

# „Zelena“ sredstva za gašenje požara

Emina Mihajlović



Smernicama Montrealskog protokola, čiji je potpisnik i Srbija, dati su rokovi do kojih treba da se zamene haloni, novim sredstvima za gašenje požara, koja se u celom svetu nazivaju „zelena“ sredstva za gašenje požara. Korišćenje halona biće dozvoljeno samo u posebnim slučajevima, na takozvanim kritičnim mestima koja podrazumevaju samo mesta bitna za nacionalnu sigurnost: kontrolne centre i centre za komunikaciju u vojsci i policiji, pogone za obradu radioaktivnih materijala, pilotske kabine, mesta motora i prtljaga u avionima. Rokovi, do kojih treba da se izbace iz upotrebe materije koje oštećuju ozonski omotač, prikazani su u tabeli.

# Vremenski rokovi do kojih treba da se izbace iz upotrebe materije koje oštećuju ozonski omotač

R.br.	Naziv materije	Razvrstavanje prema montrealskom protokolu	Razvijene zemlje		Zemlje u razvoju	
			Prestaje nabavka	Potpuno izbacivanje iz upotrebe	Prestaje nabavka	Potpuno izbacivanje iz upotrebe
1.	CFC Hlor-fluor ugljovodonici	Prilog A Skup I		1. januar 1999.	1. januar 1999.	1. jun 2010.
2.	Haloni	Prilog A Skup II		1. januar 1994.	31. januar 2002.	1. januar 2010.
3.	Ostali potpuno halogenizovani hlor-fluor ugljovodonici	Prilog B Skup I		1. januar 1996.	-	1. januar 2010.
4.	Ugljenik-tetra-hloridi	Prilog B Skup I		1. januar 1996.	-	1. januar 2010.
5.	Metil-hloroform	Prilog C Skup I	1. januar 1993.	1. januar 1996.	1. januar 2003.	1. januar 2010.
6.	Nepotpuno halogenizovani hlor-fluor ugljovodonici	Prilog C Skup I	1. januar 1996.	1. januar 2030.	1. januar 2016.	1. januar 2040.
7.	Metil bromidi	Prilog E Skup II	1. januar 1995.	1. januar 2005.	1. januar 2002.	1. januar 2015.

U Sjedinjenim Američkim Državama osnovana je:

- 1970. godine agencija za zaštitu životne sredine **EPA** (Environmental Protection Agency). U okviru ove agencije je program **SNAP** (Significant New Alternative Policy) koji ispituje i predlaže nova „zelena“ sredstva za rashladnu tehniku i gašenje požara, koja zamenjuju već postojaća koja oštećuju ozonski omotač i
- 1987. godine korporacija **Halon Alternatives Research Corporation** čiji je zadatak uvođenje novih sredstava za gašenje požara koja bi bila adekvatna zamena za halone.

- Istraživanja vezana za izbor novih sredstava, koji bi bila adekvatna zaštita za halone traju više od dvadeset godina, a intenzivni razvoj počeo je pre deset godina.
- Prioritet je da novo razvijena sredstva, pre svega nemaju uticaja na ozonski omotač i da im je toksično dejstvo na ljude i druga živa bića, minimalno.
- Tehnički komitet koji je radio prema smernicama Montrealskog protokola doneo je 1993. godine preporuku da „zelena“ sredstva treba da imaju indeks **ODP (Ozone Depletion Potential- potencijal oštećenja ozona) jednak ili manji od 0,05.** „Zelena“ sredstva za gašenje požara morala su da zadovolje norme prema standardima ISO 14520 i NFPA 2001(National Fire Protection Association).

- Prema normama NFPA 2001, koji svoju odluku temelji na ispitivanjima toksičnosti, opšta preporuka je da se za:
  - prostore koji ne mogu da se napuste za manje od 1 min, dopuštena koncentracija definiše prema NOAEL-u i
  - prostore koji mogu da se napuste za manje od 1 min, dopuštena koncentracija definiše prema LOAEL-u.
- Savremena „zelena“ sredstva za gašenje požara treba da su:
  - neškodljiva po ljude pre upotrebe i prilikom upotrebe (netoksična i nekancerogena),
  - neškodljiva po okolinu (živi svet, vodu, vazduh, zemljište, ozonski sloj...),
  - nekorozivna,
  - stabilna u pogledu skladištenja i uslova primene,
  - efikasna u gašenju požara, i
  - jednostavna za upotrebu.

- Nova sredstva za gašenje mogu da se svrstaju u dve grupe:
  - grupu hemijskih sredstava i
  - grupu inertnih sredstava (ovde spadaju sredstva koja sadrže azot, argon i ugljen-dioksid).
- Ovoj podeli treba uslovno dodati i
  - pirotehnički generisane aerosoli, takozvane aerosolne generatore ili aerosoli, mada pripadaju prvoj grupi - hemijskih sredstava, zbog određenih specifičnosti ipak ih treba posebno razmatrati.

# „Zelena“ hemijska sredstva za gašenje požara



# HBFC-12 B1, FM-100 ili Halon 1201

- Prvo sredstvo za gašenje požara koje je ušlo u upotrebu kao zamena za halon bilo je sredstvo pod komercijalnim nazivima HBFC-12 B1, FM-100 ili Halon 1201. Ovo sredstvo predstavlja brom-difluor-metan, hemijske formule  $\text{CHF}_2\text{Br}$ .
- Zbog velike vrednosti ODP ( $\text{ODP} > 0,05$ ) ovo sredstvo je brzo izbačeno iz upotrebe.

# Fizičko – hemijska svojstva sredstva za gašenje požara HBFC-12 B1

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	CHF <sub>2</sub> Br		
2.	Molekulska masa	M	130,92	[kg/kmol]
3.	Izgled	žuta prozirna tečnost, karakterističnog mirisa		
4.	CAS broj	1511-62-2		
5.	Zapreminska masa (gustina)	$\rho$	1 550	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-145	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-16,6	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	ODP	0,74		
11.	GWP	-		
12.	ALT	-		[god]

- Danas se na tržištu nalazi osamnaest „Zelenih“ hemijskih sredstava za gašenje požara koja ne sadrže brom.
- Svojstva svakog sredstva zavisi od njegovog hemijskog sastava, odnosno fizičko-hemijskih svojstava dominantnog hemijskog jedinjenja, ukoliko je upitanju smeša više hemijskih jedinjenja.



„Zelena“  
 hemijska  
 sredstva  
 za  
 gašenje  
 požara

R.br.	Naziv materije	Vrsta materije		Hemijska formula	CAS
1.	HCFC-22	Hekijsko jedinjenje		CHClF <sub>2</sub>	75-45-6
2.	HCFC-123 (HCFC Blend B) (Halotron I) (FE-232)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	306-83-2
3.	HCFC-124 (FE-241)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub>	2837-89-0
4.	HCFC Blend A (NAF S-III)	Smeša	HCFC-123 HCFC-22 HCFC-124 NAF XX	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> CHClF <sub>2</sub> C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub> D-lemonen	306-83-2 75-45-6 2837-89-0 5989-27-5
5.	HCFC Blend C (NAF P-III)	Smeša	HCFC-123 HCFC-124 HFC-134a NAF XX	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> D-limonen	306-83-2 2837-89-0 811-97-2 5989-27-5
6.	HCFC Blend D (Blitz III)	Smeša	HCFC-123 NAF XX	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> D-limonen	306-83-2 5989-27-5
7.	HCFC Blend E (NAF P-IV)	Smeša	HCFC-123 HFC-125 NAF XX	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> D-limonen	306-83-2 354-33-6 5989-27-5
8.	HFC-23 (FE 13)	Hekijsko jedinjenje		CHF <sub>3</sub>	75-46-7
9.	HFC-125 (NAF S-125) (FE-25)	Smeša	HFC-125 NAF XX	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> D-limonen	354-33-6 5989-27-5
10.	HFC-227ea (FM-200) (FE-227)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	431-89-0
11.	HFC236fa (FE 36)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	690-39-1
12.	Freon 13 T1	Hekijsko jedinjenje		CF <sub>3</sub> I	2314-97-8
13.	PFC-614 (CEA-614) (FC-5-1-14)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	355-42-0
14.	PFC-218 (CEA-308)	Hekijsko jedinjenje		C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	76-19-7
15.	PEC-410	Hekijsko jedinjenje		C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	355-25-9
16.	SF <sub>6</sub>	Hekijsko jedinjenje		SF <sub>6</sub>	2551-62-4
17.	Novac 1230	Smeša		C <sub>6</sub> F <sub>12</sub> O C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	756-13-8 76-16-4
18.	Halotron II	Smeša	HFC-125 HFC-124	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	354-33-6 811-97-2

