raznim industrijama, uključujući vatrogasne postrojbe, za praćenje i mjerenje ionizirajućeg zračenja. Ovaj uređaj je posebno dizajniran za pružanje točnih i brzih mjerenja, omogućujući korisnicima da brzo reagiraju na prisutnost opasnog zračenja. [8]



Slika 9. AutoMESS 6150AD detektor zračenja [10]

### 5.3.3. Depa elro

DEPA ELRO pumpe (Slika 10.) su specijalizirane za sigurno pretakanje lakozapaljivih tekućina, posebno u hitnim situacijama kao što su akcidenti s izlivanjem tekućina u okoliš. Njihova konstrukcija omogućuje sigurno i učinkovito rukovanje dok njezine tehničke karakteristike kao što su Ex izvedba i otpornost na kemikalije čine ih idealnim za brzo i sigurno djelovanje. [8]



Slika 10. Prikaz pumpe za pretakanje lakozapaljivih tekućina [10]

#### 5.3.4. Programi za identifikaciju opasnih tvari

Postoji nekoliko programa i aplikacija za identifikaciju opasnih tvari koje se koriste u industriji, hitnim službama i drugim područjima gdje je ključno brzo i precizno prepoznavanje opasnih materijala. Ovi alati pomažu korisnicima da prepoznaju tvari, procijene rizike i poduzmu odgovarajuće mjere sigurnosti. Neki od tih programa su CAMEO, WISER, CHEMM...

## 6. POSTUPCI VATROGASACA PRI AKCIDENTIMA S OPASNIM TVARIMA

Pri akcidentima s opasnim tvarima potrebno je poduzeti niz radnji radi osiguranja osobne sigurnosti spasitelja, spašavanja ljudi i materijalnih dobara, gašenja eventualnog požara, te pretakanja, spaljivanja i saniranja vozila ili postrojenja. Također, ključno je sanirati zagađenje zemljišta, vodenih površina i provesti dekontaminaciju kako bi se spriječile dugoročne ekološke štete i osigurala sigurnost okoliša.

Pri gotovo svim akcidentima s opasnim tvarima važe pravila koja se moraju provoditi: prvo, identificirati opasnu tvar kako bi se utvrdile njezine karakteristike i opasnosti; osigurati mjesto događaja i utvrditi sigurnosnu udaljenost; evakuirati osobe, životinje i vrijednu imovinu iz ugrožene zone; organizirati specijalističke postrojbe i stručnjake te utvrditi mjesta stacioniranja i evakuacije; osigurati sredstva za gašenje požara i hlađenje; ukloniti mogućnosti za nastanak požara; spriječiti istjecanje opasne tvari; provesti pretakanje, ispuštanje ili spaljivanje tvari; kontinuirano mjeriti koncentraciju para i plinova; zabrtviti kanalizacijske otvore i spriječiti širenje tekućina na vodenim površinama; pripremiti upijajuća sredstva; osigurati rezervnu opremu i sredstva za intervenciju; koristiti zaštitnu opremu; ako je gašenje požara neuspješno, pustiti da tvar izgori pod nadzorom; izbjegavati improvizacije; provesti hlađenje spremnika po potrebi; te poznavati opasnosti i postupke svih postrojbi i pojedinaca. [8]

### 6.1. Akcidenti sa plinskom auto-cisternom

Sama prisutnost neke opasne tvari predstavlja potencijalnu opasnost za okolinu u kojoj se nalazi, posebice kada je riječ o opasnoj tvari u prometu. Niz je čimbenika koji mogu utjecati na nastanak akcidenta. Tako je svaki sudionik u prometu, neovisno o prometnom sredstvu, u poziciji da bude uzrokom akcidenta.

Akcident sa plinskom auto-cisternom predstavlja poseban problem. Osim neposredno, na mjestu događaja, područje ugroženosti može se sagledati i u tisućama metara udaljenosti od mjesta događaja, a ovisiti će o nizu čimbenika. Poznavajući fizikalno-kemijska svojstva mješavine plina propan-butana, moguće je predvidjeti razvoj

situacije na mjestu događaja te na račun toga pravovremeno reagirati u smislu usmjeravanja oblaka plina te evakuacije lokalnog stanovništva. U tom smislu od posebne važnosti će biti konfiguracija terena, meteorološke prilike (smjer i brzina vjetra, temperatura zraka), postojanje kanalizacijskih i drugih otvora.

