

# SIGURAN PRIJEVOZ I SKLADIŠTENJE BROMOVOG (III) - FLUORIDA (BrF<sub>3</sub>)

---

**Kujundžija, Nikola**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2023**

*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:128:255780>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-06**



**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 sigurnosti i zaštite

Nikola Kujundžija

**Siguran prijevoz i skladištenje  
bromovog(III) – fluorida ( $\text{BrF}_3$ )**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2023.

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

Nikola Kujundžija

**Safe transport and storage of bromine(III) -  
fluoride (BrF<sub>3</sub>)**

FINAL PAPER

Karlovac, 2023

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni diplomski studij sigurnosti i zaštite

Nikola Kujundžija

**Siguran prijevoz i skladištenje  
bromovog(III) – fluorida ( $\text{BrF}_3$ )**

Diplomski rad

Mentor: dr.sc.Jasna Halambek, v.pred.

Karlovac, 2023.

## **PREDGOVOR**

Prvenstveno bih se htio zahvaliti profesorici Jasni Halambek na prihvaćanju mentorstva, također i na savjetima, smjernicama koji su mi pomogli prilikom izrade rada. Također bih se zahvalio svim profesorima stručnog studija Sigurnosti i zaštite

Zahvaljujem se svima koja su mi bila velika podrška tijekom cijelog mog studiranja.

## SAŽETAK

Siguran prijevoz opasnih tvari je vrlo bitan u današnje vrijeme. Kako s aspekta sigurnosti za stanovništvo, tako i zbog zaštite samoga ekološkoga sustava. U ovom radu će biti prikazan prijevoz bromovog(III)–fluorida, te sva problematika koja prati prijevoz jedne takve tvari. Opisati će se fizikalno kemijska svojstva bromovog(III)–fluorida, te njegov prijevoz, oprema vozila, ambalaža, te skladištenje opasnih tvari. Navesti će se klase opasnih tvari, te podjela tvari klase 5 prema ADR. Opisati će se načini obilježavanja vozila, sva potrebna dokumentacija, te mjere zaštite.

Bit će navedena uloga sigurnosnog savjetnika kod prijevoza opasnih tvari. Opisati će se uvjeti za prijevoz bromovog(III)–fluorida, kroz tunele. Biti će prikazano djelovanje bromovog(III)–fluorid-a na okoliš i postupci zbrinjavanja opasnog otpada.

**Ključne riječi:** bromov(III) – fluorid ( $\text{BrF}_3$ ), ADR, prijevoz opasnih tvari.

## SUMMARY

Safe transportation of dangerous goods is a certain imperative nowadays. Both from the aspect of the safety of the population, as well as for the protection of the ecological system itself. In this paper, the transport of bromine(III)-fluoride will be presented, as well as all the issues that accompany the transport of such a substance.

The physical and chemical properties of bromine(III)-fluoride will be described, as well as its transport, vehicle equipment, packaging and storage of dangerous substances. The class of hazardous substances will be indicated, as well as the division of substances of class 5 according to ADR. Ways to mark vehicles, all necessary documentation, and protection measures will be described.

The role of the safety advisor in the transportation of dangerous goods will be specified. The conditions for the transport of bromine(III)-fluoride through tunnels will be described. The effect of bromine(III)-fluoride on the environment and hazardous waste disposal procedures will be presented.

**Key words:** Bromine(III) - fluoride ( $\text{BrF}_3$ ), ADR, transportation of dangerous substances.

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. ZAKONSKA REGULATIVA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI .....	2
2.1. ZAKON O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI.....	3
2.2. EUROPSKI SPORAZUM O MEĐUNARODNOM CESTOVNOM PRIJEVOZU OPASNIH TVARI (ADR) .....	4
3. KLASSE OPASNIH TVARI .....	5
3.1. KLASA 5 – BROMOV(III)-FLUORID .....	7
4. BROMOV(III) – FLUORID .....	9
4.1. FIZIKALNO KEMIJSKA SVOJSTVA BROMOV(III) – FLUORID-A.....	9
4.2. DIJAMANT OPASNOSTI BROMOV(III) – FLUORID-A .....	11
4.3. PRIJEVOZ BROMOV(III) – FLUORID-A .....	12
4.4. PRIJEVOZ BROMOV(III) – FLUORID-A KROZ TUNELE.....	14
4.5. UPUTE U SLUČAJU NESREĆE S BROMOV(III) – FLUORID-OM.....	15
5. DOKUMENTACIJA ZA OPASNU TVAR .....	16
5.1. ISPRAVA O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI.....	17
6. OZNAČAVANJE VOZILA ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI .....	19
5.2. PLOČE OPASNOSTI.....	19
5.3. LISTICE OPASNOSTI.....	20
6. VOZILA I OZNAKE NA VOZILU ZA PRIJEVOZ OPASNE TVARI.....	21
6.1. VOZILA ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI .....	21
6.1.1. CISTERNE.....	22
6.2. OZNAKE NA VOZILU ZA PRIJEVOZ OPASNE TVARI.....	23
7. SKLADIŠTENJE .....	25
8. AMBALAŽA OPASNIH TVARI I OZNAČAVANJE PAKETA .....	26
8.1. AMBALAŽA.....	26
8.2. OZNAČAVANJE PAKETA .....	27
8.3. PAKIRNE SKUPINE .....	28
9. DOKUMENTACIJA ZA VOZILO I VOZAČA .....	29
9.1. POTREBNA DOKUMENTACIJA ZA VOZAČA .....	29
9.2. POTREBNA DOKUMENTACIJA ZA VOZILO .....	31

10. DODATNA OPREMA ZA VOZAČA I VOZILO .....	31
11. SIGURNOSNI PLAN .....	32
11.1. UVJETI ZA SIGURNOSNOG SAVJETNIKA I NJEGOVI ZADACI.....	35
12. VATROGASNO DJELOVANJE .....	36
12.1. TAKTIČKA DJELOVANJA .....	38
12.2. TAKTIČKE JEDINICE .....	38
12.3. DJELATNICI.....	40
13. ZAKLJUČAK .....	41
14. LITERATURA.....	42
15. POPIS SLIKA .....	44
16. POPIS TABLICE .....	44



## 1. UVOD

Opasnim tvarima smatraju se tvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazvati zagađivanje okoliša ili nanijeti materijalnu štetu, koje imaju opasna svojstva za ljudsko zdravlje i okoliš, koja su definirane zakonima, drugim propisima, te međunarodnim ugovorima, koje na temelju njihove prirode ili svojstava i stanja, a u vezi s prijevozom mogu biti opasne za javnu sigurnost ili red ili koje imaju dokazane toksične, nagrizajuće, nadražujuće, zapaljive, eksplozivne ili radioaktivne učinke, odnosno, opasnim tvarima smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasne robe i otpadi ako imaju svojstva opasnih tvari.

Mnogo puta morali smo se suočiti s činjenicom da su vrlo otrovne tvari dospjele u okoliš tijekom transporta zbog oštećenih kamiona ili probušenih spremnika. Bilo da su eksplozivne tvari, zapaljive tvari, korozivne tekućine ili razne vrste plinova, prijevoz opasnih tvari je uvijek rizičan. Stroga kontrola cijelog opskrbnog lanca je bitna u slučaju ove vrste prijevoza robe jer inače i najmanja nepažnja ili kasno uočena pogreška može rezultirati katastrofom.

Predmetno područje ovoga specijalističkog rada je prijevoz opasnih tvari, točnije prijevoz bromovog(III) – fluorida, odnosno mjere zaštite pri prijevozu bromovog(III) – fluorida. U ovom radu će biti opisan prvenstveno prijevoz bromovog(III) – fluorida uz naglasak na fizikalno - kemijske karakteristike ovog spoja, te problematiku samoga transporta. Mnoštvo štetnih i opasnih organskih i anorganskih tvari svakodnevno se proizvodi i upotrebljava u industriji i različitim djelatnostima.

Te tvari se koriste za proizvodnju lijekova, agrotehničkih zaštitnih sredstava, umjetnih gnojiva, boja, lakova, polimera, deterdženata, umjetnih vlakana, pogonskih i raketnih goriva, u prehrambenoj industriji, elektroindustriji, metalurgiji, kozmetičkoj industriji, rudarstvu, istraživačkim laboratorijima, medicini i mnogim drugim područjima ljudske djelatnosti. Brojne nezgode i nesreće pri radu s kemijskim tvarima, a posebice pri prijevozu opasnih tvari, ukazuju na nedovoljno ili gotovo nikakvo znanje o njihovim opasnim značajkama. Prijevoz opasnih tvari u organizacijskom i tehnološkom smislu predstavlja stalnu opasnost za sve koji dolaze u posredan ili neposredan kontakt s opasnim tvarima.

## **2. ZAKONSKA REGULATIVA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI**

Godine 1788. u Velikoj Britaniji određeni su posebni uvjeti za prijevoz eksploziva brodovima. Zatim 1831. u Njemačkoj. Povod za izdavanje navedenih propisa bile su nesreće koje su se događale prilikom istovara. RID (Prijevoz opasnih tvari željeznicom) koji je donesen 1890. godine je prvi propis koji je regulirao prijevoz opasnih tvari željeznicom, zatim se pokazalo da i prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu treba zakonski regulirati.

Nakon Drugog svjetskog rata, prema već donesenom sporazumu prijevoz opasnih tvari željeznicom, počeo se pripremati Međunarodni sporazum o prijevozu opasnih tvari. Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari - ADR je donesen 1957., a detaljna pravila, prilozi A i B bili su objavljeni 12 godina poslije, tek 1969. godine kada je sam sporazum stupio na snagu [1].

Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu u RH reguliraju sljedeći zakoni i pravilnici :

- Zakon o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07);
- Pravilnik o načinu prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu (NN 53/06);
- Pravilnik o stručnom osposobljavanju vozača vozila za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu (NN 96/13);
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 64/15);
- Pravilnik o načinu provedbe i sadržaju ispita, te izgledu i roku valjanosti Uvjerenja o stručnoj osposobljenosti sigurnosnog savjetnika. (NN135/08);
- Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR).

## 2.1. ZAKON O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI

U Republici Hrvatskoj se prijevoz opasnih tvari uređuje Zakonom o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07), gdje se određuju uvjeti pod kojima se prevoze opasne tvari u svim granama prometa te način poduzimanja određenih mjera koje su vezane za prijevoz (utovar, istovar, manipulacije). Zbog količine opasnih tvari, različitosti njihovih svojstava, mogućih štetnih djelovanja i postojanje velikog broja pravila kojima se uređuje ta materija. Zakonom o prijevozu opasnih tvari nije bilo moguće obuhvatiti sve uvjete za prijevoz i mjere koje treba poduzimati tijekom prijevoza. Zato se za međunarodni promet osim Zakonom predviđa i primjena različitih međunarodnih konvencija. [2]

Zakonom je implementiran Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu –ADR (slika 1) kao i pripadajući Prilozi A i B u zakonodavstvo Republike Hrvatske. Zakonom o prijevozu opasnih tvari propisuju se uvjeti za prijevoz opasnih tvari u pojedinim vrstama prometa , dužnost osoba koje sudjeluju pri prijevozu , uvjeti za ambalažu i vozila, uvjet imenovanja sigurnosnih savjetnika te njihovih prava i dužnosti, nadležnost i uvjeti za provođenje osposobljavanje osoba koje sudjeluju pri prijevozu, nadležnost državnih tijela u vezi s tim prijevozom te nadzor nad obavljanjem prijevoza [3].