Ovih osamnaest „zelenih“ sredstava za gašenje požara sastoji se od trinaest hemijskih jedinjenja

R. br.	CAS - broj	Hemijsko jedinjenje
1.	75-45-6	$\text{CHClF}_2$
2.	76-16-4	$\text{C}_2\text{F}_6$
3.	76-19-7	$\text{CHF}_3$
4.	306-83-2	$\text{C}_2\text{HCl}_2\text{F}_3$
5.	354-33-6	$\text{C}_2\text{HF}_5$
6.	355-25-9	$\text{C}_4\text{F}_{10}$
7.	431-89-0	$\text{C}_3\text{HF}_7$
8.	690-39-1	$\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6$
9.	756-13-8	$\text{C}_6\text{F}_{12}\text{O}$
10.	811-97-2	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$
11.	2314-97-8	$\text{C}_3\text{FI}$
12.	2551-62-4	$\text{SF}_6$
13.	2837-89-0	$\text{C}_2\text{HClF}_4$

# HCFC-22

- Ovo je uslovno rečeno novo sredstvo za gašenje požara jer je odavno poznato u rashladnoj tehnici kao Freon 22 ili R 22. HCFC-22 je difluor-hloro-metan, hemijske formule  $\text{CHClF}_2$  i predstavlja nepotpuno halogenizovan metan. Odlikuju ga neznatna toksičnost (mala iritacija disajnih organa i očiju), zadovoljavajući indeks ODP. Mehanizam gašenja požara zasniva se na efektu inhibicije i hlađenja. Zbog visokog indeksa GWP (Global Warning Potetial) nije dozvoljena njegova upotreba u novim sistemima za gašenje požara, a u već postojećim može da se koristi do 2030. god. u razvijenim zemljama, a u zemljama u razvoju do 2040. god.

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	<b>CHClF<sub>2</sub></b>		
2.	Molekulska masa	M	86,48	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas, slabo slatkastog mirisa		
4.	CAS broj	75-45-6		
5.	Zapreminska masa te;ne faze (gustina)	$\rho$	1 413	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-160	[ <sup>0</sup> C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-40,8	[ <sup>0</sup> C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	3,11	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,659 (na 30 <sup>0</sup> C)	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	0,7799	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	233,95	[kJ/kg]
13.	ODP	0,05		
14.	GWP	1 700		
15.	ALT	-		[god]
16.	NOAEL	10 000		[ppm]
17.	LOAEL	50 000		[ppm]
18.	MDK	1 000		[ppm]

# HCFC-123

- HCFC-123, HCFC Blend B, Halotron I ili FE-232 poznat je i kao rashladni fluid Freon 123. On predstavlja di-hlor-tri-fluor-etan, hemijske formule  $C_2HCl_2F_3$ , odnosno nepotpuno halogenizovan etan, uz dodatak ugljen-dioksida.
- HCFC-123 (Halotron I) ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u i LOAEL-u, kao i zadovoljavajuće indekse uticaja na ozonski omotač ODP i na globalno otopljenje GWP.

# HCFC-123

- Mehanizam gašenja Halotron-a I je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije. Njim se uspešno gase požari klase B i C, kao i požari na električnim instalacijama. Takođe, pokazao se kao dobro sredstvo za gašenje požara u avionima, za sve klase požara. Halotron I je prihvatljiva zamena za Halon 1211 u ručnim aparatima za gašenje požara i za Halon 1301 u stabilnim sistemima za gašenje požara, samo se uspešno gašenje postiže sa 33 % više Halotron-a I u odnosu na Halon 1211 i 1301. Mnoga „zelena“ sredstva za gašenje požara u svom sastavu imaju dominantnu količinu HCFC-123.
- Pošto sadrži nepotpuno halogenizovan hlor-fluor ugljovodonik treba ga izbaciti iz upotrebe do 2030., odnosno 2040. godine.

# HCFC -123

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	93% C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> + 7% inertnog gasa (CO <sub>2</sub> )		
2.	Molekulska masa	M	152,93	[kg/kmol]
3.	Izgled	aerosol		
4.	CAS broj	306-83-2		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 480	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-107	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	27,6	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	6,55	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	5,3	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	0,39	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP	0,014		
14.	GWP	120		
15.	ALT	1,3		[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija	7		[%]
17.	NOAEL	1		[%]
18.	LOAEL	2		[%]

# HCFC-124

- HCFC-124 ili FE 241 poznat je i kao rashladni fluid Freon 124. On predstavlja hlor-tetra-fluor-etan, hemijske formule  $C_2HClF_4$ , odnosno nepotpuno halogenizovan etan. Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u i LOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP. Mehanizam gašenja HCFC-124 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.

# HCFC-124

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub>	
2.	Molekulska masa	M	136,48	[kg/kmol]
3.	Izgled		Bezbojan gas	
4.	CAS broj		2837-89-0	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 360	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-199	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-11,95	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	3,85	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP		0,02	
14.	GWP		620	
15.	ALT		7	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		9	[%]
17.	NOAEL		5000	[ppm]
18.	LOAEL		25 000	[ppm]

# HCFC Blend A

- HCFC Blend A ili NAF S III je smeša nepotpuno halogenizovanih ugljovodonika:
  - 82,0 % HCFC-22 (Freona 22),
  - 4,75 % HCFC-123 (Freona 123)
  - 9,5 % HCFC-124 (Freona 124) i
  - 3,75 % D-lemonena, koji predstavlja 1-metil-4-hiklo-heksan, hemijske formule  $C_{10}H_{16}$ .

# HCFC Blend A

- HCFC Blend A ima mali nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u i LOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan. Mehanizam gašenja HCFC Blend-a A je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.

# HCFC Blend A

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	Smeša hemijskih jedinjenja 4,75 % C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> + 82,0% CHClF <sub>2</sub> + 9,50% C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub> + 3,75% D-lemonen (kao aditiv)		
2.	Srednja molekulska masa	M	92,9	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas, mirisa limuna		
4.	CAS broj	(smeša)		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-107,2	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-38,3	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	948	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	1256 tečne faze 225,6 gasovite faze	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP	0,036		
14.	GWP	1 900		
15.	ALT	7		
16.	Potrebna zapreminska koncentracija	7,2 – 12		
17.	NOAEL	10		
18.	LOAEL	> 10		

# HCFC Blend A

- Ime NAF S III je dobio po početnim slovima proizvođača: North American Fire Guardian Technology Inc.-SAD.
- Aditiv D-lemonen, nazvan NAF XX, ima ulogu sredstva za detoksikaciju.
- U smeši halogenizovanih gasova za gašenje HCFC Blend A osnovna komponenta je hlor-di-fluor-metan (HCFC 22) iz koga se, sudarom sa drugim molekulom, izbacuju spoljni atomi H, F i Cl, odnosno njihovi joni svojom visokom aktivnošću vezuju slobodne radikale i prekidaju proces sagorevanja. Atomi ili joni F i Cl imaju veliki hemijski afinitet tako da se lako sparuju sa jonom H ili OH, nosiocima lančanih reakcija sagorevanja.

# HCFC Blend A

- HCFC Blend A skladišti se u rezervoarima pod pritiskom od 24,8 [bar]. Vreme isticanja iz boce je 10 [sec].
- Sredstvo za gašenje HCFC Blend A kao nepotpuno halogenizovani hlor-fluor ugljovodonik prema Montrealskom protokolu, dodatak C, grupa 1, od 1. januara 1996. godine se ne nabavlja, dok će potpuno izbacivanje iz upotrebe biti 1. januara 2030. godine, za razvijene zemlje, a za zemlje u razvoju, 31. januara 2016. godine prestaje nabavka, dok je potpuno izbacivanje iz upotrebe predviđeno za 1. januar 2040. godine.
- Nije preporučljivo da se ovo sredstvo koristi u novim sistemima za gašenje požara.

## HCFC Blend C

- HCFC Blend C ili NAF P-III predstavlja smešu nepotpuno halogenizovanih ugljovodonika:
  - 55,0 % HCFC-123 (Freona 123),
  - 31,0 % HCFC-124 (Freona 124),
  - 10,0 % HFC-134a i
  - 4 % D-lemonena, kao aditiva.

