

PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U VATROGASTVU

Dvoržak, Oto

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:128:418072>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-28**



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 REPOZITORIJI

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

Oto Dvoržak

PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U VATROGASTVU

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Oto Dvoržak

THE APPLIANCE OF NEW TECHNOLOGIES IN FIREFIGHTING

FINAL PAPER

Karlovac, 2019.

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

Oto Dvoržak

PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U VATROGASTVU

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
dr.sc. Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2019.

ZAVRŠNI ZADATAK



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2019.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Oto Dvoržak

Matični broj: 0415616044

Naslov: Primjena novih tehnologija u vatrogastvu

Opis zadatka:

- opisati razvoj vatrogasne tehnologiju kroz povijest u svijetu i Hrvatskoj
- prikazati nove vatrogasne tehnologije i njihovu primjenu
- analizirati tehničke karakteristike novih tehnologija
- izdvojiti primjer korištenja nove vatrogasne tehnologije na konkretnom događaju
- usporediti obilježja požara sukladno tehnologiji koja se koristi
- analizirati razredbu požara prema gradivu koje gori
- predočiti vatrogasnu tehnologiju u budućnosti

Zadatak zadan:

02/2019

Rok predaje rada:

6/2019

Predviđeni datum obrane:

6/2019

Mentor:

dr.sc. Zvonimir Matusinović, pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr.sc. Nikola Trbojević, prof. v.š.

PREDGOVOR

Zahvaljujem se svojim roditeljima i obitelji na moralnoj podršci, financiranju i razumijevanju tijekom studija. Također se zahvaljujem svom bratu koji mi je predložio ideju za tematiku završnog rada.

Isto tako zahvalio bih se svim profesorima i predavačima na ukazanom povjerenju i prenošenju svojeg opširnog znanja te svim zaposlenicima Veleučilišta u Karlovcu koji su mi na bilo koji način pomogli.

Zahvaljujem mentoru dr.sc. Zvonimiru Matusinoviću na stručnim savjetima, strpljenju i usmjeravanju u pravilnu izradu ovog rada.

Dodatno se zahvaljujem zapovjedniku JVP Grubišno Polje Vitomiru Pintariću te zapovjedniku JVP Garešnica Tomislavu Kunješiću na rastumačivanju nejasnoća i pružanju kvalitetnih izvora literature.

Konačno, zahvaljujem se i kolegama sa Veleučilišta koji su mi pružali potporu i učinili život u Karlovcu ljepšim.

Radujem se daljnjoj suradnji s profesorima i kolegama na Veleučilištu kroz nastavak svojeg školovanja i završetak Specijalističkog diplomskog stručnog studija Sigurnosti i zaštite.

SAŽETAK

Ovaj rad razrađuje korištenje i razvoj vatrogasnih tehnologija u svijetu i Hrvatskoj, prikazuje primjenu i tehničke karakteristike novih vatrogasnih tehnologija te opisuje područja korištenja novih tehnologija kroz analizu obilježja požara i razredbu požara prema gradivu koje gori. Obrađeni su i plameni udari koji predstavljaju veliku opasnost za vatrogasce. Naveden je konkretan primjer korištenja nove vatrogasne tehnologije na požarnoj intervenciji. Opisane su i moderne mobilne aplikacije te ICT rješenja u vatrogastvu. Na samom kraju rada prikazano je što se može očekivati od vatrogasne tehnologije u budućnosti.

Ključne riječi: vatrogasna tehnologija, požar, oprema i alati, mobilne aplikacije, plameni udar, sredstva za gašenje

SUMMARY

This paper is about the use and development of fire technologies in the world and in the Croatia, it shows the application and technical characteristics of new firefighting technologies and describes areas of use of new technologies through the analysis of fire characteristics and classification according to the burning grade. Flame surges which pose a great danger to firefighters are also processed. The concrete example of using a new firefighting technology on fire intervention is listed. Modern mobile applications and ICT firefighting solutions are described too. At the very end it is shown what can be expected of firefighting technology in the future.

Key words: firefighting technology, fire, equipment and tools, mobile applications, flame surges, extinguishers

SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja	1
2. VATROGASNA TEHNOLOGIJA KROZ POVIJEST	2
2.1. Razvoj vatrogasne tehnologije u Hrvatskoj	4
3. NOVE VATROGASNE TEHNOLOGIJE	7
3.1. Dron	7
3.1.1. Obilježja požara otvorenog prostora	9
3.1.2. Obilježja požara visokih objekata	9
3.2. CCS Cobra.....	11
3.2.1. Flashover i backdraft.....	14
3.3. CAFS sustav	15
3.3.1. Razredba požara prema gradivu koje gori	18
3.4. F-500.....	20
3.5. Elide Fire protupožarna lopta	24
3.6. IFEX Tehnologija.....	26
3.7. Hidraulični alati i uređaji	32
3.8.1. Moderne mobilne aplikacije i ICT rješenja u vatrogastvu	36
3.8.1.1. Crash Recovery System	36
3.8.1.2. Holmatro Vehicle Extrication Techniques	37
3.8.1.3. Dangerous Goods Manual.....	37
3.8.1.4. Druge korisne aplikacije.....	38
3.8.2. Budućnost uporabe mobilnih ICT rješenja u vatrogastvu	39
3.8.2.1. Google Glass.....	39
3.8.2.2. Projekt FLASH.....	40
4. VATROGASNA TEHNOLOGIJA U BUDUĆNOSTI	41
4.1. Vatrogasni egzoskelet	41
5. VATROGASNA INTERVENCIJA KONKRETNOG DOGAĐAJA.....	43
5.1. Tijek intervencije	43
5.2. Čimbenici koji su utjecali na intervenciju	46
6. ZAKLJUČAK.....	47
7. LITERATURA	48
8. PRILOZI	50
8.1. Popis simbola (korištenih kratica).....	50
8.2. Popis slika	51
8.3. Popis tablica.....	52

1. UVOD

Gotovo je nemoguće zamisliti današnje vatrogastvo bez vozila, opreme i alata kojima se koriste. Rezultat toga je modernizacija i općeniti razvoj tehnologije kroz nekoliko stoljeća konstantnog napretka. Budući da modernizacija i otkrivanje novih tehnologija vode utrku s pravilnom primjenom i testiranjem tih tehnologija, vrlo je važno obratiti pozornost upravo na njihovu primjenu. Na području vatrogastva se još od davnina pokušava što više olakšati djelovanje vatrogasaca u svrhu gašenja požara ili neke druge akcije za koju su zaduženi. Danas je takvo shvaćanje dovelo do iznimnog napretka cjelokupne vatrogasne tehnologije, a što nas čeka u budućnosti teško je reći, no zasigurno da se djelovanje vatrogasaca neće otežavati. O zanimanju ljudi za razvoj vatrogasne opreme svjedoče najstariji zapisi.

1.1. Predmet i cilj rada

Nove tehnologije u vatrogastvu su jako opsežno područje koje je nemoguće svesti u jednu knjigu ili završni rad. Predmet ovoga rada je koliko je to moguće sažetije objasniti kako moderna tehnologija uistinu pomaže vatrogascima u svim segmentima njihove djelatnosti. Cilj rada je analizirati vatrogasnu tehnologiju kroz povijest u svijetu i Hrvatskoj, opisati primjenu i tehničke karakteristike novih vatrogasnih tehnologija te područja korištenja novih tehnologija i na konkretnom primjeru vatrogasne intervencije istaknuti njihov značaj.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Izvori podataka za ostvarenje ovog rada su većinom iz domaćih i stranih internetskih stranica koje posjeduju veliku količinu podataka i slika vezanih za nove tehnologije u vatrogastvu, s obzirom na to da su to relativno novi pojmovi koji u knjigama još nisu obrađeni. Korištena je domaća i strana stručna literatura te arhiva Javne vatrogasne postrojbe grada Garešnice.

2. VATROGASNA TEHNOLOGIJA KROZ POVIJEST

Prvi evidentirani dokazi o stroju za gašenje požara potječu još iz starog Egipta. Ktesibije Aleksandrijski (poznat po svome vodenom satu) opisao je preteče dvostapnih vatrogasnih pumpi. Nešto napredniji stroj za gašenje požara imao je pumpu za vodu koju je Ktesibije izumio još u 3. stoljeću prije Krista. Kasnije je pumpa poboljšana u dizajnu njegovog učenika Herona tijekom 1. stoljeća prije Krista.[1]

Godine 1450. u njemačkom gradu Würzburgu načinjena je jednostapna drvena štrcaljka. Prve ručne pumpe u Europi bile su tlačne i vrlo slabog dometa zbog nedostatka cijevi. Poboljšanjem ručne pumpe njemački izumitelj Hans Hautsch izrađuje prvu usisnu i tlačnu pumpu dodavanjem fleksibilnih cijevi na pumpu. U to se doba počela primjenjivati zakretljiva mlaznica, počele su se rabiti tlačne vatrogasne kožne cijevi, izrađena je prva usisna cijev i spojnica za cijevi (holender), što je omogućilo uvođenje unutarnje navale u taktici gašenja požara. Dvocilindarsku stapnu vatrogasnu štrcaljku izradio je 1518. Anton Platner u Augsburgu. Nešto kasnije razvila se i modernija verzija (slika 1.).[1]



Slika 1. Štrcaljka za gašenje požara iz 1540. godine.[1]

Za prekretnicu u razvoju vatrogasnih sprava posebno je zaslužan nizozemski konstruktor i slikar Jan Van der Heyden koji godine 1672. razvija vatrogasnu cijev izrađenu od fleksibilne kože spojenu na svakih 15 metara sa spojnicama od mjedi. Povezivanjem s pomoću spojnica povećana je ukupna duljina cijevi i usavršena tehnika gašenja.[2]

Razvoju vatrogasnog vozila pridonio je nizozemski izumitelj, trgovac i proizvođač John Lofting koji je radio zajedno sa Jan Van der Heydenom u Amsterdamu. 1690. godine patentirao je tzv. Motor sisajućeg crva (*eng. Sucking worm engine*) za čiji je rad bio potreban tim ljudi. Richard Newsham godine 1721. patentira i proizvodi unaprijeđeno vozilo koje se poput kola vuklo do mjesta gdje je požar. Ručne pumpe na kolima pokretao je tim od 4 do 12 ljudi koji su mogli isporučiti i do 600 litara vode u minuti na visinu do 36 metara. Iako je Newsham umro godine 1743., njegova tvrtka nastavlja proizvoditi vatrogasna kola pod drugim menadžerima i imenima sve do 1770-ih.[1]

Za sljedeći veliki razvoj u dizajnu vatrogasnih vozila zaslužni su Hadley, Simpkin i Lott koji godine 1792. proizvode veće i znatno poboljšano vozilo, tj. kola s ručnim pumpama koje su mogli vući i konji. John Ericsson konstruirao je 1829. prvu parnu štrcaljku, a 1888. Gottlieb Daimler prvu stapnu štrcaljku s benzinskim motorom.[1] Prvo parno vatrogasno vozilo s konjskom zapregom izumljeno je 1829. godine, ali nije prihvaćeno u vatrogasnoj službi sve do 1860. godine dok je prvi ručni vatrogasni aparat sličan današnjemu, koji se kao sredstvom za gašenje koristio vodom izbacivanom iz posude aparata s pomoću stlačenoga ugljikova dioksida, patentiran 1864. Samohodna parna vatrogasna vozila uvedena su 1903. godine.[1]

Usavršavanjem motora s unutarnjim izgaranjem i naglim razvojem cestovnih motornih vozila (uz razmjerno kratku istodobnu primjenu elektromobila) doveli su 1910. do njihove uporabe i za pogon vatrogasnih vozila (slika 2.) što je do sredine

1920-ih dovelo do smanjenja i nestanka parnih vatrogasnih vozila, vatrogasnih vozila s konjskom zapregom i ručnom pumpom.[2]



Slika 2. Vozilo vatrogasne službe u Chicagu u razdoblju od 1930. do 1941. godine.[1]

2.1. Razvoj vatrogasne tehnologije u Hrvatskoj

Otprilike do kraja 19. stoljeća u Hrvatskoj se rabila vatrogasna oprema jednostavne izvedbe. Vatrogasna štrcaljka voznjača sa zakretljivom mlaznicom izrađena pretežno od drvenih dijelova koristila se u Samoboru oko 1860.[2]

Vatrogasna zaprežna kola (cisterna), koja su zapravo bila seoska kola na koja je montirana bačva za vodu namijenjena gašenju požara, rabila su se u Zagrebu tijekom druge polovice 19. stoljeća.

