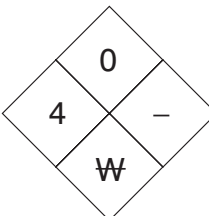


# požarno opasne, toksične i reaktivne tvari

Uređuje: Branko Uhlak

## 283 FOSFOROV PENTAKLORID (Phosphorus pentachloride)



CAS br. 10026-13-8  
UN br. 1806  
KEMLER 80  
Sinonim: fosforov(V) klorid

### KLASIFIKACIJA OPASNOSTI U POŽARU

#### Stupanj škodljivosti 4:

Taj stupanj škodljivosti pripisuje se tvarima koje i pri kratkotrajnom djelovanju mogu izazvati trajnu oštećenost organizma ili smrt, čak i ako se pruži brza medicinska pomoć. U taj stupanj škodljivosti ubrajaju se tvari kojima se smije prići samo sa specijalnom zaštitnom opremom.

#### Stupanj zapaljivosti 0:

Taj stupanj zapaljivosti pripisuje se tvarima koje ne gore kad se nalaze na temperaturi od 815 °C pet minuta.

#### Stupanj reaktivnosti:

##### Posebno upozorenje W:

Ova se oznaka pripisuje tvarima koje lako i burno reagiraju s vodom ili vodenom parom pri svim uvjetima.

### FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA

Kemijska formula:  $\text{PCl}_5$

Strukturna formula:

Relat. molekulska masa: 208,24

Fizički oblik: kristalni prah bijele do blijedožute boje

Miris: po klorovodičnoj kiselini

Talište: 167 °C (pri toj temperaturi sublimira)

Vrelište: –

Topljivost u vodi: reagira s vodom i pri tome se razgrađuje

Topljivost u drugim otapalima: topljiv u  $\text{CS}_2$

*Inkompatibilne tvari:* voda, metali, oksidansi, alkoholi, metali/kemijski aktivni metali, lužine, hidroksilamin...

*Ostale značajke:* žestoko reagira s vodom/vlagom, pri čemu nastaju korozivne pare fosforne kiseline i klorovodika. Ne smije se izlagati toplini.

### GRANIČNA VRIJEDNOST IZLOŽENOSTI NA RADU (GVI)

Pravilnikom Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske o graničnim vrijednostima opasnih tvari pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima (N. N. 13-09 od 30/01/2009) granična vrijednost izloženosti za fosforov pentaklorid je:

mg  $\text{m}^{-3}$  .....1

Koncentracija neposredno opasna po zdravlje i život je 200 mg  $\text{m}^{-3}$ .

### ZAPALJIVOST I EKSPLOZIVNOST

Fosforov pentaklorid nije goriva tvar i ne stvara eksplozivne smjese sa zrakom: ne smije se izlagati visokoj temperaturi.

### POŽARNA SVOJSTVA I ZAŠTITA OD POŽARA

Spremnici s fosforovim pentakloridom, izloženi visokoj temperaturi mogu eksplodirati, pri čemu nastaju spojevi klorovodik i fosforovi oksidi; stvorene korozivne pare teže su od zraka, zadržavaju se pri tlu i mogu dospjeti u niže prostore.

Požar u neposrednoj blizini spremnika s fosforovim pentakloridom ne smije se gasiti vodom(!) nego prahovima ili ugljikovim dioksidom. Osobe koje gase požar moraju nositi potpunu osobnu zaštitnu opremu što uključuje i izolacijski aparat za disanje pod pozitivnim tlakom i odjeću otpornu na korozivne pare.

### ŠKODLJIVOST ZA ZDRAVLJE

Fosforov pentaklorid upotrebljava se za proizvodnju kloriranih spojeva, poljoprivrednih kemikalija, u farmaceutskoj industriji, u proizvodnji plastifikatora, nekih aditiva (za benzin), itd. Osobe zaposlene na tim poslovima mogu biti izložene djelovanju ovog vrlo škodljivog kemijskog spoja.

### Djelovanje na organizam

#### Akutno djelovanje

Fosforov pentaklorid jako nadražuje/izjeda sva tjelesna tkiva; ako dospije u organizam, posljedice mogu biti fatalne (v. Udisanje i Gutanje).

