

# NAČELA PROTUPOŽARNE ZAŠTITE

- **Gorenje**

- kemijiski proces pri kojem se spajaju goriva tvar i kisik (klor) uz oslobođanje svjetlosti i topline

- **Požar**

- nekontrolirano gorenje izazvanom eksplozijom ili paljenjem
- svojstva požara ovisne ponajprije o agregatnom stanju prevladavajuće gorive tvari

- **Nužni uvjeti**

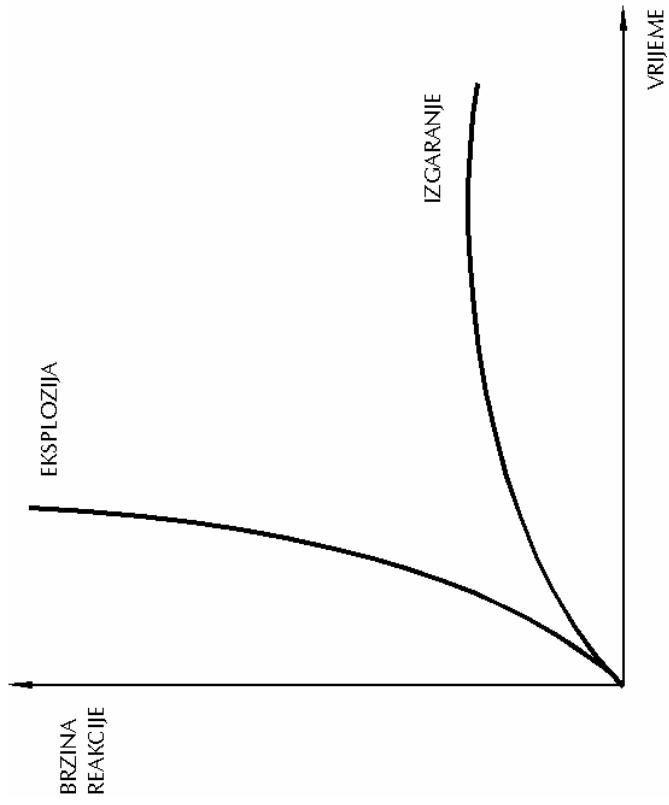
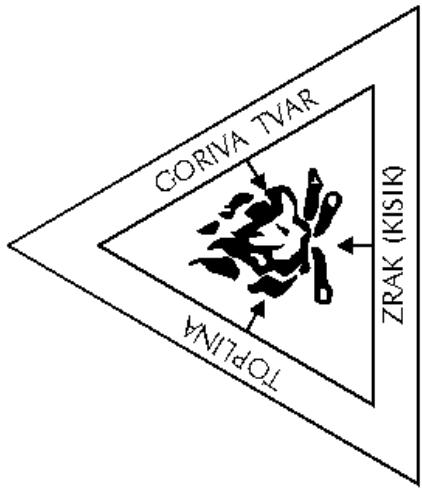
- goriva tvar
- kisik
- toplina

- **Eksplozija**

- trenutno spajanje veće količine gorive tvari s kisikom
- deflagracija       $\Rightarrow v_{reakcije} < 330 \text{ m/s}$
- detonacija       $\Rightarrow v_{reakcije} > 330 \text{ m/s}$

- **Izbijanje požara**

- eksplozijom
- paljenjem
- samozapaljenjem



# GORIVA TVAR

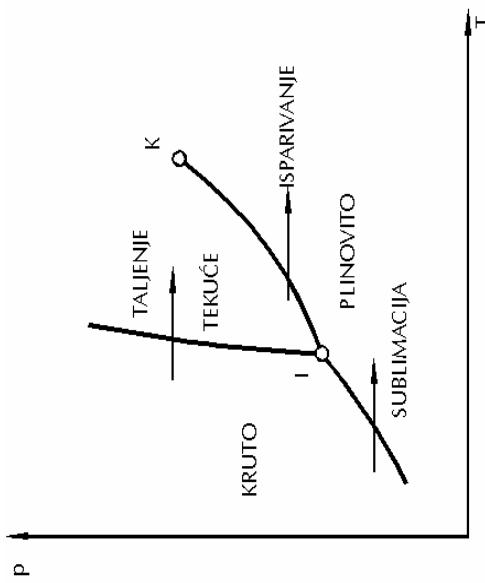
## • krutine ili kristali

- gore plamenom ili žarom
- zapaljivost (potrebna temperatura) ovisi o izloženoj površini i gustoći
- nezapaljive tvari: neće se zapaliti niti ispuštaći plinove i pare koje se mogu zapaliti bez dodatnog dovođenja topline pri temperaturi od  $750^{\circ}\text{C}$
- teško zapaljive tvari: gore samo dok su izložene plamenu
- mogu eksplodirati ako:
  - u homogenoj smjesi sadrže kisik
  - su sitne čestice (prašine) homogeno pomiješane sa zrakom (npr. sumpor, ugljen)

## • tekućine

- najčešće ugljikovodici
- karakteristične temperature:
  - paljenja [Flash Point]
  - gorenje[Flame Point]
  - samozapaljenja [Auto/Ignition Point]
- u pravilu recipročni odnos temperature paljenja i samozapaljenja
- ispitivanje u zatvorenoj posudi