Slika 1: ADR [4].

## **2.2. EUROPSKI SPORAZUM O MEĐUNARODNOM CESTOVNOM PRIJEVOZU OPASNIH TVARI (ADR)**

Sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) sastavljen je u Ženevi 30. rujna 1957. godine pod okriljem Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu te je stupio na snagu 29. siječnja 1968. godine. Prilozi A i B kao sastavni dio Sporazuma naknadno su usvojeni i pripojeni Sporazumu 1969. godine.

U skladu s člankom 2 sporazuma, opasne tvari čiji prijevoz isključuje prilog A ne smiju biti prevožene u međunarodnom prometu dok je prijevoz ostalih opasnih tvari dopušten u skladu s:

- uvjetima propisanim u prilogu A za pakiranje i označavanje opasnih tvari; i
- uvjetima propisanim u prilogu B za konstrukciju, izradu, opremanje i radnje s vozilima koje prevoze određene opasne tvari.

Prilozi A i B bitni su sastavni dijelovi Sporazuma koji se izmjenjuju i dopunjuju svake druge (neparne) godine te upravo te izmjene i dopune utječu na nacionalne propise i ponašanje s opasnim tvarima te ih je potrebno neprekidno pratiti i usvajati [5].

Opasne tvari predstavljaju zapaljive, eksplozivne ili tvari štetne za zdravlje. Prijevoz opasnih tvari reguliran je ADR direktivom – Europski sporazum o opasnim tvarima, postupkom njihovog prijevoza i vrsti prijevoznog sredstva.

ADR klasificira opasne tvari u 9 razreda i svaki od njih zahtijeva posebne uvjete prijevoza. Prijevoz različitih plinova, tekućina, zapaljivih i otrovnih tvari zahtijeva različite spremnike i u svim slučajevima osnovno pravilo je da oni ne smiju doći u okoliš. Tijekom prijevoza opasnih tvari obvezno je obratiti pažnju na stanje okoliša kroz koji se vrši prijevoz. Prekomjerna svjetlost, toplina, vlaga ili oscilacije prijevoznog sredstva mogu uzrokovati probleme za osjetljive tvari. U slučaju plinova bitan je nadzor tlaka ventila, a to je važno kako bi se spriječilo curenje tekućine. Stoga je bitno trajno nadzirati te parametre kako bi odmah dobili informacije o problemima i omogućiti vozačima da djeluju na vrijeme.

Širenjem pametnih transportnih sustava, informatika može biti integrirana u transportnim zadacima bolje nego ikad i to ima veliku važnost u prijevozu opasnih tvari. Napredna

telematička rješenja mogu bilježiti ne samo položaj i brzinu vozila nego i takav delikatan problem koji osoba često prekasno primjeti. Nažalost, ponekad vozači samo primjete istjecanje na sljedećoj stanici kad je već prekasno. Dok nepažnja tijekom prijevoza drugih vrsta tereta može uzrokovati samo materijalnu štetu za kupca i dobavljača, neodgovarajuće rukovanje opasnim tvarima može rezultirati ozbiljnim ekološkim katastrofama. Prijevoz takvih tereta zahtjeva mnogo veću odgovornost, stoga ne čudi da su vozači dužni pohađati redovne tečajeve.

### 3. KLASE OPASNIH TVARI

Podjela opasnih tvari definirana je ADR-om (Europskim sporazumom o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari), odnosno Zakonom o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07) razvrstane su u 9 osnovnih klasa:

**Klasa 1** - eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivnim tvarima krute su i tekuće kemijske tvari koje imaju svojstvo da, pod pogodnim vanjskim djelovanjem (udar, trenje ili toplina), eksplozivnim kemijskim razlaganjem oslobađaju plinove i energiju u obliku topline.

**Klasa 2** - plinovi su tvari koje na 500°C imaju tlak para veći od 300 kPa (3 bara) ili su na 200°C i normalnom tlaku, 101,3 kPa potpuno u plinovitom agregatnom stanju.

**Klasa 3** - zapaljive tekućine su tekućine ili smjese tekućina koje su na temperaturi do 20°C u tekućem stanju, temperaturi od 50°C imaju tlak pare niže od 300 kPa (3 bara), a plamište niže od 60°C.

**Klasa 4.1** - zapaljive krute tvari jesu krute tvari koje se, kada su u suhom stanju, mogu lako zapaliti u dodiru s plamenom ili iskrom (sumpor, celuloid, nitroceluloza, crveni fosfor i dr.), ali nisu sklone samozapaljenju.

**Klasa 4.2** - samozapaljive tvari krute su tvari koje se pale u dodiru s zrakom ili vodom bez posredovanja drugih tvari (bijeli i žuti fosfor, cinkovi alkili, otpaci, nitro celulozni flmovi, sirovi pamuk, rabljene krpe i dr.).

**Klasa 4.3** - tvari koje stvaraju zapaljive plinove u dodiru s vodom su tvari koje u dodiru s vodom razvijaju plinove koje se pale u dodiru s plamenom i iskrom (natrij, kalij, kalcij, kalcijev karbid, alkalni silicidi i dr.).

**Klasa 5.1** - oksidirajuće tvari su tvari koje se u dodiru s drugim tvarima razlažu i pritom mogu uzrokovati vatru (kloriti, perklorati, vodena otopina vodikova peroksida, peroksid alkalnih metala i njihove smjese i dr.).

**Klasa 5.2**- organski peroksidi organske su tvari s višim stupnjem oksidacije koje mogu izazvati štetne posljedice za zdravlje ili život ljudi ili oštećenje materijalnih dobara, a manje su osjetljive na eksploziju od dinitrobenzena u dodiru s plamenom ili na udar, odnosno trenje.

**Klasa 6.1** - otrovi su tvari sintetičkog, biološkog ili prirodnog porijekla i preparati proizvedeni od tih tvari, koji uneseni u organizam ili u dodiru s organizmom mogu ugroziti život ili zdravlje ljudi ili štetno djelovati na životnu okolinu.

**Klasa 6.2** - infektivne tvari su tvari koje šire neugodni miris ili sadrže mikroorganizme ili njihove toksine za koje se zna da mogu izazvati zarazne bolesti u ljudi i životinja (svježa nesoljena ili usoljena koža, otpaci, iznutrice, žlijezde, fekalije i dr.).

**Klasa 7** - radioaktivne tvari su tvari čija specifična aktivnost premašuje 74·bekerela (0,002 mikrokirija) po gramu.

**Klasa 8** - sirovine (nagrizajuće) tvari su tvari koje u dodiru s drugim tvarima i živim organizmima izazivaju njihovo oštećenje ili uništenje (sulfatna kiselina, nitratna kiselina, brom, mravlja kiselina, natrijev hidroksid i dr.),

**Klasa 9** - ostale opasne tvari i predmeti tvari su koje za vrijeme prijevoza predstavljaju opasnost za sudionike prometa, pučanstvo i okoliš, a ne mogu se svrstati u klase od 1 do 8 (azbest, suhi led, magnetni materijali i sl.).[6]

### 3.1. KLASA 5 – BROMOV(III)-FLUORID

Tvari klase 5 djelimo na:

- klasa 5.1 Oksidirajuće tvari
- klasa 5.2 Organski peroksidi

Klasa 5.1- oksidirajuće tvari su tvari koje se u dodiru s drugim tvarima razlažu i pritom mogu uzrokovati zapaljenja. Ovoj skupini pripadaju tvari koje se razlažu u dodiru s drugim tvarima i pri tome lako otpuštaju kisik, te mogu izazvati požar (kloriti, perklorati, vodena otopina vodikova peroksida, peroksid alkalnih metala, te sami bromov(III) – fluorid.

Klasa 5.2- u organske peroksidge ubrajamo tvari s višim stupnjem oksidacije, koje mogu imati štetne posljedice za zdravlje ljudi ili uništiti materijalna dobra, ali su manje osjetljive na eksploziju. Ove tvari premda su osjetljive na plamen, temperaturu i trenje, ne ubrajamo u eksplozivne tvari. [7]



Slika 2

Slika 2: Listice opasnosti klase 5 [8]

<https://www.zirs.hr/znakovi-sigurnosti.aspx?category=47>

Slika 2. prikazuje listice opasnosti klase 5. Listice s oznakom 5.1. se odnose na oksidirajuće tvari, dok se listice s oznakom 5.2. odnose na organske peroksidge.

Klasifikacijska šifra za tvari i predmete klase 5.1. sastoji se od dvo ili tro slovne oznake ili kombinacije slova i brojeva:

- oksidirajuće tvari bez dopunske opasnosti ili predmetikoje sadrže takve tvari i to:
  - O1 - tekuće
  - O2 - krute
  - O3 - predmeti
  - OF - oksidirajuće krute tvari, zapaljive
  - OS - oksidirajuće krute tvari, samozapaljive
  - OW - oksidirajuće krute tvari, koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove
- OT - oksidirajuće tvari, otrovne i to:
  - OT1 - tekuće
  - OT2 - krute
- OC - oksidirajuće tvari, nagrizajuće i to:
  - OC1 - tekuće
  - OC2 - krute
- OTC - oksidirajuće tvari, otrovne, nagrizajuće (slika 3)[5]



Slika 3: OTC [9].



## 4. BROMOV(III) – FLUORID

### 4.1.FIZIKALNO KEMIJSKA SVOJSTVA BROMOVOG(III) – FLUORIDA

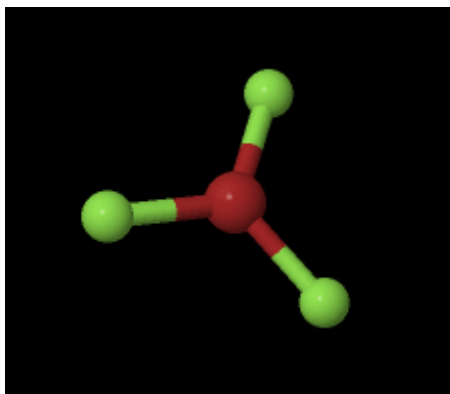
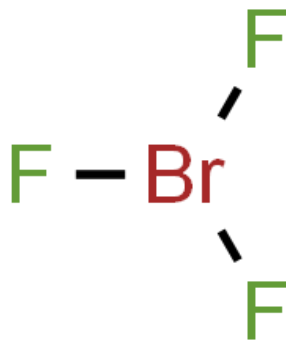
Bromov(III) – fluorid je interhalogeni spoj s formulom  $\text{BrF}_3$ . To je tekućina žućkaste boje oporoga mirisa. Topljiv je u sumpornoj kiselini, ali eksplozivan pri kontaktu sa vodom i organskim spojevima. To je snažan fluorinacijski spoj i ionizirajuće anorgansko otapalo. Koristi se za proizvodnju uranijevog heksafluorida ( $\text{UF}_6$ ) koji služi za obradu i preradu nuklearnog goriva.