Problem nedovoljne proizvodnje vatrogasne opreme na području Hrvatske uvjetovao je nabavu iz inozemstva. Godine 1889. nabavljena je suvremena parna

vatrogasna štrcaljka iz Beča, tada svjetski poznate tvrtke za proizvodnju vatrogasnih strojeva Kernreuter. Zagrebački vatrogasci su je prvi put uporabili 1890., što je značilo veliki napredak u tehničkom pogledu i razvoju zagrebačkoga i hrvatskoga vatrogastva, budući da su se do tada isključivo rabile štrcaljke na ručni pogon. 1970. darovana je Tehničkom muzeju Nikola Tesla u Zagrebu (slika 3.).



Slika 3. Vatrogasna parna štrcaljka Kernreuter (Julijeva parnjača) iz 1889. godine.[2]

Prvi sprinkler uređaj u našoj zemlji postavljen je 1898. u Pamučnoj industriji u Dugoj Resi kraj Karlovca. Potkraj 19. stoljeća kupovale su se ručne vatrogasne pumpe pretežno u Austriji (marke Carl Metz i Wm. Knaust). Koristila se i dvocilindrična pumpa na ručni pogon s otvorenim bazenom za vodu, proizvedena u Ljubljani oko 1900., te vatrogasna pumpa Seltenhofer, također na ručni pogon, postavljena na osnovnu konstrukciju zaprežnih kola izrađena u Mađarskoj 1928. godine.[3]

Vatrogasna vozila s ručnim ili parnim pumpama i štrcaljkama za vodu rabila su se u vatrogasnim društvima diljem Hrvatske do sredine 20. stoljeća. Nakon toga polako se počinju popularizirati i koristiti vatrogasna vozila tzv. navalna vozila

(spremnik 1600 – 4000 l, vozač i pet članova posade), te autocisterne (spremnik više od 4000 l, vozač i dva člana posade). Godine 1995. Dobrovoljna vatrogasna društva raspolagala su s 1811 vatrogasnih vozila te 2288 motornih vatrogasnih pumpi, profesionalne postrojbe MUP-a RH s 491 vozilom te 179 pumpi, a profesionalne postrojbe u gospodarstvu sa 141 vozilom te 118 pumpi. Godine 2006. vatrogastvo je raspolagalo s 2243 vatrogasnih vozila i 2200 pumpi, a 2016. s 3550 vozila razne namjene.[2]

Razvoj kopnenih vozila uzrokovao je i razvoj zračnih te vodenih vatrogasnih vozila pa je tako protupožarna eskadrila u Hrvatskoj osnovana 1990-ih, kada su unajmljeni prvi zrakoplovi oznake Canadair CL-215 kanadskoga poduzeća Bombardier Aerospace. Danas je eskadrila u sastavu Hrvatskog ratnog zrakoplovstva i čini je šest zrakoplova tipa Canadair CL-415 i šest izviđačko-navalnih zrakoplova tipa Air Tractor 802 te ima na raspolaganju dva transportna helikoptera tipa Mi-8 MTV-1.[2]

2007. osmišljen je vatrogasni sustav JELKA-4 za gašenje požara u iznimno rizičnim uvjetima i na nedostupnim terenima, a 2008. po narudžbi Ruske Federacije vatrogasni sustav JELKA-10 za gašenje požara na industrijskim objektima, tvornicama opasnog i eksplozivnog materijala te petrokemijskim postrojenjima. Godine 2013. dizajniran je i proizveden višenamjenski robotizirani protupožarni sustav MVF-5 što je označilo novu robotiziranu i suvremenu eru vatrogasne tehnologije kako u Hrvatskoj tako i širom svijeta.[2]

3. NOVE VATROGASNE TEHNOLOGIJE

Budući da inovativna tehnologija postaje sve važniji faktor vatrogasne djelatnosti, ona nije isključivo usmjerena na gašenje i prevenciju požara. Od vozila, pumpi, osobne zaštitne opreme do radiokomunikacijskih sustava i raznih aplikacija, nova vatrogasna tehnologija zajedničkim djelovanjem čimbenika s raznih područja utječe na poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti vatrogastva.

3.1. Dron

Dron je vrsta bespilotne letjelice koja uglavnom ima male dimenzije i masu do 10 kilograma. U suštini, dron je leteći robot kojim se može daljinski upravljati ili letjeti samostalno kroz softverski određene planove leta u svojem ugrađenom sustavu, radeći povezano s ugrađenim sensorima i GPS-om.[4]

Dron je prvenstveno osmišljen u vojne svrhe, no razvojem raznih senzora i kamera to se počelo mijenjati. Njegovo korištenje izvan vojnih okvira znatno je poraslo tijekom prošlog desetljeća u raznim područjima kao što je novinarstvo, potraga i spašavanje, zaštita imovine, praćenje divljih životinja, zdravstvo i poljoprivreda.

Također, dron se zbog svojih karakteristika počeo koristiti i u vatrogastvu. Prvenstveno je koristan dron s video kamerom (slika 4.) koji može snimati ili pružati video prijenos uživo dok se u novije vrijeme koristi i termalna kamera koja je vrlo korisna u zadimljenim prostorima. Na taj način se uživo može pratiti širenje požara te moguće opasnosti koje prijete vatrogascima na terenu. Uz to, karakteristika drona koji pruža video prijenos uživo omogućava izviđanje terena što je izrazito korisno za vatrogasno zapovjedništvo kako bi pravilno djelovali u svrhu gašenja požara otvorenog prostora te spašavanja ljudskih života.



Slika 4. Yuneec Typhoon H dron s kamerom te njegova oprema.[5]

Najnovija inovacija latvijske tvrtke Aeronex je dron s mlaznicom na koji se priključuje kabel koji ga opskrbljuje električnom energijom i osigurava beskrajno vrijeme letenja te cijev kojom se opskrbljuje vodom. Penje se na visinu od 300 metara za 6 minuta i doseže nepristupačna mjesta što je pogodno za gašenje požara visokih objekata (slika 5.).



Slika 5. Dron s mlaznicom tvrtke Aeronex.[6]

3.1.1. Obilježja požara otvorenog prostora

U požare otvorenog prostora mogu se ubrojiti šumski, poljski i svi ostali požari na otvorenom (npr. otvorena skladišta, naftna i plinska postrojenja, smetlišta). Na otvorenom prostoru postoji dovoljna količina kisika iz zraka za potpuno izgaranje gorive tvari, a na razvoj požara utječu i atmosferske prilike. Osim što širenje požara dodatno može biti ubrzano uslijed puhanja vjetra, a razvoj ovisi o svojstvima gorive tvari te topografskim i klimatskim uvjetima.[7]

Za razliku od zatvorenog prostora, toplina se nesmetano širi i djeluje na okolni gorivi materijal. Strujanjem vrućih plinova i letom iskri i žeravki postoji mogućnost paljenja okolnog gorivog materijala ili objekta na udaljenosti od nekoliko stotina metara (do 300 m). Pri šumskim požarima, kad u kratkom vremenu izgara velika količina gorive mase, potrebno je puno kisika, stoga strujanje zraka u zonu gorenja može poprimiti olujnu jačinu. Takva pojava zove se požarna oluja.

3.1.2. Obilježja požara visokih objekata

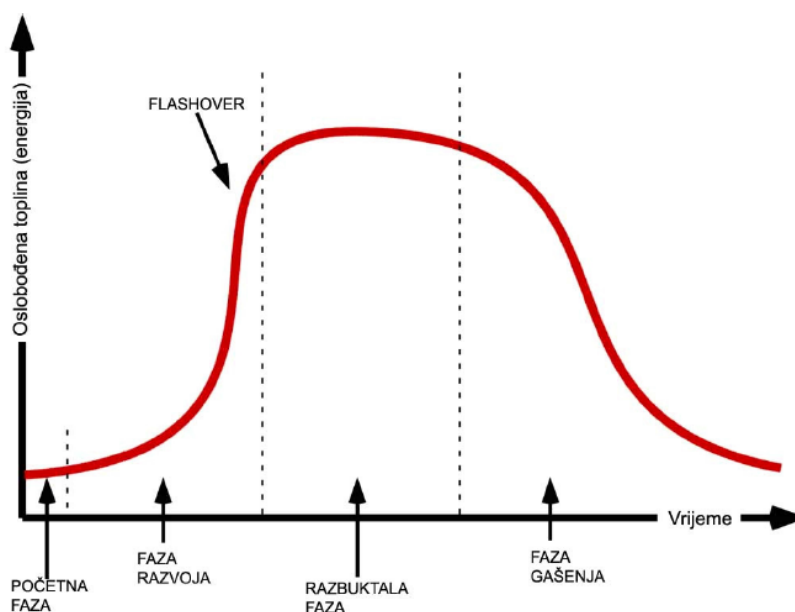
Visoki objekt je objekt čiji su podovi najvišeg kata najmanje 22 m iznad terena. Stan u visokom objektu može predstavljati prostor (požarni sektor) koji će određeno vrijeme ograničiti širenje požara. Nastali požar u zatvorenom prostoru (jednoj prostoriji) razvijat će se ovisno o količini svježeg zraka, odnosno preprekama, koje će kratko vrijeme ograničavati širenje dima, topline i užarenih letećih čestica na susjedne prostorije. Zbog toga se kod požara stana preporuča zatvoriti sva vrata i prozore jer pucanjem prozora do mjesta požara dolazi svježiji zrak koji rasplamsava gorenje.[8]

Današnji konstrukcijski elementi zgrada (zidovi, stropovi, podovi) uglavnom su izrađeni su od negorivih materijala. Vertikalno širenje požara kroz stropove i podove praktički je onemogućeno duže vrijeme sve dok uslijed djelovanja topline

ne dođe do popuštanja čvrstoće te do urušavanja, odnosno širenja požara kroz nastale pukotine ili otvore. Horizontalno širenje požara ovisi o vatrootpornosti zidova, prozora i vrata.[7]

Zračne struje jače su što je mjesto požara više pa plameni jezici prenose požar na više katove preko prozorskih i balkonskih otvora. Često puta se događa da požar preskoči prvi kat te se proširi dva ili tri kata iznad mjesta nastanka požara. Također, dim se vrlo lako širi stubištem objekta, zbog uzgona prema višim etažama, te otežava spašavanje odnosno evakuaciju iz viših dijelova objekta. Kako je zatvoreni prostor sastavni dio visokog objekta, požari zatvorenog prostora i visokih objekata su usko povezani.

Tijek požara u zatvorenoj prostoriji može se podijeliti u 4 faze[9] (slika 9.).



Slika 6. Faze požara.[10]

Osim opasnosti od trovanja, gušenja, mehaničkih ozljeda i elektriciteta, velike opasnosti kod požara zatvorenog prostora su i naglo razbuktavanje požara (*eng. Flashover*) te eksplozija produkata izgaranja (*eng. Backdraft*).