## • plinovi i pare

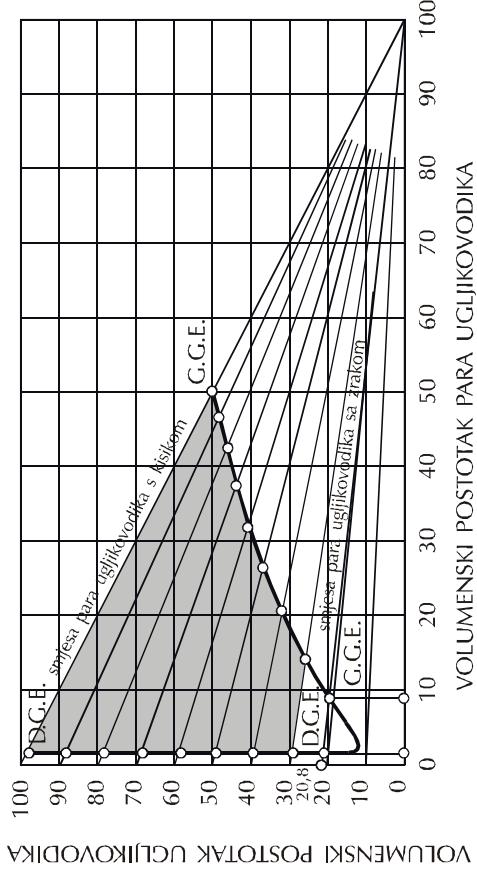


Klasa	Zapaljivost	Temperatura paljenja $^{\circ}\text{C}$	Primjer
A	visoka	$\text{FP} < -18^{\circ}$	benzin
B	srednja	$-18^{\circ} < \text{FP} < 23^{\circ}$	alkoholi
C	niska	$23^{\circ} < \text{FP} < 61^{\circ}$	diesel, kerosin

- u pravilu izgaraju trenutno (eksplozijom)

## Područje eksplozivnosti

- donja granica eksplozivnosti [LFL]
  - najmanja količina ZAPALJIVIH PARA pomiješanih sa ZRAKOM pri kojoj može doći do eksplozije
- gornja granica eksplozivnosti [UFL]
  - najveća količina ZAPALJIVIH PARA pomiješanih sa ZRAKOM pri kojoj može doći do eksplozije
  - izražava se u postocima volumena i funkcija je  $O_2$  (povećanjem  $O_2$  u smjesi raste opseg)



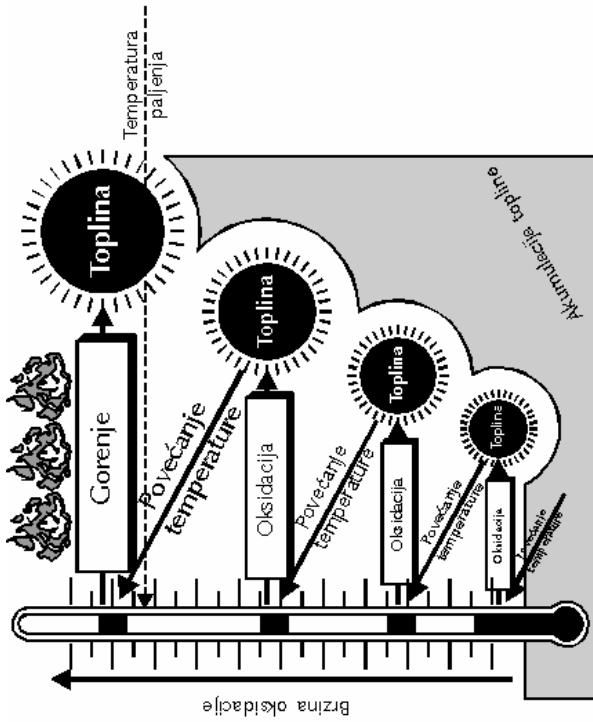
## Kisik [ $O_2$ ]

- plin bez boje, okusa i mirisa
- količina kisika određuje vrstu izgaranja:
  - potpuno: sve molekule gorive tvari spajaju se sa slobodnim molekulama  $O_2$ , u pravilu oslobođa se  $CO_2$  i  $H_2O$
  - nepotpuno: sve molekule  $O_2$  spajaju se s gorivom tvari, oslobođa se  $CO_2$ ,  $CO$ , a ponekad i  $C$

Naziv	Temperatura paljenja (°C)	Temperatura samozapaljenja (°C)	DGE (%)	GGE (%)
benzen	-11	560	1,3	7,1
benzin	-20	465	1,4	7,4
etanol	+12,8	365	3,3	29,0
eter	-45	160	1,9	36,0
kerozin	+43 - 72	210	0,7	5,0
metanol	+11,1	390	6,7	36,0
toluen	+4,4	480	1,2	7,1
uglijični disulfid	-30	90	1,3	50,0

## Toplina

- izvori topline:
  - kemijski procesi (izzgaranje, egzotermne reakcije, polimerizacija, itd.)
  - mehanička djelovanja (trenje)
  - električna struja
  - nuklearna reakcija
- prijenos topline
  - kondukcija ili provođenje topline kroz krute tvari
  - konvekcija (strujanje) kroz plinove i pare
  - radijacija (zračenje)