Pravilo kod gašenja požara plina je najprije zatvoriti dotok plina, a onda gasiti požar. Međutim, kod akcidenta sa istjecanjem plina iz plinske auto-cisterne bez požara ovome treba pridodati i problem ispuštenog plina u atmosferu, a koji će ovisno o meteorološkim prilikama nužno formirati ugroženu zonu. Upravo na račun vjetra ova će zona poprimiti oblik elipse, a svakako da će teže posljedice eventualne eksplozije biti prisutne u naseljenom području. Tada ugroženu zonu neće biti jednostavno odrediti s obzirom da će plin ispunjavati i stambene, poslovne te industrijske objekte kao i kompletnu prateću infrastrukturu. Također, neće biti moguće u potpunosti isključiti sve uzroke zapaljenja smjese plina i kisika iz zraka.

Ovisno o situaciji istjecanje plina neće uvijek biti moguće zaustaviti, a nekad će jedini način za saniranje akcidenta biti upravo ispuštanje cijelog tereta u atmosferu, uz vatrogasno osiguranje. Poseban problem nastaje prilikom požara na plinskoj auto-cisterni kada kod eventualne eksplozije fragmenti mogu biti odbačeni i do nekoliko kilometara. Zapaljeni plin u tekućoj fazi sagorijevati će crveno-narančastim plamenom uz pojavu čađe dok će plinska faza sagorijevati svijetlo žutim plamenom. Prilikom istjecanja kombinacije plinske i tekuće faze plin će sagorijevati uz periodično mijenjanje visine plamena-baklje. [8]

## 6.2. Tijek akcije saniranja akcidenta

U situacijama gdje vrsta opasne tvari nije poznata, brza i točna akcija postaje još važnija. Vatrogasni operativni centar (VOC) igra ključnu ulogu u koordinaciji i pružanju informacija koje su bitne za sigurnost i učinkovitost intervencije.

Operativni dežurni u VOC-u mora biti sposoban brzo i precizno izvlačiti informacije od dojavitelja o samom događaju. To uključuje detalje poput identifikacijske ploče opasne tvari na vozilu, opisa stanja vozila, njegove lokacije u odnosu na prometnicu te potencijalno ugroženih objekata ili osoba u blizini.



Paralelno s tim, operativni dežurni koristi dostupne baze podataka o opasnim tvarima kako bi dobio sve relevantne informacije o mogućim tvarima koje su uključene u incident. Ti podaci se zatim brzo šalju zapovjedniku akcije, često još dok je na putu prema mjestu događaja.

Kada zapovjednik stigne na mjesto događaja, već ima ključne informacije o vrsti opasne tvari s kojom se susreće te može brzo donijeti strategiju i plan djelovanja. Ovo omogućuje timu da odmah počne s adekvatnim mjerama zaštite, sanacije i upravljanja situacijom, čime se minimiziraju rizici za ljude, okoliš i imovinu. Komunikacija između VOC-a i tima na terenu ostaje kontinuirana kako bi se osigurala brza razmjena informacija i prilagodba strategije prema potrebi.

Kod akcidenata sa plinskom auto-cisternom potrebno je razlikovati dvije vrste akcidenata, obje jednake važnosti:

- akcident bez požara;
- akcident sa požarom.

Neovisno o kojoj se vrsti intervencije radi, postoje segmenti koji će neizostavno pratiti obje varijante. Na mjestu događaja potrebno je prvenstveno osigurati zonu djelovanja interventnog osoblja. Ova zadaća nužno će zahtijevati i angažman policije u svrhu eventualno potrebnog zaustavljanja prometa, ali i zabrane pristupa u zonu djelovanja interventnog osoblja. Nadalje, potrebno je definirati ugrožene zone te na osnovu njih napraviti eventualno potrebnu evakuaciju. Neizostavan detalj je i kontinuirani monitoring rubnih dijelova ugrožene zone eksplozimetrom. Ova zadaća dobiva na značaju ako se oblak plina širi prema mogućem izvoru topline potrebne za zapaljenje. Jedan od uzroka zapaljenja plina može biti i kočenje vlaka na željezničkoj pruzi. Vodeći računa o činjenici da je propan-butan teži od zraka potrebno je spriječiti njegovo otjecanje u kanalizacijske i slične otvore. Svakako ne treba izostaviti angažman stručnjaka iz ovog područja. Ovisno o mogućnosti pretakanja plina potrebno je angažirati i potrebnu tehniku. Vatrogasna postrojba u mogućnosti je napraviti sve radove na gašenju, brtvljenju pukotina, osiguranju, ali nije u mogućnosti napraviti pretakanje plina pomoću pumpe u drugu auto-cisternu ( o mogućnostima pretakanja vatrogasnom opremom u poglavlju Sprječavanje istjecanja plina vodom ). Uz

