

# Gašenje viših objekata upotrebom visokog tlaka

---

**Rački, Dražen**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*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:128:123879>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-08**



**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 ZAŠTITE OD POŽARA**

**Dražen Rački**

**GAŠENJE VIŠIH OBJEKATA  
UPOTREBOM VISOKOG TLAKA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor: dr.sc. Igor Peternel, predavač**

**KARLOVAC, 2015**

Veleučilište u Karlovcu

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**Studij:** SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**Usmjerenje:** ZAŠTITA OD POŽARA

## ZAVRŠNI ZADATAK

**Student:** Dražen Rački

**Naslov rada:** GAŠENJE VIŠIH OBJEKATA UPOTREBOM VISOKOG  
TLAKA

**Opis zadatka:**

1. Uvod
  2. Građevinski objekti
  3. Širenje požara unutar građevine
  4. Zaštita osoba u građevinama
  5. Taktika gašenja požara na višim objektima
  6. Gašenje visokim tlakom
  7. Zaključak
- Literatura  
Popis tablica/slika

**Zadatak zadan:**

6/2015

**Rok predaje:**

9/2015

**Predvideni rok obrane:**

9/2015

**Mentor:**

dr.sc. Igor Peternel

**Predsjednik Ispitnog Povjerenstva:**

dr. sc. Nikola Trbojević, prof. v. š.

## **Predgovor**

Zahvaljujem se svojoj obitelji na strpljenju, potpori i razumijevanju u periodu izrade završnog rada iopćenito na potpori tijekom studiranja.

Također se zahvaljujem mentoru dr.sc. Igoru Peternel, na stručnim savjetima, strpljenju i potpori tijekom izrade ovog rada.

Dodatno se zahvaljujem JVP-u Delnice, koja mi je omogućila ovo školovanje i pružila veliku potporu.

Konačno, zahvaljujem se kolegama sa Veleučilišta koji su mi pružali moralnu potporu, ne samo tijekom izrade završnog rada, nego i tijekom studiranja.

Potpis

## **Sažetak:**

U ovom završnom radu razmatraju se razni čimbenici mogućeg širenja nastalog požara na višim objektima, sprječavanja širenja požara, evakuacije i spašavanja ljudi, te skraćivanju vremena do početka gašenja.

Rad je koncipiran u nekoliko cjelina. U uvodu je kratko opisana aktivnost gasitelja na višim objektima. Početna tema nam opisuje građevine, požarne sektore, protupožarne zidove te opisuje požarna opterećenja. U drugom dijelu govori se o širenju požara kroz građevinske konstrukcije. Nakon toga opisuju se načini provođenja evakuacije, o putu evakuacije, te segmentima puta evakuacije.

U zadnjem dijelu opisuje se taktika gašenja požara na višim objektima, gašenje visokim tlakom, vremenska usporedba podizanja pruge visokog tlaka s 'B' prugom, te par riječi o armaturama visokog tlaka.

Na kraju je dan osvrt na završni rad u cjelini.

## **Summary:**

In this final article explores the various factors of possible spread of fire resulting in higher buildings, preventing the spread of fire, evacuation and rescue people, and shortening the time until the beginning of extinction.

The work is divided into several sections. The introduction briefly explains the activity of fire-fighters in the higher buildings. Home topic we describe buildings, fire sectors, fire walls and describes fire load. The second part deals with the spread of fire through the building structure. After that describes the ways of conducting evacuation, the evacuation path and segments evacuation times.

The last part describes the tactics of fire fighting at higher buildings, shutting down high-pressure, time comparison of raising railway high pressure with 'B' tracks, and a few words about a high-pressure valves.

Finally, comments on the final work as a whole.

## SADRŽAJ

Stranica

1. UVOD.....	1
2. GRAĐEVINSKI OBJEKTI.....	2
3. ŠIRENJE POŽARA UNUTAR GRAĐEVINE.....	5
3.1. Vodoravno širenje požara.....	6
3.2. Okomito širenje požara.....	7
4. ZAŠTITA OSOBA U GRAĐEVINAMA.....	10
4.1. Put za evakuaciju.....	11
4.2. Segmenti puta za evakuaciju.....	13
5. TAKTIKA GAŠENJA POŽARA NA VIŠIM OBJEKTIMA.....	17
5.1. Suhi hidrantski vod.....	21
5.2. 'B' cijevna pruga.....	22
6. GAŠENJE VISOKIM TLAKOM.....	23
6.1. Primjena visokog tlaka.....	24
6.2. Osvrt.....	25
6.3. Gašenje viših objekata upotrebom visokog tlaka.....	26
6.4. Test vježba na višem objektu.....	29
6.5. Ostale armature visokog tlaka.....	33
6.6. CCS Cobra.....	34
7. ZAKLJUČAK.....	37
LITERATURA.....	38
POPIS SLIKA.....	39
POPIS TABLICA.....	40

## 1. UVOD

Gašenje požara na višim objektima spada među najzahtjevnije vatrogasne intervencije. Zahtjevnost proizlazi iz razloga svladavanja visine, tj. dovoda sredstva za gašenje na predmetne etaže. Kako znamo da u ovakvim objektima živi veliki broj stanara, to je još jedna činjenica koja govori u prilog težini ovakvih intervencija zbog mogućih evakuacija i spašavanja kojima se uvijek daje prioritet. Svakako se mora spomenuti i velika fizička aktivnost vatrogasaca kojima je svladavanje visine (penjanje stubištem sa otprilike 25 kg. opreme), samo jedna od zadaća. Samim dolaskom do predmetnog kata započinju radovi podizanja pruga i organizacija gašenja gdje se od vatrogasaca, bez obzira na umor, traži disciplina i rutina.

Sve navedeno vrijeme do početka gašenja nazivamo "vrijeme kašnjenja" kroz koje požar napreduje i prelazi iz jedne faze širenja požara u drugu. Sva teorijska predavanja i taktički zadaci vezani za nastavnu temu požara viših objekata bazirani su na smanjenju vremena do početka gašenja.

Kroz ovaj završni rad razradit će se gašenje požara na višim objektima sa taktikom gašenja pomoću novije tehnologije, tj. gašenja vodom pod visokom tlakom, visokotlačnim armaturama, uz usporedbu sa 'starijim' načinom gašenja. Pokušati kroz niz prijedloga, predstaviti moguća rješenja na ovakvim intervencijama.