Bromov(III) – fluorid je prvi opisao Paul Lebeau 1906. koji je dobio taj spoj (slika 4), reakcijom broma i fluora pri temperaturi od  $20^\circ\text{C}$ :  $\text{Br}_2 + 3 \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{BrF}_3$

Disproporcija bromovog-fluorida također daje bromov(III) – fluorid:  $3 \text{BrF} \rightarrow \text{BrF}_3 + \text{Br}_2$   
Kao i kod  $\text{ClF}_3$  i  $\text{IF}_3$ ,  $\text{BrF}_3$  molekula je T-oblika.

Prema teoriji odbijanja elektronskih parova valentne ljuske (VSEPR), bromovom atomu su dodijeljena dva para elektrona. Udaljenost broma od svakog aksijalnog atoma fluora je  $1.81 \text{ \AA}$ , dok od ekvatorijalnog fluora iznosi  $1.72 \text{ \AA}$ . Kut između aksijalnog fluora i ekvatorijalnog fluora je nešto manji od  $90^\circ$ .

$\text{BrF}_3$  je fluoaracijski agent, ali manje reaktivan od  $\text{ClF}_3$ . [10]



Slika 4: Prikaz molekule bromovog(III) – fluorida [11].

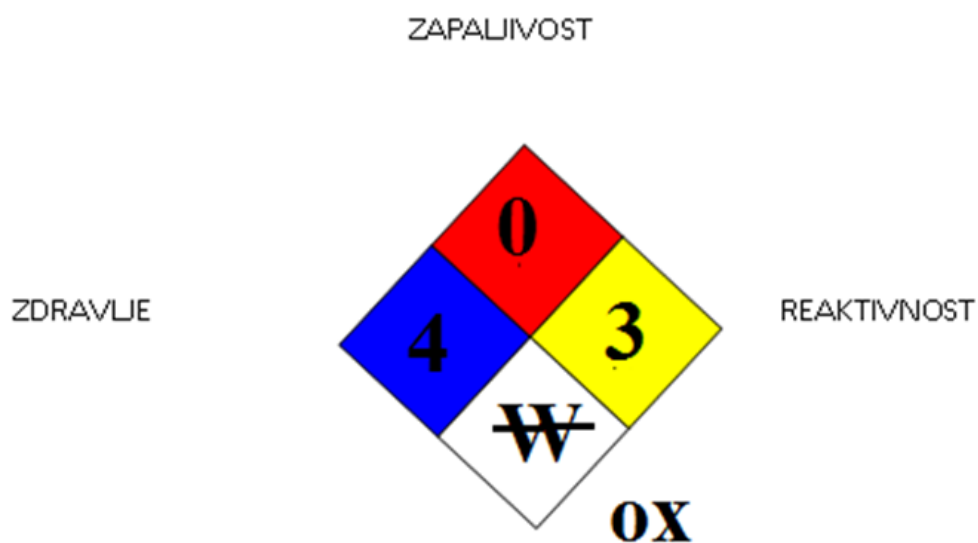
Tablica 1: Fizikalno kemijske karakteristike bromovog(III) – fluorida [12].

<b>Molekularna formula:</b>	<b>BrF<sub>3</sub></b>
<b>Oblik:</b>	<b>tekućina</b>
<b>Boja:</b>	<b>Žuta / siva</b>
<b>Miris:</b>	<b>Opor - neugodan</b>
<b>Gustoća [g/cm<sup>3</sup>; 20°C]:</b> (voda = 1 g/cm <sup>3</sup> ; 20°C)	<b>2,803</b>
<b>Relativna molekularna masa:</b> (zrak = 29)	<b>136.9</b>
<b>Gustoća para (zrak=1):</b>	<b>4,7</b>
<b>Tlak para [mm Hg; 25°C]:</b>	<b>4,86</b>
<b>Talište [°C]:</b>	<b>8.77</b>
<b>Vrelište [°C]:</b>	<b>127</b>
<b>Plamište [°C]:</b>	<b>+60</b>
<b>Kritična temperatura [°C]:</b>	<b>&gt;20</b>
<b>Donja granica eksplozivnosti [vol. %]:</b>	<b>2.2</b>
<b>Gornja granica eksplozivnosti [vol. %]:</b>	<b>nedostupno</b>
<b>Toplinska energija isparavanja [kJ/mol]</b>	<b>47,57</b>

## 4.2. DIJAMANT OPASNOSTI BROMOVOG(III) – FLUORIDA

Značajke tvari koje su poznate ili koje se mogu utvrditi pomoću standardnih postupaka temelj su za određivanje kategorije i stupnja opasnosti. Utvrđenu kategoriju opasnosti (slika 5) označavaju broj od 0 do 4 i boja, s time da broj 0 predstavlja najmanji, a broj 4 najveći stupanj opasnosti:

- plava - opasnost za zdravlje
- crvena - opasnost od zapaljivosti
- žuta - opasnost od reaktivnosti
- slobodan prostor - bijelo polje, može se upotrijebiti za posebne opasnosti – specifična upozorenja, kao što je radioaktivnost, zabrana upotrebe vode i sl.



Slika 5: Dijamant opasnosti za bromov(III) – fluorid [13].

Opasnost za zdravlje: **4** - Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje i pri vrlo kratkom djelovanju mogu izazvati smrt ili trajnu oštećenje organizma, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć. U ovaj stupanj škodljivosti uvrštene su i tvari kojima se može prići samo sa specijalnom zaštitnom opremom.

Opasnost od požara: **0** - Taj stupanj zapaljivosti pripisuje se tvarima koje ne gore kad su na zraku izložene temperaturi od 815 °C tijekom pet minuta.

Opasnost od reaktivnosti: **3** - Taj stupanj reaktivnosti pripisuje se tvarima koje se eksplozivno razgrađuju, ali zahtijevaju jači inicirajući izvor ili se moraju zagrijati u ograničenom prostoru prije iniciranja. Ovamo se ubrajaju tvari osjetljive prema termičkom ili mehaničkom udaru na povišenim temperaturama.

Bijelo polje: **W** - ne smije doći u dodir s vodom i vlagom.

Slobodni prostor – **OX** oksidira

### **4.3. PRIJEVOZ BROMOVOG(III) – FLUORIDA**

Prijevoz bromovog(III) – fluorida kao opasnog otpada (slika 6) može obavljati pravna ili fizička osoba (obrtnik) pod uvjetom da je upisana u Očevidnik prijevoznika otpada te da je registrirana za obavljanje djelatnosti prijevoza, da posjeduje važeći dokument kojim se odobrava prijevoz, da raspolaže vozilom i vozačem koji udovoljavaju uvjetima propisanim propisima kojima se uređuje prijevoz.

Ako se opasni otpad ne može dostaviti na odredište prijevoznik ga je obvezan vratiti osobi od kojeg je primio opasni otpad na prijevoz. Ako povrat otpada nije moguć, prijevoznik je obvezan osigurati obradu otpada o vlastitom trošku, za što može potraživati naknadu od osobe od koje je primio opasni otpad na prijevoz.

Popis vrsta otpada za čiji prijevoz je potrebno raspolaganje vozilom i vozačem osposobljenima za prijevoz opasnih tvari propisuje nadležni ministar pravilnikom iz članka 86. stavka 4. zakona o održivom gospodarenju otpadom (N.N. br. 94/13) [14].



Slika 6: Prijevoz opasnog otpada [15].

Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (N.N. br. 50/05, 39/09) određene su kategorije, vrste i klasifikacija otpada ovisno svojstvima i mjestu nastanka otpada, te se utvrđuje katalog otpada, lista opasnog otpada i popis otpada u prekograničnom prometu. [16]

Bromov(III) – fluorid se može svrstati u kategoriju otpada „Q15“ – Onečišćeni materijali, tvari i proizvodi nastali kao rezultat sanacije tla. Prema svojstvima otpada koja ga čine opasnim, Bromov(III) – fluorid se svrstava u skupine: H2, „oksidirajuće“, H6, „otrovno“, H8, „nagrizajuće“. U skupinu H2, „oksidirajuće“, svrstavamo tvari i pripravke koje pokazuju visoko egzotermne reakcije u kontaktu s drugim tvarima, posebice zapaljivim tvarima. U skupinu H6 „Otrovno“ pripadaju tvari i pripravci (uključujući vrlo otrovne tvari i pripravke) koje, ako ih se udiše ili proguta ili ako prodru u kožu, mogu prouzročiti ozbiljni, akutni ili kronični rizik za zdravlje i čak smrt.

Otpad je otrovan:

- ako sadrži 0,1 % ili više, jedne ili više tvari klasificiranih kao vrlo jaki otrovi ili
- ako sadrži 3 % ili više, jedne ili više tvari klasificiranih kao otrovi prema posebnom propisu o otrovima.

U skupinu H8 „Nagrizajuće“, svrstavamo tvari i pripravke koje u kontaktu mogu uništiti tkivo.

Otpad je nagrizajući:

- ako sadrži 1 % ili više, jedne ili više nagrizajućih tvari klasificiranih oznakom R35 ili
- ako sadrži 5 % ili više, jedne ili više nagrizajućih tvari klasificiranih oznakom R34 prema posebnom propisu o otrovima.

#### **4.4. PRIJEVOZ BROMOVOG(III) – FLUORIDA KROZ TUNELE**

Po restrikciji prolaza kroz tunele vozilima za prijevoz bromovog(III) – fluorida zabranjen je prolaz kroz tunele kategorije B1E. Ograničenja - Prolaz zabranjen kroz tunele kategorije B,C i D kada se prevozi u cisternama te prolaz zabranjen kroz tunele kategorije E.

Kada se primjenjuju ograničenja za prolaz vozilima koja prevoze opasne tvari kroz tunele, nadležno tijelo mora označiti cestovne tunele s jednim od tunelskih kategorija definiranih prema ADR-u.

To mora biti određeno obzirom na posebnosti tunela, procjene rizika uključujući dostupne i prikladne alternativne itinerare i načine obzirom na prometni menadžment. Svaki tunel može biti označen s više od jedne tunelske kategorije, npr. ovisno o satovima u danu ili danu u tjednu.

Kategorija cestovnog tunela dodijeljena od ovlaštenog tijela, u svrhu ograničenja prolaza prijevoznih jedinica s opasnim tvarima, mora biti označena sa cestovnim znakovima i oznakama.

Kategorizacija mora biti temeljena na tri glavne opasnosti koje u tunelu mogu prouzročiti veliki broj žrtava ili ozbiljne posljedice, kao i oštećenja samog tunela od:

- eksplozija;
- stvaranja otrovnih plinova ili isparavanja otrovnih tekućina;
- požara.

Općenito, pet tunelskih kategorija su sljedeće:

- Tunelska kategorija A: Nema ograničenja za prijevoz opasnih tvari;

- Tunelska kategorija B: Ograničenje za opasne tvari koje mogu dovesti do vrlo velike eksplozije;
- Tunelska kategorija C: Ograničenje za opasne tvari koje mogu dovesti do vrlo velike eksplozije, velike eksplozije ili velikog djelovanja otrova
- Tunelska kategorija D: Ograničenje za opasne tvari koje mogu dovesti do vrlo velike eksplozije, velike eksplozije, velikog djelovanja otrova ili velikog požara;
- Tunelska kategorija E: ograničenje za sve opasne tvari osim UN 2919 (radioaktivno), 3291 (medicinski otpad), 3331 (radioaktivno), 3359 (očišćena jedinica) i 3373 (biološke tvari). [17]

#### **4.5. UPUTE U SLUČAJU NESREĆE S BROMOVIM(III) – FLUORIDOM**

Mjere za prvu pomoć:

- savjetovati se s liječnikom, pokazati listu s podacima o opasnoj tvari, udaljiti se od ugroženog područja
- u slučaju udisanja para opasne tvari iznijeti osobu na svjež zrak, ako ne diše dati umjetno disanje te se savjetovati s liječnikom
- u slučaju dodira s kožom skinuti kontaminiranu odjeću i obuću, isprati sa sapunom i velikom količinom vode te žrtvu hitno prebaciti u bolnicu
- u slučaju dodira s očima žrtvu hitno prebaciti u bolnicu te detaljno ispirati oči velikim količinama vode najmanje 15 minuta
- u slučaju gutanja ne pokušavati povratiti, isprati usta vodom i savjetovati se s liječnikom.