angažman stručnjaka i odgovarajuću opremu moguće je napraviti i kontrolirano spaljivanje plina na mjestu događaja.

### 6.3. Intervencija bez požara

Kada se govori o incidentima s plinskim auto-cisternama bez požara, najčešće se radi o istjecanju plina uslijed kvara na instalaciji auto-cisterne ili, u težem slučaju, o istjecanju plina zbog mehaničkih oštećenja auto-cisterne prilikom prometne nezgode. Postoji nekoliko metoda za sprječavanje istjecanja plina koje se koriste prilikom vatrogasnih intervencija. Međutim, uspješnost svake intervencije prvenstveno ovisi o poznavanju karakteristika i konstrukcije auto-cisterne.

Bez obzira na to što se radi o intervenciji bez požara, važno je preventivno postaviti mlazove na mjestu događaja kako bi se osigurala sigurnost u slučaju da dođe do požara. Ovi mlazovi, osim što služe za gašenje eventualnog požara, mogu biti izuzetno korisni za usmjeravanje oblaka plina u željenom smjeru. Dodatno, za usmjeravanje plina može se koristiti "lepeza" – štit mlaznica.

Također je važno napomenuti da se svi radovi obavljaju isključivo neiskrećim alatom. U svrhu prevencije neželjenog iskrenja uslijed eventualnog pada predmeta prilikom rada ili dodatnog klizanja auto-cisterne, ovisno o konfiguraciji terena, može se postaviti zaštitni sloj srednje teške pjene oko auto-cisterne.

Ove mjere omogućuju sigurno i učinkovito rukovanje situacijama s plinskim auto-cisternama bez požara, smanjujući rizike za ljude, imovinu i okoliš. [8]

### 6.4. Sprječavanje istjecanja plina pneumatskim jastucima

Prilikom prometne nezgode vrlo je realna mogućnost probijanja plašta auto-cisterne. Izuzetno dobro sredstvo za brtvljenje ovakvih pukotina je pneumatski jastuk za podizanje tereta. U kombinaciji sa trakama za osiguranje tereta sa zatezačima, ili radnom užadi moguće je zabrtviti pukotinu na gotovo svim pozicijama auto-cisterne, što je i dokazano u praksi na vježbama (Slika 11.). Jasno da će zahtjevnija pozicija zahtijevati i više vremena za postavljanje jastuka. Problem koji bi se mogao pojaviti prilikom akcidenta je upravo pozicija pukotine u odnosu na položaj auto-cisterne.

Vjerojatno najlošija varijanta je kada prevrnuta auto-cisterna leži na pukotini. Međutim, u kombinaciji sa podizanjem auto - cisterne i u ovoj situaciji je brtvljenje pneumatskim jastukom moguće.



Slika 11. Postavljanje pneumatskog jastuka u svrhu brtvljenja pukotine [8]

Prilikom postavljanja pneumatskog jastuka potrebno je voditi računa o nekoliko detalja. Postavljanje jastuka biti će otežano zbog pritiska pod kojim plin istječe. Nadalje, ekspanzija plina uvjetovat će hlađenje plina koje može uzrokovat oštećenje i pucanje jastuka. Jastuk nikako ne bi trebalo postavljati direktno na pukotinu. Ispod jastuka treba postaviti gumenu podlogu cca 5 cm debljine i minimalne površine identične jastuku (Slika 12.). Gumena podloga ima i svoju drugu namjenu. Prilikom nastanka pukotine moguća je u pojava oštih bridova koji mogu izazvati oštećenje i pucanje jastuka. Postavljanjem gumene podloge ova je opasnost otklonjena.