Sl.1. Posljedice požara na višem objektu

## 2. GRAĐEVINSKI OBJEKTI

Ciljevi zaštite od požara u graditeljstvu obuhvaćaju: *zaštitu života, zaštitu materijalnih dobara i aktivnosti u građevini, zaštitu same građevine*. Građevinama nazivamo tvorevine nastale gradnjom, povezane s tlom, sastoje se od građevnog dijela i ugrađene opreme.

U visoke objekte spadaju sve građevine u kojima borave ljudi, a čiji je pod najvišeg kata najmanje 22 metra iznad terena na koji je moguć pristup i gdje je moguće intervenirati za pomoć vatrogasne autoljestve. Objekt se dijeli na požarne sektore čija veličina ovisi o visini objekta.

Od 22 do 40 m – veličina požarnog sektora do 1500 m<sup>2</sup>

Od 41 do 75 m – veličina požarnog sektora do 1000 m<sup>2</sup>

Od 76 do 100 m – veličina požarnog sektora do 800 m<sup>2</sup>

Iznad 100 m – veličina požarnog sektora 500 do m<sup>2</sup>

**Požarni sektor** je prostor ograničen građevinskim konstrukcijama i elementima (zidovi, međukatne konstrukcije, vrata, prozori, zaklopke) određene vatrootpornosti. Vatrootpornost požarnog sektora jest vrijeme za koje se požar neće proširiti na okolne požarne sektore niti sa okolnog prostora na promatrani požarni sektor. Pretpostavlja se da će u tom vremenu biti lokaliziran.

Najveću vatrootpornost na granicama požarnog sektora imaju u pravilu protupožarni zidovi, pa međukatne konstrukcije, a najmanju vrata i zaklopke na otvorima u zidu ili međukatnim konstrukcijama. Iz toga proizlazi da glavninu snaga prilikom gašenja treba rasporediti na najneotpornijim mjestima.

Zahtijevana vatrootpornost požarnog sektora ovisi prvenstveno o visini požarnog opterećenja, zatim o vrijednosti sadržaja, načinu dojava požara, ugrađenim stabilnim sustavima za gašenje, te spremnosti i blizini vatrogasne postrojbe.

Požarni sektor može biti jedna prostorija, više prostorija ili cijela građevina. Kod višekatnih građevina bez vatrootpornih međukatnih konstrukcija, u požarni sektor spadaju sve etaže.



Formiranje požarnih sektora ovisi o namjeni građevine, visini požarnog opterećenja, vatrootpornosti građevine, instaliranim stabilnim sustavima za gašenje i visini građevine.

U stambenoj gradnji treba predvidjeti da jedan stan bude jedan požarni sektor. Kada bi vrata na stanu imala određenu vatrootpornost onda bi to načelo u većini slučajeva bilo zadovoljeno.

Kada je građevina velike tlocrtne površine odnosno duljine, treba je podijeliti na više požarnih sektora i predvidjeti protupožarne zidove na maksimalnom razmaku od 40 metara. Da bi se moguće štete od požara svele na minimum, formira se veći broj požarnih sektora s manjim površinama i s dovoljnim brojem kvalitetnih vatrogasnih pristupa.

Požarni sektor je osnovna prostorna jedinica koja se samostalno tretira kod svih razmatranja zaštite od požara, kako u protupožarnoj preventivi pri izradi procjene ugroženosti od požara i plana zaštite od požara, tako i u vatrogasnoj operativi kod gašenja požara.

**Protupožarni zid** potpuno dijeli, po širini i visini, dva prostora ili dva dijela građevine. On mora imati dostatnu vatrootpornost (minimalno 90 minuta), a vatrootpornost se isključivo određuje prema visini požarnog opterećenja u građevini.

Protupožarni zid treba biti samostalna konstrukcija s vlastitim temeljem, dovoljno odmaknuta od drugih nosivih konstrukcija zbog temperaturnog rastezanja materijala.

U njemu se ne izvode nikakvi otvori, osim kad to zahtijeva tehnološki proces. U takvom slučaju izvode se što manji otvori, a maksimalno dozvoljena površina je 16 metara kvadratnih, uz uvjet da se zatvore vatrootpornim vratima ili zaklopkama. Takva vrata ili zaklopke trebaju imati uređaje za automatsko zatvaranje, ali i mogućnost ručnog zatvaranja i otvaranja, zbog eventualno ostalih osoba pri evakuaciji, te za gasitelje prilikom intervencije.

Podna obloga, jedan metar ispred i jedan metar iza vrata u protupožarnom zidu, mora biti od negorivog materijala.

Energetski otvori koji služe za prolaz žica i cijevi brtve se materijalima koji na povišenim temperaturama ekspanziraju i sprječavaju širenje požara.

**Požarno opterećenje** ja količina topline koju gorenjem oslobode gorive tvari. Jedinica za požarno opterećenje je 1 Joule. Požarno opterećenje ovisi o količini gorive tvari, vrsti gorive tvari, odnosno njenoj toplinskoj moći.

Dijeli se na:

**-imobilno požarno opterećenje** koje se odnosi na ugrađene gorive materijale u građevinske konstrukcije i dijelove (vrata, prozori, zidne, podne i stropne obloge, drvene krovne i međukatne konstrukcije i dr.)

**-mobilno požarno opterećenje** koje se odnosi na pokretne dijelove (namještaj, opremu, uskladištenu robu i dr.)

*Ukupno požarno opterećenje* dobiva se zbrajanjem imobilnog i mobilnog požarnog opterećenja, a iskazuje se u GJ.

**Specifično požarno opterećenje** je prosječni iznos ukupnog požarnog opterećenja po četvornom metru podne površine promatranog prostora, a iskazuje se u  $GJ/m^2$ .

Dijeli se na:

**-nisko požarno opterećenje** do  $1 GJ/m^2$ . (stanovi, hoteli, škole, poslovni prostori...)

**-srednje požarno opterećenje** od  $1 GJ/m^2$  do  $2 GJ/m^2$ , (tvornice, prodavaonice ...)

**-visoko požarno opterećenje** preko  $2 GJ/m^2$ , (skladišta gorivih materijala, drvna industrija, biblioteke ...)

Trajanje požara isključivo ovisi o količini gorivog materijala po jedinici površine prostorije i njegovoj toplinskoj moći, tj. o požarnom opterećenju. Također ovisi i o veličini prostora, odnosno o veličini požarnog sektora. Na temelju navedenog može se predvidjeti trajanje požara, što dalje upućuje na odabir nosivih građevinskih konstrukcija i njihovu vatrootpornost.

Nosive građevinske konstrukcije trebale bi imati vatrootpornost najmanje toliku, koliko bi požar trajao.