**Dodir s očima:** uzrokuje jake kemijske opekline s posljedicama koje mogu biti vrlo teške.

**Dodir s kožom:** djeluje jako nadražujuće, stvara teške kemijske opekline s plikovima/mjehurima.

**Udisanje:** uzrokuje jake nadražaje i oštećenja dišnog sustava; znaci izloženosti: glavobolja, kašalj, osjećaj paljenja u grlu, hripanje, kratak dah, mučnina, povraćanje. Jače izlaganje može prouz-

### 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)

ročiti edem i "kemijsku" upalu pluća, što može imati fatalne posljedice; smrt može nastupiti satima nakon izlaganja.

**Gutanje:** stvaraju se opekline u gastrointestinalnom sustavu što može imati teške trajne posljedice; smrt može nastupiti zbog kardiovaskularnog kolapsa.

#### *Kronično izlaganje*

Učinci kroničnog izlaganja djelovanju fosforova pentaklorida su slični onima kod akutnog izlaganja.

Nema podataka o mogućem karcinogenom i teratogenom djelovanju ni o djelovanju na reprodukciju.

**Mogući putovi ulaska u organizam:** udisanje, gutanje, dodir s kožom i očima.

**Najugroženiji su:** dišni sustav, koža, oči, pluća.

## PRVA POMOĆ

Štetne posljedice izlaganja djelovanju fosforova pentaklorida mogu se pojaviti ako se odmah ne poduzmu odgovarajuće mjere, što ne isključuje mogućnost da će se one pojaviti.

Blizu mjesta gdje se radi/rukuje fosforovim pentakloridom, treba na vidljivom mjestu istaknuti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode. Prikladna je ova uputa:

### FOSFOROV PENTAKLORID

#### PRVA POMOĆ U SLUČAJU NEZGODE NA RADU

**Dodir s očima:** odmah ispirati s mnogo vode, barem 30 minuta; oči ne zatvarati ni trljati prstima! Treba odmah zatražiti pomoć liječnika oftalmologa.

**Dodir s kožom:** odmah prati s mnogo vode, barem 15 minuta; nakon pranja zatražiti savjet/pomoć liječnika, osobito ako se na koži pojavi crvenilo.

**Udisanje:** osobu odmah izvesti na čisti zrak, istovremeno pozvati liječnika. Ako je disanje otežano, davati kisik. Ako je osoba prestala disati, treba odmah primijeniti umjetno disanje: ne primijeniti metodu "usta na usta", već davati kisik pomoću prikladnog mehaničkog uređaja (npr. pomoću vrećice i maske).

**Gutanje:** ne poticati na povraćanje! Osoba neka popije 2 – 4 šalice mlijeka ili vode, nakon toga potrebna je liječnička intervencija (ispiranje želuca).

**LIJEČNIKU NA ZNANJE!** Nakon izlaganja kemikaliji učinci se mogu pojaviti s kašnjenjem, pa je potreban stalan nadzor nesrećenog!

**VAŽNO!** Osobi koja je u nesvijesti ne smije se ništa stavljati u usta. Ako se primjenjuje umjetno disanje, prvo treba provjeriti da nesrećeni 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 fosforovim pentakloridom moraju poznavati njegovu štetnost i pridržavati se propisa i uputa o zaštiti na radu s opasnim tvarima. Za upozorenje izrađuju se posebne ploče, natpisi i kartice s kratkim opisom opasnosti koje prijete pri radu s tim kemijskim spojem i s kratkim uputama o ponašanju u izvanrednim situacijama. Istu namjenu imaju i naljepnice za spremnike u kojima se drži fosforov pentaklorid. Prikladna su ova upozorenja:

### FOSFOROV PENTAKLORID

UPOZORENJE! DJELUJE JAKO NADRAŽUJUĆE,  
KOROZIVNO I OTROVNO!

- ne udisati prašinu!
- paziti da ne dođe u dodir s očima i kožom!
- ne smije doći u dodir s vodom, s kojom reagira opasno!