Slika 12. Pukotina zabrtvljena pneumatskima jastukom [8]

Treba napomenuti da jastuci na principu vakuuma, tzv. Vacuum pack, koji se koriste za kontrolirano istjecanje tekućina iz oštećenih spremnika ovdje neće biti od nikakve koristi. Naime, pritisak pod kojim plin istječe iz plinske auto-cisterne neće dozvoliti stvaranje vakuuma potrebnog za prijanjanje ovakvog jastuka na plašt auto-cisterne. [8]

## 6.5. Sprječavanje istjecanja plina vodom

Ovisno o mjestu nastanka pukotine i visini nivoa tekuće faze propan-butana u plinskoj auto-cisterni moguće je pukotinu zabrtviti vodom. Za ovu metodu brtvljenja potrebno je dobro poznavati unutarnji dio konstrukcije plinske auto-cisterne. Ovaj zahtjev podrazumijeva dobro poznavanje valobrana te priključaka plinske i tekuće faze. Metodu je najjednostavnije objasniti na auto-cisterni u normalnom-voznom položaju. Na priključak za tekuću fazu postavlja se adapter sa STORZ spojem Ø75 (Slika 13.). Vatrogasnom tlačnom cijevi iz vatrogasne auto-cisterne tlači se voda u plinsku auto-cisternu (Slika 14.). S obzirom da je voda teža od propan-butana, podizati će tekuću fazu plina. Voda se ubacuje dok na pukotini umjesto plina ne počne istjecati voda. U ovome trenutku postoji mogućnost zamrzavanja vode uslijed ekspanzije plina, što ide na korist interventnoj ekipi jer tada pukotina ostaje zabrtvljena. Ukoliko se ne dogodi smrzavanje vode potrebno je voditi računa o kontinuitetu dobave vode na mjesto događaja. Kontinuitet u dobavi vode biti će lakše ostvariti u naseljenom mjestu ili u blizini otvorenog nalazišta vode dok će izvan naseljenog mjesta zahtijevati angažman većeg broja vatrogasnih auto-cisterni.

Osim zbog održavanja pukotine "zabrtvljenom", kontinuitet u dobavi vode potreban je i zbog mogućnosti smrzavanja vode unutar priključka kroz koji se ubacuje pa će daljnje ubacivanje vode biti onemogućeno. Poznavanje načina očitavanja visine nivoa tekuće faze u auto-cisterni ukazati će zapovjedniku intervencije da li je ova metoda moguća, a zbog nemogućnosti stlačivanja tekuće faze plina.



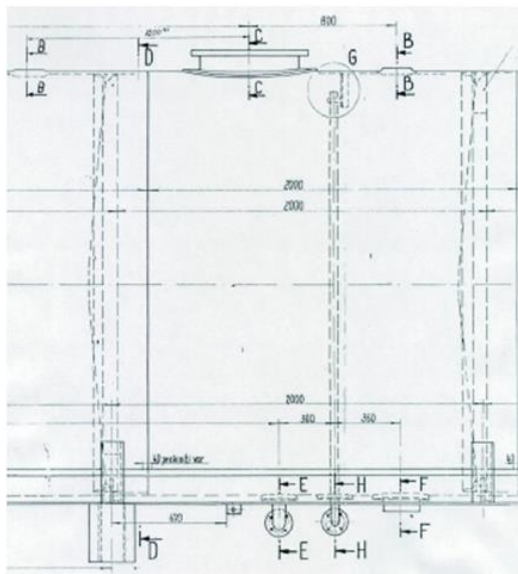
Slika 13. Priklučki na plinskoj autocisterni [8]



Slika 14. Spajanje tlačne vatrogasne cijevi pomoću adaptera na tekuću fazu [8]

Na slici 13. i 15. prikazani su priključci tekuće i plinske faze te shematski prikaz istih. Kako se može uočiti postoje dva priključka za tekuću fazu na različitim nivoima. Razlog za ovakvo postavljanje priključaka je mogućnost zaleđivanja jednog od priključaka za tekuću fazu. Treba napomenuti da auto-cisterne novijeg datuma proizvodnje imaju samo jedan priključak za tekuću fazu i priključak za plinsku fazu. U pravilu, svaki priključak bi na sebi trebao imati oznaku za koju fazu je predviđen, plinsku ili tekuću. Međutim, čak i ako to nije slučaj moguće je na temelju promjera priključka odrediti koji

priključak pripada određenoj fazi. Priključak većeg promjera pripada tekućoj fazi, a priključak manjeg promjera plinskoj fazi.