### 3. ŠIRENJE POŽARA UNUTAR GRAĐEVINE

Unutar građevine može doći do vodoravnog i okomitog širenja požara. Požar se može proširiti direktno plamenom, ali i prijenosom topline nastale u požaru. Toplina se može prenijeti:

- konvekcijom ili strujanjem zraka pri čemu se stvara povišeni tlak,
- provođenjem ili kondukcijom gdje se toplina nastala u požaru prenosi preko čvrstih dijelova i konstrukcija, koji su dobri vodiči topline
- zračenjem ili radijacijom, kada se toplina prenosi elektromagnetskim valovima. Za vrijeme požara zagrijana površina predaje toplinu zračenjem i može zapaliti gorive materijale na većim udaljenostima.

Da ne bi došlo do širenja požara na okolne prostore gasitelji moraju pažljivo pregledati prostore uz prostoriju gdje je nastao požar, iznad i ispod te prostorije i štititi te prostore od mogućeg širenja požara.

#### 3. 1. Vodoravno širenje požara

Pod vodoravnim širenjem požara smatra se širenje požara unutar jedne eteže preko:

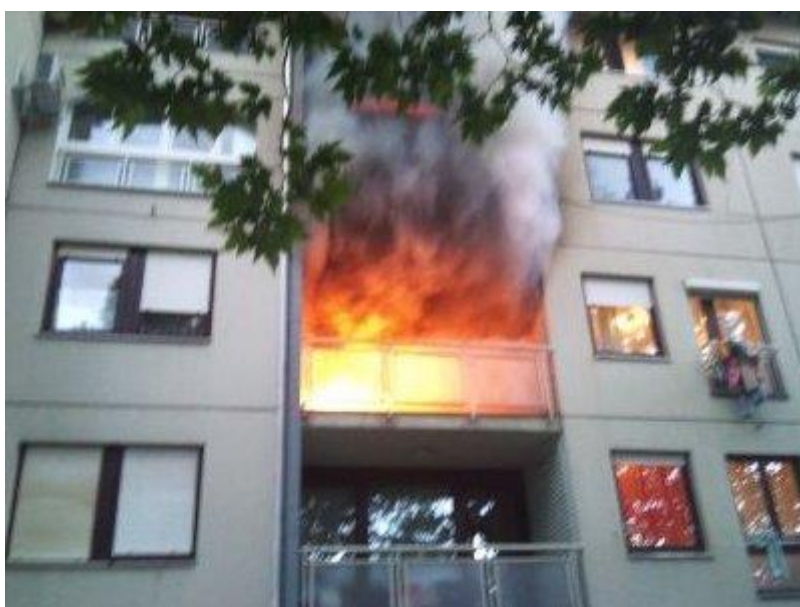
- vatroneotpornih vrata,
- zidova,
- nezaštićenih otvora u zidovima,
- preko prozora.

U stambenim građevinama najčešće se požar preko vrata širi iz prostorije u kojoj je nastao na ostale prostorije u stanu, a potom preko ulaznih vrata na hodnik i druge stanove. Na granicama požarnih sektora moraju se ugrađivati vatrootporna vrata.

Glede ponašanja u požaru zid može biti od gorivog ili negorivog materijala. Jedino vatrootporni zidovi mogu spriječiti širenje požara i to onoliko vremena kolika im je vatrootpornost. Takvi zidovi moraju dijeliti prostoriju od poda do međukatne konstrukcije. Razmiještaj vatrootpornih zidova ovisi prvenstveno o namjeni

građevine. U nekim građevinama (stambene, poslovne, hoteli) vatrootporni zidovi se postavljaju na mjestima gdje to i funkcionalno odgovara.

Posebnu pozornost treba posvetiti zatvaranju svih otvora u zidovima. Energetski otvori najčešće se zatvaraju materijalima koji na povišenim temperaturama ekspandiraju. Ventilacijski i slični kanali izrađuju se od materijala preko kojeg se ne može širiti požar, a kao zapreka širenju požara kroz kanale ugrađuju se vatrootporne automatske zaklopke.



Sl.2. Širenje požara na etažu iznad

Plamen koji izlazi kroz prozor, zbog velike razlike u temperaturi, diže se i ugrožava etažu iznad. Međutim, ako vjetar puše usporedno s fasadom vrući plinovi i plamen zakreću i mogu zahvatiti susjedne nosaće i prozore.

Najbolja mjera zaštite je povećani međusobni razmak prozora, odnosno izvući protupožarni zid preko fasadnog zida. Na izuzetno opasnim mjestima ugrađuju se vatrootporni prozori.

### 3. 2. Okomito širenje požara

Pod okomitim širenjem požara smatra se širenje požara s etaže na etažu u okomitom smjeru preko:

- vatroneotpornih međukatnih konstrukcija,
- nezaštićenih otvora u međukatnim konstrukcijama,
- stubišta i liftova,
- prozora.

Okomito širenje požara se u pravilu razvija puno brže od vodoravnog. Uz okomito širenje požara, požar se širi i vodoravno po etažama.

Kod višetažnih građevina prijete opasnost od okomitog širenja preko vatroneotpornih međukatnih konstrukcija, gdje požar može za 20 – 30 minuta zahvatiti nekoliko etaža. Uz to, kada su međukatne konstrukcije izrađene od drva, povećat će se imobilno požarno opterećenje. U požaru može doći do urušavanja međukatne konstrukcije i pada sadržaja u niže etaže.

Armiranobetonske međukatne konstrukcije mogu biti uništene u požaru, ali se neće urušiti. Armatura se uglavnom izduži i dođe do velikih progiba.

Vatroneotporne međukatne konstrukcije treba zaštititi od požara. Najsigurnija mjera zaštite od okomitog širenja požara preko međukatnih konstrukcija jest gradnja vatroneotpornih međukatnih konstrukcija koje mogu spriječiti okomito širenje požara.

Kao što postoje otvori u zidovima, preko kojih se požar može širiti vodoravno, tako postoje i otvori u međukatnim konstrukcijama koji služe istim namjenama. Kroz njih se požar vrlo brzo okomito širi, jer se topli (lakši) plinovi dižu u vis i šire požar. Treba izbjegavati otvore, a ako su nužni treba ih pravilno zatvoriti.

U stubišnim prostorima i u oknima liftova pojavljuje se 'efekt dimnjaka', tj. okomito strujanje zraka. Kada dođe do požara, dim i toplina se lako dižu do gornjih katova kroz navedena okna što omogućuje širenje požara.