3.2. CCS Cobra

Jedna od revolucionarnih tehnologija koja može spriječiti plamene udare (*Backdraft, Flashover, Rollover i dr.*) razvijena u Švedskoj naziva se CCS Cobra. CCS je kratica za „*Cold Cutting System*“ tj. sistem hladnog rezanja pomoću kojeg vatrogasci mogu gasiti vatru izvana te na taj način efikasno umanjiti opasnosti plamenih udara.[11]

Iako na prvu podsjeća na harpun, Cobra sistem se sastoji od spremnika za vodu (optimalno je najmanje 350 l), spremnika za sredstvo za rezanje, pumpe za vodu, hidraulične pumpe, koloture sa visokotlačnom cijevi (standardnih 80 m, dužina je moguća do 300 m) i jednog pištolja za gašenje i hladno rezanje (slika 10.).



Slika 7. Pištolj za gašenje i hladno rezanje.[12]

Pomoću tlaka vode od otprilike 250 bara i dodatka abrazivne mješavine u roku od nekoliko sekundi može probiti rupu u materijalu koji ograđuje gorući objekt. Cobra sistem probija mnoštvo pregradnih materijala kao što su zidne opeke, betonski zidovi, slojevi nasipa, krovove. Sistem je razvijen da probija čak i čelik, silose i sigurnosna vrata te na taj način bez dovoda kisika (koji bi rasplamsao požar u zatvorenom prostoru) djelotvorno gasi vatru. Tako u najkraćem vremenu uz pomoć

raspršavajućeg mlaza rashlađuje dimne plinove koji se nalaze u zatvorenom prostoru (slika 11.).[13]

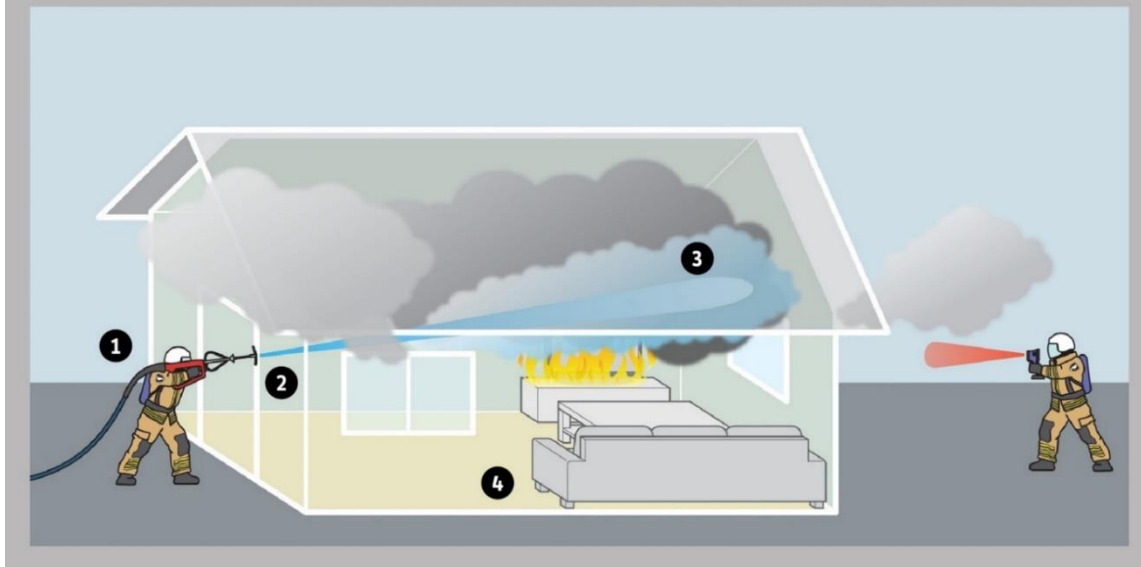


Slika 8. CCS Cobra u primjeni.[14]

Na osnovu fine raspršavajuće magle troši se mala količina vode čime se smanjuje mehanička šteta. Zbog brze evaporacije fine raspršavajuće magle nastaje vodena para koja pruža nagli ohlađujući učinak (u roku od nekoliko sekundi omogućava hlađenje do ispod 100 °C) (slika 12.).

coldcut cobra

- 1 Gašenje požara izvana na sigurnom**
Kod zatvorenih vrata minimalan je rizik za nastanak flashovera
- 2 Mali ulazni otvor i vodeni mlaz**
Sprječava ulazak zraka
- 3 Dalekometne i sitne kapljice vode**
Visoki učinak hlađenja inverzijom
- 4 Minimalne potrebe za vodom**
Mali rizik od oštećenja vodom - očuvanje imovine



Slika 9. Shema čimbenika sistema Cobra.[13]

Cobra sistem moguće je priključiti gotovo na sva vozila za gašenje i spašavanje, a prikladan je za ugradnju na navalna vozila. Sistem je automatski spreman za intervenciju, a za rukovanje je potreban mali broj vatrogasaca. Zbog svojih karakteristika, sistem zasjenjuje sve dosadašnje sisteme za gašenje visokim tlakom čineći ga tako izuzetno kvalitetnom tehnologijom u vatrogastvu. Stručnjaci širom svijeta preporučuju ovaj sistem koji predstavlja napredak u borbi protiv požara koji opravdava očekivanje za znatnim smanjenjem ljudskih žrtava i materijalne štete te opasnosti od plamenih udara.

3.2.1. Flashover i backdraft

U zatvorenom prostoru mogu se tijekom požara stvoriti uvjeti eksplozivnog gorenja, pri čemu se takve pojave nazivaju plamenim udarima. Plameni udari su rezultat procesa gorenja i nekih preduvjeta kao što su loša ili dobra prozračnost, količina gorive tvari, odnosno vremena od početka požara.

Flashover je plameni udar zatvorenog ventiliranog prostora koji se događa u fazi između početnog i razbuktalog požara. Pod pojmom ventiliranog prostora podrazumijevamo prostoriju u kojoj su uslijed požara oštećena vrata ili popucala prozorska stakla, što omogućava dotok svježeg zraka.[7]

Osnovni potrebni uvjeti za njegovo nastajanje su:

- Temperatura dima i zapaljivih plinova produkata nepotpunog gorenja pri stropu prostorije treba biti oko 600°C – tada se postiže toplinsko isijavanje koje je dovoljno da zagrije sav zapaljiv materijal (predmeti i plinoviti produkti pirolize) koji se nalazi u prostoriji na temperaturi paljenja.
- Optimalan dotok svježeg zraka kroz prozore ili vrata – ako je veći od optimalnog, ne može se postići temperatura od oko 600°C jer se prostorija hladi. Također, ako je dotok zraka manji od optimalnog, požar ne gori dovoljno intenzivno i temperatura pada.[7]

Backdraft (ili Backdraught) je plameni udar neventiliranog zatvorenog prostora koji nastaje u prostoriji u kojoj se požar gotovo ugasio uslijed nedostatka zraka. U njoj se nalaze zapaljivi plinovi (produkti pirolize i produkti nepotpunog gorenja) u koncentraciji iznad gornje granice eksplozivnosti.[7]

Moguća su lokalna tinjanja, međutim ona uslijed nedostatka zraka ne mogu zapaliti plinove. Otvaranjem tog prostora (npr. ulaskom vatrogasca) dolazi svjež zrak i smjesa ulazi u područje eksplozivnosti te, ako postoji izvor paljenja, ona se zapali i

eksplozija. Požar se može i sam ugasiti ukoliko uopće ne dođe do otvaranja prostorije jer se s vremenom prostorija ohladi.

Uz flashover i backdraft, postoje i ostali oblici plamenih udara koji su dosta slični i u praksi se često zamijene s njima. Danas postoje razni simulatori plamenih udara koji proširuju teorijsko i praktično znanje vatrogasaca o tome kako se vatra razvija i kako se ponaša u širokom spektru ventilacijskih parametara, u jednodjelnim i višedjelnim prostorima i strukturama.

3.3. CAFS sustav

S obzirom na to da požar može poprimiti obilježja velikih razmjera koji tada prijete ujedno i nastajanju veće materijalne štete, bitno je brzo djelovati kako bi se požar u što većoj mjeri suzbio ili zaštitila vatrom nezahvaćena područja. Jedan od novijih sustava koji omogućava takvo djelovanje naziva se CAFS (*eng. Compressed air foam system*).

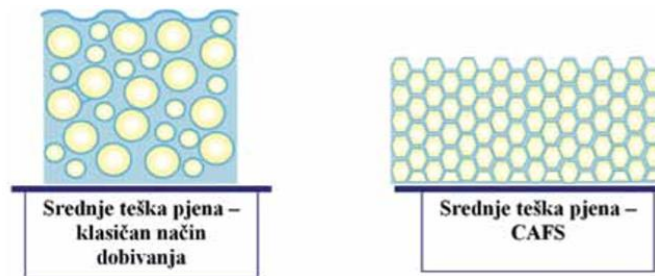
Sustav za dobivanje komprimirane pjene – CAFS jednako je učinkovit za neposredno, aktivno gašenje šumskih požara te za pasivno gašenje, sprječavanje širenja požara nanošenjem zaštitnog sloja pjene na gorivu tvar ispred linije požara.[15]

Nekoliko je osobina prepoznato kao prednost, a s obzirom na mali postotak vode u komprimiranoj pjeni postiže se veća učinkovitost gašenja sa spremnikom vode raspoloživim na vozilu;

- brže prigušivanje i dogašivanje požara
- lokaliziranje požara s malom količinom utrošene vode
- smanjena potreba za prekrivanjem gorive tvari radi preveniranja ponovnog zapaljenja

- smanjena šteta prouzrokovana sredstvom za gašenje
- manji utrošak energije za manipulaciju sa cijevnim prugama od strane vatrogasaca
- efektivnija zaštita od toplinskog isijavanja u svrhu sprječavanja širenja požara

Prednost primjene CAFS-a pri gašenju požara pjenom očituje se u brzini postavljanja cijevne pruge za gašenje bez potrebe za umetanje dodatnih elemenata u vodeni tok. S obzirom na to da je zrak već ubačen u vodeni tok, nema potrebe za upotrebom mlaznica koje će zrak na injektorskom principu ubacivati u otopinu. Ove su činjenice razlogom početka primjene pjene kao sredstva za gašenje na vrstama požara na kojima je ranije bila nezamisliva. Jedini zahtjev koji se postavlja je mlaznica s većim promjerom usnaca, čime se izbjegava mogućnost razaranja strukture pjene. Pjena dobivena na ovaj način neusporedivo je kvalitetnija od pjene dobivene na klasičan način zbog toga što je vrijeme poluraspada izrazito duže kod CAFS-a (slika 13.).[15]



Slika 10. Razlika u strukturi pjene dobivene klasičnim načinom i CAFS-om.[15]

Pjena je kompaktija, a prijanjanje je kvalitetnije i dugotrajnije, neovisno o površini i nagibu. Posebno je pogodna za prekrivanje vertikalnih površina na koje se lijepi kvalitetno i dugotrajno (slika 14). Kod gašenja požara u zatvorenim prostorima do izražaja osobito dolazi činjenica da CAFS za proizvodnju pjene ne koristi zrak kontaminiran dimom.



Slika 11. Prijanjanje pjene dobivene CAFS-om na vertikalnu površinu.[16]

Jedna od važnijih karakteristika CAFS-a je mogućnost reguliranja vlažnosti pjene. Suha pjena će se kvalitetno lijepiti za sve vrste površina, bilo vertikalnih ili horizontalnih, stoga će biti prikladnija kao preventivni sloj za zaštitu od prenošenja požara. Mokra pjena će se koristiti u situacijama kada uz gašenje postoji potreba i za hlađenjem gorive tvari, nakon čega se na gorivu tvar može nanesti sloj suhe pjene za osiguranje od ponovnog nastanka požara.[15]

Dobro prijnanjanje na površine svih vrsta čini komprimiranu pjenu izuzetno dobrim sredstvom za gašenje i prevenciju širenja požara klase A. Uz to, osim za požare klase A, komprimirana pjena je također dobro sredstvo za gašenje i požara klase B.