Presjek:

- E-E: priključak tekuće faze;
- H-H: priključak plinske faze;
- B-B: sigurnosni ventili;

Slika 15. Shematski pregled priključaka tekuće i plinske faze [8]

Uza sve navedeno, ne treba zaboraviti i protu lomne ventile (Excess flow), a koji mogu predstavljati problem prilikom ubacivanja vode u plinsku, auto-cisternu. Otvaranje ventila treba izvoditi polagano da se izbjegne aktivacija protu lomnog ventila. Međutim, čak i ako se aktivira protulomni ventil, nakon podizanja pritiska vode na ulazu u plinsku auto-cisternu protulomni ventil će se ponovno otvoriti. [8]

## 6.6. Intervencija sa požarom

Iako interventno osoblje u ovom slučaju prvenstveno fokusira svoje napore na gašenje požara izazvanog kvarom na instalaciji plinske auto-cisterne ili prometne nezgode, neizostavan dio intervencije uključuje i radove koji se obavljaju u situacijama bez požara. Posebno je važno poznavati karakteristike eksplozija spremnika s ukapljenim plinom, poznatih kao BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). BLEVE nastaje prilikom naglog ispuštanja plina iz spremnika uslijed pucanja njegovog plašta, što rezultira stvaranjem velike vatrene kugle. BLEVE može nastati odmah ili nekoliko minuta nakon pucanja plašta, pri čemu teže opekotine mogu nastati i na udaljenosti od nekoliko stotina metara, a dijelovi plinske auto-cisterne mogu biti odbačeni na slične udaljenosti.

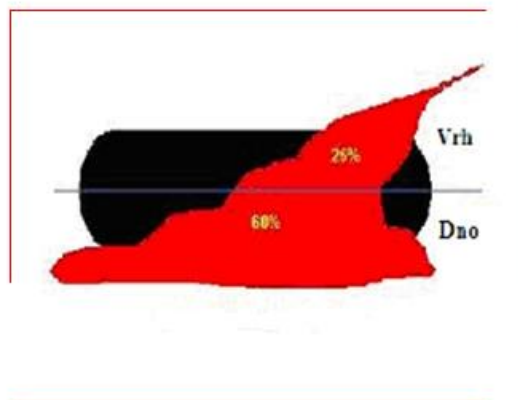
Kod požara na kompoziciji za prijevoz mješavine propan-butan postoje dvije glavne situacije:

- požar na vozilu (električna instalacija, motor vozila)
- požar plina koji istječe iz auto-cisterne

Obje situacije su izrazito opasne zbog mogućnosti eksplozije smjese propan-butana. Po jednadžbi idealnog stanja plina, povećanjem temperature plina povećava se i njegov pritisak. Širenje tekuće faze uslijed povećanja temperature može ugroziti integritet plašta spremnika s plinom.

Kod požara plina koji istječe iz auto-cisterne mogu postojati različite varijante koje će utjecati na tijek intervencije. Mjesto nastanka kvara ili pukotine u odnosu na plašt auto-cisterne odredit će način na koji će se teret zagrijavati. Najopasnija situacija nastaje kada je pukotina pri dnu plašta auto-cisterne, jer vatrena baklja brzo zagrijava plašt i plin unutar auto-cisterne, što zahtijeva hitno gašenje požara (Slika 16.).

Kako bi se uspješno nosili s ovakvim situacijama, interventno osoblje mora biti dobro pripremljeno i upoznato s karakteristikama BLEVE eksplozija, kao i s različitim scenarijima koji mogu nastati prilikom požara na vozilu ili istjecanja plina iz auto-cisterne. Efikasna reakcija i pravilno korištenje opreme za gašenje požara od ključne su važnosti za sprječavanje katastrofalnih posljedica.