Najsigurnije je predvidjeti i izgraditi stubišni prostor kao zasebni požarni sektor, bez ugrađenih gorivih materijala i bez naknadno odloženog namještaja i sličnih gorivih predmeta.

U praksi se vrlo često susreću otvorena stubišta na koja se može lako proširiti požar iz okolnih etaža. U takvim stubištima nema mnogo gorivog materijala, pa rjeđe dolazi do širenja požara. Međutim, dolazi do zadimljenja već kod manjih požara, čime se otežava evakuacija, a i sama intervencija gašenja požara.

Drvena stubišta brzo izgore u požaru čime se onemogućava unutarnja navala preko stubišta, a uz to pospješuju širenje požara.

Češće dolazi do požara liftova. Uzrok požara je najčešće kvar na električnim instalacijama, trenje ili nepažnja korisnika. Požar se brzo širi, (efekt dimnjaka), a dolazi i do jakog zadimljenja.

Već je spomenuto vodoravno širenje požara preko prozora. U stvarnim situacijama, mnogo je veća vjerojatnost okomitog širenja požara preko prozora jer se vrući plinovi i plamen dižu i mogu zahvatiti gorive obloge na fasadi.



Sl. 3. Dizanje vrućih plinova i plamena po fasadi

Zbog visoke temperature dolazi do pucanja stakla na prozorima iznad, te paljenja gorivih materijala i širenja požara.

Do okomitog širanja požara po fasadi može doći i preko sudarnica i rešetki 'obješene fasade' ili kod 'ventilirane fasade' kada je ispod toplinska instalacija od gorivog materijala. Posebna je opasnost od okomitog širenja požara kod visokih objekata, jer se požar može proširiti na više katova iznad mjesta požara.

Postoji opasnost od kapanja otopljenih materijala ili pada užarenih predmeta na etaže ispod mjesta nastanka požara.

Vjetar ima značajan utjecaj na događanja ispred fasade. Ako vjetar može ulaziti u prostoriju u kojoj je požar, npr. kroz vrata, tada on pospješuje izlaženje vrućih plinova i povećava se dužina plamena i područje visokih temperatura. Maksimalne temperature pojavljuju se na gornjim rubovima otvora. Iz toga se može zaključiti da treba odmaknuti otvore na etaži iznad, odnosno ne koristiti gorive materijale u neposrednoj blizini.

Mjera zaštite od širenja požara je dovoljna visina parapeta i smanjenje veličine otvora. Između otvora na fasadi treba biti okomiti vatrootporni građevinski elementi visine barem 1,5 metra.

Najbolje mjere zaštite su konzole koje služe kao balkoni ili lođe. Takve istake se izvlače 1,0 m vanjskog lica zida.

Kod moderne gradnje postavljaju se pomične istake (deflektori požara) koji pri normalnim uvjetima mogu služiti kao dekor na parapetu, a u slučaju požara se spuštaju u zaštitni položaj i sprječavaju širenje požara.

Da bi se građevine učinkovito zaštitile od širenja požara, treba sagledati sve mogućnosti širenja požara i sprovesti potrebne mjere zaštite, a prilikom požara primjeniti odgovarajuću taktiku gašenja.

## 4. ZAŠTITA OSOBA U GRAĐEVINAMA

*Evakuacija* je pravovremeno, organizirano, brzo i sigurno napuštanje građevine ili dijela građevine dok još nije nastupila neposredna opasnost po osobe.

*Panika* je nekontrolirano ponašanje do kojeg dolazi zbog neposredne opasnosti koja pobuđuje kod pojedinca intenzivni osjećaj straha za život. Takvo ponašanje se može prenijeti i na druge osobe i ibično rezultira masovnim nekontroliranim ponašanjem. Prisebna osoba treba umiriti ljude i usmjeriti njihove napore i snagu na smanjenje opasnosti, a pojedince koje je uhvatilo takvo stanje izolirati.

Panika se može izbjeći izradbom plana evakuacije i dobrom organizacijom, disciplinom osoba, te ispravno izvedenim i pravilno raspoređenim putevima i izlazima za evakuaciju.

Kada, pak, opasnost nastupi iznenedno i kad nema vremena za provođenje evakuacije ili zbog neorganiziranosti nije pravovremeno izvedena, a prijete opasnost za ljudske živote, pristupa se *spašavanju*.

*Spašavanje* provode vatrogasne ili druge za to obučene postrojbe, službe ili pojedinci, uz pomoć specijalnih vozila, sprava i opreme za spašavanje, preko fasade (vatrogasni pristupi) te preko stubišta na nosilima. Spašavanje se može provesti direktno iz ugrpženog prostora ili uz prethodno premještanje ugroženih na manje opasno mjesto unutar građevine.

Način sprovođenja evakuacije ovisi prvenstveno o namjeni građevine i pokretljivosti osoba, visini građevine, te o vrsti i opsegu događaja zbog kojeg se provodi.

- *potpuna evakuacija* – provodi se u nižim građevinama kada su osobe pokretne i kad ima dovoljno vremena do nastupa neposredne opasnosti. Osobe napuštaju ugroženu građevinu putevima za evakuaciju

- *djelomična evakuacija* – provodi se u visokim građevinama u kojima ima bolesnika, nepokretnih i nemoćnih osoba. U tim građevinama je teško izvesti potpunu evakuaciju. Evakuiraju se samo osobe iz prostora zahvaćenih požarom i prostora u neposrednoj blizini. Osobe se evakuiraju na sigurno mjesto, odgovarajućeg kapaciteta, unutar građevine. Na takvo mjesto se određeno vrijeme neće proširiti požar ili dim koji bi ugrožavao evakuirane osobe.



- *minimalno razmiještanje* – u specifičnim ustanovama, kao što su zatvori ili zdravstvene ustanove gdje su bolesnici vezani za krevet, treba osobe zaštititi na mjestu gdje su zatečene. To se postiže pojačanim preventivnim mjerama zaštite od požara, formiranjem malih požarnih sektora s većom otpornošću na požar, sprječavanjem širenja dima (dimnim zaklopkama, predtlakom i sustavima za odvod dima i topline nastale u požaru), automatskom vatrodojavom i stabilnim sustavima za gašenje.