3.3.1. Razredba požara prema gradivu koje gori

Kako bi vatrogascima akcija gašenja požara bila što učinkovitija, vrlo važna odrednica je razredba požara prema vrsti gorivog materijala. Svaki razred požara iziskuje specifičan pristup u akciji gašenja.

Ovisno o vrsti zapaljivih tvari, prema europskoj normi HRN EN 2, razredba požara definirana je u 5 razreda (A,B,C,D i F). Svaki razred ima svoj simbol (slika 15.).[17]

Razred A čine požari koji obuhvaćaju krute tvari (npr. drvo, biljke, treset, koks...).

Obilježja požara razreda A:

- izgaraju na 500 – 1000 °C, žarom i plamenom ili samo žarom (ugljen)
- zahtijevaju puno veću energiju paljenja nego plinovi ili tekućine
- izgaraju sporo, ali prašine mogu i eksplodirati
- gase se uglavnom vodom

Razred B čine požari koji obuhvaćaju tekućine ili rastaljene krutine (npr. sirova nafta i derivati nafte poput benzina ili petroleja).

Obilježja požara razreda B:

- goriva tvar mora biti zagrijana na temperaturu plamišta
- pare gore plamenom te u određenoj koncentraciji sa zrakom pri izgaranju mogu eksplodirati (opasnost u zatvorenoj prostoriji)
- u načelu se gase pjenom, prahom ili ugljikovim dioksidom

Razred C čine požari koji obuhvaćaju plinove (npr. zemni, generatorski ili rasvjetni plin, acetilen, vodik...).

Obilježja požara razreda C:

- izgaraju plamenom (u određenoj koncentraciji sa zrakom mogu i eksplodirati)
- nakon eksplozije plina može nastati paljenje okolnih tvari
- plinovi najbrže postižu maksimalnu temperaturu izgaranja od 1200 do 1600°C
- za gašenje požara većinom se upotrebljava prah

Razred D čine požari koji obuhvaćaju metale (npr. aluminij, magnezij te njihove legure).

Obilježja požara razreda D:

- temperatura paljenja je veća od 600°C pa se teže pale
- magnezij izgara blještavim žarom, a neki metali svijetlim i zasljepljujućim žarom i plamenom
- opasniji su požari metala u obliku vune, listića ili tankih ploča
- prašine metala također mogu eksplodirati u određenoj koncentraciji sa zrakom
- gase se suhim pijeskom te posebnom vrstom praha

Razred F čine požari koji obuhvaćaju masti i ulja biljnog i životinjskog podrijetla.

Obilježja požara razreda F:

- vrlo je opasno gasiti i vodom jer se mogu eksplozivno razviti
- tijekom požara ulja se ponašaju kao samozapaljive tekućine
- gase se vatrogasnom dekom te aparatom za početno gašenje požara klase F ili želatinom u obliku kuglica[18]



Slika 12. Oznake razreda požara.[19]

Kontinuirani razvoj kemijskog inženjerstva i tehnologije pridonio je usavršavanju sredstava za gašenje pojedinih razreda požara kojima se vatrogasci koriste. Posebno su učinkovita sredstva za gašenje požara koja u različitim područjima primjene ne zahtijevaju nikakvu specijalnu opremu za uporabu.

3.4. F-500

F-500 je višenamjensko sredstvo za gašenje požara temeljeno na učinkovitoj i trodimenzionalnoj sposobnosti enkapsuliranja gorivih čestica na bazi ugljikovodika. Takva kombinacija pruža brzo snižavanje temperature, stvarajući otpor prema ponovnom zapaljenju. F-500 kapsulira hidrokarbonske čestice para i tekućina čineći gorivo nezapaljivim te uz to sprječava stvaranje otrovne čađe i dima. Takav učinak vodi do bolje vatrogasne učinkovitosti s povećanom mogućnošću spašavanja te smanjenom sekundarnom štetom.[20]

Specijalni tenzidi u sredstvu F-500, namijenjeni borbi protiv požara, kombiniraju prednost reduciranja površinske napetosti vode (osobina sredstva za vlaženje) sa svojstvom brzog i djelotvornog čahurenja tekućih i čvrstih materija, postupkom izgrađivanja micela koje vrše enkapsulaciju, čineći ih na taj način trajno nezapaljivim.[21]

Jedna od daljnjih karakteristika sredstva F-500 je da smjesa za gašenje u kojoj se ono nalazi, proizvodi velike količine vodene pare već na 70°C, dakle znatno ispod točke ključanja vode. Ovo povišenje koeficijenta isparavanja vode djelovanjem sredstva F-500 omogućuje, za razliku od same vode, da se gorući materijali lakše i brže hlade i gase. Sredstvo F-500 u smjesi za gašenje duboko prodire u goruće materijale i šupljine u gorućim površinama. Vatra se, naime, gasi na način da se točka paljenja materijala snižava djelovanjem mješavine za gašenje u kojoj takav učinak stvara sredstvo F-500.[20]

Sredstvo F-500 je prema normativu DIN EN dozvoljeno za gašenje požara razreda A i B, ali se izvan toga također može koristiti i za borbu protiv nekih vrsta požara razreda C, D i F. Prema navodima proizvođača, F-500 se može koristiti za sve vrste požara u domaćinstvu.

Daljnja područja primjene su požari vozila, požari u radionicama i pogonima, uredima, hotelima, ugostiteljskim i gastronomskim objektima te, ovisno o vrsti požara, također i uskladištima i industrijskim pogonima. Također se i požari tekućina, koji su dosad najčešće gašeni pjenom za gašenje, mogu uspješno gasiti uz pomoć sredstva F-500 (tablica 1.).

Tablica 1. Usporedba višenamjenskog pjenila i sredstva F-500 [20]

	Vrijeme (s)/ugašeno	Vrijeme (s)/Temp. 70 °C	Količina sredstva (l)/Temp. 70 °C	Razlika u količini potrošnje (l)
Požar gume				
Pjena	57	153	727,8	
F-500	40	53	143,7	-80%
Požar dizel goriva				
Pjena	59	80	310,0	
F-500	16	42	199,2	-36%

Zahvaljujući masivnome miješanju ovog sredstva za gašenje s gorućom tekućinom, moguće je čahurenje, tj. izoliranje zapaljive tekućine od kisika, snižavajući joj istodobno temperaturu ispod točke zapaljenja, što dovodi do brzog gušenja plamena. Također, F-500 ne zahtijeva od vatrogasaca nikakvu specijalnu opremu za primjenu u gašenju požara. F-500 je već pripremljeno sredstvo, spremno za primjenu, a s vodom se miješa pomoću klasičnih uređaja (mješača), ovisno o vrsti požara – od jednog do tri postotka udjela. Može se također prevoziti u tankovima vatrogasnih vozila, prethodno pomiješano s vodom u određenom omjeru, ovisno o vrsti požara, odakle se kao gotova smjesa distribuira ovisno o potrebi akcije (kompatibilno je i sa CAFS sustavom).

Gašenje se obavlja pomoću uobičajenih mlaznica, ili pomoću bacača i dubinskih mlaznica, ali ne pomoću mlaznica za pjenu. Zahvaljujući dugom roku trajanja, F-500 se može kao gotovo sredstvo za gašenje držati u aparatima za gašenje ili instaliranim automatskim raspršivačima te se koristiti poput običnog vatrogasnog aparata (slika 16.).



Slika 13. F-500 TKO mlaznica sa spremnikom koncentriranog enkapsulacijskog sredstva.[22]

Budući da je vatrogascima u cilju što brže i učinkovitije djelovati, tehnologija F-500 zauzima značajno mjesto među novim vatrogasnim tehnologijama.

3.5. Elide Fire protupožarna lopta

Elide Fire protupožarna lopta je revolucionarna samodetonirajuća naprava dizajnirana za gašenje požara. Vrlo brzo se nametnula kao standardni proizvod sigurnosti na tržištu zaštite od požara. Ova vrhunska patentirana tehnologija dobila je niz priznanja u inovatorskim zajednicama širom svijeta, osvojivši mnoge međunarodne nagrade i diplome. No više od nagrada vrijedi njena proaktivna upotrebljivost koja dodaje sigurnost prostorima u kojima se koristi, kao i životima ljudi koji borave u njima. Lopta za gašenje požara temelji se na revolucionarnoj tehnologiji koja pruža rješenja koja su daleko naprednija uspoređujući ih s tradicionalnim metodama (slika 17.).

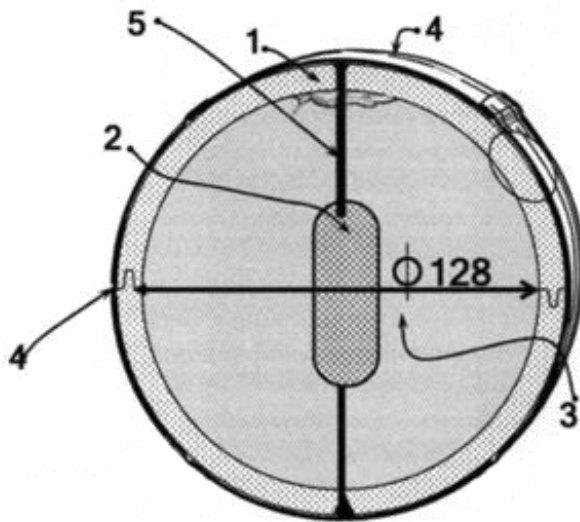


Slika 14. Vanjski izgled Elide Fire protupožarne lopte.[23]

Protupožarna lopta sadrži iste kemijske spojeve kao standardni protupožarni aparati i može se koristiti za gašenje požara klase A i nadzor požara klase B i C. Vrlo je jednostavna za korištenje i pruža dodatnu zaštitu jer se samostalno aktivira bez potrebe za ljudskom intervencijom. Lopta se može koristiti na 2 načina – aktivno i pasivno.[23]

Njena popularnost je stvorena zahvaljujući mnogim prednostima kao što su:

- Jednostavnost primjene – nema igle, pokretnih ili ostalih mehaničkih dijelova (slika 18.). Zbog svoje jednostavnosti u radu i rukovanju ne zahtjeva nikakvu prethodnu obuku.
- Kompaktnost i laganost – masa joj je 1.5 kg i promjera je 15 centimetara zbog čega je izuzetno jednostavna za pohranu ili transport. Također, stabilna je na temperaturama od -60°C do 85°C.
- Svojstvo samo-aktivacije – lopta se sama aktivira u slučaju požara čak i bez prisutnosti ljudi. U svakom trenutku kad se početni požar pojavi, toplinska energija i plamen aktiviraju loptu da eksplodira i proširi sredstvo za gašenje požara na područje od 8 do 10 četvornih metara.
- Zvučni alarm – zvuk koji proizvodi u rasponu od 120 - 140 dB ne prelazi postavljenu graničnu vrijednost koja može biti korištena za zvučne alarme.
- Povećana sigurnost za korisnike – gašenje vatre Elide Fire protupožarnom loptom ne traži zadržavanje u blizini opasnih plamena ili plinova.
- Jednostavna instalacija – lopta može biti instalirana na zid ili postavljena na ravnu površinu, kao što je polica, stol ili bilo koja druga vidljiva i lako dostupna površina. Mjesta koja se najviše preporučuju za instalaciju lopte su mjesta visoke požarne opasnosti: kuhinje, server sobe, preopterećene utičnice itd.
- Ne zahtijeva inspekcijski nadzor – rok trajanja proizvoda je 5 godina, unutar kojih nema potrebe za inspekcijskim nadzorom ili održavanjem.
- Nema lažnih aktivacija – lopta se ne aktivira bez prisutnosti plamena.
- Osigurava fleksibilnost – estetski je dizajnirana kako bi odgovarala raznim vrstama prostora.
- Sigurna za ljude – sila koja se oslobađa u trenutku aktivacije nije štetna za ljude.
- Ekološki prihvatljiva – ne zagađuje okoliš[24]



1. Pjena
2. Detonirajući naboj
3. Prah za gašenje
4. Folija
5. Fitolj

Slika 15. Komponente Elide Fire protupožarne lopte.[24]

Elide Fire protupožarna lopta pokazala je iznimnu učinkovitost u gašenju početnih požara, no nisu svi požari takvih razmjera. Iz tog razloga vatrogasna se tehnologija nastavila razvijati u svim smjerovima, vodeći brigu o mnoštvu različitih situacija do kojih može doći.