Protupožarne mjere:

- za male požare koristiti pjenu, suhe kemikalije ili ugljikov dioksid
- ne koristiti vodu za gašenje jer bromov(III) – fluorid, burno reagira u dodiru s vodom
- ako je potrebno hladiti kontejnere-koristiti raspršujući mlaz vode (vodena magla) sa što veće udaljenosti
- koristiti osobnu vatrogasnu opremu sa aparatima za disanje

Mjere u slučaju izlivanja:

- koristiti osobnu zaštitnu opremu
- izbjegavati udisanje para ili plinova
- osigurati dovoljnu ventilaciju
- ukloniti sve izvore zapaljenja
- evakuirati osoblje na sigurnu udaljenost
- paziti na skupljanje eksplozivnih para na nižim područjima
- zaustaviti daljnje izlivanje ako je sigurno, te spriječiti izlivanje u odvođe i kanalizaciju
- lokalizirati izlivanje, pokupiti sa nezapaljivim upijajućim materijalima (pijesak, zemlja i dr.) te odložiti u kontejnere propisane prema lokalnim i međunarodnim zakonima.

## **5. DOKUMENTACIJA ZA OPASNU TVAR**

Prijevoz opasnih tvari moraju pratiti sljedeći dokumenti:

- Isprava o prijevozu opasnih tvari;
- Pisana uputa o postupanju u slučaju nesreće;
- Certifikat o osposobljenosti vozača (potvrda o osposobljavanju vozača);
- Identifikacijski dokument s fotografijom;
- Certifikat o ispravnosti vozila (vozila tipa EXII, EXIII, FL, AT i MEMU);
- Potvrde o pojedinim pregledima vozila;
- Dodatno osiguranje i odobrenje za prijevoz [3].



## 5.1.ISPRAVA O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI

Prijevoz opasne tvari mora pratiti isprava o prijevozu opasne tvari (slika 7). U njoj su navedeni sljedeći podaci:

- slova UN i UN broj
- tehničko ime tvari (napisano velikim tiskanim slovima prema listi opasnih tvari ADR-a)
- listica opasnosti (prema potrebi dodatne listice opasnosti koje se navode u zagradama)
- pakirna skupina ispred koje mogu pisati slova 'PG'
- tunnelski kod s obzirom na ograničenje (stavlja se u zagradu)
- broj i opis paketa ili IBC kontejnera
- ukupna količina svake opasne tvari (kao volumen, bruto ili neto masa)
- ime i adresa pošiljatelja
- ime i adresa prijevoznika
- ime i adresa primatelja [3].

Mjesto i redoslijed kojim se podaci upisuju u ispravi nije zadano, osim podataka iz prvih pet točaka. Za bromov(III) – fluorid bi to izgledalo: UN 1746, BROMOV(III) – FLUORID, 5.1 (6, 8), I, (B1E)

Ispravu o prijevozu opasne tvari daje pošiljatelj. Ako ima više primatelja, njihova imena i adrese te poslane količine opasne tvari mogu biti navedene u odvojenim ispravama o prijevozu. Isprave moraju biti u vozilu tako da se u svakom trenutku iz njih može utvrditi vrsta i količina opasne tvari.



REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO OBRANE

Nadnevak i sat: \_\_\_\_\_

Broj: \_\_\_\_\_

ISPRAVE O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI MO I OSRH  
(PRIJEVOZNI LIST)

R.br.	Nomenklaturni broj i naziv opasne tvari	Skupina opasnosti	Skupina spojitivosti	Način pakiranja	Broj komada	Ukupna masa (kg)	Samo za klasu 1.	
							Ukupna NMČ E/1k om (kg)	Ukupna NMČE (kg)
1								
2								
3								
4								
5								
UKUPNA KOLIČINA TERETA						0	0	0
POŠILJATELJ	naziv							
	adresa							
	telefon							
PRIMATELJ	naziv							
	adresa							
	telefon							
PRIJEVOZNIK	naziv							
	adresa							
	telefon							
VRSTA PRIJEVOZA		REGISTARSKA OZNAKA VOZILA			TIP VOZILA (EX/II, EX/III ili ostala)			
Osoblje		Ime i prezime			JMBG			
POSADA VOZILA	vozač							
	suvozač							
PRATITELJ TERETA (odgovorna osoba)								
Članovi prijevoznikove posade potvrđuju da su primili navedene opasne tvari na prijevoz te da su primili i proučili pimine upute o posebnim sigurnosnim mjerama potvrđuju svojim potpisom.								
1. _____ Vozač					2. _____ Suvozač			
Da je vozilo opskrbljeno odgovarajućom opremom i uređajima, te obilježeno propisanim oznakama potpisom potvrđuje odgovorna osoba prijevoznika					Da su vozači obaviješteni o svojstvima opasnih tvari koja se prevoze te da je deklarirana količina zaprimljena, potpisom potvrđuje pratitelj tereta			
Mjesto i datum:					Pošiljatelj potpis i pečat:			
Napomena:								

Slika 7: Isprava o prijevozu opasnih tvari [18].

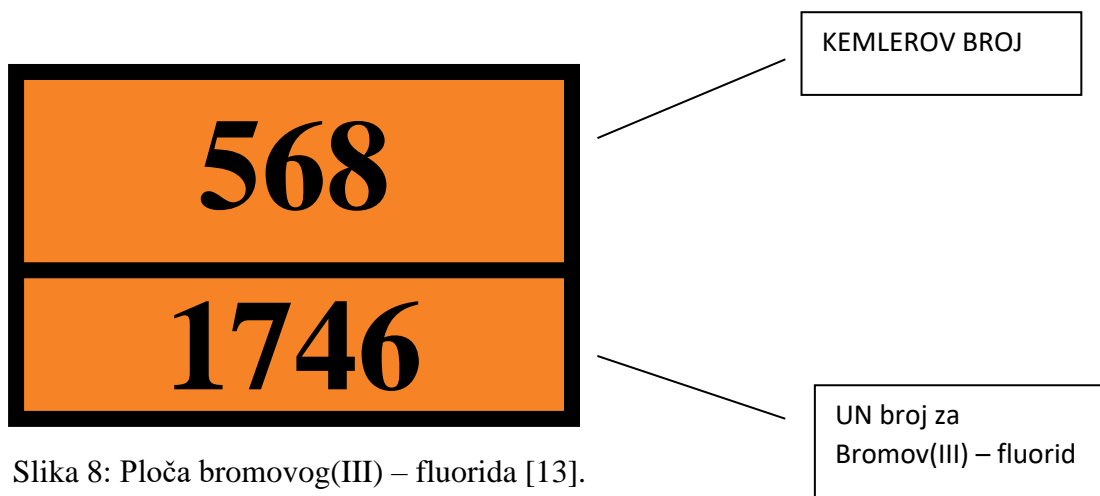
## 6. OZNAČAVANJE VOZILA ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI

Svako vozilo u kojem se prevoze opasne tvari mora biti odgovarajuće označeno kako bi svi sudionici na cesti uočili da je u vozilu opasan teret. Sukladno ADR - u, osim listicama opasnosti, vozila se označavaju i odgovarajućim pločama (slika 8), tzv. pločama opasnosti. [3]

### 5.2.PLOČE OPASNOSTI

Pravilno postavljanje ploča opasnosti:

- minimalno dvije pravokutne reflektirajuće narančaste ploče
- postavljene u okomitoj ravnini
- jedna na prednjem a druga na stražnjem dijelu transportne jedinice
- moraju biti okomite na uzdužnu os transportne jedinice.



Slika 8: Ploča bromovog(III) – fluorida [13].

### 5.3. LISTICE OPASNOSTI

Osim narančastim pločama vozila koja prevoze opasne tvari moraju se na objema bočnim stranama i stražnjoj strani označiti odgovarajućim listicama opasnosti (slika 9). Veličine listica su 250 mm x 250 mm, obrubljene su istom bojom kao i simbol, 5 mm unutar ruba i tako da je usporedna s njim. Listice opasnosti moraju biti postavljene na podlozi kontrastne boje ili moraju imati obrub crtkane ili pune crte. Listice opasnosti su kvadratnog oblika i postavljene pod kutem od 45°(oblik romba) [19]. Ukoliko za neku tvar postoji više opasnosti, kao što je bromov(III) – fluorid, vozilo se označava osnovnom listicom opasnosti kao i sa listicama dodatnih opasnosti.



Slika 9: Listice opasnosti za bromov(III) – fluorid [9].

## 6. VOZILA I OZNAKE NA VOZILU ZA PRIJEVOZ OPASNE TVARI

### 6.1. VOZILA ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI

Prema definiciji Europskog sporazuma o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) vozilo je svako vozilo, bilo potpuno, nepotpuno ili dovršeno, namijenjeno prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu [5].

Tipovi vozila namjenjeni za prijevoz opasnih tvari su:

- EX/II i EX/III za prijevoz eksplozivnih tvari i predmeta
- FL za prijevoz zapaljivih tekućina s plamištem do 60°C i zapaljivih plinova
- OX za prijevoz vodik peroksida
- AT za prijevoz ostalih tvari koje se mogu prevoziti u cisternama
- MEMU prijenosne jedinice za izradu eksploziva.

Prema tablici popisa opasnih tvari Europskog sporazuma o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) za prijevoz Bromov(III) – fluorid-a, se koristi vozilo tipa AT. Prema ADR-u AT vozila su ona vozila koja nisu FL i OX, a koja su namijenjena prijevozu opasnih tvari u cisternama, prenosivim spremnicima ili MEGC-ima čija je zapremnina veća od 3 m<sup>3</sup> ili u baterijskim vozilima čija je zapremnina veća od 1 m<sup>3</sup> [5].

Karakteristike vozila za prijevoz bromovog(III) – fluorida prema ADR-u odnose se na vrstu tankova na vozilu, instrukcije za prijenosne cisterne i stupanj punjenja, te restrikciju prolaza kroz tunele.

Za prijevoz bromovog(III) – fluorida karakteristike tankova su:

- L10BH – tankovi su testirani na tlak od 10 bara, punjenje i pražnjenje se vrši s donje strane cisterne te su hermetički zatvoreni
- TU15 - cisterne se ne smiju koristiti za prijevoz hrane, proizvoda za prehranu ili hrane za životinje.

### 6.1.1. CISTERNE

Oblik, izrada, materijal i oprema cisterne propisani su određenim normama. ADR omogućava da ovlaštena organizacija pregleda i ispita prototip cisterne. Izrada cisterne (korišteni materijal, debljina itd.) ovisi o opasnoj tvari koja će se u njoj prevoziti. Ako prototip udovoljava propisima nadležne organizacije ona izdaje tipsko odobrenje na kojemu je navedena i tvar za koju je cisterna odobrena.