## Potencijalni izvori požara

- otvoreni plamen
  - cigareta, šibica, plamen peći, zavarivanje
- zagrijane površine
  - parovodi, ispušne cijevi, rasyjetna tijela
- mehanička iskra
  - brušenje, tokarenje
- električna iskra
  - kratki spoj, uređaji ne-sigurnosne izvedbe, grom, nekontrolirana pražnjenja
- samozapaljenje
  - pamučni otpad, metalna strugotina, pamuk, riblje brašno, sumpor
- statički elektricitet
  - protok tekućina (vodena para, CO<sub>2</sub>, gorivo i nafta), naboj između broda i obale

Izvor paljenja	Temperatura (°C)
opušak	do 650
otvoren plamen	1.000–1.100
mehanička iskra	do 1.800
plinsko varenje	do 3.000
električna iskra	do 3.600

# NAČELA GAŠENJA I SREDSTVA ZA GAŠENJE

## Načela

- odvajanjem (uklanjanjem) gorive tvari
- hlađenjem
- gušenjem
- djelovanjem na kemijski proces gorenja (antikatalitički)

## Podjela sredstava za gašenje požara

- osnovno
- dopunska
- pomoćna

## Voda

- djelovanje
  - hlađenjem
  - odvajanjem (potapanjem)
- gašenje prvenstveno požara krutih tvari prednosti:
  - dovoljne količine, neutrovnost, prenosivost, raznolikost primjene (mlaz, maga, dr.)
- nedostaci
  - električna provodljivost, raspadanje pri dodiru s nekim užarenim tvarima (koks, željezo, aluminij, magnezij), tvorba opasnih spojeva (acetilen), smrzavanje, raznošenje razlivenih tekućina, oštećenja postrojenja

## Prah

- proizvodna osnova:
  - natrijev i anonijev fosfat [A]
  - natrijev hidrotkarbonat [B, C, E]
  - kalijev sulfat [A, B, C, E]
- nedostatak: raspadanje na visokim temperaturama ( $\text{CO}_2$ , voda i soda)
- po svojstvima nadopunjuje vodu
- pogonski plin:  $\text{CO}_2$  ili N

## Obilježja sredstva za gašenje požara

- efikasnost gašenja
- stupanj štetnosti po zdravlje
- stupanj oštećivanja štićenih prostora i predmeta
- stupanj primjenjivosti
- prenosivost
- mogućnost uskladištenja

## Pjena

- pjena = voda + pjenilo + zrak
- faktor pjenjenja = omjer vode i pjeneila prema ukupnom volumenu
- djelovanje:
  - prekrivanjem [A, B]
  - nedostatak: vrijeme potrebno za stvaranje pjene
  - pjene za posebne namjene:
    - alkoholne pjene za gašenje na brodovima za prijevoz kemikalija
    - floroproteinske i florosintetske pjene s poboljšanom stabilnošću na visoke temperature
    - kemijska pjena => mješavina bikarbonata i aluminijum sulfata
  - visoka efikasnost gašenja
  - nema oštećenja
  - mala toksičnost
- nedostaci:
  - visoka cijena
  - raspadanje pri dužem kontaktu s plamenom
  - utjecaj na ozonski sloj

Vrstа pjene	Faktor pjenjenja	Težina [kg/m <sup>3</sup> ]
teška	4 – 20	150 – 200
srednja	20 – 200	10 – 15
laka	200 – 1000	2

## Halogenizirani ugljikovodici (haloni)

- plin bez boje i mirisa, težine 1.5 kg/m<sup>3</sup>
- pri djelovanju nastaje bijeli snijeg(t=-56.6°)
- tlak skladištenja: 50-60 bara
- djelovanje: ugnjučuje (pri 30-40% vol.)
- nedostatak:
  - asfiktans pri više od 5% vol.
  - zabrana upotrebe kod klase D zbog raspadanja
  - pjesak, pokrivači, itd
- prednosti:
  - antikatalitički,
  - gušenjem (5-7%) [A, B, C, E]
- nedostaci:
  - visoka cijena
  - raspadanje pri dužem kontaktu s plamenom
  - utjecaj na ozonski sloj