Slika 16. Zagrijavanje spremnika od dna prema vrhu [8]

Situaciju kada plin istječe pri vrhu spremnika auto-cisterne, a vatrena baklja ne zagrijava ili neznatno zagrijava plašt spremnika moguće je tretirati na dva načina:

- Gašenje baklje i brtvljenje pukotine. Ovdje moraju u pripremi biti dvije ekipe, jedna koja će raditi na gašenju požara i druga koja će obaviti brtvljenje pukotine po obavljenom gašenju. Intervencija će otpočeti sa hlađenjem plašta auto-cisterne (Slika 17.), koje će se provoditi do samoga završetka intervencije. U ovu svrhu koristiti će se raspršeni mlazovi vode. U trenutku kad je obavljena priprema za brtvljenje pukotine, sa punim mlazom vode odsijeca se vatrena baklja, gasi se, te se pristupa brtvljenju pukotine. Daljnje radnje biti će vezane uz pretakanje plinske auto-cisterne ili njezino odvoženje do rafinerije uz vatrogasno osiguranje.



Slika 17. Hlađenje plinske auto-cisterne [8]

- Kontrolirano sagorijevanje plina. Ovisno o procjeni na samom mjestu događaja ovakvo sagorijevanje, koje neće znatno zagrijavati plašt auto-cisterne, moguće je iskoristiti za sagorijevanje plina. Ova mogućnost naročito će doći do izražaja kada zbog nepristupačnosti terena neće biti moguć pristup tehnici potrebnoj za obavljanje pretakanja plina odnosno izvlačenje unesrećene auto-cisterne. Osim zbog nemogućnosti pristupa, ova metoda će doći do izražaja i u situaciji kada bi ispušteni plin mogao ugroziti određeno područje ili postoji mogućnost zapaljenja plinskog oblaka.

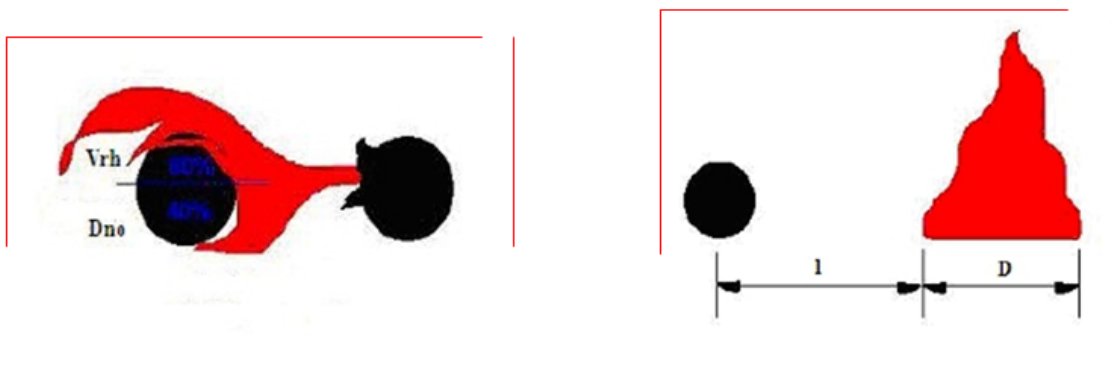
Eventualne sekundarne požare, nastale ovom prilikom treba gasiti odmah.

Također i u ovoj situaciji obavezno je hlađenje plašta auto-cisterne raspršenim mlazovima vode.



Potrebno je ukazati i na mogućnost povlačenja plamena u spremnik auto-cisterne, što se javlja sa nestankom pritiska unutar spremnika. Prema veličini vatrene baklje potrebno je ocijeniti trenutak kada treba pristupiti odsijecanju i gašenju baklje.

