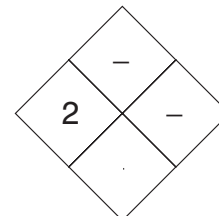


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlak

271

## BROMOFORM (Bromofom)



CAS br. 75-25-2

UN br. 2515

KEMLER br. 60

SINONIM: metil-tribromid, tribrommetan,

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti: 2

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje mogu prouzročiti privremeno ili trajno oštećenje organizma ako se ne pruži brza medicinska pomoć. U ugroženo područje smije se ući samo s opremom za zaštitu disanja s nezavisnim dovodom čistog zraka.

#### Stupanj zapaljivosti: –

#### Stupanj reaktivnosti: –

### FIZIČKO KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula:  $\text{CHBr}_3$ 

Relat. molekulska masa: 252,73

Fizički oblik: bezbojna do žućkasta tekućina

Miris: slatkast, po kloroformu

Vrelište: 149,1 °C

Talište: 8,7 °C (heksagonski kristali)

Gustoća (25 °C): 2,88 g  $\text{cm}^{-3}$ 

Tlak para (25 °C): 0,76 kPa

Topljivost u vodi: vrlo slabo topljiv

Topljivost u organskim otapalima: miješa se s benzenom, alkoholom, kloroformom.

*Inkompatibilne tvari:* kemijski aktivni metali: kalij, natrij, cink, magnezij, aluminij u prahu; jake lužine.

*Ostale značajke:* osjetljiv na svjetlo. Djeluje nadražujuće i otrovno, osobito na organizme u vodi. Dokazano djeluje karcinogeno na životinje.

### MASIMALNO DOPUSTIVA KONCENTRACIJA U ZRAKU (MDK)

Pravilnikom Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske o graničnim vrijednostima opasnih tvari pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima nije propisana maksimalno dopustiva koncentracija bromoforma u atmosferi radnog prostora.

U većini razvijenih zemalja propisana je koncentracija od 0,5 ppm. Nije utvrđena koncentracija bromoforma neposredno opasna po život i zdravlje.

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Plamište: –

Temperatura zapaljenja: –

Granica eksplozivnosti: –

### POŽARNA OPASNOST I ZAŠTITA OD POŽARA

#### Požarna svojstva bromoforma

Bromoform nije zapaljiv, a pare sa zrakom ne stvaraju eksplozivne smjese.

Razgradni produkti koji mogu nastati djelovanjem visokih temperatura su plinovi vrlo škodljivi za zdravlje: bromovodik, ugljikov monoksid i ugljikov dioksid.

#### Gašenje požara

Sredstva prikladna za gašenje požara su ugljikov dioksid, prahovi i vodeni mlaz (ovisno o uvjetima i jačini požara). Za gašenje većeg požara prikladni su vodeni mlaz i alkohol-rezistentna pjena.

Osobe koje gase požar moraju koristiti potpunu osobnu zaštitnu opremu koja uključuje i izolacijski aparat za disanje.

### ZAŠTITA OD EKSPLOZIJA

Pare bromoforma ne stvaraju sa zrakom opasne smjese pa ne postoji opasnost od eksplozija.

### ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Bromoform se upotrebljava u farmaceutskoj industriji te kao otapalo za masti, ulja i voskove, za proizvodnju kemijskih sredstava otpornih prema vatri itd. Djeluje nadražujuće na sluznice i kožu, a ako dospije u organizam, djeluje otrovno.

### Djelovanje na organizam

Bromoform djeluje nadražujuće na oči, kožu, sluznice nosa, grla i dišnih putova. Uzrokuje depresiju živčanog sustava i oštećenja jetre.

#### OBJAŠNJENJA ZA

- sustavne oznake za klasifikaciju tvari s obzirom na opasnost u požaru
- označivanja otrova u prometu
- pločica za označivanje motornih vozila u međunarodnom prijevozu i
- označivanje nekih kratica objavljena su u *Kem. Ind.* 36 (1) (1987)

Smatra se potencijalnim uzročnikom karcinoma kod ljudi, a kod laboratorijskih životinja takvo djelovanje je dokazano. Vjeruje se da može djelovati i na reprodukciju, ali takvo djelovanje kod ljudi nije dokazano. Akutni i kronični učinci tog spoja nisu još potpuno razjašnjeni.