## HCFC Blend C

- Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u i LOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan. Mehanizam gašenja HCFC Blend-a C je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Pošto sadrži hlor i njega treba izbaciti iz upotrebe do 2030., odnosno 2040. godine.

# HCFC Blend C

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	Smeša hemijskih jedinjenja 55,0% C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> F <sub>3</sub> + 10,0% C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> + 31,0% C <sub>2</sub> HClF <sub>4</sub> + 4% D-lemonen (kao aditiv)		
2.	Srednja molekulska masa	M	142,06	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas, mirisa limuna		
4.	CAS broj	(smeša)		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 360	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-1,9	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	221	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	5,0	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP	0,02		
14.	GWP	620		
15.	ALT	7		[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija	8,7		[%]
17.	NOAEL	5 000		[ppm]
18.	LOAEL	25 000		[ppm]

# HCFC Blend D

- HCFC-Blend D ili Blitz III predstavlja HCFC-123 sa dodatkom D-lemonena, kao aditiva, pa su mu fizičko-hemijska svojstva slična sa HCFC-123.

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		Smeša hemijskih jedinjenja $C_2HCl_2F_3 + D\text{-limonen}$	
2.	Srednja molekulska masa	M	> 152	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas, mirisa limuna	
4.	CAS broj		(smeša)	
5.	Ostala svojstva		Slična kao HCFC-123	

# HCFC Blend E

- HCFC Blend E ili NAF P-IV, kao i prethodno i ovo sredstvo za gašenje požara zasniva se na sredstvu HCFC-123, kome su dodati HFC-125 i D-lemonen. HFC-125 je penta-fluor-etan, poznat kao rashladni fluid R-125, hemijske formule  $C_2HF_5$ .
- Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan, pa ga treba povući iz upotrebe. Mehanizam gašenja sredstva HCFC Blend E je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.

# HCFC Blend E

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	Smeša hemijskih jedinjenja $C_2HCl_2F_3 + C_2HF_5 + D\text{-lemonen}$ (kao aditiv)		
2.	Molekulska masa	M	od 121 do 152	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas (aerosol)		
4.	CAS broj	(smeša)		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	od 1 240 do 1 480	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_i$	od -103 do -107	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	od -48,5 do +27	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP	< 0,014		
14.	GWP	3 400		
15.	ALT	100		[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija	7-15		
17.	NOAEL	10 000		[ppm]
18.	LOAEL	20 000		[ppm]

# HFC-23

- HFC-23 ili FE 13 poznat je i kao rashladni fluid Freon 23. Predstavlja nepotpuno fluorisan metan, odnosno tri-fluor-metan, hemijske formule  $\text{CHF}_3$ .
- Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan, pa ga treba povući iz upotrebe. Mehanizam gašenja sredstva HFC-23 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.

# HFC-23

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		CHF <sub>3</sub>	
2.	Molekulska masa	M	70,01	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		75-46-7	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 431	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-155,2	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-82,1	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	43,8	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	2,99	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	257,91	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		11 700	
15.	ALT		300	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		16,4 – 19,5	[%]
17.	NOAEL		30	[%]
18.	LOAEL		50	[%]

# HFC-125

- HFC-125, NAF S-125 ili FE-25, predstavlja penta-fluor-etan, poznat kao rashladni fluid R-125, hemijske formule  $C_2HF_5$  uz dodatak D-lemonena kao aditiva.
- Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan, pa ga treba povući iz upotrebe. Mehanizam gašenja sredstva HFC-125 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.

# HFC-125

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	Smeša hemijskih jedinjenja C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> + D-lemonen (kao aditiv)		
2.	Molekulska masa	M	120,02	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas		
4.	CAS broj	(smeša)		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 240	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-103,0	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-48,5	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$		[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$		[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP	0		
14.	GWP	3 400		
15.	ALT		33	[god]
16.	Potrorna zapreminska koncentracija		10,5 – 12,1	[%]
17.	MDK		1 000	[ppm]
18.	NOAEL		7,5	[%]
19.	LOAEL		10	[%]

# HFC-227ea

- HFC-227ea, FM-200 ili FE-227 je heptafluor-propan, hemijske formule  $C_3HF_7$ .

# FM-200

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	
2.	Molekulska masa	M	170,029	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		431-89-0	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 400	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-131	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-17,3	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	4	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	5,9	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	1,184	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		3 500	
15.	ALT		36,5	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		7 - 9	[%]
17.	NOAEL		9	[%]
18.	LOAEL		10,5	[%]

# FM-200

- HFC - 227 ea (FM - 200) je sredstvo koje se smatra direktnom zamenom za halon 1301.
- U standardu NFPA 2001 naziva se HFC-227 ea, komercijalni naziv je FM - 200, skraćenica od imena proizvođača „Fire Master 200“.
- FM- 200 je nepotpuno fluorisan ugljovodonik (hepta-fluor-propan). To je gas bez boje, ukusa i mirisa.
- Nije električno provodljiv pa se koristi za zaštitu elektronike i elektroopreme. Požar gasi veoma brzo, u toku deset sekundi od aktiviranja sistema za gašenje.

# FM-200

- Mehanizam gašenja sa FM - 200 je hemijski, kao kod halona i zasniva se na inhibicijskom procesu.
- Zapreminski odnos prema halonu 1301 kod zamene je 2,55, dok je težinski odnos 2,4.
- FM-200 skladišti se u rezervoarima pod pritiskom od 24,8 [bar]. Vreme isticanja iz boce je 10 [sec].
- Prilikom upotrebe sredstva za gašenje FM-200 pri zapreminskoj koncentraciji manjoj od 9% evakuacija je preporučljiva, ali nije neophodna, pri koncentraciji od 9 do 10% evakuacija je neophodna u roku od 60 [s], a za veće koncentracije od 10,5% **evakuacija mora da se obavi za 30 [s].**

# FM-200

- Produkti raspadanja FM-200 na visokoj temperaturi su vrlo toksični.
- Fluorovodonik koji se nalazi kao jedan od produkata, je veoma opasan sa smrtonosnim koncentracijama preko 2500 ppm (0,25 %).
- Iz tih razloga potrebne su posebne mere bezbednosti kao što su:
  - prethodno zvučno i svetlosno alarmiranje,
  - napuštanje prostorije u roku od 1 min i
  - ulazak vatrogasaca sa aparatima za zaštitu organa za disanje u ugroženu prostoriju.

# FM-200

- Do raspadanja FM-200, dolazi samo na visokim temperaturama.
- Iz tih razloga aktiviranje sistema za automatsko gašenje vrši se u početnoj fazi požara, na pojavu dima, kada još uvek ne postoje visoke temperature i ne očekuje se raspadanje FM-200.
- Iako ne sadrži hlor i ima dobra svojstva pri gašenju požara zbog visokog indeksa GWP i dugog vremena raspada u atmosferi, Kyoto sporazumom preporučeno je postepeno izbacivanje FM-200 iz proizvodnje i upotrebe. Za razvijene zemlje proizvodnja prestaje u 2010. godini, dok rok za potpuno izbacivanje iz upotrebe još nije donet. Takođe i za zemlje u razvoju još nije određeno vreme prestanka proizvodnje i upotrebe ovog sredstava za gašenje požara.
- Zbog ovih ograničenja u proizvodnji i upotrebi ovo sredstvo nije dobro primenjivati u novim sistemima za gašenje požara.

# HFC-236fa

- HFC-236fa ili FE-36 je nepotpuno fluorisan propan, odnosno heksa-fluor-propan, hemijske formule  $C_3H_2F_6$ .
- Mehanizam gašenja sredstva HFC-236fa je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ima zadovoljavajući nivo toksičnosti definisan prema NOAEL-u, kao i zadovoljavajući indeks uticaja na ozonski omotač ODP, dok mu je indeks uticaja na globalno otopljenje GWP nepovoljan, pa ga treba povući iz upotrebe.

# HFC-236fa

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	
2.	Molekulska masa	M	152,04	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		690-39-1	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 371	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-93,6	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-1,4	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	10,3	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	5,3	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		6 300	
15.	ALT		210	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		9 - 10	[%]
17.	NOAEL		10	[%]
18.	LOAEL		15	[%]

# Freon 13T1

- Freon 13T1 je potpuno halogenizovan metan, odnosno tri-fluor-metil jodid, hemijske formule  $\text{CF}_3\text{I}$ .
- Mehanizam gašenja sredstva Freona 13T1 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ovo sredstvo za gašenje požara ima zadovoljavajuće indekse ODP i GWP, „životni“ vek mu je kratak jer se raspada za samo jedan dan, ali zbog izvesnog stepena toksičnosti može da se koristi samo u prostorijama u kojoj ne borave ljudi ili iz kojih je moguća brza evakuacija.