Osim opisanih situacija požara na samoj kompoziciji za prijevoz propan-butana, eksplozija plinske auto-cisterne je moguća i na račun zagrijavanja zbog požara nastalog u neposrednoj blizini. Ovaj požar može se odnositi na susjedni spremnik ili bilo koji drugi objekt. (Slika 18.) [8]



Slika 18. Zagrijavanje uslijed vatrene baklje te uslijed požara [8]

## 6.7. Sigurnost interventnog osoblja

Ključni element sigurnosti interventnog osoblja biti će udaljenost od same plinske auto-cisterne. U tom smislu potrebno je voditi računa o zonama djelovanja interventnih ekipa i pridržavati ih se. U prvom redu treba definirati mjesto prikupljanja interventnih ekipa. Ova pozicija ovisiti će o mogućnosti pristupa mjestu nezgode, a ponajviše o smjeru vjetra u odnosu na unesrećene auto-cisternu. Međutim, neovisno o navedenom svakako se treba nalaziti na sigurnoj udaljenosti i prema mogućnosti uz korištenje prirodnih ili umjetnih barijera ( brdo, zgrada, zid...). Na istoj poziciji treba odrediti i mjesto za formiranje stožera za upravljanje događajem kao i mjesto za zbrinjavanje povrijeđenih osoba. Valja napomenuti da ukoliko nema prirodnih odnosno umjetnih barijera ova udaljenost treba iznositi i do tisuću metara.

Zona djelovanja interventnog osoblja odnosi se na neposredan rad na i oko unesrećene auto-cisterne. Prilikom definiranja broja i lokacija potrebnih mlazova treba

voditi računa o maksimalnom iskorištenju dometa pojedinog mlaza te također o korištenju prirodnih odnosno umjetnih barijera za zaštitu vatrogasnih grupa na mlazevima. Kao alternativu izlaganju interventnog osoblja tamo gdje je to moguće svakako treba koristiti prijenosne monitore za hlađenje plašta spremnika. Ne treba isključiti niti mogućnost upotrebe fleksibilnih mlaznica na košari auto-ljestve, a sve u svrhu svođenja rizika po interventno osoblje na što je moguće manji nivo. Pomalo zaboravljena i zapostavljena "lepeza"-štit mlaznica ovdje će biti važan dio opreme. Osim usmjeravanja oblaka plina u željenom smjeru, pružiti će izuzetno dobru zaštitu od topline interventnom osoblju. Ukoliko se ovakvu mlaznicu postavi i učvrsti na vrh plinske auto-cisterne, dobiva se improvizirani sprinkler sustav za hlađenje plašta.

Zaštitna oprema interventnog osoblja na ovakvoj intervenciji ne bi trebala biti diskutabilna. Intervencijsko odijelo EN 469 uz pokrivene sve dijelove tijela te obvezatnu upotrebu izolacijskog aparata za zaštitu dišnih organa. Naravno, u situaciji kada je od samog početka poznato koja opasna tvar je predmet akcidenta. Prema već ustaljenim pravilima struke, kada nije poznato o kojoj tvari je riječ koristi se maksimalni stupanj zaštite koji podrazumijeva kemijsko odijelo A stupnja zaštite. [8]

## 7. ZAKLJUČAK

Vatrogasne intervencije koje uključuju opasne tvari predstavljaju jedan od najkompleksnijih segmenata vatrogastva. Srećom, takve nesreće su relativno rijetke, ali je važno posvetiti pažnju osposobljavanju ne samo vatrogasnog osoblja, već i drugih žurnih službi. U slučaju nesreće s opasnim tvarima, hitno se obavještavaju nadležne institucije poput Državne uprave za zaštitu i spašavanje, Zavoda za toksikologiju i Inspektorata zaštite okoliša. Procjena stanja na terenu ključna je u donošenju konačne odluke, uzimajući u obzir mnoge faktore koji variraju od situacije do situacije. Redovito uvježbavanje taktike i rada s opremom pomaže vatrogascima da poboljšaju brzinu i preciznost u spašavanju. U posljednjih desetak godina postignut je značajan napredak u poznavanju svojstava opasnih tvari, što je ključno za sigurnost vatrogasaca. Današnji vatrogasci koriste suvremenu zaštitnu opremu i spremni su reagirati na različite vrste intervencija. Međutim, nije svaka vatrogasna postrojba opremljena jednako, što može biti izazov, pogotovo u manjim sredinama gdje nedostaje osposobljenih ljudi i adekvatne opreme. Stoga je važno ulagati u obuku i opremanje vatrogasnih postrojbi diljem svih sredina kako bi se osigurala brza i učinkovita reakcija na nesreće, uključujući i one s opasnim tvarima. Sigurnost vatrogasaca i ostalog osoblja uvijek treba biti prioritet u svim situacijama. Kod zaprimanja dojave o nesreći, važno je prikupiti što je moguće više relevantnih informacija, a identifikacija opasne tvari je ključna. Vatrogasna postrojba treba imati kvalitetnu bazu podataka o opasnim tvarima te zbirku stručne literature vezane uz tu problematiku. Prijenosno računalo s bazom podataka trebalo bi biti dostupno i u zapovjednom vozilu. To omogućava stožeru za upravljanje događajem da ima potrebne podatke na licu mjesta i olakšava vođenje redoslijeda događanja. Suradnja s stručnjacima iz područja opasnih tvari je neizostavna, posebno u situacijama koje zahtijevaju pretakanje ili manipulaciju s opasnim tvarima. Ova suradnja osigurava siguran i učinkovit pristup u rješavanju situacija s opasnim tvarima.