Cisterne je potrebno u određenim razdobljima pregledati i ispitati da li udovoljavaju propisima. Podaci o preredičnim pregledima i ispitivanjima vidljivi su iz pločice postavljene na cisterni. Na cisterni koja je bila oštećena, prepravljena ili doradena treba ponovno obaviti sve preglede i ispitivanja.

Ispitivanje i pregled obavljaju stručne organizacije koje imaju odobrenje nadležnih tijela. One moraju izdati certifikat o rezultatima ispitivanja i pregleda. Kopije tih certifikata moraju se nalaziti u dosjeu cisterne.

Vlasnik cisterne mora imati za svaku cisternu 'dosije o cisterni'. Dosije o cisterni je zbirka dokumenata koja sadrži sve potrebne tehničke podatke o cisterni (tipsko odobrenje, certifikat o prvom pregledu prije uporabe, zapisnik o ispitivanju s hidrauličkim tlakom, ispitivanje ispravnosti, certifikate o periodičnim pregledima, izvandrednim pregledima i dr.). Kad se cisterna prodaje cijeli dosije treba predati novom vlasniku [7].

U uputama za prenosive cisterne navode se vrijedeći najmanji ispitni tlak, najmanja debljina ljuske (u referentnom čeliku), uvjeti za otvore na dnu i uvjeti za rasterećenje tlaka. Prijenosne cisterne za bromov(III) – fluorid spadaju u kategoriju T22. Pod tom kategorijom se podrazumjeva da je ispitni tlak prenosive cisterne najmanje 10 bara, debljine cilindričnih dijelova, podnica (krajevi ljuski) i poklopaca ulaznog otvora ljuski čiji promjer ne prelazi 1,80 m moraju biti najmanje 10 mm referentnog čelika.

Svi otvori za pražnjenje na dnu prema kategoriji T22 za prijenosne cisterne moraju biti opremljeni trima uređajima za zatvaranje spojenima u nizu i međusobno neovisnim. Konstrukcija opreme mora biti izrađena na način koji zadovoljava nadležno ili njegovo ovlašteno tijelo. Tu spadaju:

- samozaporni unutarnji ventil
- vanjski zatvorni ventil
- ventil mora biti nepropustan za tekućinu na kraju ispusne cijevi, što može biti slijepa prirubnica pričvršćena vijcima ili kapica s navojima [5]

Stupanj punjenja prijenosnih cisterni za bromov(III) – fluorid spada u kategoriju TP2 i ne smije biti prekoračen, a izračunava se prema formuli:

$$\text{stupanj punjenja} = \frac{95}{1 + \alpha (t_r - t_f)}$$

Gdje je:

- $\alpha$  – srednji koeficijent prostornoga širenja tekućine
- $t_r$  – najviša prosječna temperatura tekućine tijekom prijevoza
- $t_f$  – prosječna temperatura tekućine tijekom punjenja

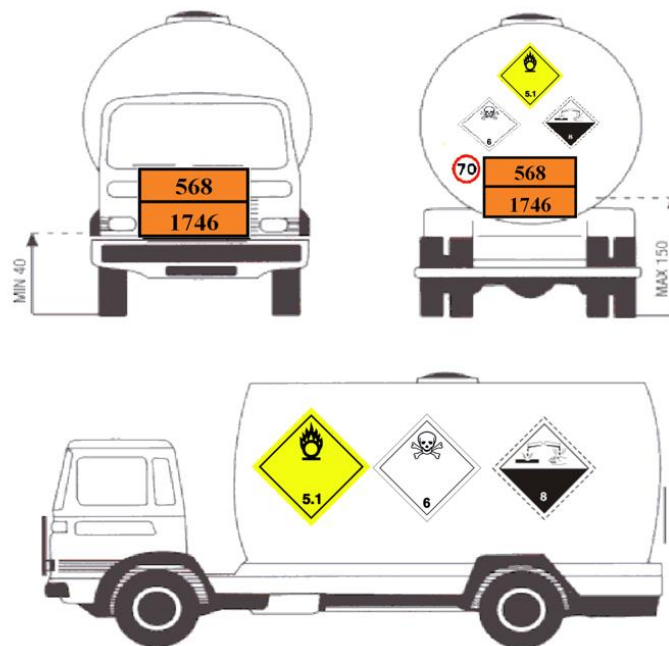
## **6.2. OZNAKE NA VOZILU ZA PRIJEVOZ OPASNE TVARI**

Prema Europskom sporazumu o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) sva vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti pravilno označena odgovarajućim znakovima (slika 10). U slučajevima kada se prevoze opasne tvari koje nisu na popisu ADR-a ili se vozilom prevoze različite opasne tvari ili opasne tvari klase 1. obilježavamo ga pravokutnom reflektirajućom narančastom pločom bez oznaka, veličine 400 mm x 300 mm sa crnim rubom širine 15 mm. Ako veličina i oblik vozila ne omogućavaju postavljanje takvih ploča, njihova veličina se može smanjiti na dimenziju 300 mm x 120 mm s crnim rubom debljine 10 mm. Ploče se postavljaju na prednju i stražnju stranu vozila na visini od najmanje 40 cm i najviše 150 cm od razine ceste. U slučaju priključnog vozila jedna ploča se postavlja na prednju stranu vučnog a druga na stražnju stranu priključnog vozila.

Kada se prevoze opasne tvari iz popisa ADR-a narančasta ploča (slika 10.) je podjeljena na dva dijela tako da u gornjem dijelu stoji identifikacijski broj opasnosti (Kemlerov broj) a u donjem dijelu broj opasne tvari (UN broj). Kemlerov broj i UN broj moraju biti neizbrisivi i čitljivi i nakon 15 minuta izloženosti vatri.

Identifikacijski broj opasnosti (Kemlerov broj) sastoji se od dvije ili tri znamenke, a ponekad prije broja stoji slovo X koji označava da tvar opasno reagira s vodom. Kemlerov broj se upisuje na gornju polovicu narančaste ploče. Prvi broj predstavlja klasu kojoj pripada određena tvar, a ostali brojevi označavaju dodatne opasnosti. Kemlerov broja za Bromov(III) – fluorid je 568, a označava da je oksidirajuća tvar (5), otrovna (6) te korozivna (8).

UN broj (broj opasne tvari) se upisuje u donju polovicu narančaste ploče a taj broj je dodjeljen svakoj opasnoj tvari prema Predlošku odredbi Ujedinjenih naroda te za Bromov(III) – fluorid glasi 1746.



Slika 10: Pravilno označeno vozilo za prijevoz Bromov(III) – fluorid-a [13].



## 7. SKLADIŠTENJE

Skladištenje je uglavnom regulirano međunarodnim i nacionalnim propisima. Točno su utvrđene metode prihvata, rukovanja, slaganja i čuvanja te izdavanja opasnih materijala.

Prema vrstama opasnih tvari, skladišta dijelimo na:

- specijalna skladišta za opasne tvari
- skladišta za opasne tekućine
- skladišta za kemikalije
- skladišta za plinove.

Eksplozivi se skladište u skladištima propisno udaljenim od naselja i industrijskih objekata, a u priručnom skladištu se mogu čuvati točno određene količine eksploziva. Plinovi i opasne tekućine se skladište u hermetički zatvorenim spremnicima do 100.000 m<sup>3</sup> za naftu. Takva skladišta mogu biti podzemna, nadzemna ili plivajuća. Zapaljive tvari moraju biti odvojene od materijala koji reagiraju sa zrakom i vodom, oksidirajućih tvari, eksploziva i sl. Moraju biti opskrbljena protupožarnom zaštitom, izgrađena od vatrootpornog materijala, s propisanom prirodnom ventilacijom [19].

Tvrtke koje se bave proizvodnjom i skladištenjem opasnih kemikalija moraju udovoljiti nizu posebnih uvjeta i odredbi određenih Zakonom o kemikalijama (NN. Br. 155/05 i 53./08.), koje se odnose i na samu građevinu tj. skladište u kojem će se opasne kemikalije skladištiti. Propisano je da se kemikalije moraju čuvati u posebnoj prostoriji s čvrstim stijenkama, odvojenoj od proizvodnje i ostalih prostorija vezanih uz proizvodni pogon.

Isto tako, opasne kemikalije je moguće pohranjivati u posebnim nadzemnim spremnicima unutar skladišta te je potrebno u krugu zone oko skladišta provesti niz zaštitnih mjera kako bi se smanjili mogući rizici. U gotovo svim tipovima skladišta za pohranu opasnih tvari zabranjeno je čuvanje predmeta koji mogu izazvati požar ili omogućiti njegovo širenje, upotreba otvorenog plamena, alata koji iskre, pušenje i upotreba sredstava za pripaljivanje (upaljači, šibice), zabranjeno je korištenje uređaja s ložištem ili iskrištem, postavljanje nadzemnih električnih vodova, rad motora vozila u tijeku ukrcaja ili iskrcaja, pristup osobama koje nisu vezane za manipulaciju opasnim tvarima. Navedene zabrane potrebno je istaknuti propisanim znakovima upozorenja [6].

## 8. AMBALAŽA OPASNIH TVARI I OZNAČAVANJE PAKETA

### 8.1.AMBALAŽA

Ambalaža mora biti izrađena tako da omogućava siguran prijevoz opasnih tvari. Potrebno je razlikovati pojam ambalaža od pojma paket:

- pojam ambalaža se rabi za prazne vreće, boce, sanduke, bačve, kante (materijal od kojeg je ambalaža izrađena je u neposrednom dodiru s opasnom tvari)
- pojam paket se rabi za ambalažu koja je napunjena s opasnom tvari i spremna za prijevoz (označena).

Postoji više vrsta ambalaže:

- bačve od čeličnog lima
- plastične bačve
- kante (metalne ili plastične)
- vreće
- sanduci
- boce za plin
- IBC spremnici – to su posebna skupina prijenosne ambalaže s volumenom do 3000 litara, namijenjena manipulaciji pomoću mehaničkih uređaja [20].

Sva ambalaža se testira prema metodama Ujedinjenih naroda. Svaku ambalažu koja uspješno prođe testiranje proizvođač je dužan označiti odgovarajućim kodom. Ambalaža se testira u paketima koji su spremni za prijevoz. Umjesto opasnih tvari kao ispitne uglavnom se upotrebljavaju zamjenske tvari, sa sličnim fizikalno-kemijskim svojstvima (ista količina, gustoća itd.). Testiranja se izvode tako da se simuliraju uobičajeni prijevozni uvjeti, a vrste testiranja su:

- test pada – paket se pusti na tvrdnu površinu tako da padne na najosjetljivije točke (rubovi, zavari, plohe, čepovi). Visina pada ovisi o pakirnoj skupini. Pokus je uspješan ako ambalaža zadrži sadržaj.