# Freon 13T1

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		CF <sub>3</sub> I	
2.	Molekulska masa	M	195,91	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		2314-97-8	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-78	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-22,5	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	6,9	[-]
8.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
9.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
10.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
11.	ODP		0,008	
12.	GWP		5	
13.	ALT		1	[dan]
14.	Potrebna zapreminska koncentracija		3,9 – 4,6	[%]
15.	NOAEL		0,2	[%]
16.	LOAEL		0,4	[%]
17.	Znaci upozorenja R	R36, R68	Može da prouzrokuje trajne posledice ako se duže udiše, izaziva glavobolju, vrtoglavicu i mučninu	
18.	Znaci obaveštenja o riziku S	S26 S37	Čuvati dobro zatvoreno, koristiti zaštitno odelo, rukavice i aparat za zaštitu organa za disanje	

# PEC-614

- PEC-614, CEA-614 ili FC-5-1-14 je potpuno fluorisan heksan, odnosno per-fluor-heksan, hemijske formule  $C_6F_{14}$ .
- Mehanizam gašenja sredstva PEC-614 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ovo sredstvo za gašenje požara ima zadovoljavajući indeks  $ODP = 0$ , dok mu je indeks uticaja na klimatske uslove nepovoljan,  $GWP = 9\ 000$ . Takođe „životni“ vek mu je dug, pa njegova upotreba nije preporučljiva, mada vremenska ograničenja njegovog korišćenja još nisu doneta.

# PEC- 614

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	
2.	Molekulska masa	M	340	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojana tečnost	
4.	CAS broj		355-42-0	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 680	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-90	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	59	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		9 000	
15.	ALT		3 200	[god]
16.	Potrena zapreminska koncentracija		5 - 7	[%]
17.	NOAEL		2	[%]
18.	LOAEL		4	[%]
19.	Znaci upozorenja R	-	-	
20.	Znaci obaveštenja o riziku S	S 24/25 S 37 S 45 S 28A	Izbegavati kontakt sa očima i kožom Koristiti zaštitne rukavice U slučaju nesreće javiti se lekaru Ako koža dođe u kontakt sa ovom materijom odmah se oprati sa dosta vode	

# PFC-218

- PEC-218 ili CEA-218 poznat i kao rashladni fluid R218, je potpuno halogenizovan propan odnosno, okta-fluor-propan, hemijske formule  $C_3F_8$ .
- Mehanizam gašenja sredstva PEC-218 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ovo sredstvo za gašenje požara ima zadovoljavajući indeks ODP = 0, dok mu je indeks uticaja na klimatske uslove nepovoljan, GWP = 7 000, pa njegova upotreba nije preporučljiva, mada vremenska ograničenja njegovog korišćenja još nisu doneta.

# PFC- 218

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	
2.	Molekulska masa	M	188,2	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		76-19-7	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 400	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_l$	-183	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-36,7	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	7,7	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	6,683	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,149	[kJ/molK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$		[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		7 000	
15.	ALT		-	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		5,3 – 5,9	[%]
17.	NOAEL		30	[%]
18.	LOAEL		-	[%]
19.	Znaci upozorenja R			
20.	Znaci obaveštenja o riziku S	S 24/25 S 37 S 45 S 28A	Izbegavati kontakt sa očima i kožom Koristiti zaštitne rukavice U slučaju bilo kakvog kontakta javiti se lekaru Ako koža dođe u kontakt sa ovom materijom odmah se oprati sa dosta vode	

# PFC-410

- PFC-410 ili CAE-410 je sredstvo za gašenje požara poznato je i kao fluid u rashladnoj tehnici pod nazivom Freon 610 ili R610. Predstavlja potpuno fluorisan butan, odnosno per-fluorbutan, hemijske formule  $C_4F_{10}$ .
- Mehanizam gašenja sredstva PFC-410 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ovo sredstvo za gašenje požara ima zadovoljavajući indeks  $ODP = 0$ , dok mu je indeks uticaja na klimatske uslove nepovoljan,  $GWP = 8\ 600$ . Takođe „životni“ vek mu je dug, pa njegova upotreba nije preporučljiva, mada vremenska ograničenja njegovog korišćenja još nisu doneta.

# PFC 410

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	
2.	Molekulska masa	M	238,03	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		355-25-9	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 594	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-84,15	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_k$	-1,7	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	7,7	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	2,076	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/molK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	98,09	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		8 600	
15.	ALT		2 600	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		5 - 7	[%]
17.	NOAEL		40	[%]
18.	LOAEL		-	[%]

# SF6

- SF6 je sumporov heksafluorid, anorgansko jedinjenje, hemijske formule SF<sub>6</sub>. Ovo jedinjenje je gas pri standardnim atmosferskim uslovima. To je gas bez boje i mirisa, nezapaljiv je i netoksičan. SF6 se loše rastvara u vodi. Obično se transportuje kao komprimovani gas. SF6 se koristi u elektroindustriji kao gasni dielektrični fluid za visokonaponske prekidače, sklopnu opremu i drugu električnu opremu. Komprimovan SF6 koristi se kao izolator u gasnoj izolacionoj sklopnoj opremi zbog veće dielektrične otpornosti u odnosu na vazduh i azot.
- Pod dejstvom električnog luka SF6 može da se raspadne na disumporov dekafluorid, S<sub>2</sub>F<sub>10</sub>, visoko toksičan gas, sličan po svojstvima fosgenu. S<sub>2</sub>F<sub>10</sub> je za vreme Drugog svetskog rata bio razmatran kao bojni otrov jer ne prouzrokuje suzenje ili nadraženosť kože, smanjujući vreme upozorenja o opasnosti.
- SF6 se koristi i pri proizvodnji magnezijuma i u medicini pri složenim operacijama, za stvaranje tampon zone jer ga krv slabo apsorbuje i kao kontrastni agens pri ultrazvučnom snimanju.

# SF6

- Kao sredstvi za gašenje požara SF6 koristi se veoma retko i to za početno gašenje požara na kritičnim mestima u vojsci i policiji pomoću ručnih aparata za gašenje (ne proizvodi se za komercijalnu upotrebu). Mehanizam gašenja sredstva SF6 je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- SF6 može da utiče na ton nečijeg glasa ako se udiše u malim količinama - ton glasa osobe koja je udahnula SF6 se dramatično produbi. Udisanje SF6 je opasno, jer, kao i svi gasovi, osim kiseonika, SF6 zamjenjuje kiseonik potreban za disanje, pa nastupa asfiksija – gušenje i gubitak svesti zbog nedostatka kiseonika. Uopšte, gasovi teži od vazduha, bez mirisa u zatvorenim prostorima predstavljaju veliku opasnost od gušenja.
- Indeks uticaja na klimatske uslove mu je veoma nepovoljan, GWP = 23 900. Takođe „životni“ vek mu je dug, pa njegova upotreba nije preporučljiva, mada vremenska ograničenja njegovog korišćenja još nisu doneta.

SF6

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	SF <sub>6</sub>		
2.	Molekulska masa	M	146,05	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojana tečnost		
4.	CAS broj	2551-62-4		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1880	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-	[°C]
7.	Temperatura sublimacije	$t_s$	-63,9	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	21,5	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	5,114	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,097	[kJ/molK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	0,007	[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	162,2	[kJ/kg]
13.	ODP	0		
14.	GWP	23 900		
15.	ALT	3 200		[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija			[%]
17.	NOAEL	1000		[ppm]
18.	LOAEL	-		[ppm]

# Novec 1230

- „Zeleno“ sredstvo za gašenje požara Novec 1230 je smeša čiju osnovnu komponentu čini 99,9 % nona-fluor-tri-fluoromethyl-pentanon, strukturne formule  $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(=\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ . i 0,1 %heksa-fluor-etana,  $\text{C}_2\text{F}_6$ .

