

# UKLANJANJE POŽARNIH OPASNOSTI POMOĆU VISOKOTLAČNIH UREĐAJA

---

**Mihok, Stjepan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:900818>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-29**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

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

STJEPAN MIHOK

# **UKLANJANJE POŽARNIH OPASNOSTI POMOĆU VISOKOTLAČNI UREĐAJA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022. godina

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

STJEPAN MIHOK

# **REMOVAL OF FIRE HAZARDS WITH HIGH PRESSURE DEVICES**

FINAL PAPER

Karlovac, 2022. godina

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

STJEPAN MIHOK

# **UKLANJANJE POŽARNIH OPASNOSTI POMOĆU VISOKOTLAČNI UREĐAJA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2022. godina

# ZAVRŠNI ZADATAK



Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Trg J.J.Strossmayera 9

HR-47000, Karlovac, Croatia

Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij:.....  
(označiti)

Usmjerenje:.....Karlovac, .....

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:..... Matični broj:.....

Naslov:.....

Opis zadatka

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

.....

.....

.....

Mentor:  
Dr.sc. Zvonimir Matusinović, v. pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

## PREDGOVOR

Ovaj završni rad nastao je nakon višegodišnjeg rada u Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Zagreba. U ovom svom završnom radu najviše se vodim svojim znanjem, radom i iskustvom stečenim kao operativni djelatnik Javne vatrogasne postrojbe grada Zagreba.

Posebno se zahvaljujem mentoru dr. sc. Zvonimiru Matusinoviću koji je pristao biti moj mentor, te me svojim znanjem i iskustvom usmjerio u svaki detalj, kako bi ovaj rad bio na visokoj razini.

Velika hvala i mojim kolegama, bratu A. Mihoku, K. Pavelić, I. Vrabcu, L. Dijaneževiću, koji su mi uljepšali i olakšali studiranje. S njima je svaka provedena minuta bila zanimljiva, poučna i vrlo zabavna. Zahvaljujem i svojim roditeljima Imbri i Pavlini Mihok koji su mi bili podrška kroz cijeli moj život tako i sada kroz moje studiranje. Također, zahvaljujem zap. Zoranu Goričkom i prof. Zlatku Posavcu na ustupljenim materijalima.

Za kraj, najviše zahvaljujem svojoj zaručnici Dariji Pulek koja mi je bila desna ruka, moj oslonac, pružala mi najveću podršku te mi je uvijek davala poticaj da budem najbolji i da dam sve od sebe. Njezine su zasluge jednake mojima.

## SAŽETAK

Javna vatrogasna postrojba Grada Zagreba obavlja vatrogasnu djelatnost koja obuhvaća: sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje i drugih poslova u nesrećama. Javna vatrogasna postrojba grada Zagreba ima 5 vatrogasnih postaja, koje su ravnomjerno raspoređene na 5 područja djelovanja, kako bi vatrogasci i najudaljeniju intervenciju stigli za maksimalno 15 minuta. U postrojbi ima 320 operativnih djelatnika i oni godišnje odrađuju oko 3000 intervencija.[17]

Cilj ovog rada je pokazati postupak, korištenje i rad s visokotlačnim uređajima koji se koriste u vatrogastvu. U ovom radu su opisani visokotlačni uređaji, njihove vrline i mane.

**Ključne riječi:** požar, visokotlačni uređaji, vatrogasna djelatnost, spašavanje ljudi, eksplozija

## SUMMARY

The Public Fire Brigade of the City of Zagreb performs firefighting activities which include: participation in the implementation of preventive measures against fire and explosion, firefighting and rescue of people and property endangered by fire and explosion, providing technical assistance in accidents and dangerous situations and performing other tasks in accidents. The Public Fire Brigade of the City of Zagreb has 5 fire stations, which are evenly distributed in 5 areas of operation, so that firefighters and the most remote intervention can arrive in a maximum of 15 minutes. The unit has 320 operatives and they perform about 3,000 interventions a year.[17]

The goal of this paper is to show the procedure, use and work with high-pressure devices used in firefighting. This paper describes high-pressure devices, their strengths and weaknesses.

**Keywords:** fire, high-pressure devices, firefighting, rescue, explosion



Sadržaj	
ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR .....	II
SAŽETAK .....	III
1. UVOD.....	1
1.1. Izvori požarnih opasnosti .....	1
1.2. Otklanjanje požarnih opasnosti.....	2
2. IFEX TEHNOLOGIJA U SUZBIJANJU POŽARNIH OPASNOSTI .....	3
3. IFEX TEHNOLOGIJA.....	4
3.1. Efekti gašenja.....	4
3.2. IFEX 3000-impulsna vodena puška.....	5
3.3. IFEX naprtnjača.....	6
3.4. IFEX kolica .....	6
3.5. IFEX vatrogasni motocikl .....	7
3.6. IFEX protupožarni helikopter .....	7
4. PYROLANCE L1000 W-G (COBRA CCS) .....	10
4.1. COBRA CCS – primjena .....	10
4.2. COBRA CCS – način rada.....	12
5. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE „APOLLO“ .....	13
6. VISOKOTLAČNA CENTRIFUGALNA VATROGASNA PUMPA ROSENBAUER H5 14	
6.1. Vitlo za brzu navalu s polukrutom visokotlačnom cijevi .....	16
6.2. Visokotlačna mlaznica za vodu.....	17
7. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE HDL OERTZEN FIRE-TEC .....	19
8. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE VODENOM MAGLOM PYROBLITZ B 2000 M-G.....	23
8.1. Tehničke specifikacije.....	23
9. SEM-SAFE VISOKOTLAČNI STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE VODENOM MAGLOM.....	28
10. ZAKLJUČAK.....	31
11. LITERATURA .....	32
12. PRILOZI.....	33
12.1. Popis simbola ( korištenih kratica).....	33
12.2. Popis slika .....	34

# 1. UVOD

Svake godine svjedoci smo katastrofalnih požara svjetskih razmjera s desetinama žrtava i nemjerljivim materijalnim štetama te ogromnim nepovoljnim utjecajem na okoliš. Utjecajem ljudske aktivnosti i promjenom klimatskih prilika ugroženost požarima je sve veća.

Osim sve većih šteta i troškova zbog požara, u njima je sve više ljudskih žrtava, bilo onih koji su izravno angažirani u savladavanju stihije ili onih koji su stjecajem okolnosti bili ugroženi. Visoki troškovi požara odnose se na uništena industrijska postrojenja, naselja, izgublenu biomasu, dugotrajni oporavak opožarenih površina, troškove gašenja požara, kao i troškove sanacijskih mjera, koji u nekim slučajevima mogu biti vrlo visoki. Troškovi preventivnih mjera protupožarne zaštite i ulaganja u odgovarajuću tehnologiju za borbu protiv požara, neznatni su u usporedbi sa štetama koje nastaju od požara. Svugdje u svijetu i oko nas nalaze se zapaljive tvari i izvori požarnih opasnosti.

Izvori požarnih opasnosti imaju sposobnost svoju toplinsku energiju predati gorivu i zagrije ga do točke paljenja tj. zapaljenja. Tu dolazi do kemijske reakcije goriva i kisika tj. sagorijevanja. Visokotlačni uređaji su napredna tehnologija koja nam je od velike važnosti za napredak u svemu gore navedenom.

U radu su detaljno opisane vrste, visokotlačnih uređaja, njihova namjena, djelovanje i rad s njima.