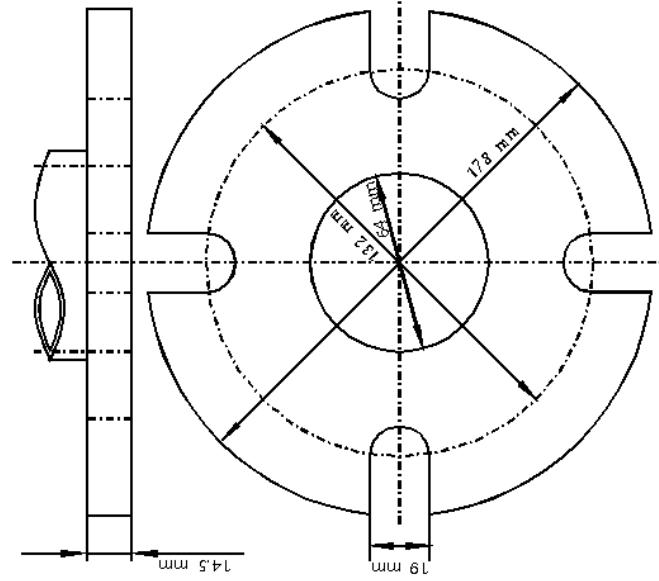
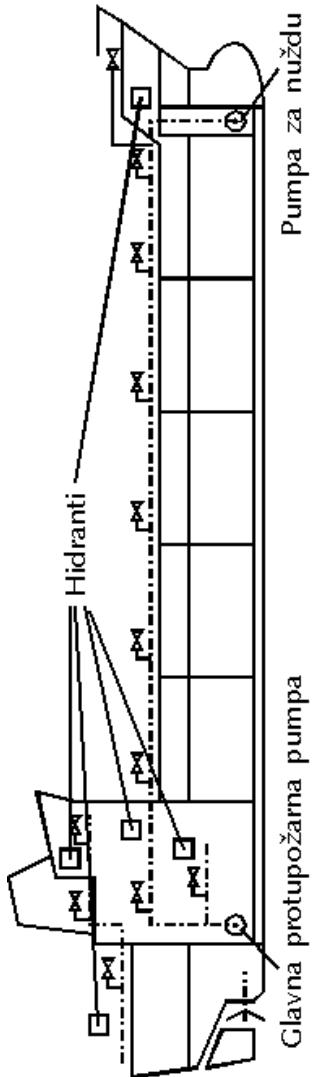
## Pomočna sredstva

## USPOREDBA SREDSTAVA ZA GAŠENJE

KLASA	VRSTA GORIVE TVARI	SREDSTVO ZA GAŠENJE
A	Požari krutih tvari: koje gore plamenom ili žarom (isključujući metale) kao drvo, tekstil, ugљen, biljne tvari, plastika, slana, papir i sl.	 A VODA PIJENA PRAH
B	Požari zapaljivih tekućina: kao benzina, benzola, ulja, masti, lakova, astalta, smole, voska, etera, alkohola i drugih.	 B PIJENA PRAH $\text{CO}_2$ (HALON)
C	Požari plinovitih tvari: kao metana, butana, propana, vodiaka, acetilena, gradskog plina i drugih.	 C PRAH $\text{CO}_2$ (HALON)
D	Požari lakih metala: koji gore jakim žarom kao aluminij, magnезij i njihove legure, titan elektroon i drugi osim natrija i kalija	 D D - PRAH
E	Požari vrste A do D, u blizini električnih postrojenja odnosno požari istih: kao kablovi, sklopke, motori, generatori, transformatori i sl.	 E $\text{CO}_2$ PRAH (HALON)

# PALUBNI PROTUPOŽARNI SUSTAV

- **protupožarne crpke**
  - najmanje dvije kapaciteta  $> 25 \text{ m}^3/\text{h}$
  - svaka napaja najmanje dva mlaza
- **glavni protupožarni cjevovod**
  - obavezno na palubi
  - najmanji kapacitet  $140 \text{ m}^3/\text{h}$
- **hidrantí**
  - najmanji tlak  $0.25\text{--}0.31 \text{ N/mm}^2$
  - svaku točku broda moraju doseći najmanje dva mlaza
- **vatrogasne cijevi**
  - obavezne mlaznice (isključivanje i najmanje mlaza)
  - dužina  $10\text{--}20 \text{ m}$