# Novec 1230

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		99,9 % C <sub>6</sub> F <sub>12</sub> O 0,1 % C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	
2.	Molekulska masa	M	316,04 138,08	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojana tečnost	
4.	CAS broj		756-13-8 (C <sub>6</sub> F <sub>12</sub> O) 76-16-4 (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 600 1 608	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_f$	-108	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	49,2	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	0,404 27,5	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	11,6	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,105	[kJ/molK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-		[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	88,0 117,04	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		1	
15.	ALT		3 - 5	[dan]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		4 - 6	[%]
17.	NOAEL		10	[%]
18.	LOAEL		< 10	[%]

# Novec 1230

- Na normalnoj atmosferskoj temperaturi Novec 1230 je u tečnom stanju, bez boje i mirisa, čime je rešen problem skladištenja i transporta.
- Ako se koristi u sistemima za gašenje, u sud se ubacuje azot koji pritisak u sudu povećava na maksimalno 25 [bar], što omogućava fino raspršivanje.
- Po karakteristikama je sličan halonima, tako da predstavlja njihovu direktnu zamenu.
- Za razliku od halona Novec 1230 se ubraja u „zelena“ sredstva, jer ne deluje na ozonski omotač, ne utiče na klimu i globalno zagrevanje.

# Novec 1230

- Novec 1230 ispoljava dva osnovna efekta u mehanizmu prekidanja gorenja:
  - efekat hlađenja zbog velikog koeficijenta apsorpcije toplote i
  - efekat inhibicije usled vezivanja slobodnih radikala u negorive komponente u zoni sagorevanja.
- Novec 1230 sa vodenom parom gradi male količine penta-fluor-propionske kiseline (PFPK), koje bi trebalo da kod ljudi izaziva promene na jetri, koje se manifestuje gubljenjem apetita, brzim zamaranjem, opštom slabošću i bolovima u predelu stomaka. Prilikom ispitivanja ništa od ovog nije primećeno na ljudima i životinjama.

# Novec 1230

- Koncentracija ovog sredstva za gašenje ne prelazi 10 % u zoni gašenja, tako da testiranja na akutna trovanja u zoni gašenja Novec-om nisu pokazala tragove toksičnosti kod ljudi prilikom udisanja isparenja ni uticaj na kardiovaskularna oboljenja.
- Po pitanju otrovnosti došlo se do saznanja da je Novec 1230 potpuno bezbedan po ljude koji se nađu u prostorima koji se gase ovim sredstvom do koncentracije do 10 %, i isto tako ljudi koji rade sa ovim sredstvom u normalnom osmočasovnom radnom vremenu.
- Sredstvo za gašenje Novec 1230 je razvijeno kao sredstvo koje odgovara svim zahtevima prema propisima vezanim za zaštitu životne sredine.
- Novec 1230 ne sadrži atome broma i hlora, koji razaraju ozonski omotač, pa mu je ODP=0.

# Novec 1230

- Vreme opstanka u atmosferi ALT je 3 do 5 dana i uticaj na globalno zagrevanje  $GWP=1$ , svrstavaju ovo sredstvo u materije koje nemaju nikakvog uticaja na klimatske promene i predstavljaju potpuno čistu tehnologiju.
- Novec 1230 za razliku od ranijih halogena, koji su imali vreme raspada u atmosferi mereno desetinama i stotinama godina, pod uticajem UV zraka raspada se za 3-5 dana ne reagujući sa drugim sastojcima u atmosferi.
- Stabilan je u sudovima u kojima se čuva pod pritiskom od 24,8 [bar] i može da se koristi i posle više godina skladištenja.

# Novec 1230

- Novec 1230 može da se transportuje i u plastičnim posudama, jedino mora da se pazi da ne dođe u dodir sa dnevnim i drugim izvorima svetlosti, jer je osetljiv na UV zračenje.
- To je sredstvo koje apsolutno ne provodi struju, tako da elektronski uređaji mogu da budu skroz potopljeni u ovo sredstvo bez oštećenja. Ovu osobinu ne poseduje ni jedna od poznatih hemijskih sredstava za gašenje požara.
- Po testovima rađenim po ISO 14520 NFPA 2001, Novec 1230 je ispoljio osobinu da štićeni prostor inertizuje najmanje deset minuta od momenta gašenja požara.

# Novec 1230

- Količine potrebne za gašenje požara pri primeni Noveca 1230 u odnosu na druge zamene za halone, izuzev FM 200, su dva puta manje za gašenje, što se bitno odražava na njegov uticaj na okolinu i veličinu instalacije stabilnog sistema za gašenje.
- Za Novec 1230 je potrebna znatno manja i jednostavnija instalacija, koja štedi znatna sredstva u startu ugradnje, a kasnije i prilikom održavanja.
- Kod postojećih halonskih instalacija potrebne su minimalne izmene i dopune, što u odnosu na druge alternative znatno pojeftinjuje zamenu instalacije.

# Novec 1230

- Ovim sredstvom može podjednako efikasno da se gasi i kada se se na mesto požara nanosi u fino raspršenim česticama i kada se njime mesto delimično ili potpuno natapa tečnom fazom. Idealno je za mesta gde se pored opasnosti od požara, mogu javiti i druge opasnosti kao što su pojava opasnih materija, moguća oštećenja na osetljivim elektronskim uređajima, gašenje kabina sa posadama i druga rizična mesta na avionima i plovnim objektima.

# Novec 1230

- Novec 1230 je našao primenu prilikom gašenja požara na:
  - centrima za prenos podataka,
  - uređajima za telekomunikaciju,
  - sistemima mobilne telefonije,
  - komercijalnoj i vojnoj avijaciji,
  - specijalnim vojnim sistemima,
  - u eksploataciji nafte i gasa i
  - svim transportnim sredstvima na kopnu, vodi i vazduhu.
- Novec 1230 je sredstvo koje može da se svrsta u „čista“, „zelena“ sredstva i zbog svojih svojstva ubraja se u dugoročna rešenja za stabilne sisteme za gašenje požara.

## Halotron II

- Halotron II predstavlja smešu, čiju osnovnu komponentu čini HFC-125, nepotpuno fluorisan etan, hemijske formule  $C_2HF_5$  (penta-flor-etan) uz dodatak tetra-flor-etana,  $C_2H_2F_4$ .
- Mehanizam gašenja sredstva Halotron-a II je hemijski i zasniva se na mehanizmu inhibicije.
- Ovo sredstvo za gašenje požara ima zadovoljavajući indeks  $ODP = 0$ , dok mu je indeks uticaja na klimatske uslove nepovoljan,  $GWP = 1\ 300$ . Takođe „životni“ vek mu je dug, pa njegova upotreba nije preporučljiva, mada vremenska ograničenja njegovog korišćenja još nisu doneta.

# Halotron II

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula	Smeša hemijskih jedinjenja: C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> + C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>		
2.	Molekulska masa	M	99,4	[kg/kmol]
3.	Izgled	bezbojan gas		
4.	CAS broj	354-33-6 811-97-2		
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 190	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-103,3	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	-26,1	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	1,438	[kPa]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	4,25	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$		[kJ/molK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	0,15	[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$		[kJ/kg]
13.	ODP	0		
14.	GWP	1300		
15.	ALT		32,6	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		7,5 – 10,5	[%]
17.	NOAEL		5	[%]
18.	LOAEL		7	[%]

➤ **Inertna sredstva za gašenje  
požara**



- U cilju zamene halona u sistemima za gašenje požara bitnu ulogu je odigrala i grupa inertnih gasova i njihovih smeša pod nazivom inergen.
- Ovde spadaju sredstva koja u svom sastavu sadrže azot (N), argon (Ar) i ugljen-dioksid (CO<sub>2</sub>).
- Azot je bezbojan gas bez mirisa i ukusa, ne gori i ne učestvuje u procesu gorenja, nije toksičan.
- Hemijski je neaktivan, teško stupa u reakciju sa drugim elementima. Slabo se rastvara u vodi, slab je provodnik toplote i elektriciteta. U atmosferi se nalazi u količini od 78,3 %.

- Argon je prirodni gas, bez boje, mirisa i ukusa, potpuno je netoksičan i hemijski neaktivan. U atmosferi se nalazi u količini od 0,93 %.
- Ugljendioksid je gas, bez boje, mirisa i slabo kiselog ukusa jer je anhidrid ugljene kiseline. Ugljendioksid se u prirodi nalazi slobodan i hemijski vezan. U vazduhu ga uvek ima slobodnog od 0,02 do 0,03 %. Pojavljuje se u sva tri agregatna stanja: čvrstom, tečnom i gasovitom.
- Pored upotrebe čistog azota, argona i ugljen-dioksida kao medija za gašenje, razvijene su i sledeće smeše koje su prikazane u tabeli.