## 1.1. Izvori požarnih opasnosti

Najčešći izvori požarnih opasnosti su:

- plameni izvori (šibice, upaljači, breneri...)
- užarena tijela (opušci, auspuh)
- čestice kod zavarivanja
- grijalice, kuhala, i ostali električni uređaji
- mehanički udarci

Vatrogasni sustavi za gašenje požara imaju veliku i visoku učinkovitost u suzbijanju izvora požarnih opasnosti. Kako je u svijetu tehnologija raznih grana u napretku, tako se i vatrogasna grana bavi proučavanjem i razvojem svoje tehnologije da bude što više napredna, iskoristiva i što bolje učinkovita. Ukoliko se na požar stigne pravovremeno, preporučljivo je isti pogasiti, u što kraćem roku s minimalnom štetom. Isti požar potrebno je lokalizirati, da i sam ne bude izvor nekog dodatnog paljenja, odnosno da i sam ne bude još jedan dodatni izvor požarne opasnosti.

## 1.2. Otklanjanje požarnih opasnosti

Požarne opasnosti možemo otkloniti na raznorazne načine. Jedan od najučinkovitijih sredstva u praksi za gašenje i suzbijanje požara odnosno požarnih opasnosti su visokotlačni uređaji za gašenje požara.



Slika 1. Autor rada na zadatku s visokotlačnim uređajem.[18]

## 2. IFEX TEHNOLOGIJA U SUZBIJANJU POŽARNIH OPASNOSTI

Jedna od najboljih i najučinkovitijih tehnologija od visokotlačnih uređaja je IFEX tehnologija. IFEX tehnologija je suvremena te ista prati najviše standarde u svijetu, kako bi rad vatrogasca i požarnih opasnosti s kojima se vatrogasci susreću bila svedena na minimum. IFEX je razvijen 1994. godine u Njemačkoj pod nazivom ***Impulse Fire Extinguishing System (IFEX)***. Sustav je baziran na impulsnom izbacivanju manjih količina vode pod velikim pritiskom pomoću specijalnih vodenih topova. Efikasnost ovakvog gašenja zasniva se na istovremenoj apsorpciji topline i gušenju vatre zbog trenutnog sprečavanja dotoka zraka.[16]

### 3. IFEX TEHNOLOGIJA

Od 1994. do danas, više od 40.000 vatrogasaca u preko 60 zemalja širom svijeta, uključujući RH, koristi IFEX tehnologiju u svakodnevnoj borbi protiv požara u raznim verzijama i okolnostima. Do sada je razvijeno više različitih tipova ovih uređaja, za različite načine primjene: od prijenosnih uređaja i onih montiranih na motocikle, terenska ili standardna vatrogasna vozila, do instalacija na helikoptere za gašenje najnedostupnijih mjesta požara.[5]



Slika 2. Visokotlačni monitor montiran na vozilo.[5]

#### 3.1. Efekti gašenja

- ▶ gašenje manjih požara je trenutno,
- ▶ usmjeravanje vode je vrlo precizno,
- ▶ dovoljna je mala količina vode pa su štete prouzročene gašenjem minimalne,
- ▶ mogu se gasiti jako zapaljivi materijali,
- ▶ omogućen je brz pristup požarištu zbog smanjenja temperature.

### 3.2. IFEX 3000-impulsna vodena puška

Impulsna puška "IFEX" 3000 je novo razvijena tehnologija za gašenje požara koja omogućuje gašenje požara tvari koje gore plamenom i žarom kako na otvorenom tako i u zatvorenom prostoru. Ova tehnologija omogućuje gašenje sa ekstremno malim količinama sredstava za gašenje kao što su voda i pjena.[11]

Impulsna puška "IFEX" 3000 izbacuje sredstvo za gašenje pod pritiskom zraka od 25 bara brzinom od 120 do 200 m/s. Zbog tako velike brzine impulsni hitac prouzroči nastanak velike količine mikro kapljica koje zbog velike kinetičke energije prodiru u samo žarište požara te ga gase u izuzetno kratkom vremenu. Vrijeme ponovnog punjenja na opaljenje je 2-4 sekunde što ovisi o uvježbanosti poslužioca vodene (impulsne) puške.[11]

"IFEX" 3000 kao pogonsko sredstvo koristi komprimirani zrak iz boce, što znači da ne onečišćuje okoliš i ne može naštetiti ljudima. Praktično gledano, nema indirektnih šteta kod požara stanova ili vozila jer koristi jako malo vode te i ne može izazvati štetu.

#### Glavni dijelovi:

- ▶ spremnik sa 13 litara vode,
- ▶ impulsna puška za gašenje, kapaciteta 1 litre,
- ▶ redukcijski ventil koji smanjuje tlak vode u posudi na 5-6 bara i vodenu pušku na 25 bara.

#### Domet mlaza:

6-9 metara uz vrlo jak mehanički udar mlaza. Na spremnik vode priključena je boca izolacijskog aparata (2 l/300 bara) za zaštitu dišnih organa. Ona omogućuje disanje 7-10 minuta, ovisno o težini posla koji se obavlja. Tehnologija impulsnog gašenja požara uvelike je promijenila gašenje požara. Način na koji impulsna puška radi je vrlo jednostavan: izbacuje sredstvo za gašenje u kratkom vremenu s velikom brzinom u žarište požara. 25 bara pritiska zraka osigurava veliku brzinu izbacivanja, a sredstvo

za gašenje (obično voda) se pod visokim pritiskom izbacuje iz puške. Otpor zraka djeluje na kapljice vode smanjujući njihovu veličinu sa otprilike 700 mikrona na 100 mikrona. Na taj način 1 litra vode ohladi 68 m<sup>2</sup>, umjesto «normalnih» 5,8 m<sup>2</sup>, što u praksi znači smanjenje temperature u prostoriji sa smrtonosnih 100°C na podnošljivih 40°C unutar nekoliko sekundi. IFEX impulsna puška izrađena je kao višestruko upotrebljiv alat za vatrogasne postrojbe i spasilačke timove po cijelom svijetu. Ova naprava uspijeva s malom količinom vode ugasiti velike požare. Brzina izbacivanja sredstva za gašenje koja prelazi 400 km/h i velika površina hlađenja pružaju visoku učinkovitost u zaustavljanju vatre sa određenih udaljenosti. Dodatkom pjenila mogu se gasiti požari razreda B.