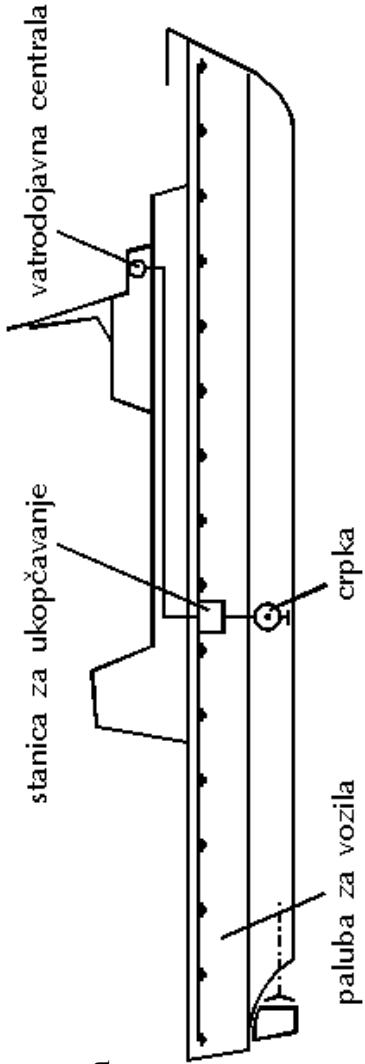


# SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA VODOM

- Automatski sustav za gašenje vodenom maglom

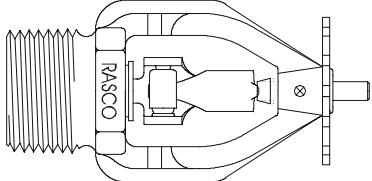
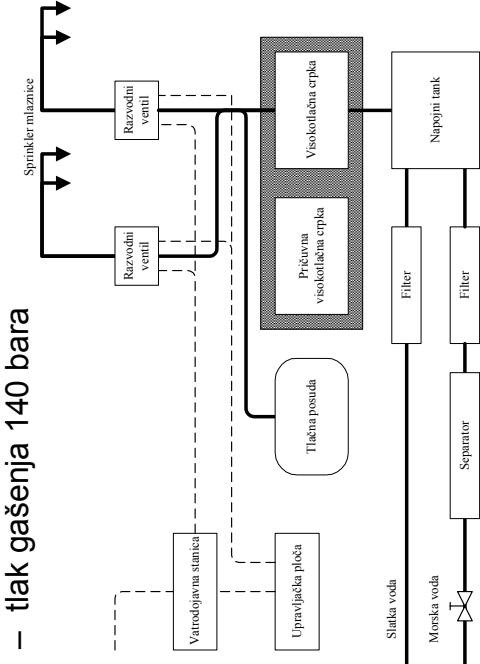
- rasprškači [Sprinkler]
  - djelovanje: ekspanzija tekućine u kvarcnom bulbu
  - temperatura djelovanja:  $68^\circ - 79^\circ$
  - $5 \text{ lit}/\text{m}^2$
  - podjela po sekcijama
- kontrolna slavina
- cjevovod:
  - "suhii" i/ili "mokri"
- tlačna posuda
- crpka kapaciteta najmanje  $28 \text{ m}^3$

- Sustavi za gašenje vodenom maglom (zavjesom) - roro brodovi



- Sustav za gašenje visokim tlakom

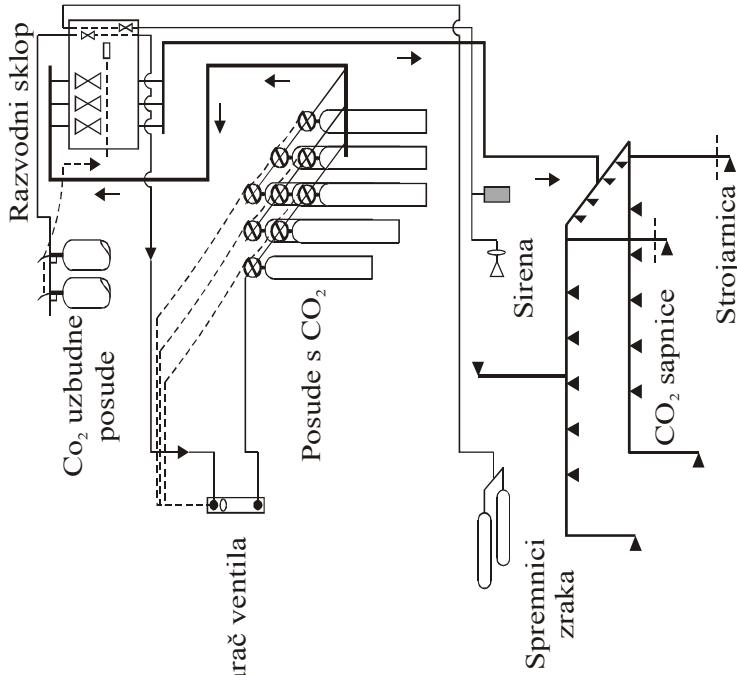
- Hi-Fog sprinkler system
  - radni tlak 25 bara
  - tlak gašenja 140 bara
- tlačna posuda
- crpka kapaciteta najmanje  $28 \text{ m}^3$



# CO<sub>2</sub>

## SUSTAVI ZA GAŠENJE POŽARA PLINOM

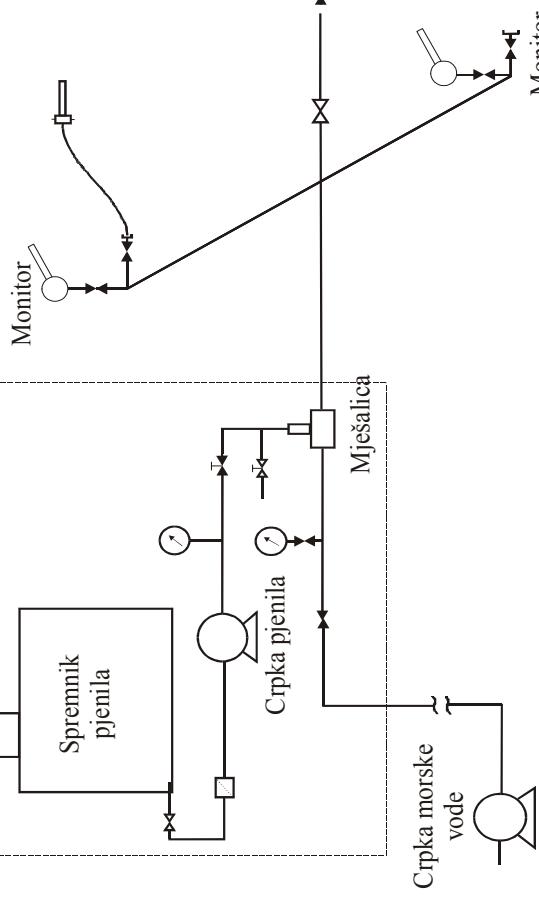
- ručno i daljinsko aktiviranje
  - uzbudni znak najmanje 20 s prije uključivanja
- posude sa plinom
  - po tlakom 56,6 bara na normalnoj temperaturi
  - nominalna zapremina CO<sub>2</sub> je 0,56 m<sup>3</sup>
  - pothlađeni plin (-50°, 18-22 bara)
- količina – ako je:
  - strojarnica najveća štićena prostorija: 40% vol.
  - neka druga prostorija je najveća štićena prostorija: 35% vol.
- cjevovod
  - 85% plina u štićenoj prostoriji mora biti dovedeno u 2 min
- lokalni i potpuni sustavi
  - posude sa plinom pod tlakom dušika 20 bara
  - količina:
    - halon 1301/1211: 5-7% vol.
    - halon 2402: 0,2-0,3 kg/m<sup>3</sup>
  - halon 1301 može se skladištiti u štićenim prostorijama
  - cjevovod
    - vrijeme djelovanja 20 s (80%)