Kao maksimalno dopustivu koncentraciju bromoforma u vodi EPA (USA) je predložila koncentraciju od 0,100 mg l<sup>-1</sup>; sa stajališta zaštite zdravlja predlaže se da voda ne sadrži taj spoj ni u tragovima.

*Mogući putovi ulaska u organizam:* udisanje, apsorpcija kroz kožu, dodir s očima, gutanje.

*Najugroženiji su:* koža, dišni sustav, pluća, jetra, bubreg, centralni živčani sustav.

## PRVA POMOĆ

Štetne posljedice nakon izlaganja djelovanju bromoforma mogu se pojaviti ako se odmah nakon izlaganja ne poduzmu odgovarajuće mjere.

Blizu mjesta gdje može doći do izlaganja tom kemijskom spoju treba na vidljivom mjestu istaknuti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode na radu. Prikladna je ova uputa:

### B R O M O F O R M

#### PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

**DODIR S OČIMA:** ODMAH ispirati desetak minuta mlakom vodom; oči držati otvorene, a povremeno čistim prstima rastvoriti vjeđe, tako da voda dospije u sve dijelove oka. Zatražiti savjet/pomoć liječnika.

**DODIR S KOŽOM:** mjesto dodira ODMAH oprati sapunom i vodom, nakon toga ispirati čistom vodom. Ako se pojave promjene na koži, zatražiti savjet/pomoć liječnika.

**UDISANJE:** osobu izvesti na čisti zrak i neka miruje. Ako teško diše, primijeniti umjetno disanje, npr. metodu "usta na usta". Zatražiti savjet/pomoć liječnika.

**KONTAMINIRANA ODJEĆA:** treba je ODMAH skinuti, osobito ako je od propusnog materijala i odložiti u označeni kontejner s poklopcem.

**GUTANJE:** potrebna je hitna pomoć liječnika; do njegova dolaska osoba neka popije veću količinu vode i potakne povraćanje nadraživanjem grla prstom; pri tom treba se prignuti prema dolje. Osobi koja je blizu nesvijesti ne smije se ništa stavljati u usta.

**VAŽNO!** U slučaju teže nezgode treba prvu pomoć pružiti što hitnije i istodobno pozvati liječnika; ako nije brzo dostupan, osobu treba nakon pružanja prve pomoći odmah otpremiti u bolnicu. Ako se primjenjuje umjetno disanje, prvo treba provjeriti da osoba u ustima nema neko strano tijelo (zubnu protezu, ostatke hrane i sl.), koje treba prije izvaditi!

## SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

### Upozorenja

Osobe koje rade/rukuju bromoformom moraju poznavati osnovna svojstva i štetnost tog kemijskog spoja i pridržavati se propisa/uputa o zaštiti na radu s opasnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, kartice i natpisi s kratkim opisom opasnosti koja prijete pri radu s tim spojem i uputama o ponašanju u izvanrednim situacijama. Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike u kojima se drži bromoform. Prikladna su ova upozorenja:

### B R O M O F O R M

#### UPOZORENJE! DJELUJE NADRAŽUJUĆE I OTROVNO!

- Upotrebljavati samo u dobro ventiliranom prostoru!
- Paziti da ne dođe u dodir s očima i kožom.
- Ne udisati pare!

#### PROUČITE UPUTE O PRUŽANJU PRVE POMOĆI I O PONAŠANJU U IZVANREDNOJ SITUACIJI!

### Ventilacija radnog prostora

U ograničenom radnom prostoru gdje se radi/rukuje bromoformom, treba osigurati učinkovitu ventilaciju. Ako se ne može osigurati da atmosfera u tom prostoru sadrži manje od maksimalno dopustive koncentracije para bromoforma, treba pri radu/boravku u takvoj atmosferi upotrebljavati prikladna osobna zaštitna sredstva (v. Osobna zaštitna sredstva).