# Inertna sredstva za gašenje požara

Oznaka po NFPA 2001	IG - 01	IG - 100	IG - 541	IG - 55
Trgovački naziv	Argotec	NN 100	Inergen	Argonit
Sastav	Ar 100 %	N <sub>2</sub> 100 %	N <sub>2</sub> 52 % Ar 40 % CO <sub>2</sub> 8 %	N <sub>2</sub> 50 % Ar 50 %

- Ova sredstva, sa ekološkog aspekta, mogu da se nazovu „zelena“ sredstva. Kao čisti gasovi ova sredstva moraju da se čuvaju u rezervoarima pod pritiskom od 200 [bar]. Ovo bitno komplikuje rad sa njima jer zahtevaju robusnu opremu.
- Inergen i isključivo gase požar zapreminskom metodom, koja podrazumeva da se u prostoru nastalog požara koncentracija kiseonika u vazduhu smanji na najviše 12 %.
- Ako se zna da je čoveku potrebno najmanje 16 % kiseonika, jasno je da ovi sistemi nisu pogodni za mesta gde borave ljudi.

## IG-01 (Argotec) - čist argon

- Industrijska proizvodnja argona, kao i ostalih plemenitih gasova vrši se utečnjavanjem i frakcionom destilacijom tečnog vazduha. Dobijeni argon može da se transportuje u gasovitom stanju ili kao tečnost u termički izolovanim posudama.
- Argon je jednoatomani gas bez boje i mirisa.

# IG-01 (Argotec) - čist argon

- Argon, kao inertni gas, ima brojne primene u procesnoj industriji i istraživačkim laboratorijima, pri lučnom zavarivanju, rezanju i termo postupcima nanošenja zaštitnih slojeva. Istu ulogu ima u procesu proizvodnje titanijuma i drugih jako reaktivnih elemenata.
- Argon se primenjuje za proizvodnju rasvetnih tela. U standardnim sijalicama dodaje se u pomešan s azotom (10- 30%) čime se povećava trajnost sijalične niti. Fluorescentne cevi pune se argonom pod malim pritiskom (-400 Pa). Argon ima vrlo intenzivnu liniju u crvenom delu spektra pa može da se koristi kao gas u cevima za svetleće reklame i u laserima.

# Ar

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		Ar	
2.	Atomska masa	M	39,95	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		7440-37-1	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1 374	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-189,34	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	-185,89	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	1,37	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,532	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	40	[kg/m <sup>3</sup> ]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	163	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		0	
15.	ALT		0	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		30 - 40	[%]
17.	NOAEL		43	[%]
18.	LOAEL		52	[%]

## IG-100 (NN 100) – čist azot

- Azot se u slobodnom obliku javlja u vidu  $N_2$ . U svom molekulu ima dva atoma azota koji su vezana trostrukom vezom. Pod normalnim atmosferskim uslovima je u gasovitom agregatnom stanju. Bez mirisa je, nije otrovan, zagušljiv je. Pod normalnim tehnološkim uslovima ponaša se kao inertan gas.
- Azot ulazi u sastav mnogih jedinjenja kao što su na primer: amonijak, azotna kiselina, nitrati, nitriti kao i mnogih važnih organskih jedinjenja. Neophodan je za život na Zemlji.

# IG-100 (NN 100) – čist azot

## ➤ Koristi se:

- kao inertan gas u metalurgiji, hemijskoj industriji, industriji hrane i poljoprivredi,
- za transport agresivnih materija,
- u tečnom agregatnom stanju za brzo hlađenje u industriji, proizvodnji hrane, medicini i veterini, u naučnotehničkim istraživanjima,
- za regulisanje kalorične vrednosti gorivih gasova i
- za sintezne u hemijskoj industriji.

## ➤ Dobija se utečnjavanjem tečnog vazduha. Čuva se u čeličnim sudovima - bocama, pod pritiskom od 150 [bar]. Boce su pojedinačne ili u baterijama - paletama sa zajedničkim ventilom za punjenje i pražnjenje.

## ➤ Upotreba azota pod pritiskom i tečnog azota podležu posebnim propisima i merama zaštite. Za tečni azot neophodna primena austenitnih čelika, legura bakra i aluminijuma.

# N<sub>2</sub>

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		N <sub>2</sub>	
2.	Atomska masa	M	14,007 x 2 = 28,014	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		7727-37-9	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	808	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-210,01	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	-195,79	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	0,967	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	1,04	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-		[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	199,5	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		0	
15.	ALT		0	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		30 - 34	[%]
17.	NOAEL		43	[%]
18.	LOAEL		52	[%]

# IG – 541 (Inergen)

- IG-541 ili Inert Gas Blend (Inergen) je mešavina tri prirodna gasa: azota (52 %), argona (40 %) i ugljen-dioksida (8 %).

# Inergen

R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		52% N <sub>2</sub> + 40% Ar + 8% CO <sub>2</sub>	
2.	Atomska masa	M	34,06	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		(smeša)	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1062	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-196	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	-78,5	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	152	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	1,176	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,574	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	220	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		0	
15.	ALT		0	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		29 - 38	[%]
17.	NOAEL		43	[%]
18.	LOAEL		52	[%]

# Inergen

- Osnovni efekat gašenja Inergenom je ugušivanje - poddefekat razređivanje, odnosno snižavanje koncentracije kiseonika u vazduhu koji ulazi u zonu reakcije, na nivo ispod 15 % kiseonika. Na toj koncentraciji za većinu gorivih materija prestaje gorenje.
- Inergen se čuva u čeličnim bocama pod pritiskom od 150 do 160 [bar]. Vreme isticanja iz boce je od 60 do 120 [s].
- Inergen nije toksičan i ne zagađuje životnu sredinu. Dobra osobina mu je da ne utiče na razgradnju ozonskog omotača.

# Inergen

- Inergen je pogodan za zaštitu objekata i gašenje požara u zatvorenim prostorima (računski centri, telefonske centrale, komandni i distribicioni centri, banke, štamparije novčanica).
- Na opremi za gašenje ne izaziva koroziju i nema štetnih dejstava na osetljive elektronske elemente.

# Inergen

- Inergen se koristi u stabilnim sistemima za gašenje požara. Čelična boce sa inergenom skladište se u posebnim prostorijama.
- U poređenju sa halonom efikasnost gašenja pomoću Inergena kao sredstva za gašenje je mnogo manja, jer je potrebna količina 10 puta veća u odnosu na halone.
- Inergen je čisto sredstvo, nema štetnih uticaja na životnu sredinu ( $ODP = 0$ ,  $GWP = 0$ ,  $ALT = 0$ ), pa spada u dugoročna rešenja kao sredstvo za gašenje požara.
- Ipak u slučaju korišćenja inertnih gasova i inergena u stabilnim sistemima obavezna je evakuacija iz prostora ugroženih požarom, pre aktiviranja stabilnog sistema za gašenje ovim sredstvom.

# IG-55 (Argonit)

- IG-55 ili Argonit sastoji se od 50% azota i 50% argona.

# Argonit

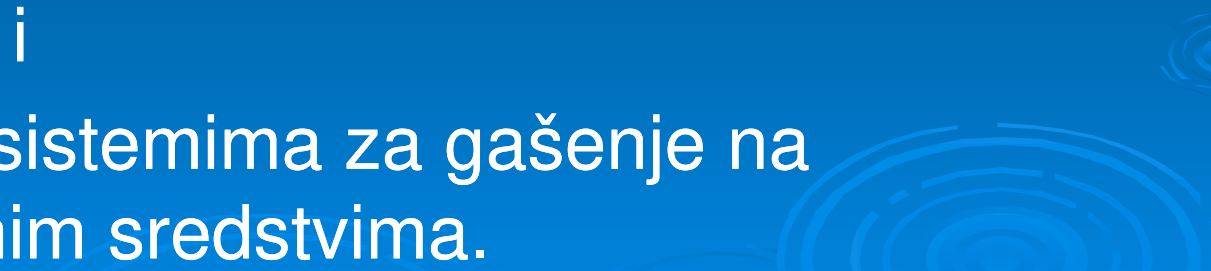
R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		50% N <sub>2</sub> + 50% Ar	
2.	Atomska masa	M	14,007 x 2 = 28,014	[kg/kmol]
3.	Izgled		bezbojan gas	
4.	CAS broj		(smeša)	
5.	Zapreminska masa tečne faze (gustina)	$\rho$	1091	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	-199,7	[°C]
7.	Temperatura ključanja	$t_s$	-190,85	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	1,172	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	0,782	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	-	[%]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	181	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		0	
15.	ALT		0	[god]
16.	Potrebna zapreminska koncentracija		29 – 37,8	[%]
17.	NOAEL		43	[%]
18.	LOAEL		52	[%]

# Pirotehnički generisani aerosoli

- Sredstvo za gašenje požara Pirotehnički generisani aerosol, ili pod jednostavnijim nazivom aerosol, nastao je u Rusiji za zaštitu vojnih objekata.
- Aerosoli su sistemi čvrstih i tečnih čestica raspršenih u vazduhu, ali se ovde i čvrste čestice tretiraju kao aerosoli.
- To su sredstva u vidu mikroskopski sitnih čestica dobijenih sagorevanjem čvrste supstance koje prekidaju proces gorenja. Pirotehnički generisani aerosol radi u automatskim sistemima za gašenje požara bez prisustva i intervencije ljudi.