3.6. IFEX Tehnologija

Njemačka firma „IFEX Technologies“ počela je 1994. godine razvijati impulsnu tehnologiju u gašenju požara. Na internacionalnom sajmu u Hanoveru predstavljena je jednolitrena impulsna puška za gašenje požara, izazvavši veliko zanimanje. Idućih godina se razvijaju i znatno veće inačice, a primjena se do danas proširila po cijelom svijetu.[25]

Impulsna tehnologija omogućava da se pomoću ekstremno malih količina sredstva za gašenje ugasi puno veća površina nego s običnim aparatom za gašenje ili vatrogasnom cijevi. Primjena puške je u gašenju otvorenog plamena ili žara kako u zatvorenom, tako i na otvorenom prostoru.

Impulsna puška „IFEX 3000“ (slika 19.) izrađena od nehrđajućeg čelika sastoji se od pogonske komore, ventila sa brzim otvaranjem, sklopa sa otpincem te komore za gotovo sve vrste sredstava za gašenje. Za pogon puške upotrebljava se zrak stlačen na 25 bara. Kada se ventil otvori, komprimirani zrak potiskuje sredstvo za gašenje brzinom od 120 – 200 m/s.[26] Zbog tako velike brzine impulsni hitac prouzroči nastanak velike količine mikro kapljica koje zbog značajne kinetičke energije prodiru u samo žarište požara te ga gase u izuzetno kratkom vremenu. Vrijeme ponovnog punjenja do opaljenja je 2 – 4 sekunde, ovisno o uvježbanosti osobe koja rukuje s puškom.



Slika 16. Impulsna puška „IFEX 3000“.[25]

IFEX impulsna puška izrađena je kao višestruko upotrebljiv alat za vatrogasne postrojbe i spasilačke timove širom svijeta. Ova naprava uspijeva sa malom količinom vode ugasi 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. Također, zbog svojih specifikacija (tablica 2.) koristeći samo čistu vodu može se gasiti i visokonaponska električna oprema.[26]

Tablica 2. Specifikacije impulsne puške „IFEX 3000“ [26]

KAPACITET SPREMNIKA SREDSTVA ZA GAŠENJE	1 litra
DUŽINA / PROMJER	800 mm / 70 mm
MASA PRAZNE PUŠKE	6.8 kg
MATERIJAL OD KOJEG JE IZRAĐEN CILINDAR	Nehrđajući čelik SS 304
NARAMENICA (REMEŃJE)	Vatrootporni tekstil Nomex
VISOKOBRZINSKI VENTIL / POKRETNI KLIP	Aluminij F 52 / Titan
PIŠTOLJSKI SKLOP I OKIDAČ	Lijevani aluminij
MEMBRANA NA OTVORU	Specijalna guma
VENTIL OKIDAČ	Nehrđajući čelik SS 304
CIJEVI ZA VODU I ZRAK	Brze spojnice
MIN/MAX KOLIČINA SREDSTVA ZA GAŠENJE PRI HITCU	0.25 / 1.0 litra
MAX DOMET	16 metara
ŠIRINA RASPRŠENOG SREDSTVA / X METARA OD PUŠKE	3.0 / 5 metara
RADNI / ISPITNI TLAK	25 bar / 40 bar
TLAK OTVARANJA SIGURNOSNOG VENTILA	35 bar
VRIJEME OTVARANJA I ZATVARANJA VENTILA	20 milisekundi
BRZINA KOD MEMBRANE	120 m/sek = 432 km/h
PROSJEČNA VELIČINA KAPLJICE	2 do 200 mikrona

Tehnologija IFEX razvila je i CAFS mlaznicu za gašenje požara. Učinkovita i jednostavna za korištenje, mlaznica se pomoću brzih spojnica povezuje na dovod komprimiranog zraka i sredstva za gašenje te omogućava instantno djelovanje. Raspršenost mlaza jednostavno se podešava okretanjem prednje ručke ovisno o žestini požara. Prioritet djelovanja ove mlaznice je nanošenje pjenastog tepiha u kratkom roku.

Kako bi vatrogasac mogao biti neovisan prilikom rada, IFEX impulsna puška koristi se u kombinaciji sa naprtnjačom ili kolicima kao neovisne jedinice za opskrbu. Naprtnjača je najmobilnija opskrbna jedinica koja se može koristiti u kombinaciji sa IFEX impulsnom puškom (slika 20.), a služi za gašenje požara u početnoj fazi. Naprtnjača sadrži spremnik za sredstvo za gašenje zapremnine 13 litara, spremnik

za zrak zapremnine 2 litre i regulator tlaka sa dva izlaza koji daje tlak zraka pušci i vodi. Voda i bilo kakav dodatak mogu se dodavati direktno u spremnik. Na leđnom nosaču također se nalazi mjesto za montiranje još jednog spremnika sa stlačenim zrakom koji opskrbljava vatrogasca zrakom za disanje poput izolacijskog aparata.[26]



Slika 17. Naprtnjača u kombinaciji sa IFEX impulsnom puškom.[26]

IFEX kolica sa spremnicima sredstava za gašenje zapremnine 35 i 50 litara omogućavaju vatrogascu gašenje i većih požara od početnih. Kapacitet vode koji omogućava do 100 impulsnih hitaca pružaju mogućnost stavljanja većih požara pod kontrolu. Na kolicima se nalazi spremnik za sredstvo za gašenje, spremnik zapremnine 6 litara za zrak i regulator tlaka sa dva izlaza. Ova jedinica je napravljena na sklopu sa kotačima sa sjedištima za impulsnu pušku, spremnik za zrak i 15 metara spojnih cijevi (slika 21.).[26]



Slika 18. Kolica u kombinaciji sa IFEX impulsnom puškom.[26]

IFEX tehnologija razvila je i vatrogasne motocikle (slika 22.) osmišljene kao specijalno rješenje za brzu početnu navalu u urbanim područjima gdje klasična vatrogasna prometna sredstva imaju teškoća 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.



Slika 19. IFEX vatrogasni motocikl.[25]

Uz motocikle, razvijena su još i vitla koja se mogu ugraditi na vatrogasna vozila te druge vrste IFEX vozila sa brojnom opremom kako bi se što uspješnije pristupilo intervencijama i ugasio požar.

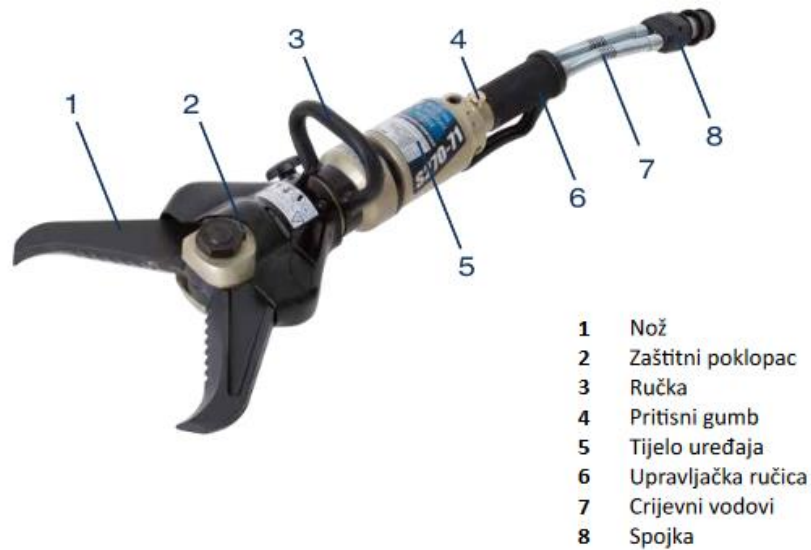
No, nisu sve nove tehnologije u vatrogastvu usmjerene na područje gašenja požara. Vatrogasci ne gase samo požare, već djeluju i kada se radi o eksploziji, nesreći s opasnim tvarima, osobi koja ne može izaći iz pokvarenog dizala, prometnoj nesreći, ekološkom zagađenju ili bilo kakvoj drugoj nesreći. Što je društvo razvijenije, sve više je i u stalnom porastu broj tehničkih intervencija. U nekim europskim zemljama više od 50 % intervencija je tehničke naravi.

3.7. Hidraulični alati i uređaji

Najveća prisutnost, ali i učinkovitost u spašavanju unesrećenih osoba u prometnim nesrećama povezuje se sa hidrauličnim alatima. Hidraulični alati su iskusili značajne promjene kroz nekoliko proteklih godina. Prije su bili male učinkovitosti, velikih dimenzija i mase te niskih radnih tlakova u hidrauličnom pogonu. Razvojem tehnologije na području hidrauličnih alata njihova su obilježja značajno poboljšana.

Hidraulični alati za svoj pogon rabe tlak ulja za pokretanje hoda klipa radnog cilindra. Hidraulična pumpa otvara tlak ulja, koje se preko upravljačkog ventila visokotlačnim savitljivim cijevima provodi do upravljačkog uređaja u alatu. Ovisno o vrsti hidrauličnog alata, hod klipa radnog cilindra može biti dvoradni ili jednoradni, odnosno je li radni hod cilindra namijenjen samo za hod unaprijed ili još za radni hod kod povrata klipa. Tlak ulja stvara se pomoću hidrauličnog agregata kao pogonskog uređaja. Povezanost između hidrauličnog agregata i hidrauličnog alata postignuta je preko visokotlačnih cijevi sa brzim spojnicama koje se jednostavno prikopčavaju. U vatrogastvu se najčešće koriste hidraulične razupore, cilindri, škare i kombinirani alati.[27]

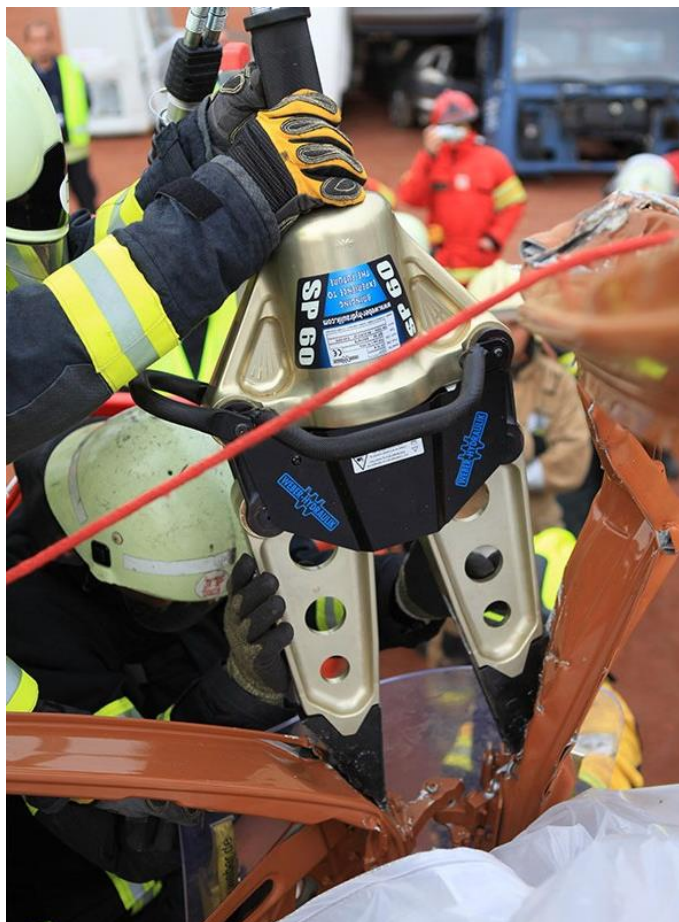
Hidraulične škare (slika 23.) koriste se za rezanje metalnih limova i stupova na vozilu te punih metalnih profila (maksimalno do 41 mm, no ovisi i o vrsti materijala i snazi škara). Oblik čeljusti napravljen je tako da zahvati predmet te ga prikvači ka glavnom osovinskom vijku oštrice gdje je sila rezanja najveća. Bitno je istaknuti da se kod rezanja punih profila, osobito od materijala povišene čvrstoće, kao što su borni čelici, može dogoditi nemogućnost odsjecanja). Kad osoba koja rukuje škarama primjeti da dolazi do razmicanja osi škara, to je znak da treba prekinuti sa započetom radnjom jer daljnji nastavak radnje može uzrokovati savijanje tijela cilindra na mjestu spoja rezih oštrica s cilindrom ili pucanje aluminijske legure na istom mjestu što nepopravljivo oštećuje tijelo cilindra.