### 3.3. IFEX naprtnjača

Naprtnjača je najmobilnija opskrbna jedinica koja se može koristiti u kombinaciji s IFEX impulsnom puškom, a služi za gašenje požara u početnoj fazi. Naprtnjača sadrži spremnik za sredstvo za gašenje zapremnine 13 l, spremnik za zrak zapremnine 2 l i regulator tlaka sa dva izlaza koji daje tlak zraka pušci i vodi. Voda i bilo kakav dodatak mogu se dodavati direktno u spremnik.[5]

Koncentracija dodataka trebala bi biti reducirana na 0,5 do 1%, a ne 3 do 6% kako se normalno preporuča. Na leđnom nosaču također se nalazi mjesto za montiranje još jednog spremnika sa stlačenim zrakom koji opskrbljuje vatrogasca zrakom za disanje poput izolacijskog aparata.[5]

### 3.4. IFEX kolica

IFEX kolica sa spremnicima sredstva za gašenje zapremnine 35 i 50 l omogućavaju vatrogascu gašenje i većih požara od početnih. On može koristiti klasični izolacijski aparat i još uvijek biti mobilan i fleksibilan. Kapacitet vode koji omogućava do 100 impulsnih hitaca pruža mogućnost stavljanja većih požara pod kontrolu. Na kolicima se nalazi spremnik za sredstvo za gašenje, spremnik zapremnine 6 l za zrak i regulator

tlaka sa dva izlaza. Ova jedinica je napravljena na sklopu s kotačima sa sjedištima za impulsnu pušku, spremnik za zrak i 15 metara spojnih cijevi.[5]

### 3.5. IFEX vatrogasni motocikl

IFEX vatrogasni motocikli osmišljeni su kao specijalno rješenje za brzu početnu navalu u urbanim područjima gdje klasična vatrogasna prometna sredstva imaju poteškoća u kretanju. Danas se upotrebljavaju za razne namjene na mjestima gdje je potrebna velika mobilnost i fleksibilnost vatrogasnih prijevoznih sredstava za svladavanje vatre u početnim fazama.[5]



Slika 3. Ifex vatrogasni motocikl.[5]

13-litrena IFEX naprtnjača sa 1-litrenom impulsnom puškom montirana je na motocikl u posebno izrađena sjedišta. Za vrijeme vožnje, čitav sklop može biti zaštićen kućištem koje omogućava lakše i bolje upravljanje i vožnju na cesti.[5]

### 3.6. IFEX protupožarni helikopter

Za gašenje šumskih požara, požara u urbanim područjima na velikoj visini, na brodovima, u kemijskoj industriji i sl. najefikasniji je način gašenja iz helikoptera. (Slika 4.)



U tu svrhu, IFEX GmbH je dosada u potpunosti razvio i protupožarne helikoptere:

▶ Ecureuil Eurocopter AS-350 B2/B3, s vanjskim spremnikom vode od 300 l i 2 x 18 l i dvojn timer topovima.

▶ U USA, Kaman K-MAX, s ugrađenim tankom vode do do 2.000 l i 2 x 25 l dvojn timer topovima.[2]

#### Operativne osobine za protupožarno djelovanje:

- ▶ letjelica pogodna za zračnu patrolu, nadzor i gašenje,
- ▶ rezervoar od 3.000 l vode ili druge tekućine za gašenje,
- ▶ vodeni impulsi od 25 l,
- ▶ 1 h samostaln timer djelovanja iznad požara,
- ▶ precizno djelovanje na požar sa udaljenosti od 75 m,
- ▶ mogućnost noćn timer protupožarn timer djelovanja,
- ▶ mogućnost dopune vode u lebdećem stanju iz bilo kojeg rezervoara, vozila, bazena, jezera ili mora,
- ▶ izvlačenje ugrožen timer osoblja,

#### Operativne osobine za protupožarno djelovanje:

- ▶ mogućnost djelovanja na mjestima nedostupn timer ostal timer vatrogasn timer načinima djelovanja (nedostupn timer dijelovi grada zbog prometa, visoke građevine (više od 10. kata) gdje sada vatrogasci ne mogu djelovati izvana nego samo kroz zgradu, brodovi, naftne platforme i sl.
- ▶ povećana efikasnost djelovanja na područjima otežan timer pristupa (nepristupačan teren, minirana područja), zbog značajn timer manjih potrebn timer količina i precizn timer usmjeravanja sredstava za gašenje.



Slika 4. IFEX protupožarni helikopteri.[16]



Slika 5. IFEX dual intruder pripremljen za montažu na Ecureuil Eurocopter AS350 jednomotorni helikopter.[16]

## 4. PYROLANCE L1000 W-G (COBRA CCS)

Kobra kao novi sistem gašenja i rezanja na visoki pritisak označava revoluciju u borbi protiv požara. KOBRA-SISTEM uz pomoć pritiska vode od otprilike 250 bara i uz dodatak abrazivne mješavine reže u roku od nekoliko sekundi rupu u vanjskom zidu gorućeg objekta. Na taj način je u mogućnosti u najkraćem vremenu uz pomoć rasprsnutog mlaza rashladiti dimne plinove koji se nalaze u prostoru. KOBRA-SISTEM bez problema probija ne samo zidne opeke, betonske zidove, krovove, slojeve nasipa, drvo, već i čelik, silose i sigurnosna vrata, i na taj način bez dovoda kisika djelotvorno gasi vatru. Istodobno se smanjuje mehanička šteta. Za napomenuti je da se na osnovu fine rasprsnute magle troši samo mala količina vode, što znači da se dodatne štete mogu spriječiti. Zbog brzog ishlapljivanja fine rasprsnute magle nastaje vodena para koja omogućuje brzo odvođenje topline. KOBRA-SISTEM u roku od nekoliko sekundi omogućava hlađenje do ispod 100°C.[4]



Slika 6. Rad s uređajem COBRA CCS.[4]

### 4.1. COBRA CCS – primjena

- ▶ Brzo dopijeva u šuplje prostore kao što su npr. međustropne konstrukcije.
- ▶ Borba protiv požara u područjima krovnih konstrukcija (krovišta, izolacije).
- ▶ Požari u teško dostižnim dijelovima, npr. požari u podrumima.
- ▶ Požari s teškom pristupačnosta zbog visoke temperature.

- ▶ Požari kod kojih postoji opasnost od eksplozija.
- ▶ Intervencije kod kojih postoji opasnost od zapaljenja dimnih plinova.
- ▶ Vatra u silosima i cisternama.
- ▶ Rezanje prevrnutih cisterni i vagona cisterni.
- ▶ Rezanje otvora u zidovima i vratima.[6]

KOBRA-SISTEM se može jednostavno priključiti na sva vozila za spašavanje i gašenje i podoban je za ugradnju na navalna vozila, ovaj sistem je spreman za intervenciju, a njegovo rukovanje iziskuje mali broj vatrogasaca.[4]

Sistem se sastoji od sljedećih dijelova:[8]

- ▶ spremnika za vodu (optimalno je najmanje 350 l),
- ▶ spremnika za sredstvo za rezanje,
- ▶ pumpe za vodu,
- ▶ hidraulične pumpe,
- ▶ kolature sa visokotlačnom cijevi (standardnih 80 m, dužina je moguća do 300 m), i jednog pištolja za gašenje.[9]

Jedinične specifikacije PyroLance L 1000 W-G:

Nazivni protok pumpe: 40 L/min

Nazivni maksimalni pritisak pumpe: 135 bara

Nazivni pritisak i protok mlaznice: 95 bara pri 40 L/min

Motor (snaga i tip): 25HP, benzinski Briggs&Stratton

Pumpa (proizvođač i model): Udor, GC-38/15-GR

Mjesto ugradnje: vatrogasno vozilo

Vrsta goriva: bezolovni benzin

Kapacitet spremnika goriva: 9 L

Daljinska upravljanje: preko radiofrekvencije

Ograničenje ulaznog tlaka vode: 0 bara iz spremnika vode

Vrsta sredstva za rezanje/bušenje: koristiti samo Pyroshot abrazivno sredstvo

Promjer usnaca mlaznice: 2,29 mm

Vrijeme rezanja/bušenja (po spremniku abraziva): oko 4 minute

Dimenzije uređaja: 914 mm x 813 mm x 610 mm

Dimenzije i tlak visokotlačne cijevi: l=45 m x d=19 mm, p= 215 bara

Težina sustava (praznog): 184 kg

Težina mlaznice: 8 kg.