- test propuštanja – paket se na 5 minuta potopi u vodu, u unutrašnjosti se uspostavi mali nadtlak (tlak ovisi o pakirnoj skupini). Pokus je uspješan ako ambalaža ne propušta
- test s hidrauličkim tlakom – paket se na 5 minuta izloži unutarnjem tlaku. Pokus je uspješan ako ambalaža ne propušta.
- test slaganja u visinu – paket se optereti teretom koji je jednak opterećenju koje uzrokuju drugi paketi složeni na njega. Pokus je uspješan ako paket ne pušta, odnosno ako nema posljedica koje bi smanjile sigurnost i čvrstoću ambalaže i tvari u njoj [20].

Prema propisima Ujedinjenih naroda ambalaža se označava kodnim brojem koji se sastoji od:

- arapskog broja koji označava vrstu ambalaže
- velikog slova koji označava materijal od kojeg je izrađena ambalaža.

## **8.2.OZNAČAVANJE PAKETA**

Svaki paket u kojem se nalaze opasne tvari mora biti u prijevozu označen:

- UN brojem opasne tvari, ispred kojeg su slova 'UN', npr. UN 1746 za Bromov(III) – fluorid i
- listicama opasnosti koje su propisane za svaku pojedinu tvar.
- Certifikacijskim kodom ambalaže.

Paketi mogu biti složeni na palete i omotani folijom. Omotna ambalaža mora biti označena s natpisom 'OVOJNO PAKOVANJE', UN brojem (ispred kojeg su slova UN) i listicama opasnosti. Ovojno pakovanje ne mora se označavati ako su vidljivi natpisi (UN brojevi) i listice opasnosti svih vrsta opasnih tvari koje se nalaze u njemu.

IBC spremnici s volumenom većim od 450 litara moraju biti označeni s dvije nasuprotne strane. Za pravilno označavanje paketa s listicama opasnosti i UN brojem odgovoran je pošiljatelj. Propisana veličina listica je 100 x 100 mm. [20]

### 8.3. PAKIRNE SKUPINE

Opasne tvari razvrstane su u pakirne skupine prema stupnju opasnosti i zahtjevima za ambalažu. Pakirne skupine sukladno odredbama ADR-a imaju sljedeće značenje:

- Pakirna skupina I - velika opasnost neke tvari
- Pakirna skupina II - srednja opasnost neke tvari
- Pakirna skupina III - mala opasnost neke tvari

Određivanje ambalaže ovisi o stupnju opasnosti pojedine tvari, pakirna skupina određuje kakva će biti čvrstoća ambalaže. Prema testiranjima ona može biti označena slovima X, Y i Z i kao takva koristi se samo na određene skupine.

- Slovo X – za pakirne skupine I, II i III
- Slovo Y – za pakirne skupine II i III
- Slovo Z – isključivo za pakirnu skupinu III [21].

Bromov(III) – fluorid se pakira u ambalažu grupe pakiranja I, tvari koje predstavljaju veliku opasnost. Kodni broj pakiranja prati oznaka za grupu tvari za koje je taj tip odobren, a to je u slučaju pakirne skupine I za bromov(III) – fluorid oznaka X.

Prema tablici popisa opasnih tvari u ADR-u bromov(III) – fluorid je svrstan u grupu P200 uputa za pakiranje.

Bromov(III) – fluorid spada u grupu MP2 mješovitog pakiranja, što znači da se ne smije pakirati zajedno sa drugim tvarima.

## **9. DOKUMENTACIJA ZA VOZILO I VOZAČA**

### **9.1.POTREBNA DOKUMENTACIJA ZA VOZAČA**

Program stručnog osposobljavanja vozača vozila kojima se prevoze opasne tvari te način polaganja ispita i vođenje popisa o izdanim potvrdama (certifikatima) o stručnoj osposobljenosti vozača za prijevoz opasnih tvari propisan je Pravilnikom o stručnom osposobljavanju vozača vozila za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu (N.N., br. 96/09.).

Opasne tvari smiju prevoziti samo odgovarajuće osposobljeni vozači. U ADR odredbama propisano je osposobljavanje vozača na sljedeći način:

- osnovni tečaj za prijevoz opasnih tvari u zapakiranim teretima/paketima
- specijalistički tečaj za prijevoz u cisternama
- specijalistički tečaj za prijevoz eksplozivnih tvari i predmeta
- specijalistički tečaj za prijevoz radioaktivnih tvari [5].

Svi vozači moraju pohađati osnovni tečaj. Ako prevoze opasne tvari u cisterni, eksplozivne tvari i predmete ili radioaktivne tvari moraju još pohađati i specijalistički dio. Nakon odslušanog tečaja vozač pristupa ispitu na kojem je potrebno skupiti najmanje 70% svih bodova za uspješno položen ispit. U slučaju da vozač skupi manje od propisanih 70% bodova može pristupiti još jednom polaganju ispita bez ponovnog prisustvovanja tečaju u roku od 15 dana od dana prvog polaganja ispita. Nakon uspješno završenog tečaja vozači dobivaju potvrdu o stručnoj osposobljenosti (ADR potvrda) koja vrijedi 5 godina. Vozač može produžiti ADR potvrdu u godini pred istekom potvrde. U tom slučaju mora prisustvovati tečaju za produženje certifikata i uspješno ga završiti. Ukoliko je vozaču ADR certifikat istekao mora ponovno pohađati početno osposobljavanje. Na slici 11. prikazan je oblik isprave za vozača vozila kojim se prevoze opasne tvari (ADR potvrda o obuci vozača) za vozača za prijevoz opasnih tvari.

Dimenzije, sadržaj, zaštita, rok valjanosti i način izrade ADR potvrde mora biti sukladan zadnjim izmjenama ADR Sporazuma, a izdavanje mora obavljati nadležno tijelo države potpisnice ADR Sporazuma, a to je u Republici Hrvatskoj Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture.

*Prednja strana*

**ADR POTVRDA O OBUCI VOZAČA**

\*\*

(Slika vozača)\*

- 1.(BROJ POTVRDE)\*
- 2.(PREZIME)\*
- 3.(IME ILI IMENA)\*
- 4.(DATUM ROĐENJA)\*
- 5.(NACIONALNOST)\*
- 6.(POTPIS VOZAČA)\*
- 7.(IZDAVATELJ)\*
- 8.(VALJANOST):(d.d./mm/yyyy)\*

*Stražnja strana*

**VRIJEDI ZA KLASU(E) ILI UN. BR.:**

<b>U CISTERNAMA:</b>	<b>DRUGAČIJE OD CISTERNI:</b>
9. (Unesi klase ili UN broj(eve))*	10. (Unesi klase ili UN broj(eve))*

Slika 11: Oblik isprave za vozača vozila kojim se prevoze opasne tvari [5].

## **9.2. POTREBNA DOKUMENTACIJA ZA VOZILO**

Cestovna vozila kojima se prevoze opasne tvari moraju udovoljavati odredbama Zakona o prijevozu opasnih tvari (ZPOT) i Europskom sporazumu o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR), a vozila oznaka EX/II, EX/III, FL, OX i AT moraju imati potvrdu o ispitivanju vozila kao i valjanu potvrdu (certifikat) o ispravnosti vozila za prijevoz određenih opasnih tvari [3].

Temeljem hrvatskih propisa potrebno je obaviti pojedine preglede na vozilu:

- tehnički pregled (jednom godišnje)
- periodični pregled kočnica (3-12 mjeseci ovisno o starosti vozila)
- periodični pregled (svaka dva mjeseca).

Potvrde o pregledima vozač mora imati u vozilu. Vozila za prijevoz cisterni moraju svaku godinu na pregled zbog ispunjavanja odredbi ADR-a. Pregled obavlja ovlaštena organizacija i ako su ispunjeni svi zahtjevi izdaje certifikat o ispravnosti vozila. Certifikat mora biti izdan i za priključno vozilo.

## **10. DODATNA OPREMA ZA VOZAČA I VOZILO**

Vozila sa cisternom koja prevoze opasne tvari moraju biti opremljena sljedećom opremom:

- najmanje jedan klinasti podmetač za kotače (veličina mora biti prilagođena težini vozila i promjeru kotača)
- dva samostojeća znaka za upozorenje (npr. reflektirajući stošci ili trokuti ili treptajuća žuta svjetla koja su neovisna o izvoru električne energije vozila)
- tekućina za ispiranje očiju.

Svaki član posade mora imati:

- primjereni reflektirajući prsluk ili reflektirajuću odjeću (prema normi EN 471)
- jednu ručnu svjetiljku u sigurnosnoj izvedbi

- par zaštitnih rukavica od materijala primjerenog za prijevoz određene opasne tvari
- zaštitne naočale. [3]

Za prijevoz bromovog(III) – fluorida (listice opasnosti 5.1, 6 i 8) potrebna je sljedeća dodatna oprema:

- po jedna maska za svakog člana posade za zaštitu dišnih puteva
- lopata (koristi se kod istjecanja opasne tvari kako bi se pokušalo kopanjem manjih kanala opasnu tvar usmjeriti gdje mi želimo)
- prekrivač za kanalizaciju da bi se spriječilo otjecanje opasne tvari u kanalizacijski sustav
- posuda za skupljanje (koristi se samo kod manjih propuštanja na cisterni).

Svaka prijevozna jedinica mora biti opremljena prijenosnim vatrogasnim aparatima za klase požara A, B, C. Sva navedena oprema mora biti održavana i nadopunjavana od strane vozača koji mora biti upućen u njenu uporabu. Prije svakog prijevoza vozač mora pregledati opremu i uskladiti s opasnom tvari koju prevozi. Oprema vozila mora biti dostupna na prikladnom mjestu u slučaju potrebe.

## **11. SIGURNOSNI PLAN**

Visokorizične opasne tvari su tvari za koje postoji velika mogućnost zlouporabe u terorističkim napadima koji mogu prouzročiti ozbiljne posljedice, primjerice masovna razaranja. U te tvari spadaju tvari navedene u tablici 2 popisa visokorizičnih opasnih tvari ADR-a kada se prevoze iznad navedenih količina.



Tablica 2: Dio visokorizičnih opasnih tvari [13].

Klasa	Grupa	Opasna tvar	Količina		
			Spremnik (l)	Rasuto (kg)	Paketi (kg)
1	1.1	Eksploziv	a	a	0
	1.2	Eksploziv	a	a	0
	1.3	C kompatibilna grupa eksploziva	a	a	0
	1.4	Eksplozivi UN oznake: 0104, 0237, 0255, 0267, 0289, 0361, 0365, 0366, 0440, 0441, 0455, 0456, 0500	a	a	0
	1.5	Eksploziv	0	a	0
2		Zapaljivi plinovi	3000	a	b
		Otrovni plinovi (bez aerosola)	0	a	0
3		Zapaljive tekućine pakirne grupe I i II	3000	a	b
		Desenzibilizirani eksplozivi	a	a	0
4.1		Desenzibilizirani eksplozivi	a	a	0
4.2		Tvari pakirne grupe I	3000	a	b
4.3		Tvari pakirne grupe I	3000	a	b
5.1		Oksidirajuće tekućine pakirne grupe I	3000	a	b
		Perklorat, amonijev nitrat i gnojiva amonijeva nitrata	3000	3000	b
6.1		Otrovne tvari pakirne grupe I	0	a	0
6.2		Infektivne tvari kategorije A (UN br. 2814 i 2900)	a	0	0
7		Radioaktivni materijal	3000 A <sub>1</sub> (posebni oblik) ili 3000 A <sub>2</sub> , prema primjeni u pakovanjima tip B ili tip C		
8		Korozivne tvari pakirne grupe I	3000	a	b

Prema toj tablici bromov(III) – fluorid kao otrovna tekućina pakirne skupine I, koja eksplozivno reagira pri kontaktu s vodom i organskim spojevima, spada u visokorizične tvari kada se prevozi u količini većoj od 3000 litara te je potrebno napraviti sigurnosni plan za te uvjete prijevoza.