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

### Ventilacija radnih prostorija

Treba osigurati učinkovitu ventilaciju kako bi koncentracija fosforova pentaklorida bila što manja od zakonom propisane granične vrijednosti ( $1 \text{ mg m}^{-3}$ ). Ovim kemijskim spojem valja raditi/rukovati ispod kape ("haube") za odvođenje opasnih plinova i para.

### SIGURNI RADNI POSTUPCI

- S fosforovim pentakloridom treba rukovati vrlo oprezno i paziti da kemikalija ne dođe u dodir s očima i kožom; ako se to dogodi, treba odmah postupiti na način kako je predloženo u odjeljku Prva pomoć.
- Odjeću/obuću kontaminiranu fosforovim pentakloridom treba odmah skinuti, osobito ako je od propusnog materijala; prije ponovne upotrebe odjeću treba temeljito oprati, a obuću je najbolje baciti, odnosno uništiti spaljivanjem.
- Spremnici u kojima se drži fosforov pentaklorid trebaju biti uvijek dobro začepljeni kako bi se spriječio dodir kemikalije s vlagom iz zraka.
- Prikladno obilježene prazne spremnike treba, dobro začepljene, držati odvojeno od punih; s njima valja rukovati oprezno jer mogu sadržavati ostatke kemikalije.
- Predlaže se na radnom mjestu držati samo onoliko fosforova pentaklorida koliko se može utrošiti istog dana.
- Ako u radnoj prostoriji dođe do prosipanja fosforova pentaklorida, prosipani materijal treba odmah i na siguran način ukloniti (v. Postupci u izvanrednim situacijama i Detoksikacija i dekontaminacija).
- U radnoj prostoriji gdje se rukuje fosforovim pentakloridom ne smije se jesti, piti ni pušiti.
- Nakon rukovanja fosforovim pentakloridom treba dijelove tijela koji su mogli doći u dodir s ovom kemikalijom dobro oprati.
- Radnu odjeću/obuću treba držati odvojeno od dnevne odjeće.

### ZAŠTITNA SREDSTVA

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

### Osobna zaštitna sredstva

**Zaštita očiju/lica** – upotrebljavaju se kemijske zaštitne naočale koje dobro prijanjaju uz lice i plastični štitnik za lice; upotrebljavaju se kao zaštita od prskanja tekućine koja sadrži fosforov pentaklorid.

**Zaštita tijela** – odjeća/ograč/pregača od otpornog/nepropusnog materijala (npr. PVC, neopren, butil-guma) i zaštitne rukavice od butil-gume. Kontaminiranu odjeću treba mijenjati svakodnevno.

**Zaštita disanja** – u atmosferi koja sadrži približno do  $10 \text{ mg m}^{-3}$  fosforova pentaklorida upotrebljavaju se cijevna maska s dovodom čistog zraka ili izolacijski aparat; za koncentracije do  $50 \text{ mg m}^{-3}$  upotrebljavaju se isti uređaji, ali s potpunom zaštitom lica.

Za veće i nepoznate koncentracije fosforova pentaklorida u zraku predlaže se cijevna maska s potpunom zaštitom lica i dovodom čistog zraka pod pozitivnim tlakom. Za brzo napuštanje kontaminirane prostorije/prostora može se upotrebljavati plinska maska s kombinacijom filtra za zaštitu od kiselih para i čestice ili izolacijski aparat.

### 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 radnim mjestima gdje se radi/rukuje kemikalijama škodljivim za zdravlje.

### USKLADIŠTENJE

Skladišna prostorija treba biti suha i hladna, a spremnici u kojima se drži fosforov pentaklorid dobro začepljen(!). Prazne spremnike, prikladno označene i dobro začepljene, treba držati odvojeno od punih; s njima valja baratati oprezno jer mogu sadržavati ostatke te kemikalije. U skladišnoj prostoriji ne smije se koristiti izvorima topline ni držati tvari s kojima bi fosforov pentaklorid mogao nepoželjno reagirati. (v. Fizikalno-kemijska svojstva – Inkompatibilne tvari).

Pristup skladišnoj prostoriji/prostoru i rukovanje spremnicima treba dopustiti samo ovlaštenim osobama.