Slika 20. Hidraulične škare s označenim osnovnim dijelovima.[28]

Hidraulična razupora koristi se u prometnim nesrećama gdje je potrebno izvlačiti unesrećene osobe, a dogodila su se, u pravilu, velika izobličenja putničkog prostora na vozilu. Osim rezanja lima, čime se smanjuje čvrstoća deformirane konstrukcije vozila i otvara put za izvlačenje unesrećene osobe, lim je potrebno i odmicati od osobe. Taj posao izvrsno obavlja hidraulična razupora koja je, poput škara, najvećim dijelom izrađena od visoko kvalitetnih laganih aluminijskih legura.

Vrhovi su im rađeni od tvrdih materijala otpornih na trošenje, stoga je bitno zahvat s limom koji se razupire zahvatiti upravo tim dijelom. Za razuporu se može reći da radi dvoradno, odnosno da osim razupiranja može vršiti i funkciju stiskanja, iako je konstrukcijski napravljena tako da joj je sila razupiranja uvijek veća nego sila koju može ostvariti stiskanjem (slika 24.). Uz postojeće razupore, razvijene su i teleskopske hidraulične razupore kojima se krak može dodatno izvući u slučaju zahvata u dubokim, teško pristupačnim mjestima.



Slika 21. Primjena hidraulične razupore.[28]

Iako djelomično ulogu hidrauličnih cilindara mogu preuzeti hidraulične razupore, naročito kada je potreba za malim širenjem raspona, hidraulični cilindri su neizostavni alat kod teških deformacija vozila, kod pridržavanja (slika 25.), kombinaciji s lancima za rastezanje i dizanje ili kad se širenje vrši iznutra prema van. Upotrebljavaju se samostalno ili s nastavcima za produženje, ali i često u kombinaciji s hidrauličnom razuporom. Najčešće se koriste kod prometnih nesreća za razdvajanje prednjeg dijela vozila i armaturne ploče od unesrećene osobe.[27]



Slika 22. Primjena hidrauličnih cilindara.[29]

Novost među hidrauličnim uređajima su baterijski hidraulični uređaji (slika 26.), koji uz manju masu i neograničenu mobilnost prednjače pred običnim alatima za koje su potrebne visokotlačne cijevi i hidraulični agregati. Litij-ionska baterija brzo se puni (100 % kapaciteta za manje od 1 sat), lako se mijenja novom te se može puniti čak do 1000 puta.



Slika 23. Baterijski hidraulični kombinirani alat.[29]

Uz spomenute, na intervenciji se koriste i drugi alati i uređaji koji doprinose brzom oslobađanju putnika, očuvanju opreme i sigurnosti. Tu spadaju: uređaji za stabiliziranje i spašavanje, oprema za dizanje tereta, alat za razvaljivanje vrata, razni rezači, klin za širenje, betonska drobilica, sjekač specijalnih materijala i mnogi drugi. Također, kod rukovanja s bilo kojim od hidrauličnih uređaja i alata bitno je pridržavati se propisanih sigurnosnih mjera.

U novije vrijeme konstrukcije modernih vozila zahtijevaju poseban pristup pri oslobađanju. Princip takve konstrukcije je da štiti putnički prostor koji teško podliježe deformacijama, dok prednji i stražnji dio služi da amortizira udarac pri prometnoj nesreći. Kako bi na adekvatan način prišli oslobađanju, tj. rastavljanju vozila potrebno je određeno znanje o konstrukcijama i materijalima modernih automobila, ojačanjima konstrukcija, položajima zračih jastuka, njihovim modulima i sensorima.

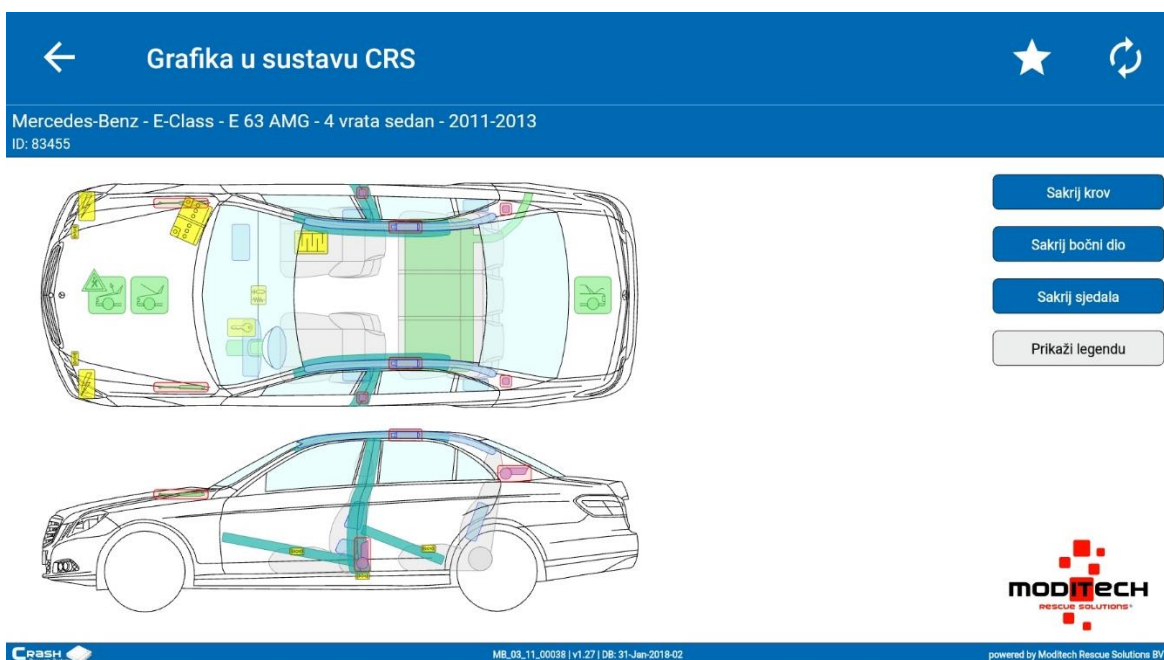
3.8.1. Moderne mobilne aplikacije i ICT rješenja u vatrogastvu

Razvojem pametnih telefona i mobilnih aplikacija, pristup određenim informacijama znatno je brži i lakši. Kao pomoć vatrogascima u različitim situacijama razvijene su aplikacije koje se mogu pronaći na elektroničkim servisima za distribuciju aplikacija (AppStore, PlayMarket itd.).[30]

3.8.1.1. Crash Recovery System

Aplikacija za pomoć kod prometnih nesreća automobila, kombija, kamiona i autobusa. Postoji više verzija, a dostupan je i besplatni demo. Aplikacija Moditech Rescue Solutions – Crash Recovery System radi na svim platformama (PC, iOS, Andorid) te kod pokretanja daje korisniku mogućnost odabira o kojem se vozilu radi nakon čega prikazuje shemu vozila sa označenim svim bitnim dijelovima vozila.

Odabirom određenog dijela prikazuju se informacije o tom dijelu automobila, uz određene informacije je i fotografija ili video kako se određeni dio automobila može odspojiti, odrezati, razuprti ili drugo. Aplikacija je dostupna i na hrvatskom jeziku (slika 27.).[30]



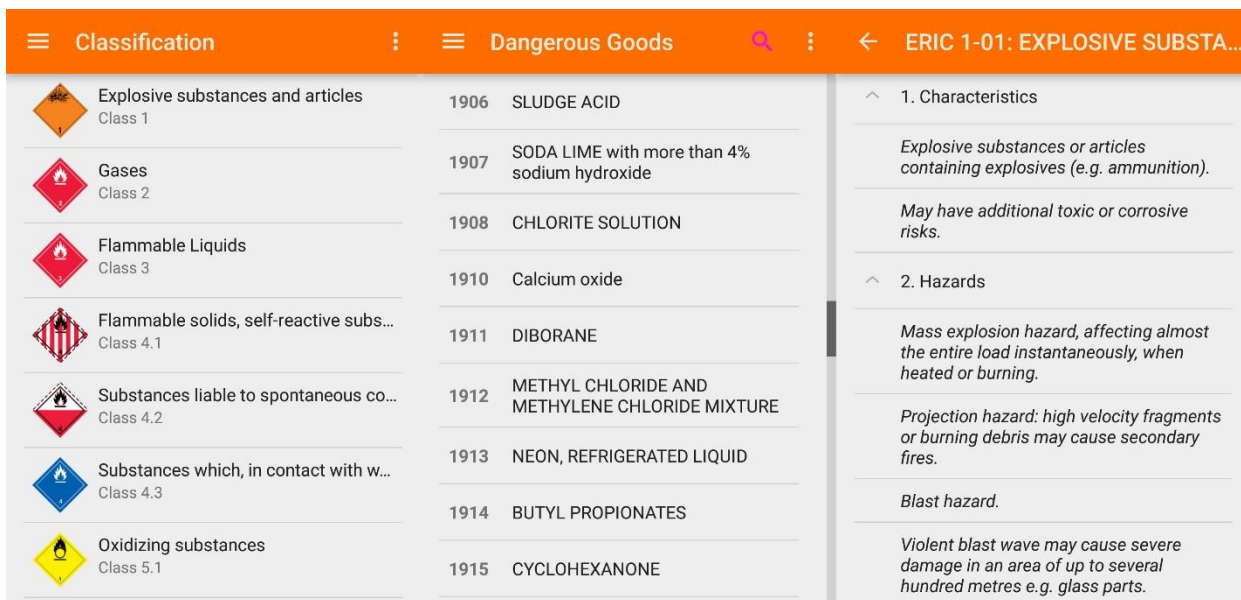
Slika 24. Prikaz aplikacije Crash Recovery System.[31]

3.8.1.2. Holmatro Vehicle Extrication Techniques

Još jedna zanimljiva aplikacija je Holmatro – Holmatro Vehicle Extrication Techniques koja služi za edukaciju vatrogasca. Cilj aplikacije je promicanje i učenje sigurnog i metodičkog spašavanja osoba u prometnim nesrećama. U aplikaciji su, kroz 500 slika i 60 video materijala, objašnjene najčešće tehnike spašavanja.[30]

3.8.1.3. Dangerous Goods Manual

Aplikacija daje detaljan uvid u podatke o opasnim tvarima, karakteristike opasne tvari, ERI kartice (opasnosti, zaštitna oprema, prva pomoć, intervencijski planovi za izlijevanje, za požar itd.), aplikacija sadrži edukativni dio s oznakama opasnosti, piktogramima, klasifikacijama opasnosti, besplatna je i nije potreban Internet za njezin rad (slika 28.).[30]



Slika 25. Prikaz aplikacije Dangerous Goods Manual.[31]

3.8.1.4. Druge korisne aplikacije

Postoji još niz različitih aplikacija od kojih svaka nosi specifičnu korisnost i svrhu:

- Field Applications LLC - Extricate – aplikacija za pomoć kod prometnih nesreća kod hibridnih automobila. Aplikacija je besplatna.
- Emergency Response Guide (ERG) – Elektronska verzija knjige s podacima o načinima transporta te podacima o opasnim tvarima, postupcima kod rukovanja, intervencija itd.