U sigurnosni plan moraju biti uključeni najmanje sljedeći elementi:

- posebna raspodjela odgovornosti za sigurnost kompetentnih i kvalificiranih osoba, uz odgovarajuće ovlasti za obavljanje obveza
- registar opasnih tvari ili vrsta navedenih opasnih tvari
- pregled aktualnih djelovanja i procjena sigurnosnog rizika
- jasna izjava o poduzetim mjerama za smanjenje sigurnosnih rizika u skladu s odgovornostima i obvezama sudionika
- učinkoviti i suvremeni postupci za izvješćivanje i postupak kod sigurnosnih prijetnji, prekršaja ili nesreća
- postupci za ocjenu i ispitivanje sigurnosnih planova i postupak u povremenom pregledu i ažuriranju planova
- mjere za osiguranje fizičke sigurnosti prometnih podataka sadržanih u sigurnosnom planu
- mjere osiguranja da prosljeđivanje obavijesti koje se odnose na prijevozne postupke, uključene u sigurnosni plan, budu ograničene samo na one koji moraju dobiti te obavijesti. U mjere ne smije biti uključena odredba o podacima koji se zahtijevaju drugdje u ADR-u.

Uređaji, oprema ili odredbe za sprječavanje krađe vozila u kojemu se prevoze visokorizične opasne tvari moraju se koristiti i poduzimati mjere da se osigura da su u radnom stanju i učinkoviti za svo vrijeme prijevoza. Primjenom zaštitnih mjera ne smije biti ugroženo djelovanje u slučaju izvanrednih uvjeta. Prijevoznici, pošiljatelji i primatelji moraju surađivati međusobno i s nadležnim tijelima zbog razmjene podataka o prijetnji, primjenjivanju odgovarajućih sigurnosnih mjera, da bi mogli reagirati u svezi sigurnosnih nesreća.

Obuka i obnavljanje znanja, također moraju uključivati elemente svijesti o sigurnosti. Osposobljavanja za obnavljanje sigurnosnih znanja, ne mora biti samo u svezi primjene propisa.

Obuka u pogledu sigurnosne svijesti mora biti usredotočena na vrstu rizika sigurnosti, prepoznajući opasnosti u svezi sigurnosti, način kako postupati i smanjiti rizike i aktivnosti koji se moraju poduzeti u slučaju sigurnosnih prekršaja. Mora biti uključena svijest o sigurnosnim planovima (ako je potrebno), razmjerna odgovornostima i obvezama pojedinaca i njihovim ulogama u provedbi sigurnosnih planova. Zaposlenici na položajima koji su uključeni u prijevoz opasnih tvari moraju dobiti i moraju dokazati da su prošli obuku i redovito prolaze ponovnu obuku o prijevozu opasnih tvari. Poslodavac mora čuvati dokumentaciju o sigurnosnom obučavanju zaposlenika i dati je na uvid djelatnicima ili nadležnom tijelu, na njihov zahtjev.

Poslodavac mora čuvati tu dokumentaciju koliko odredi nadležno tijelo. Ako je potrebno, i ako je već postavljena, mora se koristiti prijevozna telemetrija ili drugi načini praćenja ili uređaji za praćenje kretanja opasnih tvari visokog rizika.

### **11.1. UVJETI ZA SIGURNOSNOG SAVJETNIKA I NJEGOVI ZADACI**

Pravne osobe i djelatnici sa sjedištem u Republici Hrvatskoj, čija djelatnost obuhvaća prijevoz opasnih tvari u cestovnom i željezničkom prometu i unutarnjoj plovidbi, tj. s tim povezano pakiranje, utovar, punjenje, prijevoz, pražnjenje i istovar moraju imati najmanje jednog sigurnosnog savjetnika za prijevoz opasnih tvari [22].

Glavna zadaća sigurnosnog savjetnika je kontrola poštovanja propisa koji se odnose na prijevoz opasnih tvari. Sigurnosni savjetnik mora imati valjano uvjerenje o stručnom osposobljavanju i ispitima koje izdaje nadležno ministarstvo za promet ili ustanova ovlaštena od strane ministarstva.

Poslovi savjetnika su:

- praćenje propisa u području prijevoza opasnih tvari
- nadzor nad rukovanjem opasnim tvarima u skladu s propisima kojima se uređuje prijevoz opasnih tvari
- savjetovanje uprave
- savjetovanje ostalih zaposlenika

- nadgledanje i praćenje stručne izobrazbe zaposlenih te vođenje evidencije o njihovom osposobljavanju.
- provođenje odgovarajućih mjera radi sprečavanja nesreća, odnosno težih kršenja propisa,
- donošenje odgovarajućih mjera u slučaju nesreće,
- sastavljanje godišnjeg izvješća i obavljanje drugih poslova [22].

Savjetnik, također, može biti na čelu poduzeća, osoba koja ima druge obveze u poduzeću ili osoba koja nije izravno zaposlena u tom poduzeću, pod uvjetom da je ta osoba sposobna obavljati dužnosti savjetnika. Svako uključeno poduzeće mora na zahtjev izvijestiti nadležna tijela ili tijela koja u tu svrhu odredi svaka ugovorna strana o identitetu svoga savjetnika. Ako su u nesreći oštećeni osoba, imovina ili okoliš ili se imovina ili okoliš ošteti u prijevozu, utovaru ili istovaru koje obavlja navedeno poduzeće, nakon prikupljanja odgovarajućih informacija, savjetnik mora pripremiti izvješće o nesreći za upravu poduzeća ili za javne mjesne vlasti. To izvješće ne smije zamijeniti moguće izvješćem uprave poduzeća koje može biti potrebno prema drugim međunarodnim ili nacionalnim propisima.

Uvjerenje vrijedi pet godina, ali se može se produljiti od datuma isteka na pet godina, ako u godini prije isteka roka vlasnik položi ispit. Uvjet je da nadležna tijela odobre stručni ispit za sigurnosnog savjetnika.

## **12. VATROGASNO DJELOVANJE**

Općenito, u nesrećama s opasnim tvarima potrebno je što prije intervenirati. Ranijim dolaskom na mjesto nesreće može se spasiti nečiji život, spriječiti ozlijeđivanje ili kontaminacija opasnim tvarima. Ranije zaustavljanje istjecanja olakšava naknadno sakupljanje i dekontaminaciju i možda spriječi eksploziju ili neku drugu opasnost. Dobro uređen i osmišljen sustav planiranja, dobra organiziranost i odgovarajuća opremljenost interventnih postrojbi i timova polazna su osnova za brzo i djelotvorno postupanje u nesrećama s opasnim tvarima. U određenim slučajevima primjenjuju se postojeći Planovi intervencija u zaštiti okoliša, Planovi intervencija kod iznenadnog onečišćenja mora u Republici Hrvatskoj ili Državni plan za zaštitu voda.

Planom intervencije u slučaju nesreće potrebno je odrediti pitanje sigurnosti na intervenciji, odabir osobne zaštitne opreme, provedbu dekontaminacije, i slično. Za interventne djelatnike i zapovjednike ključno je pitanje pravilnog postupanja na intervenciji. Nestručan rad ne samo da neće pomoći smanjivanju opasnosti, već je može i povećati. Opće je poznato da se spašavajući druge i sam može postati žrtvom, na primjer zbog nezadovoljavajuće zaštitne opreme. S druge strane, korištenje zaštitne opreme najvećeg stupnja zaštite nije rješenje u svakoj prilici. Takva oprema može znatno otežati ili onemogućiti rad, a da uopće nije potrebna. Zbog toga je rad s opasnim tvarima, posebno u nesrećama u kojima je došlo do njihovog istjecanja, nužna odgovarajuća osposobljenost radnika, tj. interventnih djelatnika. Budući da svaka nesreća ima svoje posebnosti, gotovo je nemoguće dati unaprijed precizne odgovore što sve u određenom slučaju i trenutku treba poduzeti, kako postupiti s kojom opremom. Mnoge odgovore moguće je dati tek kad se nesreća dogodila, odnosno kad se znaju podaci o vrsti i količini opasne tvari, prijevoznom sredstvu, mogućem istjecanju, požaru, smjeru vjetra, mjestu nesreće. Katkad je potrebno zatražiti savjete i dodatne upute od ustanova ili stručnjaka za pojedina područja. Unatoč tim posebnim uvjetima nesreće, određeni se postupci rada i izbora opreme mogu unaprijed odrediti, jer za većinu nesreća vrijede određene pravilnosti. Stjecanje općih znanja o nesrećama s opasnim tvarima vrlo je važno jer može presudno utjecati na donošenje pojedinih važnih odluka u trenutku nesreće.

U gotovo svakoj nesreći s opasnim tvarima zapovjedniku intervencije potrebne su pisane upute za postupke s opasnim tvarima. Najprihvatljivije su one koje su pisane za svaku pojedinu tvar, kao što su naprimjer sigurnosni tehnički listovi (engl. MSDS – material safety data sheet). Međutim, kako veliki broj opasnih tvari pokazuje slična svojstva te u nesrećama predstavlja slične opasnosti, iz praktičnih razloga korisne mogu biti i upute koje pokrivaju određenu skupinu opasnih tvari [23].

Tako se u nesrećama kod cestovnog i željezničkog prijevoza preporučuje koristiti Kartice za intervencije u nesrećama tzv. erikartice (engl. ERICards – Emergency response Intervention Cards) koje je razvilo Europsko vijeće kemijske industrije (CEFIC). Slično ovim karticama, Međunarodna pomorska organizacija (IMO) propisala je za prijevoz opasnih tvari morem postupke u opasnosti u slučaju požara i istjecanja (Emergency Procedures for Fire and Spillage).

## **12.1. TAKTIČKA DJELOVANJA**

Navalno taktičko djelovanje uključuje postupke u kojima se očekuje izravan doticaj opasnih tvari i interventnih djelatnika. Interventni se djelatnici iz tog razloga moraju odgovarajuće zaštititi. Ovo taktičko djelovanje uključuje različite postupke za zaustavljanje istjecanja i zadržavanje materijala u njegovim spremnicima i pakiranjima, pretakanje i prebacivanje materijala u druge spremnike. Čišćenje podloge na koju su dospjele opasne tvari. Za provođenje navalnog djelovanja potreban je specijaliziran stupanj osposobljenosti za intervencije s opasnim tvarima.

Obrambeno taktičko djelovanje uključuje postupke koji ne predviđaju izravan dodir interventnih djelatnika s opasnim tvarima. Ovdje se obično radi o uklanjanju izvora paljenja, onemogućavanju razvoja i širenja para tekućine, ograđivanju materijala kako bi se spriječilo njegovo širenje, obavješćivanju javnosti te evakuacija. Za ovakve postupke potreban je niži stupanj zaštite, a mogu ih provoditi i djelatnici s osnovnim stupnjem osposobljenosti za intervencije s opasnim tvarima. [23]

## **12.2. TAKTIČKE JEDINICE**

Pod pojmom taktička jedinica podrazumjevaju se organizacijske skupine vozila i opreme, a ovise o više čimbenika: raspoloživom broju i osposobljenosti djelatnika, vozilima, opremi, uvjetima na mjestu nesreće itd. Vrlo je praktična organizacija intervencija u dvije taktičke jedinice: osnovnu i proširenu.