### POSTUPCI U IZVANREDNIM SITUACIJAMA

Ako se u radnoj prostoriji/prostoru prosipa fosforov pentaklorid, predlaže se postupiti ovako:

- 1) Sve osobe moraju odmah napustiti taj prostor pazeći da ne dođu u dodir s prosipanom kemikalijom;
- 2) O incidentnoj situaciji treba odmah obavijestiti osobu/službu odgovornu za provođenje zaštitnih mjera;
- 3) U kontaminirani prostor smiju ući samo osobe osposobljene za djelovanje u incidentnim situacijama, opremljene prikladnom osobnom zaštitnom opremom, ovisno o situaciji. Te osobe moraju na siguran način ukloniti prosipanu kemikaliju i dekontaminirati prostoriju/prostor.

### DETOKSIKACIJA I DEKONTAMINACIJA

Manja količina prosipanog fosforova pentaklorida može se ukloniti na ovaj način (postupak prema *Manufacturing Chemists Assoc.*): kemikalija se posipa i pomiješa s natrijevim bikarbonatom ili smjesom natrijeva karbonata i gašenog vapna (50 : 50), mješavina polako i oprezno navlaži vodom u obliku spreja (pomoću prikladnog raspršivača); mali dio ove smjese ubaci se u veliku posudu napunjenu vodom: ako ne dođe do vidljive/burne reakcije, u vodu se ubaci i preostali dio smjese. Ako prvo ubačeni dio smjese reagira s vodom, treba smjesu prije ubacivanja u vodu dodatno navlažiti raspršenom vodom. Naposljetku se voda s otopljenom smjesom neutralizira (amonijakom ili klorovodičnom kiselinom konc.  $6 \text{ mol L}^{-1}$ , već prema potrebi) i postupno, s mnogo vode izlije u kanalizaciju. Kad se prosipana kemikalija ukloni, mjesto prosipanja se dobro opere sapunastom i čistom vodom.

### ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE $\text{PCl}_5$ U ZRAKU

Jedna od mogućnosti je određivanje kolorimetrijskom metodom. Princip: zrak se usiše kroz ispiralicu (*impinger*) i analizira postupkom opisanom u Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 14 Ed., Am. Publ. Health Assoc., Washington D.C. (1975).

Određivanje fosforova pentaklorida u zraku najbolje je povjeriti nekom od specijaliziranih analitičkih laboratorija koji raspolažu potrebnom opremom i iskustvom kako u pogledu izbora analitičke metode tako 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.

### DJELOVANJE NA OKOLIŠ

Nema podataka o ekotoksičnosti fosforova pentaklorida ni kriterija o maksimalno dopustivoj koncentraciji tog spoja u vodi. Iako se na vlazi brzo razgrađuje, ne smije se bez prethodne obrade izbacivati u vodotoke ni zakopati u zemlju, zbog vrlo toksičnih razgradnih produkata.

### PRIJEVOZ

Fosforov pentaklorid se prevozi i u transportu označava kao tvar klase 8 (korozivne tvari).

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

U međunarodnom prijevozu željeznicom fosforov pentaklorid 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 fosforova pentaklorida dođe do prosipanja ove kemikalije, oko mjesta prosipanja osigurajte dovoljno veliku zaštitnu zonu, blokirajte prilazne putove i spriječite prilaz nepozvanim osobama. O havariji obavijestite najbliže institucije sigurnosti (policija, vatrogasci) i pošiljatelja pošiljke. Osobe koje uklanjaju prosipani materijal moraju imati prikladnu osobnu zaštitnu opremu, u prvom redu zaštitni ogrtač, gumene rukavice, gumene čizme i uređaj za zaštitu disanja (npr. plinsku masku s filtrima za zaštitu od kiselih para i čestica).

Prosipani materijal se pokupi bez prašenja, izmiješa sa smjesom sode i gašenog vapna i oprezno prebaci u označeni kontejner s hermetiziranim poklopcem; taj se materijal učini bezopasnim na način kako je opisano u odjeljku Detoksikacija i dekontaminacija.

Ako se havarija dogodi u neposrednoj blizini ili unutar naselja, treba postupiti slično kako je prije opisano, a okolno stanovništvo treba upozoriti na mogućnost kontaminacije nadzemnih/podzemnih voda.

– • –

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