#### 4. 1. Put za evakuaciju

*Put za evakuaciju* je neprekinuti put koji vodi od bilo kojeg mjesta u građevini do sigurnog mjesta u građevini ili izvan nje. Uvjeti koje mora zadovoljiti put za evakuaciju ovise o namjeni građevine, broju ljudi u građevini, visini građevine, tehnološko procesu, provedenim mjerama zaštite od požara idrugo. Put za evakuaciju treba biti što kraći, jednostavan, bez slijepih hodnika, dobro osvijetljen, označen i siguran. Mogu ga činiti razne kombinacije okomitih i vodoravnih komunikacija (hodnici, prolazi, stubišta, izlazi, liftovi, rampe). Najčešće se za evakuacijski put koriste isti elementi komunikacija unutar građevine, koji se inače koriste za svakodnevne komunikacije.

Put za evakuaciju ne smije voditi kroz prostorije koje bi mogle biti zaključane ili u kojima bi lako moglo doći do požara ili na koje bi se požar mogao proširiti.

Put za evakuaciju treba biti zaštićen vatrootpornim zidovima, međukatnim konstrukcijama, vratima, odnosno treba biti zasebni požarni sektor vatrootpornosti 60 minuta, a za građevine većih visinai veće otpornosti na požar. Put za evakuaciju može biti podjeljen na više požarnih sektora (hodnici, stubišta).

Podne, zidne i stropne obloge ne smiju biti od gorivog materijala. Iznimno se za podne obloge mogu koristiti teško zapaljivi materijali. Prohodnost puta treba biti stalna i nepovrediva. Ne smije se dopustiti da se dio puta prenamijeni.

Duljina puta za evakuaciju ovisi o raspoloživom vremenu za evakuaciju i brzini kretanja ugroženih osoba. Dostatno vrijeme za evakuaciju jest 1,5 – 2 minute. Brzina kojom se kreće osoba prosječnih tjelesnih sposobnosti je 1,2 m/s, a kod gužve se smanjuje na oko 0,75 m/s.

Na brzinu kretanja utječu mnogi čimbenici: broj osoba koje treba evakuirati (prema izlazima broj se povećava, a brzina kretanja smanjuje), pokretljivost i psihofizičko stanje osoba, godišnje doba (zimski odjeća otežava kretanje), umor (kod penjanja po stubama pojavljuje se pojačani umor nakon jedne minute, odnosno nakon pet minuta prilikom silaženja niz stube).

Duljina puta za evakuaciju može se okvirno izračunati uzimajući u obzir navedene parametre:

$$\text{Put} = \text{brzina} \times \text{vrijeme} = 0,75 \text{ m/s} \times 90 \text{ s} = 67,5 \text{ m}$$

Propisi u pravilu smanjuju dobivenu duljinu od 67,5 m, ovisno o namjeni građevine i drugim čimbenicima. Najčešća dozvoljena duljina puta je 45 m. Ta duljina može se povećati na 60 metara kada je instaliran sprinkler uređaj.

Kod posebno opasnih tehnoloških procesa, skladišta i visokih građevina dozvoljena duljina puta se smanjuje i do 25 m.

Osobe koje obitavaju ili se slučajno zateknu u građevini treba ravnomjerno rasporediti na puteve i izlaze iz građevine. To se u građevinama u kojima obitavaju pretežno isti ljudi postiže planom evakuacije i organizacijom, pa i povremenim vježbama. Kod građevina gdje dolazi veći broj posjetitelja, to se postiže pravilnim i uočljivim označavanjem.

Označavanje smjera kretanja prema izlazima iz građevine provodi se postavljanjem slikovitih oznaka i natpisa na uočljivim mjestima, u visini očiju.

Oznake se postavljaju u hodnike, stubišta, na izlaze, ali se označavaju i vrata koja ne vode do izlaza radi upozorenja.

Putevi za evakuaciju trebaju biti dobro osvijetljeni. Električna rasvjeta se napaja iz gradske mreže, ali putevi za evakuaciju moraju imati i rezervni izvor napajanja preko generatora ili akumulatora.

Nužna rasvjeta osigurava rasvjetu kada nestane struje u gradskoj mreži. Tada se ovisno o snazi generatora opskrbljuju električnom strujom svi potrošači ili samo nužni u koje se svakako ubraja osvijetljenje puteva i izlaza za evakuaciju.

Protupanična rasvjeta se uključuje automatski nakon nestanka struje ili isključenja sklopke. Takva rasvjeta mora imati automatsko napajanje, čije se akumulatorske baterije pod mrežnim naponom pune, a u slučaju nestanka struje se automatski uključuju. Protupanična rasvjeta mora osigurati rasvjetu od najmanje 10 luksa u vremenu od 90 minuta i mora biti sposobna za ponovno automatsko djelovanje bez ručnog uključivanja.

## 4.2. Segmenti puta za evakuaciju

### Izlazi

Pod izlazima razumijevaju se izlazi iz građevine i izlazi na stubišta. Za uspješnu provedbu evakuacije bitna je širina izlaza, njihov broj i raspored.

-**Širina izlaza**- određuje se na razne načine. Određivanje širine izlaza prema broju osoba u građevini (etaži koja ima najveći broj osoba), namjeni građevine i provedenim mjerama zaštite, primjerice:

- građevina za zdravstvenu skrb 2,5 cm/osobi,
- građevina za zdravstvenu skrb s instaliranim sprinkler uređajem 1,5 cm/osobi
- građevina s visokim požarnim opterećenjem 1,8 cm/osobi
- ostale građevine 1,0 cm/osobi
- ostale građevine s instaliranim sprinkler uređajem 0,8 cm/osobi

Drugi način određivanja izlaza jest prema namjeni prostora i broja osoba, uz korištenje tablice (prema američkim propisima), prema formuli:

$$W = \frac{A}{d \times c} \rightarrow \text{Širina izlaza} = \frac{\text{površina kata (m}^2\text{)}}{\text{gustoća prostora} \times \text{kapacitet po jedinici širine izlaza}}$$

NAMJENA PROSTORA		GUSTOĆA 'd' m <sup>2</sup> /osobi	KAPACITET 'c' broj osoba/jedinici širine izlaza	
			IZLAZI	STUBIŠTA
STAMBENI		18,58	60	45
PROSVJETA	UČIONICA	1,85	100	60
	SPEC. PREDAVAONICA	4,65	100	60
USTANOVE	HOTELI, BOLNICE	11,15	30	22
	RAZNI TRETMANI	22,30	30	22
DVORANE	S FIKSNIM SJEDALIMA	1,39	100	75
	BEZ FIKSNIH SJEDALA	0,65	100	75
	ZA STAJANJE	0,28	100	75
UREDI		9,29	100	60
POSLOVNO PROSTOR		9,29	100	60
PRODAJNI PROSTOR	PRVA ETAŽA	2,79	100	60
	OSTALE ETAŽE	5,57	100	60
INDUSTRIJA		9,29	100	60
SKLADIŠTA		27,87	60	45
OPASNE TVARI		9,29	60	45