### SIGURNI RADNI POSTUPCI

- Osobe koje rade/rukuju bromoformom moraju poznavati osnovna svojstva tog spoja i rizike kojima se izlažu ako se ne pridržavaju propisa i uputa na zaštiti na radu s tvarima škodljivima za zdravlje.
- Spremnik u kojem se nalazi bromoform, dok nije u upotrebi, treba biti dobro zatvoren.
- Ako pri radu s bromoformom dođe do kontaminacije odjeće tekućinom, treba je odmah skinuti, osobito ako je od neotpornog materijala.
- Ako pri bromoform dođe u dodir s očima ili kožom, treba ih odmah dobro ispirati na način kako je objašnjeno u odjeljku "Prva pomoć".
- Ako osoba koja radi/rukuje bromoformom osjeti da joj nije dobro, neka odmah prekine posao i zatraži savjet/pomoć liječnika.
- Ako se u radnom prostoru prolje bromoform, treba ga odmah i na siguran način ukloniti (v. "Postupci u izvanrednim situacijama" i "Detoksikacije i dekontaminacija").
- U radnom prostoru ne smije se držati ni hrana ni piće; radnu odjeću treba držati odijeljeno od dnevne odjeće.
- Nakon prekida posla i prije jela treba ruke dobro oprati.

### ZAŠTITNA SREDSTVA

**VAŽNO!** Zaštitna sredstva nisu zamjena za dobre uvjete rada, propisno rukovanje štetnim tvarima i razumno ponašanje na radnom mjestu. Preventivne tehničko-tehnološke i druge mjere djelotvornija su zaštita od opasnih tvari nego zaštitna sredstva, no pri obavljanju nekih poslova i u nekim situacijama upotreba takvih sredstava može biti nužna.

### Osobna zaštitna sredstva

**Zaštita disanja:** u atmosferi koja sadrži do približno 25 ppm bromoforma može se upotrebljavati plinska maska s kanisterom za zaštitu od organskih para (ograničeno vrijeme), izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica ili cijevna maska s dovodom čistog zraka i s potpunom zaštitom lica. Za veće i nepoznate koncentracije bromoforma: cijevna maska s dovodom čistog zraka pod pozitivnim tlakom, s potpunom zaštitom lica. Za bijeg iz ugroženog područja: plinska maska s filtrom za apsorpciju organskih para ili izolacijski aparat s potpunom zaštitom lica.

**Zaštita očiju:** kemijske zaštitne naočale koje dobro prijanjaju uz lice i/ili plastični štitići za lice upotrebljavaju se samo kao zaštita od prskanja tekućine, a u ostalim prilikama zaštita se postiže upotrebom uređaja za zaštitu disanja s potpunom zaštitom lica.

**Zaštita tijela:** zaštitna odjeća i/ili zaštitni ogrtač, sve od nepropusnog materijala. **Zaštita ruku:** čvrste, nepropusne radne rukavice. U slučaju jake kontaminacije treba odjeću od neotpornog materijala odmah skinuti.

### Zaštitna sredstva opće namjene

To su tuševi koji daju obilan mlaz vode umjerene temperature i tlaka i ispiralice za oči; najprikladnije su ispiralice koje rade na principu vodoskoka (fontane). Tuševi i ispiralice za oči treba postaviti što bliže mjestima gdje se radi s tvarima škodljivima za zdravlje.

### USKLADIŠTENJE

Skladišni prostor u kojem se drže spremnici s bromoformom mora biti suh, hladan i zaštićen od izravnog danjeg svjetla; treba osigurati dobru ventilaciju tog prostora.

Spremnici s bromoformom, prikladno označeni, moraju biti uvijek dobro začepljeni, a prazne spremnike treba smjestiti odvojeno od punih; s njima valja rukovati oprezno, jer mogu sadržavati ostatke tekućine i para bromoforma.

U skladišnom prostoru ne smiju se držati tvari s kojima bi bromoform u slučaju prolijevanja/propuštanja spremnika mogao nepoželjno reagirati; to se odnosi u prvom redu na jake lužine i oksidanse.

### POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako se u radnom prostoru prolije bromoform, predlaže se postupiti na ovaj način:

1. Sve osobe moraju ODMAH napustiti taj prostor, pri tom paziti da ne dođu u dodir s prolivenom tekućinom.
2. O incidentnoj situaciji treba odmah obavijestiti osobu ili službu odgovornu za poduzimanje/provođenje zaštitnih mjera.
3. U kontaminirani prostor smiju ući samo osobe opremljene prikladnom osobnom zaštitnom opremom osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama. Treba otvoriti sve prozore i vrata i pojačanom ventilacijom provjetriti taj prostor.

### DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Proliveni bromoform posipa se dijatomejskom zemljom, suhim pijeskom, suhom smrvljenom zemljom ili drvenom pilovinom. Materijal s adsorbiranom tekućinom prenese se u kontejner s hermetiziranim poklopcem i preda agenciji ovlaštenoj za zbrinjavanje kemijskog otpada. U principu, takav materijal može se (u skladu s postojećim zakonskim propisima) zakopati u zemlju, na mjestu odobrenom za odlaganje kemijskog otpada.

Mala količina prolivenog bromoforma može se pokupiti debljim slojem upijajućeg papira i spaliti u dobro ventiliranoj "smradnoj komori". Otpadni/neupotrebljivi bromoform najbolje je predati proizvođaču na regeneraciju destilacijom.

Mjesto prolijevanja bromoforma u radnom prostoru treba, nakon što se tekućina ukloni, dobro oprati sapunastom i čistom vodom.

### ODREĐIVANJE BROMOFORMA U ZRAKU

Jedna od mogućnosti određivanja je adsorpcija na aktivnom ugljenu, desorpcija ugljikovim disulfidom i analiza alikvotnog dijela

eluata plinskom kromatografijom; opis ove metode može se naći u NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd Ed., (4 Volumes), DHEW (NIOSH) Publ. No. 77-157A (1977).

Određivanje koncentracije bromoforma u atmosferi radnog prostora najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih analitičkih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i interpretacije rezultata mjerenja. Analitički laboratoriji, odnosno institucije koje se (u Zagrebu) bave utvrđivanjem štetnih tvari u zraku i rješavanjem problema u vezi sa zaštitom na radu i zaštitom okoliša su npr. ANT – Laboratorij za analitiku i toksikologiju, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti i dr.

### ZAŠTITA OKOLIŠA

Bromoform djeluje vrlo otrovno na organizme što žive u vodi, posebno na ribe i planktone; smatra se da čak i vrlo mala koncentracija djeluje štetno. Stoga se bromoform ne smije izbacivati u vodotoke i zakapati u zemlju osim na mjestu odobrenom relevantnim propisima.

### PRIJEVOZ

Bromoform se prevozi i u prijevozu označava kao tvar klase 6 (otrovne tvari).

U međunarodnom cestovnom prometu bromoform se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Europskom sporazumu o prijevozu opasne robe u cestovnom prometu (ADR).

U međunarodnom prijevozu željeznicom bromoform se prevozi na način i pod uvjetima navedenim u Međunarodnoj konvenciji o prijevozu robe željeznicama (CIM) – Pravilnik o prijevozu opasne robe željeznicama (RID).

### Havarija prilikom prijevoza

Ako prilikom cestovnog prijevoza bromoforma dođe do propuštanja spremnika odnosno prolijevanja tekućine, zaustavite vozilo što prije i po mogućnosti podalje od javnih putova. Treba osigurati dovoljno veliku zaštitnu zonu i blokirati sve prilazne putove. O havariji odmah obavijestite najbliže institucije sigurnosti (policija, vatrogasci) i pošiljatelja pošiljke. Ako se radi o spremniku koji propušta, treba pokušati privremeno začepiti mjesto propuštanja. Ako se tekućina prolije na asfaltiranoj cesti, treba je posipati suhim pijeskom ili suhom smrvljenom zemljom, materijal pokupiti i staviti u kontejner s poklopcem; taj se materijal može zakopati u zemlju, na mjestu odobrenom za odlaganje otpadnih kemijskih tvari.

Ako se havarija dogodi u neposrednoj blizini ili unutar naselja, treba postupiti kako je već opisano, a okolno stanovništvo upozoriti na mogućnosti onečišćenja nadzemnih (eventualno podzemnih) voda.

– • –

Ovaj prikaz o bromoformu izrađen je u suradnji s inž. Z. Habušom.