Vrsta	Teretni prostori Min.	Teretni prostori Max.	Min.	Max.
1301 (%)	5,0	7,0	4,25	7,0
1211 (%)	5,0	5,5	4,25	5,5
2402 (kg/m <sup>3</sup> )	0,23	0,30	0,20	0,30

## Sustav za gašenje požara pjenom

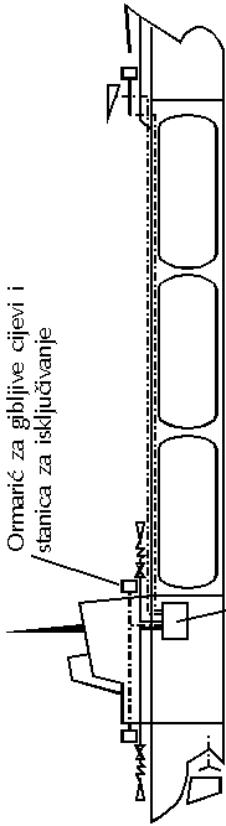
- koristi se za gašenje strojarnice ili tankova (tereta i goriva)
- sastavni dijelovi:
  - spremište pjenila



- teška
  - 150 mm za 5 min najveće površine
  - faktor ekspanzija < 12
- laka
  - 500% najveće štocene prostorije
- tankeri
  - 500% površine palube - faktor ekspanzije < 12
  - 20 min na tankeru sa sustavom inertnog plina
  - 30 min na tankeru bez sustava inertnog plina
- miješalica (mixer) s tlačnim sklopom (pumpa ili turbina)
  - cjevovod s crpkom mora
  - monitori (najmanje 3 l/min/m<sup>2</sup>, dometa za 1/3 više od štocene prostorije)
  - naprave
    - kapacitet > 400 lit/min
    - domet > 1,5 m
    - broj > 4

## Sustav za gašenje požara prahom

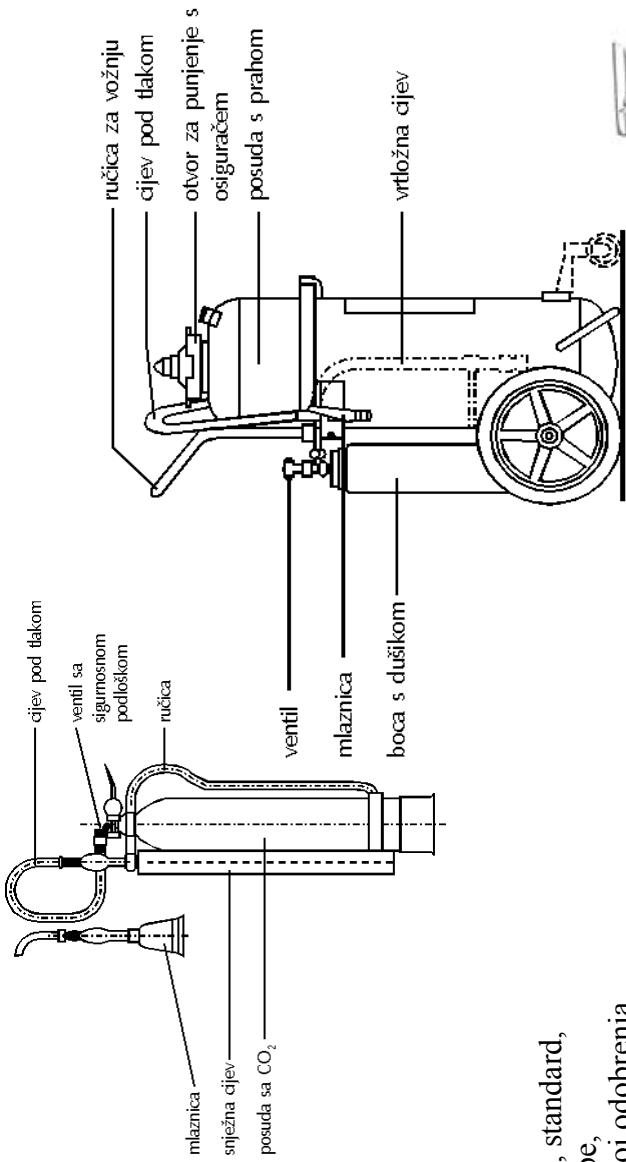
- obvezno na brodovima za prijevoz plina odnosno za terete koji se moraju gasiti antikatalitički samostojeci ili ugrađeni sustavi
- sastavni dijelovi:
  - spremište praha
  - posude s pogonskim plinom (CO<sub>2</sub> ili N) – 10-20 bara
  - sustav uključivanja i usmjeravanja
    - cjevovod
    - rapsrskači – mlaznice – do 40 m udaljenosti