Tablica 1. Gustoća zaposjednutosti i kapacitet prema namjeni prostora

Jedinica širine izlaza ovisi o namjeni prostora, tj. O osobama koje su smještene, rade, borave ili su posjetitelji građevini:

- odrasle osobe 56 cm – standardna jedinica širine izlaza,
- osoba u kolicima 80 cm (68 cm + 12 cm za ručni pogon kolica),
- osoba na štakama 84 cm

Primjer:

Za poslovnu građevinu površine 835 m<sup>2</sup> / etaži, treba izračunati potrebni broj jedinica širina izlaza na stubište.

$$A = 835 \text{ m}^2/\text{etaži}$$

$$d = 9,29 \text{ m}^2/\text{osobi}$$

$$c = 60 \text{ Osoba/jedinici širine izlaza (stubišta)}$$

$$W = \frac{A}{d \times c} = \frac{835}{9,26 \times 60} = 1,5 \text{ jedinica širine izlaza}$$

1,5 jedinica širine izlaza iznosi 86 – 110 cm. Odabrana širina izlaza od 90 cm.

#### **- Broj izlaza -**

Broj potrebnih izlaza najčešće se određuje prema broju osoba u građevini:

- |   |          |
|---|----------|
| - za građevinu treba predvidjeti najmanje | 2 izlaza |
| - za građevinu s 500 – 1000 osoba         | 3 izlaza |
| - za građevinu s više od 1000 osoba       | 4 izlaza |

Svaki kat treba imati minimalno dva izlaza (stubišta)

**-Raspored izlaza-** kada građevina ima dva izlaza oni moraju biti na razmaku minimalno ½ dijagonale geađevine. Putevi do izlaza ne smiju se preklapati, jer nastaje gužva, a mogu biti i blokirani.

**-Izlazna vrata** - vrata na putevima za evakuaciju i izlazima moraju biti zaokretna i otvarati se u smjeru izlaženja. Najpovoljnija su jednokrilna vrata kojima je prag u visini poda. Vrata se uvijek moraju moći otvoriti s unutarnje strane bez ključeva, osim kada iz sigurnosnih razloga moraju biti zaključana, ali tada mora uz dovratnik stajati zaplombirani ključ. Vrata ne smiju smanjivati efektivnu širinu puta.

## ***Hodnici***

Širina hodnika ne bi smjela biti manja od 112 cm, s time da se može povećati prema izlazima. Visina hodnika ne bi smjela biti manja od 230 cm. Gabariti hodnika se ne smiju smanjivati građevinskim konstrukcijama i elementima kao što su grede, stupovi i slično, niti odlaganjem opreme, namještaja i drugih predmeta. Podovi ne smiju biti skliski, ne smiju imati promjene u visini (pragovi, stube i slično) i ne smiju se pomicati (tepisi).

## ***Stubišta***

U graditeljstvu postoje razne vrste stubišta: stubišta glede položaja u građevinji, vrste nosive konstrukcije, materijala, oblika. Ovdje će se isključivo razmatrati stubišta kao segment puta za evakuaciju.

Prema položaju u građevini postoji:

- centralno stubište (treba osigurati vatrogasni pristup za spašavanje preko otvora na fasadi ili fasadne stube)
- dva stubišta na krajevima hodnika (postoji kraći put i alternativni put)
- dva vanjska stubišta (u blizini stubišta ne smiju biti otvori na zidovima, minimalna udaljenost do najbližeg otvora je 6 m, postoji alternativni put)

Stubište se može izbaciti izvan gabarita građevine, a ulaz u stubište se osigurava preko vatrootpornih vrata, bočni zidovi su zatvoreni, a čeonu zid je otvoren. U specifičnim situacijama mogu se izvesti fasadne stube koje se koriste samo u nuždi (najčešće se izvode zbog nedostatnosti stuba unutar građevine).

Ovisno o duljini i visini građevine utvrđuje se broj stubišta, međutim svaka građevina bi u pravilu trebala imati barem dva stubišta. U tom slučaju omogućeno je brže i sigurnije napuštanje građevine, a ako je jedno stubište blokirano (zahvaćeno požarom, urušeno ili slično), građevina se može napustiti preko drugog.

Najbolja mjera zaštite je izvesti stubišta kao zasebni požarni sektor, minimalne vatrootpornosti 60 minuta. Stubište se može zaštititi i sprinkler uređajem.

Širina stubišnog kraka ne bi smjela biti manja od 112 cm, širina podesta ne smije biti manja od širine kraka. Visina jednog kraka ne smije prijeći 270 cm, a maksimalni nagib 30<sup>0</sup>. Minimalna visina stubišta je 230 cm.

Najpovoljniji odnos je: širina gazišta stube je 29 cm, a visina stube 17 cm. Minimalna širina gazišta je 25 cm, a maksimalna visina stube je 19 cm. Duljina kraka i visina stuba ne smiju se mijenjati jer bi inače moglo doći do spoticanja i padanja. Gazišta moraju imati hrapavu površinu. Blagi pad sprječava zadržavanje vode, a čelo stube je okomito ili malo zakošeno.

Preporuča se da ograda ne bude od gorivog materijala, najmanje visine 1 metar, s rukohvatom bez detalja koji mogu zahvatiti odjeću.

*Zadimljavanje stubišta* poseban je problem. Odimljavanje stubišnog prostora može se izvesti preko otvora na najvišem mjestu, površine 5% stubišnog prostora, a minimalno 1 m<sup>2</sup>. Zaštita stubišta od zadimljenja može se postići izvedbom 'tampon zone' ispred stubišta, minimalne širine 112 cm i duljine 180 cm. Strop u tampon zoni mora biti minimalno 50 cm iznad vrata.

Građevinske konstrukcije koje ograđuju tampon zonu moraju imati vatrootpornost od minimalno 60 minuta. Vrata na ulazu u tampon zonu trebaju biti vatrootporna 60 minuta, a prema stubištu 30 minuta.

Vrata trebaju biti dimnonepropusna i automatski se zatvarati. U tampon zoni se provodi prisilna ili prirodna ventilacija.