#### 4.2. KOBRA CCS – način rada

KOBRA-SISTEM za rezanje i gašenje primjenjuje se u gašenju požara uz pomoć vode, sredstva za rezanje i visokog pritiska. KOBRA-SISTEM se pokreće uz pomoć hidraulične vodene pumpe na visoki tlak. Energija dolazi ili od motora s unutrašnjim izgaranjem ili od električnog generatora. Pumpa proizvodi potrebnu energiju za spoj vode i abraziva (sredstvo za rezanje) koji je potreban za rezanje i gašenje. Vodena pumpa proizvodi pritisak od 300 bara te protoka 50 l/min. Gubitak pritiska po 100 m cijevi iznosi otprilike 50 bara.[10]

## 5. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE „APOLLO“

Visokotlačni uređaj za gašenje "APOLLO" proizvodi se u dvije osnovne varijante: kao mobilni i ugradbeni. U osnovnoj verziji kapacitet mlaznice je 21 l/min, međutim na zahtjev naručioca mogući su i drugi kapaciteti. Ovaj uređaj spada u suvremenije sisteme za gašenje i omogućava veću efikasnost vode ili pjene koja se dobiva kvalitetnijim raspršivanjem odnosno usitnjavanjem čestica vode što omogućuje bolju apsorpciju topline. Navedenom karakteristikom smanjuje se upotreba vode za gašenje te troškovi gašenja, a popratni negativni efekti smanjeni su na minimum. Efikasnost ovoga uređaja je nemjerljiva u odnosu na standardna sredstva za gašenje, međutim njegova glavna prednost je što je lagan te prenosiv pa ga korisnik nosi na leđima a to povećava autonomnost i efikasnost gasioca. Kapacitet mlaznice je 10 l/min.[17]



Slika 7. Visokotlačni uređaj „Apollo“ u primjeni.[17]

### UREĐAJ SE SASTOJI OD :

- ▶ visokotlačne pumpe,
- ▶ motora "Briggs & Stratton",
- ▶ vitla s 10 metara cijevi za dovod vode ,
- ▶ 1 metra cijevi s promjenjivom mlaznicom,
- ▶ mlaznice za pjenu (rezervoar 0,5 l pjenila), i
- ▶ mlaznice za vodu s mogućnošću mijenjanja vrste mlaza

## 6. VISOKOTLAČNA CENTRIFUGALNA VATROGASNA PUMPA ROSENBAUER H5

Visokotlačna centrifugalna vatrogasna pumpa ROSENBAUER H5 najnoviji je tip pumpe razvijen u tvrtki Rosenbauer. Način rada je isti kao i centrifugalne pumpe normalnog tlaka, samo što ima više rotora i statora tj. stupnjeva. Visokotlačna centrifugalna pumpa H5 je četverostupanjska (ima po četiri rotora i statora), te se njima postiže visoki tlak (za razliku od pumpi normalnog tlaka koje su jednostupanjske ili dvostupanjske). Također pumpa ima kućište manjeg volumena, a samim time i manji kapacitet.[15]

Pumpa je specifična po tome što je može samostalno ugraditi u vatrogasno vozilo i biti pokretana pogonskim motorom tog vozila. Naime, sve do sada proizvedene visokotlačne centrifugalne vatrogasne pumpe prema normi HRN EN 1028-1: 2004 bile su izvedene zajedno s centrifugalnim vatrogasnim pumpama normalnog tlaka (poznate pod nazivom centrifugalne vatrogasne pumpe s visokotlačnim sklopom).

Centrifugalne vatrogasne pumpe s visokotlačnim sklopom zauzimaju relativno velik prostor u nadogradnji vatrogasnog vozila, ali bez obzira na to, najzastupljenije su na vatrogasnim vozilima za gašenje požara (navalno vozilo, autocisterna). Gaseći požar s takvim vozilima tj. pumpama vatrogasci koriste i srednji tlak i visoki tlak, ovisno o situaciji tj. taktici gašenja. Navedena vatrogasna vozila su veće nosivosti i gabarita, s pogonom na zadnje ili sve kotače. Problem je javlja kada se centrifugalne vatrogasne pumpe s visokotlačnim sklopom ugrađuju na manja vatrogasna vozila koja prvenstveno služe za gašenje šumskih požara i požara raslinja na brdovitim i teško pristupačnim mjestima.[15]

Ugradnjom takve pumpe u vozila smanjuje se prostor u nadogradnji za veće količine vode, kao i za vatrogasnu opremu, a pumpa normalnog tlaka ostaje neiskorištena, budući da vatrogasci uglavnom rade s visokotlačnim sklopom, visokotlačnim cijevima i visokotlačnim mlaznicama. Nova visokotlačna centrifugalna vatrogasna pumpa ROSENBAUER H5 upravo je najidealnija pumpa za ugradnju na manja, robusna vozila s pogonom na sve kotače za gašenje požara. (Slika 8.) Ugradnjom takve pumpe (manje težine i mjera) na vatrogasno vozilo dobiva se mogućnost ugradnje većeg volumena spremnika vode, zatim mogućnost ugradnje dva vitla za brzu navalu s

visokotlačnim cijevima veće duljine, kao i mogućnost opremanja vozila s većom količinom opreme i alata za gašenje požara raslinja, trave i sl.[15]



Slika 8. Visokotlačna centrifugalna vatrogasna pumpa H5.[15]

#### Prednosti visokotlačne centrifugalne pumpe ROSENBAUER H5:[15]

- zbog kompaktnih dimenzija i male težine posebno je pogodna za ugradnju na manja vozila
- visokotlačno gašenje požara s manjim vozilima
- visoki radni tlak pumpe pri maloj potrošnji vode
- umjereni zahtjevi za pogonsku snagu motora vozila
- najbolja izvedba usisa uz mogućnost automatskog usisavanja
- napravljena za savršeno usklađenje pogona s brojem okretaja motora vozila
- mehaničko-toplinska zaštita pumpe

#### Tehničke značajke visokotlačne pumpe H5

- tip: četverostupanjska centrifugalna pumpa
- nazivni protok: 500 l/min pri usisnoj visini od 1,5 m
- nazivni radni tlak: 40 bara
- maksimalni tlak: 54,5 bara



- nazivni broj okretaja: 4000 o/min
- nazivna radna snaga: 85 kW
- smjer vrtnje pumpe: u smjeru kazaljke na satu ili obrnuto od kazaljke sata
- materijal izrade: kućište pumpe, statori i rotori pumpe napravljeni su od lake legure antikorozivnog materijala, a osovina pumpe napravljena je od nehrđajućeg čelika
- uređaji za mjerenje tlaka: na ulaznoj strani pumpe nalazi se manovakuummetar mjernog područja podtlaka od 0 do -1 bara i pretlaka od 0 do 25 bara, a na izlaznoj strani pumpe nalazi se manometar mjernog područja od 0 do 100 bara
- brtvljenje pumpe: postiže se pomoću trajnih mehaničkih opružnih brtvi koje se postavljaju na osovinu pumpe
- ležaj: osovina pumpe se okreće preko kugličnih ležajeva
- usisni ulazni otvor pumpe: 1 x G 2"
- visokotlačni izlazni otvor pumpe: 2 x G 1 1/2",
- elementi za regulaciju protoka: slavine s ručnim ili pneumatskim upravljanjem
- težina pumpe: cca. 80 kg
- opcija: kućište pumpe, statori i rotori pumpe mogu biti napravljeni od legure bakara-cinka i kositra, materijala otpornog na morsku vodu