## 8. LITERATURA

- [1] Knežević, D. (2004). Intervencije u nesrećama pri prijevozu opasnih tvari, Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica
- [2] Popović, Ž. i sur. (2006). Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica.
- [3] Zakon o vatrogastvu (NN 155/23)
- [4] Bartolec D. (2017). Taktički nastupi pri akcidentima s opasnim tvarima, Zagreb, DVD Bukovac
- [5] Klasifikacija opasnih tvari, <https://dokumen.tips/documents/2-dio-klasifikacija.html?page=1>, pristupljeno: 07.06.2024.
- [6] Označavanje opasnih tvari, <https://www.ccaa.hr/file/46f44d1569ad4b6bd1e6d8070f87dbe347>, pristupljeno: 07.06.2024.
- [7] NFPA dijamant opasnosti, [https://www.periodni.com/hr/nfpa\\_704\\_dijamant.html](https://www.periodni.com/hr/nfpa_704_dijamant.html), pristupljeno: 07.06.2024.
- [8] Plan i program izvođenja teorijske i praktične nastave, vježbi i provjere stečenog znanja radnika vatrogasne postrojbe i plan dodatnog specijalističkog osposobljavanja i usavršavanja vatrogasaca HAC-a
- [9] Radunić, Z. (2018). Sprave za zaštitu dišnih organa, Vatrogasna škola Split
- [10] Vatrogasna postaja Pelješac, HAC d.o.o.
- [11] Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- [12] Zakon o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07)
- [13] Zakon o zaštiti od požara (NN 114/22)
- [14] Općenito o opasnim tvarima, [https://www.vatrogasniportal.com/articles.php?article\\_id=70](https://www.vatrogasniportal.com/articles.php?article_id=70), pristupljeno:07.06.2024.
- [15] Pravilnik o načinu prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu (NN 53/06)
- [16] Š. Mulić, Ž. Benković, Sigurnost i zaštita zdravlja pri prijevozu opasnih tvari (2009).

## 9. PRILOZI

### 9.1. POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz listica opasnosti .....	9
Slika 2. NFPA dijamant opasnosti .....	10
Slika 3. Ploča s Kemlerovim i UN-brojem tvari .....	11
Slika 4. Osnovna taktička jedinica za intervencije s opasnim tvarima .....	13
Slika 5. Prikaz zona opasnosti .....	17
Slika 6. Izolacijski aparat sa stlačenim zrakom .....	24
Slika 7. Plinonepropusno odijelo .....	25
Slika 8. Dräger X-am® 2500 detektor .....	26
Slika 9. AutoMESS 6150AD detektor zračenja .....	27
Slika 10. Prikaz pumpe za pretakanje lakozapaljivih tekućina .....	27
Slika 11. Postavljanje pneumatskog jastuka u svrhu brtvljenja pukotine .....	33
Slika 12. Pukotina zabrtvljena pneumatskima jastukom .....	33
Slika 13. Priključci na plinskoj autocisterni .....	35
Slika 14. Spajanje tlačne vatrogasne cijevi pomoću adaptera na tekuću fazu .....	35
Slika 15. Shematski pregled priključaka tekuće i plinske faze .....	36
Slika 16. Zagrijavanje spremnika od dna prema vrhu .....	37
Slika 17. Hlađenje plinske auto-cisterne .....	38
Slika 18. Zagrijavanje uslijed vatrene baklje te uslijed požara .....	39