### ***Rampe***

Rampe služe za savladavanje visine. Izvode se u hodnicima i prolazima kada stubište ima manje od tri stube, odnosno gdje stube nisu uočljive, da ne dođe do spoticanja i padanja. Optimalni nagib je 5% (za invalide), a izvode se pod nagibom maksimalno 1:8 – 1:10. Danas se rampe izvode u gotovo svim javnim ustanovama kako bi se omogućilo kretanje invalida na kolicima.

### ***Dizala***

Korištenje dizala za vrijeme nepoželjnih događaja (požar, eksplozija, potres i slično) vrlo je rizično. U slučaju požara dopušteno je koristiti samo sigurnosno dizalo, čiji prostor mora biti zasebni požarni sektor, a za pogon mora imati vlastiti generator (agregat), neovisan o električnoj instalaciji i izvoru napajanja. Građevine više od 75 m morale bi imati sigurnosno dizalo, koje bi u slučaju potrebe koristilo pučanstvu za evakuaciju, a gasitelji tijekom intervencije.

## 5. TAKTIKA GAŠENJA POŽARA NA VIŠIM OBJEKTIMA

Kao što je već rečeno, jedan stan u stambenom objektu predstavlja jedan požarni sektor, koji će određeno vrijeme ograničiti širenje požara. Nastali požar u zatvorenom prostoru, jednoj prostoriji, razvijati će se zavisno o količini svježeg zraka, odnosno preprekama, vratima koje će određeno vrijeme sprečavati daljnje širenje požara na susjedne prostore.

Današnji konstrukcijski elementi zgrada izrađeni su od negorivih materijala. Vertikalno širenje kroz stropove i podove praktički je onemogućeno duže vrijeme sve dok uslijed djelovanja topline ne dođe do popuštanja čvrstoće, te do urušavanja, tj. širenja požara kroz pukotine ili otvore. Horizontalno širenje požara ovisi o vatrootpornosti zidova, prozora i vrata. Zidovi u pravilu imaju veću vatrootpornost od prozora i vrata, te će se nastali požar širiti kroz vrata u druge prostorije ili na stubište, a vjerojatnije je širenje požara kroz prozore, uslijed pucanja prozorskih stakala na više katove. Pucanjem prozorskih stakala, do mjesta požara dolazi svježi zrak koji rasplamsava gorenje. Zračne struje jače su što je mjesto požara više, pa plameni jezici prenose požar na više katove preko prozorskih i balkonskih otvora. Često se dogodi da požar preskoči prvi kat, te se proširi na drugi ili treći iznad mjesta nastanka požara. Dim se vrlo lako širi stubištem, zbog uzgona prema višim etažama, te uvelike otežava spašavanje i evakuaciju iz viših katova objekta.

Svi ti čimbenici nam govore da se treba bazirati na *'smanjenje vremena do početka gašenja'*.

Predpostavimo da se požar dogodio u višem objektu. Operater JVP-a zaprima dojavu o tom događaju, te alarmira najbližu vatrogasnu postrojbu, na intervenciju kreće 'gasni vlak', zapovjedno vozilo, navalno vozilo, autoljestva, autocisterna.

Dolaskom na mjesto intervencije zapovjednik (voditelj intervencije) vrši izviđanje:

- obavještava VOC, raspoređuje vozila, s navalnom grupom vrši kratko izviđanje radi odabira taktičkog djelovanja, **utvrđuje jesu li ugroženi ljudi, životinje, imovina...**, ako su ugroženi ljudi i životinje odmah izdaje zapovijed za spašavanje, utvrđuje što je zahvaćeno požarom, mjesto i način gorenja tvari, konstrukciju, objekta, putove širenja požara te opasnosti iz toga, putove spašavanja i djelovanja vatrogasne postrojbe, koristi se podacima od odgovorne osobe tvrtke....

Odnosno voditelj intervencije u trenutku vremena mora izvršiti: *izviđanje - procjenu situacije (dogadaja) - odluku o načinu djelovanja - zapovjed.*

Zapovjed mora biti: kratka, jasna, ostvariva, tj. treba sadržavati sljedeće elemente:

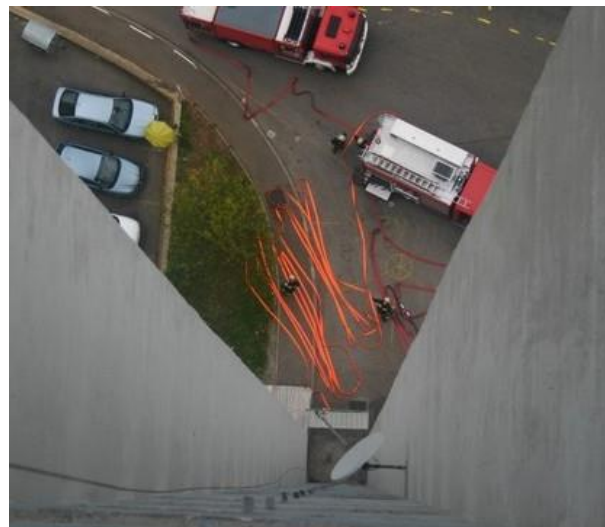
- tko treba izvršiti postavljeni zadatak
- što treba učiniti, na kom mjestu (gdje)
- te kako i s kojim sredstvima učiniti

Kad je zapovjed izdana, posade navalnih vozila 1 i 2, zajedno sa voditeljem intervencije, stubištem se penju do predmetne etaže (etaža ispod mjesta požara), noseći opremu za podizanje tlačne vertikalne na visoki objekt, opremu za dva "C" mlaza vode, razdjelnicu B/B2C, opremu za dva mlaza visokog pritiska i termodiferencijalnu kameru;

Posada navalnog vozila 1, spaja se na suhi hidrantski vod i u slučaju ispravnosti njime započinje gašenje požara;



Sl.4.Spajanje na S.H.V.



Sl.5.Priprema za vertikalnu V.T.

U slučaju neispravnosti suhog hidrantskog voda, sa navalnog vozila postavlja se vertikalna visokog tlaka, do predmetne etaže (ako se požar razvija na ili prema poziciji adekvatnoj za podizanje i osiguranje vertikalne), na način da se povlači i dužina cijevi potrebna za razvoj mlaza do samoga požara;





Sl.6. Podizanje vertikale visokog tlaka



Sl.7. Povlačenje pomoću 'Protectora'



Sl.8. Postavljena vertikala v.t.



Sl.9. Osiguravanje vertikale v.t.