Centrala za pogonske boce i posuda s prahom

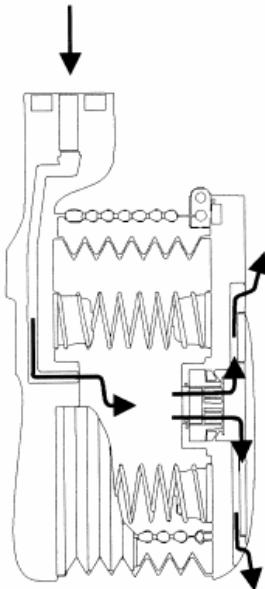
# PRIJENOSNI UREĐAJI ZA GAŠENJE POŽARA

- podjela
  - prijenosni
    - preporučeno 9 lit.
    - maksimalno 13.5 lit.
  - prijevozni
    - djelovanje: 20 - 200 s
    - domet: 3 - 15 m
    - težina: 50 - 250 kg
    - temperatura djelovanja: -20° - +60 °
- obavezno:
  - sigurnosni ventil
  - cilindrični oblik
  - crvena boja (RH)
  - oznaka (broj, tip, godina proizvodnje, standard, sadržaj, upozorenje o zabrani upotrebe, temperaturno područje djelovanja, broj odobrenja, naziv proizvodača i uputa za upotrebu)
  - povremeni pregledi (u pravilu godišnji)
- vrste
  - kemijска вода [V]
  - kemijска пјена [PL]
  - прах [S]
  - угљични диоксид [CO]
  - вода и зрачна пјена [VP]
  - зрачна пјена [PZ]
  - халон [H]

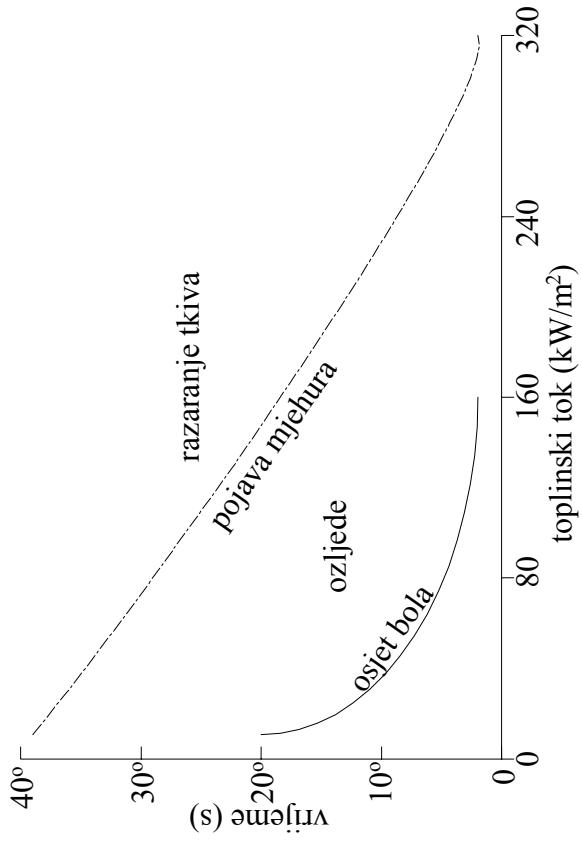


# GUŠENJE I TROVANJE

- **gušenje**
  - nedostatak kisika  $O_2 < 17\%$
- **trovanje**
  - fizičkalne podjela otrova (prahine, dimovi, aerosoli, pare, plinovi)
  - medicinska podjela otrova
    - nadražljivci (iritansi - solna kiselina, klor, fenol)
    - zagušljivci (asfiktansi - CO, dušik, metan)
    - opojni plinovi (anestetici - pare ugljikovodika)
    - sustavni (krvni)
  - maksimalno dozvoljena količina [Threshold Limit Value –  $TLV$ ,  $MAC$ ]
    - smrtonosna količina ( $LD_{50}$ )
- **otkrivanje plinova i para**
  - univerzalni ručni detektor plina (tragač) [*Dragger*]
  - kućište s mijehom  $100 \text{ cm}^3$
  - cjevčica sa skalom [ppm, %]
  - prođuretak
- **eksplozimetar**
  - mjerjenje plinova i para ugljikovodika (6 osnovnih plinova)
- **analizator kisika**



# SREDSTVA ZA ZAŠTITU OD TROVANJA, GUŠENJA I TOPLINE



## Dišni uređaj

- cijevni aparat (obrazina, izvor tlaka, cijev  $< 36\text{m}$ )
- samostalni aparat - dva kompleta
  - maska
  - respirator
  - reduktor
  - manometar s zviždaljkom
  - posude s zrakom  $> 1200 \text{ lit.}$