### 6.1. Vitlo za brzu navalu s polukrutom visokotlačnom cijevi

Visokotlačna centrifugalna vatrogasna pumpa ROSENBAUER H5 u sastavu tj. kombinaciji s vitlom za brzu navalu, gumenom polukrutom visokotlačnom cijevi i već od prije provjerenom i iskušanom visokotlačnom mlaznicom ROSENBAUER HP NEPIRO Ergo savršena je kombinacija za efikasno gašenje požara. Vitla za brzu navalu izrađuju se u dimenzijama širine bubnja od 500 mm do 1000 mm, promjera visokotlačne cijevi od 19 mm do 38 mm, te maksimalne duljine cijevi od 100 m. U slučaju potrebe za većom duljinom visokotlačne cijevne pruge, na razvučenu polukrutu

cijev mogu se direktno spojiti plosnate visokotlačne cijevi tipa H preko visokotlačne kovane spojnice ili preko visokotlačne dvodijelne razdjelnice  $\varnothing 38/2 \times \varnothing 38$  mm. Vitla za brzu navalu mogu biti pokretana na mehanički ili električni pogon. Električni pogon može biti 12 V/140 W ili 24 V/ 100 W. Pogon je ugrađen u bubanj zbog uštede prostora i veće sigurnosti. Brzina namatanja vitla je ovisno o električnom pogonu 45 m/min pri 24 V napajanju i 33 m/min pri 12 V napajanju.[14]



Slika 9. Vitlo za brzu navalu s polukrutom visokotlačnom cijevi.[14]

## 6.2. Visokotlačna mlaznica za vodu

Visokotlačna mlaznica za vodu ROSENBAUER HP NEPIRO Ergo pri tlaku na mlaznici od 40 bara ima protok 200l/min. Mlaznica ima mogućnost ugradnje posebnog nastavka, koji služi za stvaranje pjene ako kroz mlaznicu prolazi otopina vode i pjenila. Mlaznica omogućuje gašenje pod visokim pritiskom, a oblik vodenog mlaza je vodena magla koja ima najveću iskoristivost vode pri gašenju. Mlaznica ima mogućnost podešavanja vodenog mlaza od punog do raspršenog. Maksimalni domet vodene magle punog mlaza je 30 m.[3]

Visokotlačna mlaznica za vodu ROSENBAUER HP NEPIRO Ergo je posebno ergonomski oblikovana tako da omogućuje lako rukovanje i sprječavanje vodenih udara uslijed visokog tlaka.[13]



Slika 10. Visokotlačna mlaznica za vodu ROSENBAUER HP NEPIRO Ergo.[13]

## 7. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE HDL OERTZEN FIRE-TEC

### Osnovne značajke:

Efikasno gašenje požara pod visokim tlakom vode uređajem HDL OERTZEN FIRE-TEC ostvareno je atomiziranjem vode koja velikom brzinom dopire do požara. Generiranje sitnih kapljica vode rezultira velikom vodenom površinom. Rashladni učinak vode u vrlo kratkom vremenskom periodu odstranjuje energiju plamena, stvarajući paru koja smanjuje postotak kisika u okolici plamena.

Protok vode na mlaznici pod visokim tlakom do 250 bara uzrokuje da voda izlazi iz mlaznice s velikom brzinom (cca 710 km/h). Uslijed velike brzine vodena magla dopire na teško dostupna mjesta požara (bez značajnog povećanja tlaka), npr. u krovnu konstrukciju, zidne oplata ili međuprostor spuštenih stropova. U vrlo kratkom vremenu požara gubi veliku količinu energije zbog isparavanja vode. S druge strane, količina kisika u izvoru požara odvodi se ispod kritične granice što dovodi do gašenja već oslabljena požara. Upravo takav dvostruki učinak čini postupak gašenja požara s visokim tlakom tako učinkovit.[12]

### Prednosti uređaja:

- brzo djelovanje u slučaju požara
- optimalno korištenje rashladnog učinka vode
- gašenje požara uslijed isparavanja vode
- vrlo kratko vrijeme potrebno za gašenje požara
- mala reakcija vodenog mlaza ( $F=60 - 80 \text{ N}$ )
- minimalna potrošnja vode od maksimalno 23 l/min
- izbjegavanje štete uzrokovane gašenjem požara vodom
- mogućnost doziranja pjenila u vodu
- male ugradbene mjere u vozilu

Visokotlačni uređaj za gašenje požara HDL koristi se gašenje požara razreda A i B. Za gašenje požara razreda A (požar krutina), koristi se voda kao klasično sredstvo za gašenje. Za gašenje požara razreda B (požar zapaljivih tekućina) moguće je brzo u vodu preko ugrađenog mješača dodati pjeno te na mlaznici (podešenoj za dobivanje) dobiti tešku pjenu. Pjenom se prekrije goruća površina i onemogućuje dovoz kisika te se za kratko vrijeme ne dozvoljava da požar ponovno plane. Količina vode utrošene gašenjem uređajem pod visokim tlakom HDL vrlo je mala, a efekt je impresivan. Štete uzrokovane vodom nakon gašenja su minimalne zbog male količine utrošene vode i već prije opisanog djelovanja atomizirane vode na požar. Požarište nakon uspješnog gašenja požara je skoro u potpunosti suho. U stotinama testova u realnim uvjetima i akcijama gašenja u praksi došlo se do relevantnih činjenica o potrošnji vode, ovisno o vrsti i veličini požara:

- gašenje požara cijelog automobila, potrošnja vode cca 30 l
- gašenje požara automobila u ranoj fazi, potrošnja vode cca 10 l
- gašenje požara paleta (10 kom), potrošnja vode cca 20 l
- gašenje požara sobe, potrošnja vode cca 40 – 50 l. [1]

Visokotlačni uređaj za gašenje HDL OERTZEN FIRE-TEC sastoji se od sljedećih glavnih komponenata: pogonskog motora, visokotlačne klipne pumpe s pripadajućim elementima, visokotlačnog vitla za brzu navalu s visokotlačnom cijevi i visokotlačnom pištolj mlaznicom te spremnika za vodu. Pogonski motor je benzinski (bezolovno gorivo) jednocilindrični ili dvocilindrični 4 takti motor, snage 9,6 kW ili 13,2 kW, opremljen elektrostarterom i akumulatorom, a u slučaju zatajenja postoji mogućnost startanja poteznim užetom. Motor je zaštićen sigurnosnom napravom od suhog rada koja zaustavlja motor u slučaju niske razine ulja.[12]

Visokotlačna klipna pumpa sastoji se od tri cilindra s keramičkom klipovima, maksimalnog tlaka do 280 bara, te maksimalnog protoka do 25 l/min pri radnom tlaku od 250 bara. Pumpa je opremljena termičkom zaštitom (presostat) koja služi da u slučaju ako temperatura vode u pumpi naraste iznad 60°C, presostat ispušta zagrijanu vodu iz pumpe, a u pumpu ulazi hladna voda iz spremnika vode. Uz presostat na pumpu je ugrađen i regulator tlaka koji je tvornički podešen za tajni rad pumpe bez

oštećenja. U reduktoru i visokotlačnoj pumpi zasebno se nalazi ulje za podmazivanje i hlađenje. U visokotlačnu pumpu integriran je mješač vode i pjenila.