Osnovna taktička jedinica obuhvaća vozilo za opasne tvari (akcidentno vozilo), vozilo za gašenje požara i tehničko vozilo. Vozilo za opasne tvari sadrži zaštitnu opremu, opremu za zaustavljanje istjecanja, pretakanje, prikupljanje i smještaj opasnih tvari te drugu opremu. Vozilo za gašenje požara koristi se za: osiguranje sredstava za gašenje i hlađenje, prijevoz dodatne opreme, prijevoz djelatnika. Tehničko vozilo (slika 12) koristi se za: dobivanje električne energije, prijevoz rasvjetnih tijela i opreme, provjetrivala, kotura za kablove i druge tehničke opreme.

Proširena taktička jedinica je, u biti osnovna taktička jedinica proširena zapovjednim vozilom, dodatnim vozilom za gašenje požara, posebnim vozilom za dopremu veće količine opreme za

zaštitu dišnih organa i zaštitnih odijela, vozilo s posebnom mjernom opremom za otkrivanje opasnih tvari, vozilom za dekontaminaciju i drugim vozilima i opremom. U zapovjednom vozilu obično se nalazi oprema za vezu u slučaju potrebe savjetovanja sa stručnjacima za pojedina područja te prjenosno računalo s bazom podataka o opasnim tvarima. Posebna mjerna oprema u nekim vozilima obično obuhvaća plinski kromatograf ili maseni spektrometar. Dekontaminacijsko vozilo koristi se kod većih nesreća kad dođe do kontaminacije većeg broja građana. Ono je opremljeno većim brojem tuševa, grijačem vode i raznim dekontaminacijskim sredstvima i opremom za potrebe dekontaminacije većeg opsega [23].



Slika 12: Taktičko vozilo [24].

### 12.3. DJELATNICI

Interventni djelatnici na terenu raspoređuju se u grupe od najmanje dvije osobe. Broj grupa i djelatnika određuje se prema potrebama i mogućnostima (tzv. modularni pristup). S obzirom na dodijeljeni zadatak interventni djelatnici dijele se na sedam grupa:

- Izviđačka grupa nastupa prva. Ima zadaću da spasi unesrećene osobe te da utvrdi opasnu tvar i razmjere oštećenja. Ako je opasna tvar nepoznata, ova grupa koristi zaštitnu opremu najvišeg stupnja.
- Mjerna grupa ima zadaću mjerenja koncentracije plinova i para te nadziranje ulaska u opasno područje.
- Radna grupa ima zadaću provođenja plana za smanjivanje opasnosti.
- Prijevozna grupa ima zadaću postavljanja opreme za rad. Ova grupa ne ulazi u opasno područje, pa može koristiti opremu nižeg stupnja zaštite.
- Sigurnosna grupa ima zadaću biti pripravna za slučaj potrebe spašavanja ozlijeđenih djelatnika. Koriste isti stupanj zaštite kao i radna grupa. Ova grupa zamjenjuje radnu grupu nakon njezinog 20-minutnog rada, a na mjesto sigurnosne grupe postavlja se nova.
- Vatrogasna grupa ima zadaću da sredstva za gašenje održava pripravnima.
- Dekontaminacijska grupa ima zadaću dekontaminacije djelatnika i opreme koji dolaze iz opasnog područja, a ujedno im pomaže pri svlačenju odijela i pospremanju opreme. Ona mora nakon odlaska 1. grupe u opasno područje u roku od 15 minuta imati spremnu dekontaminaciju. Dekontaminacijska grupa uglavnom koristi odijela za zaštitu od prskanja, masku i filter [23].



### 13. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu istražili smo složenu temu sigurnog prijevoza opasnih tvari, fokusirajući se posebno na primjer bromovog(III) – fluorida ( $\text{BrF}_3$ ). Razumijevanje i osiguravanje sigurnosti tijekom transporta opasnih kemikalija poput  $\text{BrF}_3$  ključno je za zaštitu ljudi, okoliša i imovine te za održavanje industrijskih operacija bez nepotrebnih rizika.

Bromov(III) – fluorid ( $\text{BrF}_3$ ) izaziva dodatan izazov zbog svoje visoke reaktivnosti i toksičnosti. Njegova upotreba u različitim industrijama, kao fluorirajućeg agensa i u proizvodnji uranove heksafluoridne tvari, naglašava važnost pažljivog rukovanja tijekom cijelog lanca transporta, od skladištenja do krajnjeg odredišta.

U analizi smo istaknuli ključne sigurnosne aspekte kao što su odabir odgovarajuće opreme, pravilno skladištenje, primjena propisanih zakona te osposobljavanje osoblja za sigurno rukovanje bromovim(III) – fluoridom. Zbog mogućih nesreća važno je naglasiti planiranje hitnih mjera i protokola za postupanje u izvanrednim situacijama.

U budućnosti, konstantan razvoj tehnologije i bolje razumijevanje rizika mogli bi dovesti do inovacija u načinima skladištenja i transporta bromovog(III) – fluorida te drugih opasnih tvari. Alternativne metode transporta, kao i napredak u zakonodavnom okviru, mogli bi pružiti bolje rješenje za minimaliziranje rizika i negativnih utjecaja.

U konačnici, cilj sigurnog prijevoza opasnih tvari treba biti trajno osigurati zaštitu svih aspekata društva, okoliša i industrije te stvoriti okruženje gdje se inovacije i tehnologija koriste za minimaliziranje rizika i osiguranje sigurnosti u svim fazama transporta.

## 14. LITERATURA

- [1] Aurer-Jezerčić, I.: Razvrstavanje opasnih tvari i opasnog otpada prema odredbama ADR– a (I. dio), Sigurnost i zaštita na radu, Kem. Ind. 64 (5-6) (2015) 335–338.  
dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/204842> , pristupljeno: 18.07.2023.
- [2] Carević, M., Jukić, P., Sertić, Z., Šimara, B., Tehnički priručnik za zaštitu od požara (drugo izdanje), Zagreb, Zagrebinspekt, 2002.
- [3] Jezerčić, A., Žunić, M.: Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu: priručnik za vozače vozila za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, ZIRS, Zagreb, 2017.
- [4] UČILIŠTE LAURA; ADR; dostupno na: <https://www.ucilistelaura.hr/obrazovni-program/adr-prijevoz-opasnih-tvari/> , pristupljeno: 25.07.2023.
- [5] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske; Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, Sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) - <https://mmpi.gov.hr/promet/cestovni-promet-124/prijevoz-opasnih-tvari-u-cestovnom-prometu-adr/propisi-adr/sporazum-o-medjunarodnom-prijevozu-opasnih-tvari-u-cestovnom-prometu-adr/12575> , pristupljeno: 26.07.2023.
- [6] Skočibušić, M.B., Bukljaš, Z.: Zaštita u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [7] Domitran, M: Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, INA industrija nafte, Zagreb, 2001.
- [8] ZIRS; Listice opasnosti; dostupno na: <https://www.zirs.hr/znakovi-sigurnosti.aspx?category=47> , pristupljeno: 02.08.2023.
- [9] ADR24info; 1746; Bromni Triflorid; dostupno na: <https://adr24.info/>, pristup: 06.08.2023.
- [10] WIKIPEDIA; Bromine\_trifluoride; dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bromine\\_trifluoride](https://en.wikipedia.org/wiki/Bromine_trifluoride), pristupljeno: 06.08.2023.
- [11] ChemSpider; Search and share chemistry; Bromine trifluoride; dostupno na: <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.22996.html> , pristupljeno: 06.08.2023.
- [12] STL; Bromine Trifluoride; dostupno na: <https://www.chammascutters.com/en/downloads/Bromine-Trifluoride-MSDS.pdf> , pristupljeno: 10.08.2023.
- [13] Vlastiti izvor
- [14] Zakon o održivom gospodarenju otpadom; dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_07\\_94\\_2123.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_07_94_2123.html) , pristupljeno: 11.08.2023.

- [15] Prijevoz opasnog otpada; dostupno na: [https://www.zgradonacelnik.hr/resources/files/zgradonacelnik.hr/images/articles/images/842/medium\\_pollution-gd0392160a\\_1280.jpg](https://www.zgradonacelnik.hr/resources/files/zgradonacelnik.hr/images/articles/images/842/medium_pollution-gd0392160a_1280.jpg) , pristupljeno: 11.08.2023.
- [16] Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada; dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_04\\_50\\_963.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_04_50_963.html) , pristupljeno: 11.08.2023.
- [17] Pavelić, Đ.: Ograničenja za prolaz vozilima koja prevoze opasne tvari kroz tunele, Sigurnost 2, (2010), 173-177. dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/104614>, pristupljeno: 13.08.2023.
- [18] NN 79/2006 (17.7.2006.), Pravilnik o prijevozu opasnih tvari u oružanim snagama Republike Hrvatske, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2006\\_07\\_79\\_1932.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2006_07_79_1932.html) , pristupljeno: 13.08.2023.
- [19] Opasna zona; skladištenje; dostupno na: <https://www.prometna-zona.com/opasni-tvari-u-prometu/>, pristupljeno: 14.08.2023.
- [20] Kocijan, S.: Sigurnost pri prijevozu opasnih tvari, IPROZ, Zagreb,
- [21] Pavelić, Đ.: Pakiranja opasnih tvari, Sigurnost, 2, (2011), 163-168. dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/104540> , pristupljeno: 16.08.2023.
- [22] ZAKON O PRIJEVOZU OPASNIH TVARI NN 79/07; dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007\\_07\\_79\\_2480.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_07_79_2480.html) , pristupljeno: 16.08.2023.
- [23] Knežević D.: Intervencije u nesrećama pri prijevozu opasnih tvari, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb (2014)
- [24] JVP Osijek; Taktičko vozilo; dostupno na: <https://www.vatrogasci-osijek.hr/tehnicko-vozilo-srednje-tesko/> , pristupljeno: 25.08.2023.

## 15. POPIS SLIKA

Slika 1: ADR [4].....	3
Slika 2: Listice opasnosti klase 5 [8].....	7
Slika 3: OTC [9].....	8
Slika 4: Prikaz Bromov(III) – fluorid-a [11].....	9
Slika 5: Dijamant opasnosti za bromov(III) – fluorid [13].....	11
Slika 6: Prijevoz opasnog otpada [15].....	13
Slika 7: Isprava o prijevozu opasnih tvari [18].....	18
Slika 8: Ploča Bromov(III) – fluorid-a [13].....	19
Slika 9: Listice opasnosti za Bromov(III) – fluorid [9].....	20
Slika 10: Pravilno označeno vozilo za prijevoz Bromov(III) – fluorid-a [13].....	24
Slika 11: Oblik isprave za vozača vozila kojim se prevoze opasne tvari [5].....	30
Slika 12: Taktičko vozilo.....	39

## 16. POPIS TABLICE

Tablica 1: Fizikalno kemijske karakteristike Bromov(III) – fluorid-a.....	10
Tablica 2: Dio visokorizičnih opasnih tvari.....	33