# Aerosol

- Sastoji se od:
  - aerosolnog generatora,
  - uređaja za detekciju i
  - uređaja za dojavu požara.
- Sistem se aktivira pomoću termoosetljivog štapina. Aerosolni generator sastoji se od kućišta napravljenog od termootpornog materijala. U kućište je smeštena supstanca čijim se sagorevanjem obrazuje aerosol i inicijalno paljenje sa ili bez rashladnog sredstva. Rashladno sredstvo apsorbuje toplotu koja se oslobodi pri obrazovanju aerosoli. Termoosetljivi štapin je element koji se pali na određenoj temperaturi, sagoreva i pali supstancu koja obrazuje aerosol.

- Uređaji za gašenje aerosolima pokazali su se kao izuzetna zamena za halone, posebno kao tri puta efikasnija zamena za halon 1301.
  - Aerosoli se koriste u:
    - stabilnim sistemima za gašenje u industrijskim objektima i
    - stabilnim sistemima za gašenje na transportnim sredstvima.
- 

# Aerosol

- Aparati i uređaji sa aerosolima su izuzetno ekonomični, njima se lako rukuje, nema upotrebe glomazne i teške opreme stabilnih instalacija za gašenje. Iz ovih razloga održavanje je znatno jednostavnije, cena ugradnje i održavanja znatno prihvatljivija.
- Ekološki ova sredstva spadaju u grupu „zelena“ sredstva za gašenje požara.

# Fizičko-hemijska svojstva aerosola

- Osnovnu supstancu za proizvodnju aerosola za gašenje požara čini kalijumov nitrat  $\text{KNO}_3$ , poznata kao šalitra. To je beo kristal koji se rastvara u vodi. Najviše se upotrebljava kao veštačko đubrivo, za proizvodnju baruta, pri proizvodnji stakla, za konzervisanje mesa, u medicini... Kalijumov nitrat se na povišenoj temperaturi razlaže pri čemu nastaju aerosoli koje efikasno gase požar.



R.br.	Naziv	Oznaka	Vrednost/opis	Jedinica
1.	Hemijska formula		KNO <sub>3</sub>	
2.	Atomska masa	M	101,11	[kg/kmol]
3.	Izgled		beli kristal	
4.	CAS broj		231-818-8	
5.	Zapreminska masa (gustina)	$\rho$	2 109	[kg/m <sup>3</sup> ]
6.	Temperatura topljenja	$t_t$	333	[°C]
7.	Temperatura paljenja	$t_s$	160	[°C]
8.	Napon pare	$p_n$	-	[bar]
9.	Relativna gustina pare (vazduh = 1)	$\rho$	-	[-]
10.	Specifična toplota	$c_p$	-	[kJ/kgK]
11.	Rastvorljivost u vodi	-	320	[g/l]
12.	Latentna toplota isparavanja	$r$	-	[kJ/kg]
13.	ODP		0	
14.	GWP		0	
15.	ALT		-	[god]
16.	MDK za vodene tokove		162	[mg/m <sup>3</sup> ]
17.	NOAEL		-	[%]
18.	LOAEL		-	[%]
19.	Ph		5	

# Osnovna obeležja aerosolnih sredstava za gašenje požara su:

- bezbednost po čoveka i okolinu,
- dva puta veća sposobnost suzbijanja plamena u poređenju sa drugim sredstvima za prostorno gašenje,
- ne deluju štetno na ozonski sloj Zemljine atmosfere,
- nisu korozivna,
- nisu potrebni cevni razvodi i instalacije pod pritiskom,
- veliki dijapazon eksploatacije, od -50 do +60 °C, pri vlažnosti i do 98 %,
- aerosol čuva svojstvo gašenja požara posle oslobađanja više od 2 sata,
- bezbedni pri transportu i eksploataciji,
- ne smanjuju koncentraciju kiseonika pri gašenju požara i
- rok trajanja je do 10 godina.

- Mehanizam gašenja požara zasniva se na antikatalitičkom efektu. Aerosolni generatori efikasno gase požare klase A, B, C i požara na električnoj opremi do 1000 V.
- Koriste se u:
  - proizvodnim prostorima,
  - transformatorskim i generatorskim prostorima,
  - razvodnim ormanima,
  - mlinovima i silosima,
  - garažama,
  - skladištima,
  - računskim centrima,
  - poslovnim i stambenim objektima,
  - bibliotekama, skladištima dragocenosti ...

➤ Aerosole ne treba upotrebljavati za gašenje:

- materija sklonih samopaljenju,
- elektrouređaja i instalacija pod naponom većim od 1000 V,
- hemikalija kojima za sagorevanje nije potreban kiseonik iz vazduha,
- metala i metalnih prahova,
- za gašenje požara u prostorijama čija je zapremina veća od 5 000 m<sup>3</sup> i visine preko 12 m i
- požare reaktivnih metala (magnezijum, titan, cirkonijum, litijum, uran i plutonijum).

- Masa punjenja aerosolnog generatora se izračunava po izrazu:

$$M = K \cdot c \cdot V \cdot 1,1 \text{ [kg]}$$

gde su:

$K$  – koeficijent koji određuje proizvođač,

$c \text{ [kg/m}^3\text{]}$  – koncentracija aerosoli, koju daje proizvođač,

$V \text{ [m}^3\text{]}$  – zapremina prostorije i

1,1 – koeficijent sigurnosti.

- Ugradnju, ispitivanje i održavanje sistema sa aerosolnim sredstvima obavljaju posebno obučena lica prema Pravilniku o tehničkim zahtevima za sisteme za gašenje požara pirotehnički generisanim aerosolima Službeni glasnik SRJ br 58 iz 1999. god.
- Toksičnost ovog sredstva je mala, pa je ono svrstano u klasu malo opasnih materija. Inhalacija ovim sredstvom do 20 minuta kod čoveka izaziva slabo razdražljivo dejstvo na sluznice, a inhaliranja duža od 20 minuta izaziva kašalj i crvenilo u očima.

# Mehanizam gašenja

- Suština gašenja aerosolnom prašinom kalijuma je u tome da ona sakuplja isparljive i druge komponente nastale u procesu gorenja, gradeći negorivi kalijum-karbonat i druga negoriva jedinjenja kalijuma koji se talože preko gorive materije, sprečavajući dalje isparavanje komponenti bitnih za nastavak procesa gorenja.
- Proces gašenja aerosolima može da se definiše kao hemijska inhibicija.

- Na visokim temperaturama čestice  $\text{KNO}_3$  se razlažu na čestice kalijuma (K) i azotovih oksida  $\text{NO}_x$ . Čestice kalijuma se turbulentno kreću, tako da sa sobom odnose toplotu s površine gorive materije i prelaze u radikale kalijuma koji vezuju slobodne radikale, bitne komponente za nastavak procesa gorenja.
- Pored kalijum-karbonata ( $\text{KCO}_3$ ), delom se stvara i kalijum-bikarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ) koji je poznat kao sastavni deo suvog praha za gašenje požara.
- Kalijumova prašina, primenjena kao aerosol, predstavlja jedinstveni agens za gašenje požara.
- Aerosol ima osobinu sporog raspadanja što mu daje veliku inertnost, kao jednu od bitnih osobina pouzdanog preventivnog sredstva za gašenje.

# Toksičnost aerosola i uticaj na životnu sredinu

- Uređaji za gašenje aerosolima kalijumovog praha imaju sledeće karakteristike:
  - apsolutno su neotrovni,
  - ne proizvode ni jednu otrovnu materiju u procesu razlaganja i sjedinjavanja sa drugim materijalima,
  - kompatibilni su sa okolinom,
  - hemijski su stabilni i nemaju korozivno dejstvo i
  - ne apsorbuju vlagu iz okolnog prostora.