Mješač radi na podtlačnom principu te nema mogućnost regulacije doziranja pjenila u vodu, već se izrađuje za točno određeni postotak (najčešće 3% ili 6%). Kapacitet mješača je proporcionalan kapacitetu pumpe. Visokotlačna klipna pumpa i pogonski motor spojeni su preko reduktora koji omogućuje postizanje zadanog broj okretaja pumpe. Visokotlačno vitlo za brzu navalu izrađeno je iz metala, s mogućnošću namatanja i odmatanja dok su cijevi pod tlakom. Namata se ručno pomoću poluge, a može biti izvedeno i s elektro namatanjem. Visokotlačna cijev na vitlu može biti maksimalne duljine do 100 m (najčešće 50 m i 60 m), a unutarnji promjer cijevi je  $\varnothing$  8 mm. Tip cijevi može biti MEDIJET ili PANZERJET, visoke mehaničke otpornosti i temperaturne postojanosti do 150°C. Cijev je gumena, ojačana čeličnom armaturom, iznimno lagana i fleksibilna, tako da se njome može lagano rukovati. Na kraju visokotlačne cijevi priključena je visokotlačna pištolj mlaznica tipa DUPLEX ili TRIPLEX. DUPLEX mlaznica ima dvije mogućnosti gašenja: vodenom maglom (puni mlaz) ili teškom pjenom. Odabir gašenja vrši se okretanjem dodatne ručke na mlaznici. TRIPLEX mlaznica ima tri mogućnosti gašenja: vodenom maglom (puni mlaz), vodenom maglom (raspršeni mlaz) ili teškom pjenom. Odabir gašenja tj. usnaca vrši se okretanjem okretnog nastavka mlaznice za 120°. Pjena dobivena TRIPLEX mlaznicom odlikuje se velikom kompaktnošću i polovinskim (četvrtinskim) vremenom raspada pjene. Visokotlačna mlaznica ima mogućnost dobivanja srednje- teške pjene priključenjem nastavka za srednje-tešku pjenu.[12]

Spremnik za vodu se može i ne mora isporučiti s uređajem. Izrađuje se od PVC materijala ili polietilena s oduškom i priključkom za punjenje vodom sa stabilnom storz spojnicom. Spremnik može biti različitog kapaciteta od 100 l do 360 l, smješten ispod ili iznad uređaja. U slučaju ako se spremnik za vodu ne isporučuje s uređajem, tj. ako se spremnik izrađuje zasebno, volumen spremnika može biti i veći npr. 500 l, što ovisi o nosivosti vozila. Izrađeni spremnik može biti i aluminijski s pokazivačem nivoa vode na stjenci spremnika i ventilom za ispušt vode na najnižoj točki spremnika. Sve komponente visokotlačnog HDL uređaja smještene su u jednom metalnom okviru, što uređaj čini potpuno autonomnim, te se u kratkom vremenu ostvaruju uvjeti za gašenje. Pogodan je za ugradnju u manja vozila i vrlo je lako rukovati njime.

Navedeni HDL uređaj izrađuje se u više tipova npr. HDL 170, HDL 200 i HDL 250, amogu se isporučivati u nekoliko opcija: sa ili bez spremnika vode, različitih duljinacijevi, s jednim ili dva vitla, ugrađeni na vozilo ili kao zaseban uređaj, te kao prijevozni uređaj. Također su pogodni zbog svojih kompaktnih dimenzija za montažu u kombi vozila koja mogu služiti i za prijevoz ljudi, ali isto tako i za mala navalna vozila.



Slika 11. Visokotlačni uređaji OERTZEN HDL 250 s TRIPLEX mlaznicom i električnim namatanjem vitla.[12]

## 8. VISOKOTLAČNI UREĐAJ ZA GAŠENJE VODENOM MAGLOM PYROBLITZ B 2000 M-G

Visokotlačni uređaj PyroBlitz B 2000 M-G je vatrogasni sustav koji je predviđen prvenstveno za ofenzivno kontroliranje vatre. Visoki pritisak vatrogasnog sustava omogućava korisniku kontroliranje vatre sa sigurne udaljenosti. Sustav je izrazito koristan u prirodi i gašenjima požara s malim zalihama vode.[7]

### Dijelovi sustava:

- benzinski motor
- visokotlačna vodena pumpa s pokretnim klipom
- visokotlačna cijevi
- visokotlačna ručna mlaznica

### 8.1. Tehničke specifikacije

#### Visokotlačna pumpa

Vatrogasni sustav opremljen je visokotlačnom vrlo otpornim klipnom vatrogasnom pumpom. Njeno kretanje je pravolinijsko te se fluid (voda) pomiče pomoću klipa koji se kreće linearno u cilindru. Da bi mogla obavljati svoju funkciju mora imati ventile koji rade u skladu s kretanjem klipa. Klipna pumpa je samopumpa (ne treba vakuum uređaj), upotrebljava se za male brzine strujanja, manje dobavne količine i velike dobavne visine. To je volumenska pumpa u kojoj se mehanička pogonska energija pretvara u energiju tlaka fluida tako da se periodički mijenja volumen radnog prostora ispunjenog fluidom, a transport se fluida ostvaruje periodičnošću tih volumenskih promjena. Visokotlačna klipna pumpa je pumpa s linearno pokretnim dijelovima. Sastoji se od radnih cilindara u kojima se nalaze klipovi kao radni element, te



pogonskog dijela, najčešće ostatka klipnog mehanizma s zamašnjakom i osovinom koju pogoni motor.

Klipna pumpa radi tako što periodično premješta određeni obujam s usisne k tlačnoj strani. Kako upotrebljava isti prostor za usis i tlak, pumpa mora zbog toga imati određene dodatne elemente koji će to omogućiti. To je omogućeno ventilima koji pri gibanju klipa od njih propuštaju fluid (vodu) u cilindar iz usisnog cjevovoda, a pri gibanju klipa prema njima propuštaju tekućinu pod tlakom u tlačni cjevovod. Otvaranje i zatvaranje ventila se vrši podtlakom, odnosno pretlakom, koji se dobiva gibanjem klipa u cilindru. Visokotlačna klipna pumpa ima tri cilindra čime je postignuta jednolikost protoka fluida.[7]

### Benzinski motor

Vatrogasni sustav pokreće BriggsStratton ili sličan benzinski motor. Motor je opremljen odgovarajućim sistemom za hlađenje i ventilaciju.

Motor obilježavaju slijedeće specifikacije:

- model: Vanguard
- tip: zrakom hlađeni V-motor s horizontalnom osovinom
- cilindri: dva
- konjskih snaga: 35
- okretaja u minuti: 3 600
- uljni filter i hladnjak
- kontrolni čok
- alarmni sustav za ulje.

Motor vatrogasne pumpe opremljen je sa prigušivačem, zaštitom od pregrijavanja i ispušnom cijevi montiranoj na motornom sklopu. Ispušna cijev usmjerena je vertikalno i u suprotnom smjeru od operativne ploče na pumpi. Brzina okretaja motora kontrolira se na način da visokotlačni uređaj ima ugrađen mehanički regulator koji automatski povećava brzinu okretaja u minuti prilikom stavljanja u pogon te je zaustavlja prilikom

stavljanja motora u mirovanje. U uređaj je ugrađen plastični rezervoar za odgovarajući benzinski motor.