## Osobna požarna oprema

- zaštitna odjeća
- čizme i rukavice
- sljem
- svjetiljka (3 sata)
- sjekira
- EEEA



Stupanj rada	Kisik (lit/min)	Zrak (lit/min)	Zrak (lit/udisaj)
mirovanje (ležanje)	0,23	7,7	0,45
mirovanje (stajanje)	0,33	10,4	0,62
hod (3 km/h)	0,78	18,6	1,27
hod (5 km/h)	1,06	24,8	1,53
hod (7 km/h)	1,60	37,3	2,06
hod (9 km/h)	2,54	60,9	3,14

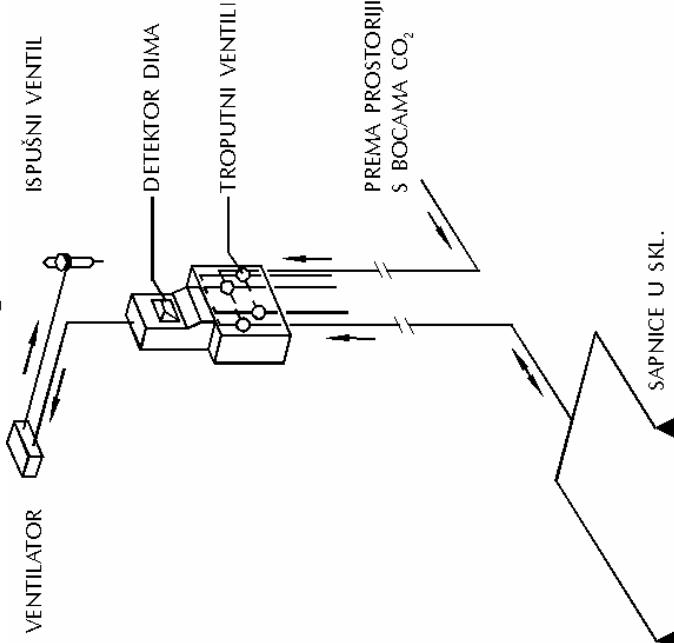
Ppm <sup>297</sup>	Uticaj
50–100	podražaj nakon 30 minuta
200–300	konjunkvititis, poteškoće pri disanju i glavobolja
500–700	isti učinci kao gore uz smrtnu opasnost pri izloženosti dužoj od 30 minuta
700–1.000	trenutačna nesvjestica i smrt za nekoliko minuta

# SUSTAV UZBUNJIVANJA I OTKRIVANJA POŽARA

## Cijevni sustavi

### *Smoke Extraction System*

- sastavni dijelovi:
  - sustav cjevovoda (sapnica)
  - detektori dima
  - troputni ventil
  - ventilator
  - ispusni ventil
- primjena na (starijim) brodovima za prijevoz generalnog tereta te na brodovima sa CO<sub>2</sub> sustavom



## Automatski sustavi



### *Smoke Extraction System*

- stupanj složenosti
  - jednostavni (broj detektora < 100)
  - složeni (broj detektora > 100)
- sastavni dijelovi:
  - protupožarna centrala
    - na mostu ili u PP centrali
    - javljači podijeljeni u sekcije
    - vizualni i zvučni alarm
    - generalni alarm (2 min)
  - električni vodovi (poželjno dvostruko)
  - dvostruko napajanje (glavno i u nuždi)
  - javljači

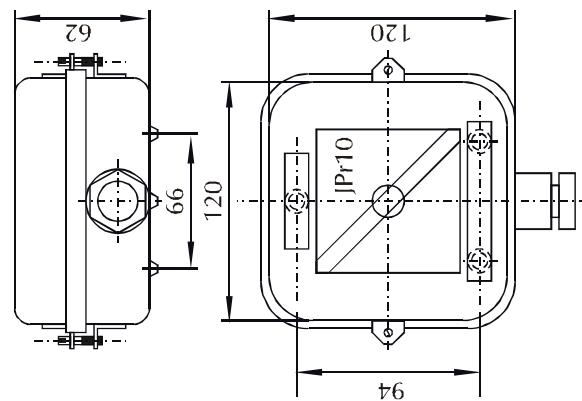
## Kontrolni sustav ventilacije

- isključivanje ventilacije u skladištu i u nastambama posade i putnika
- klimatizacijskog sustava

- upravljanje:

- s mosta (osnovno)
- iz upravljačke sobe strojarnice (dopunsko)

# JAVLJAČI POŽARA



- ručni (20m)
- automatski
  - termomaksimalni
  - bimetalni
  - ekspanzija plina ili tekućine
  - termodiferencijalni
    - bimetal + komora
  - ionizacijski
    - dvije komore: osnovna i referentna
    - djelovanje zbog poremećaja električne ravnoteže
  - fotoelektrični
    - disperzija svjetla zbog čestica dima
    - vrijeme djelovanja: 10 s
  - infracrveni
    - djelovanje: plamen 15 cm na 5 m
    - zaštita: frekventni opseg pojačala i filtera, integrator (3-30 s)