- Cargo decoder – Aplikacija na temelju UN broja daje uvid u osnovne podatke o opasnoj tvari i postupcima za hitne službe, građane itd. Aplikacija je besplatna.
- CMC Field Guide – Aplikacija je vodič za spašavanje s visina i iz dubina, može se koristiti za edukaciju ili za osvježavanje znanja iz čvorova, različitih sistema, oprema itd.
- FireAlert 2 – SMS/MMS aplikacija za uzbunjivanje, aplikacija na temelju određenih ključnih riječi u primljenoj poruci aktivira alarme na pametnom telefonu.
- Fire Shifts - Free – Aplikacija koja služi za bilježenje smjena u smjenskom radu.

3.8.2. Budućnost uporabe mobilnih ICT rješenja u vatrogastvu

Mobilne aplikacije su u danas sve više implementirane u vatrogasnu tehnologiju. S obzirom na to da se modernizacija neprekidno odvija, počela su se razvijati i nova mobilna rješenja sa područja informacijske i komunikacijske tehnologije (ICT).

3.8.2.1. Google Glass

Google Glass je tehnologija koja spada u tzv. wearable devices, tj. uređaje koje nosimo na sebi (slika 29.). Uređaj ima mogućnost upravljanja dodiranjem, ima ugrađenu kameru i ekran i omogućava korištenje glasovnih naredbi za upravljanje.

Ovo je primjer gdje su sami vatrogasci počeli razvijati nešto za svoje potrebe na postojećoj platformi. Vatrogasac koji nosi Google Glass može slati audio/video podatke koji su geokodirani na bilo koji uređaj te na taj način zapovjedniku dati uvid u trenutno stanje. Uz pomoć ove tehnologije moguće je vatrogascu na terenu prikazati rutu, tj. put do mjesta intervencije, podatke bitne za samu intervenciju,

obavijesti o opasnosti itd. Za sada sama konstrukcija naočala nije dobra i dovoljno kompaktna za upotrebu u vatrogasne svrhe.[30]

Ovo je još jedan od niza pokušaja da znanstvenici pomognu vatrogascima, no većina tih nastojanja zastane na osnovnom problemu, a to je osjetljivost takve tehnologije u uvjetima rada vatrogasaca.



Slika 26. Google Glass.[32]

3.8.2.2. Projekt FLASH

Projekt FLASH (*eng. Fire Line Advanced Situational Awareness for Handhelds*) je prototip tehnologije, sustav dizajniran za poboljšanje učinkovitosti i sigurnosti vatrogasaca na način da svakom vatrogascu preko pametnog telefona pruži uvid u realno stanje na terenu u svakom trenutku. Sustav je evoluirao od vojnog sustava za blisku potporu.[30]

Prvenstveno je namijenjen za vatrogasce na velikim šumskim požarima. Sustav se može koristiti na način da se putem tableta u njega unose podaci, a svaki vatrogasac na terenu na svojem mobilnom uređaju ima uvid u te podatke u realnom vremenu. Radi se o podacima o razmještaju snaga, raspoloživosti i mjestima djelovanja aviona za gašenje, određenim opasnostima, mjestima i načinu

širenja požara itd. Sustav u sebi sadrži i lociranje svih vatrogasnih i drugih snaga na terenu. Također u sustav je moguće i ugraditi kamere sa zrakoplova te se putem toga može dobiti u realnom vremenu „ptičji pogled“ na požarište (slika 30.).[30]



Slika 27. Konceptualni izgled sustava FLASH i mobilni uređaj za vatrogasce na terenu.[30]

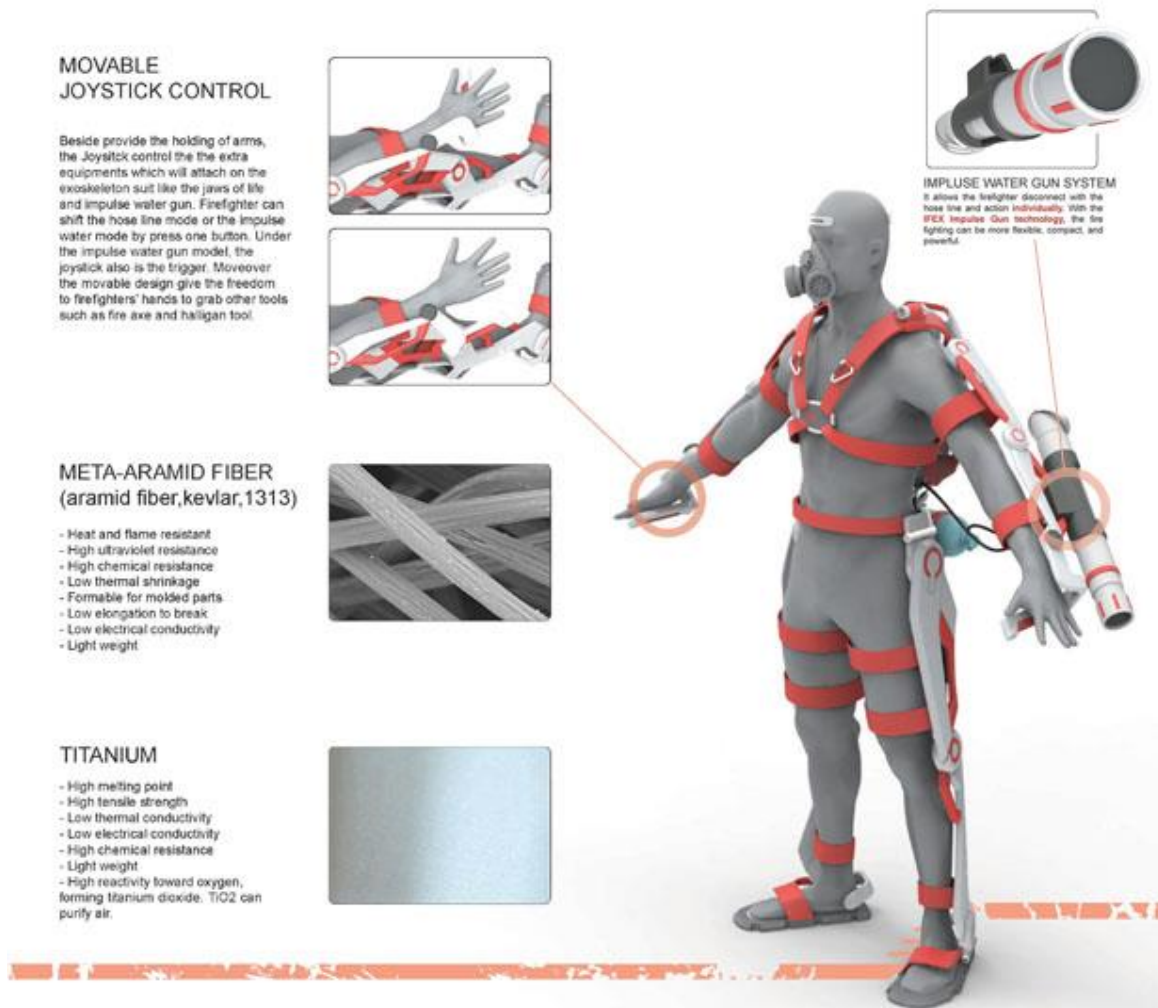
4. VATROGASNA TEHNOLOGIJA U BUDUĆNOSTI

Svakim danom pojavljuju se novi koncepti i ideje u kojem bi se smjeru vatrogasna tehnologija trebala razvijati. Teško je sa sigurnošću reći da će se sve ideje i koncepti ostvariti, no uz mnoštvo rješenja kojima se vatrogasci danas koriste zasigurno će dio toga naći svoje mjesto u primjeni.

4.1. Vatrogasni egzoskelet

Jedna od ideja koju je razvio industrijski dizajner Jiazhen 'Ken' Chen je vatrogasni egzoskelet. Egzoskelet se pričvršćuje preko zaštitne opreme vatrogasca i zbog specifičnog dizajna prenosi teret izravno na tlo, poboljšavajući sposobnost hodanja i nošenja. Kompletan sustav pokreće litij-polimer baterija pomoću koje bi vatrogasac mogao raditi do dva sata koristeći egzoskelet te nositi terete mase do

90 kilograma. Egzoskelet je opremljen pokretnim joystickom i sustavom IFEX vodene impulsne puške (slika 31.).[33]



Slika 28. Prikaz nekih specifikacija egzoskeleta.[33]

5. VATROGASNA INTERVENCIJA KONKRETNOG DOGAĐAJA

Korištenje drona opisano je na vatrogasnoj intervenciji požara na uređenom odlagalištu komunalnog otpada.

5.1. Tijek intervencije

Dana 30.03.2019. u 15:35 Javna vatrogasna postrojba Garešnica dobiva dojavu o požaru na smetlištu Johovača u naselju Velika Mlinska.

Nakon dojave na intervenciju izlaze 2 vatrogasca sa autocisternom. Dolaskom na mjesto utvrđuju da gori hrpa smeća na odlagalištu Johovača (slika 6.) te odmah započinju sa gašenjem i javljaju da je požar jako velik te da se šalje još jedna autocisterna s ljudima. Zapovjednik JVP Garešnica uzbunjuje obližnja dobrovoljna vatrogasna društva sa cisternama i ljudima radi potrebne velike količine vode i ljudi kako bi se izvršila obuhvatna navala na požar.[34]



Slika 29. Požar smetlišta Johovača (snimka drona).[34]

Vrši se kontinuirano gašenje požara dok radni stroj gusjeničar pomaže u raskapanju smeća te vrši odsjecanje dijela smetlišta koji nije zahvaćen požarom (slika 7.).



Slika 30. Požar smetlišta Johovača - zajedničko djelovanje vatrogasaca i radnog stroja (snimka drona).[34]

U 18:02 županijski zapovijednik traži cisternu zapremine 11 m³ vode od JVP Daruvar. U 19:00 Komunalac Garešnica pomoću 2 kamiona kreće s navažanjem zemlje s kojom se prekriva smeće (slika 8.).



Slika 31. Požar smetlišta Johovača - brojne snage u zajedničkom djelovanju (snimka drona).[34]

Požar je ugašen 31.03.2019. u 08:20, a intervencija je završila dana 01.04.2019. u 15:02. Ukupni trošak intervencije iznosio je 166.559,99 kuna.[34]

5.2. Čimbenici koji su utjecali na intervenciju

Zbog same visine odlagališta nije bilo moguće ustanoviti s kojih je strana i na koji način požarom zahvaćeno odlagalište. Također, stup dima koji je bio visine oko 200 metara stvarao je dodatne probleme u vidljivosti. Izuzetnu pomoć u intervenciji pružio je dron s kamerom marke DJI Mavic 2 koji je omogućio zapovjedniku da pravilno usmjeri snage koje su gasile i sprječavale požar bez izloženosti opasnosti. Uz to, bilo je potrebno osigurati stalan dotok vode kako bi se uspješno gasio požar, ali u blizini nije bilo hidrantske mreže. Zbog toga se dobava vode morala osigurati preko traktorskih cisterni. Na intervenciji je potrošeno 400 litara pjenila za A klasu požara s kojim se gasio požar i držao pod nadzorom dok su kamioni i bageri sa zemljom prekrivali hrpu smeća kako ne bi došlo do ponovnog zapaljenja.