### Vodovodne komponente

Vodovodni dijelovi vatrogasnog sustava opremljeni su visokotlačnim hidrauličkim cijevima i priključcima. Tu su uključene visokotlačne cijevi različitih dimenzija dvostruko opletene žicom, pocinčani čelični završeci cijevi i obloženi čelični hidraulički priključci. Kruti vodovodni dijelovi sastoje se od pocinčanih cijevi i pocinčanih čeličnih priključaka. Visokotlačni uređaj sadrži i brončani prilagodljivi set by-pass otpusnog ventila kako bi se postigao maksimalni radni pritisak sistema. Namjena ventila je da otpušta pritisak glavne pumpe preko preljevnog otvora.[2]



Slika 12. Visokotlačni uređaj PyroBlitz B 2000M-G.[7]

### Rad visokotlačnog uređaja

Sustav za gašenje vodenom maglom pod visokim pritiskom se osim osnovne opreme (visokotlačne pištolj mlaznice, visokotlačne klipne pumpe pokretane benzinskim motorom, polukrute visokotlačne cijevi namotane na vitlo) sastoji i od mnogo drugih elementa koji pružaju sigurnost za operatera prilikom korištenja mlaznice u rasponu tlaka od 100 do 135 bara. PyroBlitz uređaj za gašenje vodenom maglom pod visokim pritiskom radi na principu stvaranja vrlo finih kapljica vode i njihovog isporučivanja u

požarnu zonu. Vodena magla vrlo je učinkovita u suzbijanju vatre nastale zbog visoke specifične topline i latentne topline isparavanja udružene s povećanom zahvaćenom površinom, čime se omogućava brža apsorpcija topline. Većinu energije voda apsorbira tijekom faze promjene agregatnog stanja iz tekućeg u plinovito. Između vodene magle i vatre pojavljuju se brojna kompleksna međusobna djelovanja koja vode do gašenja vatre. Tri primarna mehanizma su ekstrakcija (izvlačenje) topline, crpljenje kisika i blokiranje isijavanja. Sekundarni mehanizmi uključuju razrjeđivanje zraka i kao posljedicu kinetičke energije mlaza reduciranje frekvencije plamena. i kinetička posljedica reducirana frekvencija plamena. Zahvaljujući PyroBlitz tehnologiji sredstva za gašenje na bazi vode imaju puno veću iskoristivost i efikasnost pri gašenju. Razlog tome je što ih je djelovanje prošireno i na plinovitu fazu požara, a ne samo na fazu vatre tj. žarište požara.[7]

#### Sigurnosne mjere pri radu s uređajem

Prije korištenja i instaliranja PyroBlitz visokotlačnog uređaja obavezno se trebaju pročitati i proučiti sve mjere predostrožnosti i pažljivo ih slijediti. UHP sistem vatrogasne pumpe predstavlja izrazito snažnu i potencijalno opasnu opremu. Međutim, pravilnim korištenjem i poštivanjem pravila ta oprema se može koristiti na siguran i efektivan način. Vatrogasnu opremu PyroBlitz smije koristiti samo osoba obučena za to i koja je u potpunosti pročitala i razumjela priručnik o PyroBlitzu. Priručnik je namijenjen za utvrđivanje i ponavljanje sigurnosnih tehnika. Preporuča se da obučeni korisnici obave kompletne ekstenzivne vatrogasne vježbe prije korištenja ovog visokotlačnog vatrogasnog uređaja te da se te vježbe ponavljaju na godišnjoj razini. Strogo se preporučuje da se kompletni priručnik s uputama prouči do u detalja prije rukovanja s opremom. Opremu treba servisirati ovlaštene osobe koje su priručnik u potpunosti pročitale i razumjele. Neki od preduvjeta koje korisnik visokotlačnog uređaja treba zadovoljiti su:

- uvijek koristiti zaštitu za oči,
- rukovatelj visokotlačnom mlaznicom uvijek treba koristiti osobnu zaštitnu opremu,
- prije korištenja uvijek treba provjeriti cijevi i spojnice.
- treba se držati podalje od ispuha i komponenata vrućeg motora.

- slijediti upute u priručniku koje se odnose na pripremu jedinice za zimu, sušenje, zaštitu cijevi, pumpu, cjelokupni vodovodni sistem kada se izlaže temperaturama ispod 0°C,
- prije korištenja treba provjeriti gorivo, ulje i razinu maziva.
- ne koristiti opremu prije nego što detaljno proučite priručnik i upute.

Proizvođač visokotlačnog uređaja nije odgovoran za štetu nastalu uslijed kvara na uređaju ako se nisu poštovala pravila naznačena u priručniku za rukovanje.

## 9. SEM-SAFE VISOKOTLAČNI STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE VODENOM MAGLOM

Prema statističkim podacima, u Europi svake godine više od tristo ljudi smrtno strada od požara u stambenim objektima. Pri tome nastane šteta procijenjena na više od deset milijardi eura godišnje. Unatoč tome, ulaganja u fiksno instalirane sustave za gašenje požara, temeljene na čistoj vodi, vrlo često su manja od 1 % ukupnih ulaganja u nove zgrade. Također, ulaganjem u stabilne sustave za gašenje požara znači i znatna smanjenja u premijama osiguranja (čak do 70%). U zgradama u potpunosti zaštićenima sustavima za gašenje požara temeljenima na čistoj vodi, 99% požara je pod kontrolom sustava za gašenje požara i za gašenje nije potrebna druga oprema niti ljudstvo, a ukupni gubici se procjenjuju na manje od 10% u odnosu na nezaštićene zgrade. Jedan od takvih stabilnih sustava za gašenje požara vodom bez primjesa je Sem-Safe visokotlačni stabilni sustav za gašenje vodenom maglom.[2]

Sem-Safe visokotlačni stabilni sustav za gašenje vodenom maglom, koji se može koristiti u industrijskim i komercijalnim primjenama i aplikacijama, razvila je tvrtka Danfoss Semco A/S iz Danske. Tvrtka Danfoss Semco A/S formirana je iz dvije vodeće industrijske globalne tvrke u svijetu Danfoss A/S i Semco Maritime A/S. Odjel za projektiranje sustava za zaštitu od požara tvrtke Semco Maritime uveo je korištenje visokotlačnih sustava za gašenje vodenom maglom od samih početaka komercijalne uporabe takvih sustava, te ima više od pedeset godina iskustva u projektiranju i ugradnji stabilnih sustava za gašenje požara. Također, Semco Maritime poznata je i po stabilnim sustavima za gašenje s pjenom i prahom te visokotlačnih i niskotlačnim stabilnim sustavima za gašenje s CO<sub>2</sub> koji se primjenjuju u zahtjevnim pomorskim aplikacijama.[2]

To ga stavlja u jedinstven položaj da zadrži svoje tehnološki vodeće mjesto, koje danas nudi najkompaktniju i jedinu pumpu bez održavanja za požarne primjene, kao i najveći međusobni razmak mlaznica vodene magle. Razvojem novih naprednih komponenata, Danfos Semco zasigurno će i dalje biti važan čimbenik u brzo rastućoj tehnologiji vodene magle.