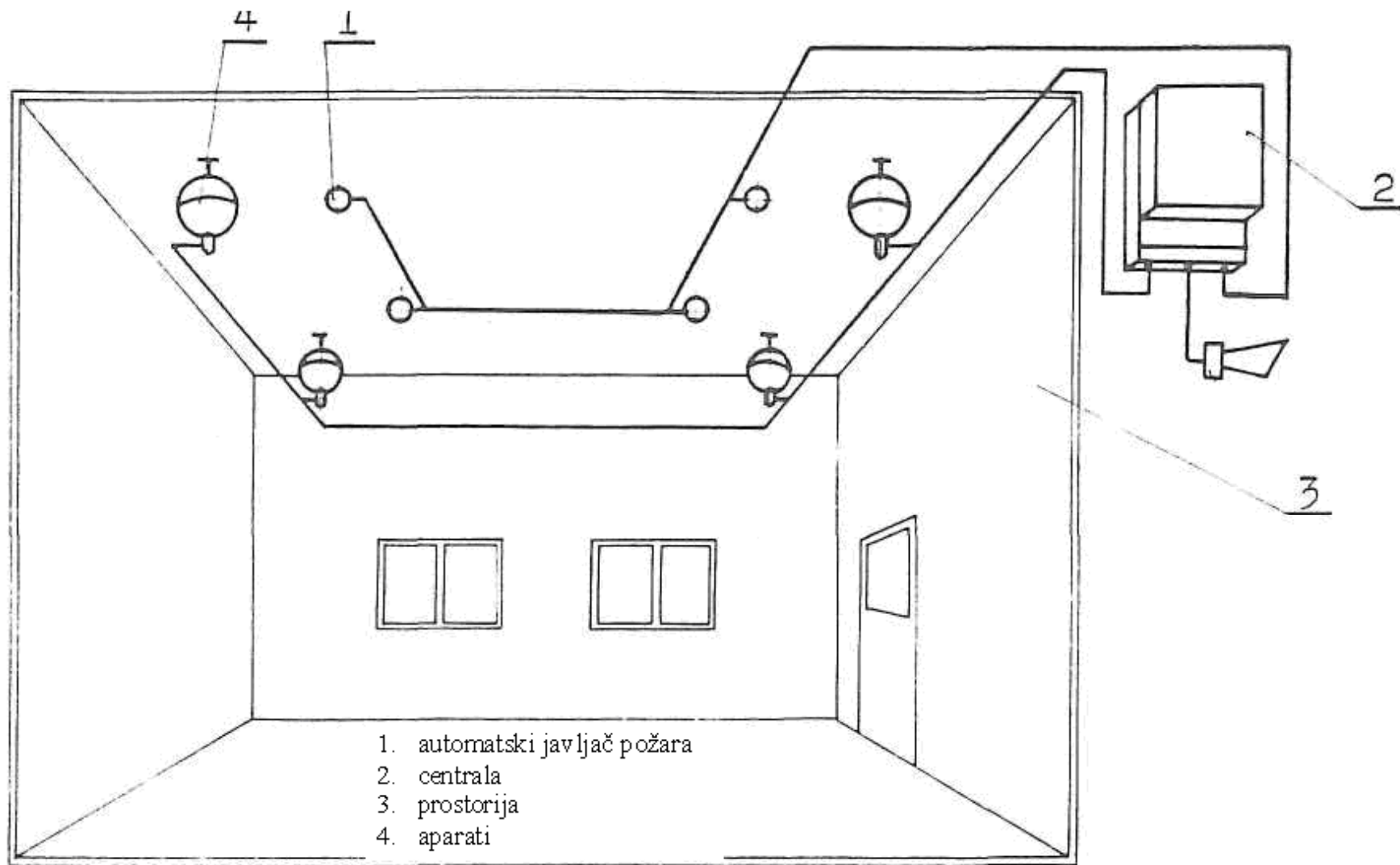
## Oblast primene

- Uređaji za gašenje aerosolima kalijumovog praha su predviđeni pre svega za gašenje požara u zatvorenom prostoru i to požara klase A, čvrstih materija (drvo, tekstil, papir), požara klase B, tečnih zapaljivih materija (naftnih derivata, organskih rastvarača, alkohola) i požara klase C, zapaljivih gasovitih materija.
- Primena je moguća i na mestima gde se očekuje napon od 40 kV, a posebno je preporučljiv na mestima gde se nalaze razni električni preklopnici, transformatori s uljem, kablovski tuneli, telefonske centrale i slično.
- Aerosolni generatori su posebno pogodni za gašenje požara na velikoj visini, odnosno tamo gde nije moguće doći sa standardnom opremom vatrogasnih jedinica.
- Primena aerosolnih generatora je moguća i tamo gde je nezamisliva primena drugih sistema za gašenje, kao što su: podvodni regioni i objekti ispod nivoa mora, mesta koja se u zimskom periodu ne zagrevaju, transportna sredstva, prostori bez stalnog prisustva ljudi, velika elektro postrojenja i dr.

# Prednosti uređaja za gašenje aerosolima

- Pored već pomenutih i nabrojanih osobina aerosola kao sredstva za gašenje pomenućemo i sledeće:
  - mogu da se samoaktiviraju u slučaju otkazivanja automatskog otkrivanja požara, s obzirom da im je temperatura samoaktivacije od 250-500 [°C],
  - vreme otpočinjanja gašenja je maksimalno 90 [s] od davanja impulsa za aktiviranje uređaja,
  - nakon oslobađanja aerosola i gašenja nastalog požara u zoni gašenja stvara se zaštićena zona koja sprečava pojavu povratnog paljenja i do 2 [h],
  - jednostavnom metodom čišćenja mlazom obične vode i ventilacije uklanja se s mesta požara ostatak aerosola,
  - ne utiče bitno na smanjenje kiseonika u vazduhu u okruženju nakon aktiviranja uređaja,
  - ne oštećuje opremu i druge materijale s kojima dolazi u kontakt,
  - hemijski je potpuno neutralno sredstvo,
  - u periodu skladištenja uređaji za gašenje aerosolima se ne emituju nikakve opasne materije u okolinu i
  - ovakvi uređaji se instaliraju s pet do sedam godina garancije, bez potrebe za kontrolom u normalnoj eksploataciji (kontrolirše se samo sistem za aktiviranje).

- Aerosolni generatori novije generacije predstavljaju veliki pomak, posebno u delu opreme za stabilne sisteme za gašenje, kao adekvatna zamena za sve ranije korištene sisteme (voda, pena, prah, haloni i inertni gasovi). Isto tako aerosoli su odgovarajuća zamena za halone, koji su Montrealskim protokolom zabranjeni.
- Od posebnog značaja za sisteme za gašenje aerosolima je i to da se mogu primeniti na mestima gde je nezamisliva primena drugih sistema, bez znatnih dodatnih troškova.



*Potpuna zaštita automatskim  
 aparatima sa halonom*

# Uporedna tabela uticaja „čistih“ („zelenih“) sredstava za gašenje na životnu sredinu

Sredstvo za gašenje	Hemijski sastav	Otrovnost	Uticaj na ozonski omotač ODP	Uticaj na globalno zagrevanje GWA	Opstanak u atmosferi (godina) ALT	Zapreminska koncentracija za gašenje (Klasa požara B)		Mehanizam prekidanja gorenja
						[%]	[gr/m <sup>3</sup> ]	
<b>Aerosoli</b>	KNO <sub>3</sub>	veoma mala	0	0	0	-	25-100	inhibicija
<b>Halon 1301</b>	CBrF <sub>3</sub>	mala	10	5 600	65	5	330	inhibicija
<b>FM-200</b>	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	mala	0	3 500	36,5	8	530	inhibicija i hlađenje
<b>NAF S III</b>	CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> CHClF <sub>2</sub> CHClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	mala	0,036	1 900	7	11	530	inhibicija
<b>IG-01</b>	Ar	mala	0	0	0	38	500	ugušivanje
<b>IG-541n</b>	N <sub>2</sub> Ar CO <sub>2</sub>	mala	0	0	0	37,5	500	ugušivanje
<b>Novec</b>	CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> C(O) CF (CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	mala	0	1	5 dana	5		inhibicija i hlađenjem

# Prkaz količine aparata za gašenje požara punjenih sredstvima: Halon 1301, FM-200, Novec 1230, CO<sub>2</sub> i IG-541 za prostore iste zapremine