6. ZAKLJUČAK

Prije dvadesetak godina visoka moderna tehnologija bila je nezamisliva u vatrogastvu. Danas tabletom možemo paliti i gasiti pumpu na modernom navalnom vozilu. Tehnologija u svijetu se unaprijedila u svim segmentima, a ujedno i u vatrogastvu. Uz tehnološki napredak u vatrogastvo ulaze mladi ljudi koji su vični tehnologiji te sami pronalaze na koji način je upotrijebiti u svojim životima.

Korištenjem modernih tehnologija i servisa možemo unaprijediti vatrogasnu struku te povećati efikasnost postrojbi na intervenciji s krajnjim ciljem što bolje zaštite građana, ali i samih vatrogasaca.

Modernizacijom tehnike i opreme u vatrogastvu pojavilo se čitav niz alata, uređaja, vozila i drugih tehnika. U naglom razvoju slabo se pažnje posvećuje samom načinu korištenja novih tehnologija i njihovim mogućnostima.

Dana 17. prosinca 2005. godine dva su vatrogasca iz mjesta Tübingen u Njemačkoj poginula unutar goreće zgrade kada je jedna od CAFS vatrogasnih tlačnih cijevi pukla, ostavljajući ih tako bez sredstva za gašenje. U rekonstrukciji tragedije, stručnjaci su bili iznenađeni kada su saznali da postoji umjerena vjerojatnost puknuća punih CAFS cijevi uslijed velike topline iz razloga što pjena ne može dovoljno hladiti cijev.[35]

Zbog toga je bitno napomenuti da primjena novih tehnologija zahtijeva prilagodbu obuke i operativnih postupaka, ali i nužno detaljno testiranje.

Na poboljšanje vatrogasne djelatnosti te njenog brzog djelovanja i učinkovitosti radi se od davnina. Svjedočimo modernizaciji iz dana u dan, a za ono što nas čeka u budućnosti preostaje nam samo iščekivanje i djelić mašte.

7. LITERATURA

- [1] History of firefighting, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_firefighting, pristupljeno 21.03.2019.
- [2] Hrvatska tehnička enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Vatrogasna tehnika, <http://tehnika.lzmk.hr/vatrogasna-tehnika/>, pristupljeno 24.03.2019.
- [3] Hrvatska vatrogasna zajednica, Vatrogastvo na tlu Hrvatske, <http://www.hvz.hr/vatrogastvo-na-tlu-hrvatske/>, pristupljeno 24.03.2019.
- [4] Internet of Things Agenda, Drone (unmanned aerial vehicle, UAV), <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/drone>, pristupljeno 28.03.2019.
- [5] Yuneec Aerial Drones, Typhoon H overview, <https://us.yuneec.com/typhoon-h-overview>, pristupljeno 01.04.2019.
- [6] Aerones, Firefighting drone, https://www.aerones.com/eng/firefighting_drone/, pristupljeno 02.04.2019.
- [7] Popović Ž. i suradnici: „Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i Časnika“, Priručnik Hrvatske vatrogasne zajednice, Zagreb (2006.), ISBN 953-6385-16-3
- [8] Hrvatska vatrogasna zajednica, Gašenje požara visokih objekata, <http://www.hvz.hr/gasenje-pozara-visokih-objekata/>, pristupljeno 09.04.2019.
- [9] Hrvatska vatrogasna zajednica, Osnove taktike, <http://www.hvz.hr/osnove-taktike/>, pristupljeno 11.04.2019.
- [10] Kopričanec-Matijevac Lj.: „Oblikovanje požarnih sektora“, Udžbenik Učilišta vatrogastva i zaštite i spašavanja, Vatrogasna škola, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb, 2015.
- [11] Udruga profesionalnih vatrogasaca Hrvatske, CCS Kobra, <https://www.upvh.hr/ccs-kobra/>, pristupljeno 12.04.2019.
- [12] National Fire Chiefs Council, <http://www.cfoa.org.uk/>, pristupljeno 12.04.2019.
- [13] Cold Cut Systems, Cold Cut Cobra, <http://www.coldcutsystems.com/about-coldcut-cobra>, pristupljeno 13.04.2019.
- [14] Požary.cz, Hasičina, <https://www.pozary.cz/clanek/61049-cold-cut-system-cobra-je-uzitecnym-pomocnikom-hasicu-moznosti-vyuziti-se-stale-rozsiruji/>, pristupljeno 14.04.2019.
- [15] Bognolo D., Kršulja M., Zeoli T.: "Taktička primjena sustava za dobivanje komprimirane pjene", Vatrogastvo i upravljanje požarima, vol. IV., br. 2., 2014, str. 62-70. <https://hrcak.srce.hr/130779>, pristupljeno 21.04.2019.
- [16] Innovfoam, Easy and effective: the InnoVfoam CAFS, <https://www.innovfoam.com/news/easy-and-effective-the-innovfoam-cafs/>, pristupljeno 22.04.2019.
- [17] Hrvatska vatrogasna zajednica, Općenito o sredstvima za gašenje požara, <http://www.hvz.hr/opcenito-o-sredstvima-za-gasenje-pozara/>, pristupljeno 24.04.2019.

- [18] Udruga profesionalnih vatrogasaca Hrvatske, Nova europska klasa požara, <https://www.upvh.hr/nova-europska-klasa-pozara/>, pristupljeno 28.04.2019.
- [19] Brandklassen, Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Brandklasse>, pristupljeno 28.04.2019.
- [20] Novine za vatrogastvo, spasilačku službu i zaštitu okoliša, BRANDSchutz o sredstvu za gašenje F-500, <http://www.financ-fire.com/F-500-novine.pdf>, pristupljeno 02.05.2019.
- [21] Hazard Control Technologies, F-500 Encapsulator Agent, <http://www.hct-world.com/products/chemical-agents/f-500-encapsulator-agent/>, pristupljeno 03.05.2019.
- [22] Control Hazards, Fire Control, F-500 EA TKO Nozzle, <https://controlhazards.com/f-500-ea-tko-nozzle-extinguishes-this-car-fire-in-seconds/>, pristupljeno 08.05.2019.
- [23] Elide Fire Ball, The product, <http://www.elidefire.eu.com/en/the-product>, pristupljeno 12.05.2019.
- [24] Anigota.hr, Elide Fire protupožarna lopta, <https://www.anigota.hr/ducan/elide-fire-protupozarna-lopta-3813-00-00/>, pristupljeno 13.05.2019.
- [25] IFEX Technologies, <https://www.ifex3000.com/en/home/>, pristupljeno 15.05.2019.
- [26] Udruga profesionalnih vatrogasaca Hrvatske, IFEX impulsna puška, <https://www.upvh.hr/ifex-impulsna-puska/>, pristupljeno 16.05.2019.
- [27] Grupa autora, Priručnik za osposobljavanje vatrogasaca, udžbenik za osposobljavanje za zvanje ispitanici vatrogasac
- [28] Weber rescue systems, Hydraulische Rettungsgeräte, <https://www.weber-rescue.com/>, pristupljeno 19.05.2019.
- [29] Holmatro mastering power, Rescue, <https://www.holmatro.com/>, pristupljeno 20.05.2019.
- [30] Piškorić D.: „Moderna mobilna ICT rješenja i usluge u službi vatrogastva“, str. 4-19 <https://hrcak.srce.hr/130775>, pristupljeno 24.05.2019.
- [31] Vlastiti izvor
- [32] Google Glass, <https://www.google.com/glass/start/>, pristupljeno 28.05.2019.
- [33] Behance, A.F.A. – Powered Exoskeleton Suit for Firefighter, <https://www.behance.net/gallery/12324165/AFA-Powered-Exoskeleton-Suit-for-Firefighter>, pristupljeno 03.06.2019.
- [34] Arhiva JVP Garešnica
- [35] Compressed air foam system, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Compressed_air_foam_system, pristupljeno 04.06.2019.

8. PRILOZI

8.1. Popis simbola (korištenih kratica)

l	litra
MUP RH	Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
GPS	globalni položajni sustav
m ³	kubični metar
JVP	Javna vatrogasna postrojba
m	metar
CCS	Cold Cut Systems
°C	Celzijev stupanj
CAFS	compressed air foam system
s	sekunda
temp.	temperatura
%	postotak
TKO	Turbo Knockdown and Overhaul
kg	kilogram
dB	decibel
IFEX	Impulse Fire Extinguishing System
m/s	metar u sekundi
km/h	kilometar na sat
mm	milimetar
ICT	informacijska i komunikacijska tehnologija
PC	personal computer
ERI	Emergency Response Intervention
UN	Ujedinjeni narodi
SMS	Short Message Service
MMS	Multimedia Messaging Service
FLASH	Fire Line Advanced Situational Awareness for Handhelds

8.2. Popis slika

Slika 1. Štrcaljka za gašenje požara iz 1540. godine	2
Slika 2. Vozilo vatrogasne službe u Chicagu u razdoblju od 1930. do 1941. godine	4
Slika 3. Vatrogasna parna štrcaljka Kernreuter (Julijeva parnjača) iz 1889. godine	5
Slika 4. Yuneec Typhoon H dron s kamerom te njegova oprema.....	8
Slika 5. Dron s mlaznicom tvrtke Aeronex	8
Slika 6. Faze požara.....	10
Slika 7. Pištolj za gašenje i hladno rezanje	11
Slika 8. CCS Cobra u primjeni.....	12
Slika 9. Shema čimbenika sistema Cobra	13
Slika 10. Razlika u strukturi pjene dobivene klasičnim načinom i CAFS-om	16
Slika 11. Prijanjanje pjene dobivene CAFS-om na vertikalnu površinu	17
Slika 12. Oznake razreda požara	20
Slika 13. F-500 TKO mlaznica sa spremnikom koncentriranog enkapsulacijskog sredstva.....	22
Slika 14. Vanjski izgled Elide Fire protupožarne lopte.....	24
Slika 15. Komponente Elide Fire protupožarne lopte	26
Slika 16. Impulsna puška „IFEX 3000“	27
Slika 17. Naprtnjača u kombinaciji sa IFEX impulsnom puškom	29
Slika 18. Kolica u kombinaciji sa IFEX impulsnom puškom.....	30
Slika 19. IFEX vatrogasni motocikl	31
Slika 20. Hidraulične škare s označenim osnovnim dijelovima.....	33
Slika 21. Primjena hidraulične razupore	34
Slika 22. Primjena hidrauličnih cilindara	35
Slika 23. Baterijski hidraulični kombinirani alat	35
Slika 24. Prikaz aplikacije Crash Recovery System	37
Slika 25. Prikaz aplikacije Dangerous Goods Manual	38
Slika 26. Google Glass.....	40
Slika 27. Konceptualni izgled sustava FLASH i mobilni uređaj za vatrogasce na terenu	41
Slika 28. Prikaz nekih specifikacija egzoskeleta.....	42
Slika 29. Požar smetlišta Johovača (snimka drona).....	44
Slika 30. Požar smetlišta Johovača - zajedničko djelovanje vatrogasaca i radnog stroja (snimka drona).....	45
Slika 31. Požar smetlišta Johovača - brojne snage u zajedničkom djelovanju (snimka drona)	46

8.3. Popis tablica

Tablica 1. Usporedba višenamjenskog pjenila i sredstva F-500.....	21
Tablica 2. Specifikacije impulsne puške „IFEX 3000“	27