Slika 13. Slika prikaz gašenja „SAME SAFE-om“.[2]

Stabilni sustav za vodenu maglu je sustav zaštite od požara pomoću vrlo fino raspršenog mlaza vode (vodena magla). Vrlo male kapljice vode (manje od 1 mm) preko magle koju stvaraju omogućuju kontrolu i gašenje požara na način da ohlađuju požar, istiskuju kisik od žarišta požara i sprječavaju zračenje topline. Kao što je poznato iz trokuta gorenja, da bi se vatra održala ona se oslanja na prisutnost 3 elementa: kisik, toplinu i zapaljivi materijal. Uklanjanje bilo kojeg od ovih elemenata, ugasiće vatru. Sustavi vodene magle pod visokim tlakom idu i dalje od toga. Vodena magla pod visokim tlakom djeluje čak na dva elementa trokuta gorenja: kisik i toplinu. Vrlo male kapljice u sustavu vodene magle pod visokim tlakom brzo upijaju toliko energije da kapljice isparavaju i transformiraju se iz vode u paru zbog velike površine u odnosu na malu masu vode. To znači da će se svaka kapljica vode proširiti više od 1700 puta dolazeći u blizinu zapaljivog materijala, čime će kisik i zapaljivi plinovi biti izmješteni iz vatre, a procesu izgaranja sve više će nedostajati kisika. U borbi protiv požara, tradicionalni sprinkler sustav širi kapljice vode u određenom području, koje upijaju toplinu da ohlade prostoriju. Zbog svoje velike veličine i relativno male površine, glavni dio kapljica neće upiti dovoljno energije za isparavanje i brzo će pasti na pod kao voda. Rezultat je ograničeni učinak hlađenja. Kao suprotnost, visokotlačna vodena magla sastoji se od vrlo sitnih kapljica, koje padaju sporije. Kapljice vodene magle imaju veliku površinu u odnosu na njihovu masu, a tijekom sporog spuštanja prema podu upijaju puno više energije. Velika količina vode slijediti će liniju zasićenja i ispariti,

što znači da vodena magla upija mnogo više energije iz okoline, a time i od požara. Zato visokotlačna vodena magla hladi učinkovitije po litri vode: do 7 puta bolje nego što se može dobiti s jednom litrom vode koja se koristi u tradicionalnom sprinkler sustavu. Jedinstvenost vodene magle pod visokim tlakom je da kombinira učinak sustava za gašenje plinom i tradicionalnih sprinkler sustava. Osim što sustavi za gašenje vodenom maglom pod visokim tlakom uklanjaju kisik poput sustava za gašenje plinom, oni istovremeno hlade požar poput tradicionalnih sprinkler sustava. Učinak hlađenja samim time dodatno smanjuje rizik od ponovnog zapaljenja.[2]

## 10. ZAKLJUČAK

Vatrogasna grana, opremanje vatrogasaca kao i sam razvoj vatrogasne tehnologije do početka 21. stoljeća bila je jako spora i minimalna. Trenutno se u vatrogasnoj djelatnosti koriste mnogo bolji, učinkovitiji i moderni uređaji nego svih ovih desetljeća do sad. Na raznim ispitivanjima istražuje se, proučava i odabire najbolja i najsuvremenija oprema za bolji učinak koja je potrebna vatrogascu da svaku svoju intervenciju odradi s najboljim učinkom uz minimalnu potrošnju nekog sredstva za gašenje.

Visokotlačni uređaji su vatrogastvo stavili na jednu visoku razinu preuzevši primat od običnih srednjetačnih ili niskotlačnih uređaja, koji su se rabili godinama. Svaka operativna postrojba nabavkom i korištenjem moderne tehnologije poboljšava svoj rad, efikasnost i učinkovitost te ukupnu operativnu djelatnost.

Počevši od digitalizacije samih pumpi i elektrifikacije istih, do senzora u vatrogasnim armaturama ili same pumpe vatrogascu se olakšava obuka, rad i djelovanje s tim istim uređajima.

Visokotlačna tehnologija je jedna od najboljih stvari koje pomažu vatrogascu da obavi rad na vatrogasnoj intervenciji. Također, ta se napredna visokotlačna tehnologija kontinuirano svakim danom i dalje unaprjeđuje i poboljšava.



## 11. LITERATURA

1. <https://issuu.com/vatrogasnivjesnik>
2. Zlatko Posavec, Vatrogasni vjesnik
3. Popović Željko: „Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i Časnika“, Priručnik Hrvatske vatrogasne zajednice, Zagreb (2006.), ISBN 953- 6385-16-3
4. <https://upvh.hr/ccs-kobra/>
5. <https://upvh.hr/ifex-impulsna-puska/>
6. <https://www.pozary.cz/clanek/61049-cold-cut-system-cobra-je-uzitecnym-pomocnikom-hasicu-moznosti-vyuziti-se-stale-rozsiruji/>
7. <https://www.industrialfire.co.za/product/b-2000-m-g-gasoline/>
8. <https://www.thebigredguide.com/pyrolance-l-1000-w-g-extinguisher-technical-details.html>
9. <https://manualzz.com/doc/6312032/instruction-and-operation-manual-pyrolance-l-1000-w-g>
10. <https://www.industrialfire.co.za/product/l-1000-w-g-gasoline/>
11. <https://vatrogasci.zagreb.hr/default.aspx?id=85>
12. <https://www.oertzen-firetec.org/hdl-250/>
13. <https://luceti.hr/proizvod/nepiro-ergo-mlaznica-visokog-pritiska/>
14. [https://www.rosenbauer.com/fileadmin/sharepoint/products/components/turret/docs/Strahlrohr\\_NEPIRO\\_ERGO/KR451\\_NEPIRO-ERGO\\_PR\\_EN.pdf](https://www.rosenbauer.com/fileadmin/sharepoint/products/components/turret/docs/Strahlrohr_NEPIRO_ERGO/KR451_NEPIRO-ERGO_PR_EN.pdf)
15. <https://www.rosenbauer.com/de/int/world/produkte/loeschsysteme/einbaupumpen/h5>
16. <https://www.ifex3000.com/en/home/>
17. [Interni dnevnik JVP grada Zagreba](#)

## 12. PRILOZI

### 12.1. Popis simbola ( korištenih kratica)

IFEX-Impulse Fire Extinguishing System

°C-Celzijev stupanj

l-litra

m-metar

kw-kilowatt

kg-kilogram

km/h-kilometar na sat

m/s-metara po sekundi

mm-milimetar

o/min-okretaja u minuti

%-posto

## 12.2. Popis slika

Slika 1. Autor rada na zadatku s visokotlačnim uređajem.[18].....	2
Slika 2. Visokotlačni monitor montiran na vozilo.[5].....	4
Slika 3. Ifex vatrogasni motocikl.[5] .....	7
Slika 4. IFEX protupožarni helikopteri.[16].....	9
Slika 5. IFEX dual intruder pripremljen za montažu na Ecureuil Eurocopter AS350 jednomotorni helikopter.[16] .....	9
Slika 6. Rad s uređajem COBRA CCS.[4] .....	10
Slika 7. Visokotlačni uređaj „Apollo“ u primjeni.[17] .....	13
Slika 8. Visokotlačna centrifugalna vatrogasna pumpa H5.[15].....	15
Slika 9. Vitlo za brzu navalu s polukrutom visokotlačnom cijevi.[14].....	17
Slika 10. Visokotlačna mlaznica za vodu ROSENBAUER HP NEPIRO Ergo.[13]....	18
Slika 11. Visokotlačni uređaji OERTZEN HDL 250 s TRIPLEX mlaznicom i električnim namatanjem vitla.[12] .....	22
Slika 12. Visokotlačni uređaj PyroBlitz B 2000M-G.[7] .....	25
Slika 13. Slika prikaz gašenja „SAME SAFE-om“.[2].....	29