-Vertikala visokog tlaka po postavljanju osigurava se vezivanjem, te navalna grupa započinje sa gašenjem;



Sl.10. Gašenje visokim tlakom

- ako za to postoji potreba podiže se "B" tlačna vertikalna do predmetne etaže,



Sl.11. Postavljena vertikalna 'B' cijevne pruge



Sl.12. Spajanje na razdjelnicu

- "B" tlačna vertikalna po postavljanju osigurava se vezivanjem;
- sve tlačne vertikale se u zavisnosti, o mogućnosti, postavljaju uz požarno stubište,
- alternativa - postavljanje tlačne vertikale uz stubišno okno ili po samom stubištu;
- u zavisnosti o mogućnosti pristupa i dosega, za kretanje vatrogasaca do predmetne etaže, podizanje i osiguranje tlačnih vertikala, podizanje opreme te za gašenje požara, koristi se auto-ljestva odnosno platforma;
- prema potrebi obavlja se ventilacija stubišta tlačnom ventilacijom;

## 5.1. Suhi hidrantski vod

Kako se već i u samoj taktici spominjalo ukoliko je suhi hidrantski vod isparavan, vozilom se spajamo na njega te počinjemo sa tlačenjem vode u hidrantski vod.

Najveća prednost suhog hidrantskog voda je u tome što već imamo položenu tlačnu prugu pa nam je iz tog razloga uvelike olakšana intervencija.

Ostale prednosti su u vrlo jednostavnoj primjeni i relativno brzom ispunjavanju suhog hidrantskog voda vodom.

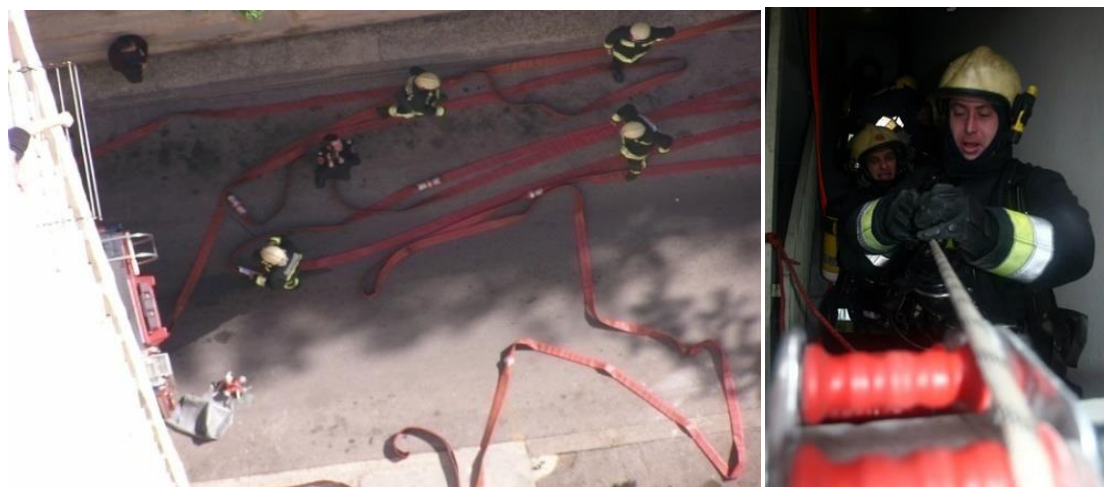
Nedostaci kod korištenja suhog hidrantskog voda proizlaze iz dugotrajnog pregleda ispravnosti cijelog hidrantskog voda bez obzira na etažu na kojoj se desio požar i vrlo često same neispravnosti voda, što za sobom nosi nemogućnost interveniranja i traženje novog načina dovoda sredstva za gašenje na visoki objekt.



Sl.13. Hdrantski priključak ispred ulaza u zgradu Sl.14. Neispravni zidni hidrant

## 5.2. "B" Cijevna pruga

U slučaju neispravnosti suhog hidrantskog voda najčešće se koristi podizanje "B" cijevne pruge do predmetne etaže, te korištenje 2 do 3 "C" mlaza vode. Navalne grupe samim odlaskom na visoki objekt sa sobom nose i pripadajuću opremu za podizanje vertikala, tako da u slučaju odluke o podizanju tlačnih pruga nisu potrebne dodatne radnje. Kapaciteti vode dovodom na ovaj način su zadovoljavajući što nam daje mogućnost odabira mlaznica i vrsta mlaza. U svakom slučaju treba voditi računa o gubitku tlaka zavisno o visini vertikale (10 m-1 bar)



Sl.15. Priprema za vertikalnu 'B' cijevne pruge

Sl.16. Podizanje 'B' pruge

Podizanje "B" tlačne pruge iznimno je težak fizički posao za kojeg je potrebno više ljudi. Već sama priprema pruge u podnožju objekta oduzme dosta vremena i napora, a cijeli zadatak dobivanja vode na više katove objekata traje i do 20 min. Svakako u ovom djelu moramo spomenuti visinsku mehanizaciju koja je kod ovakvih intervencija od velike koristi. Autoljestva ili platforma iako ne dosežu predmetne katove mogu poslužiti za podizanje vertikala do određene visine.

Kod podizanja su neizostavni dio 'Protektori'. Prilikom rada sa užetom i cijevima, rijetko kada se dogodi da ono ne dodiruje beton ili neki drugi dio objekta na kojem se radi. Prilikom takvog dodirivanja materijal se haba i postupno unuštava. Da bi se izbjegle takve i slične situacije koristi se zaštita za to, tzv. protektori. Postoje obični i modularni protektori.

## 6. GAŠENJE VISOKIM TLAKOM

Gašenje vodom, pod visokim tlakom je nova tehnologija, u razvoju u usporedbi sa standardnim principom gašenja, gašenje vodenim kapljicama odnosno vodenom maglom dijeluje na podlogu sa vrlo dobrim učinkom.

Vodena magla je ustvari sastav vrlo sitnih vodenih kapljica, kojima je promijer približno 50  $\mu\text{m}$ . Gašenje se ostvaruje na način da se voda pod visokim tlakom (iznad 15 bara), pomoću visokotlačne pumpe, pomoću cijevi, visokotlačnim cijevima promijera 38 mm, dobavlja do visokotlačne mlaznice. Kombinacija optimalne veličine kapljica i raspoređenosti kapljica pod visokim tlakom osigurava da vodena magla lako prodire duboko u žarište požara i brzo veže na sebe toplinu i hladi dimne plinove.

Učinci gašenja: ohlađivanje, absorpcija, inercija

Dodatno se odstranjuju (inercijom), dimni plinovi u zraku, pa vatrogascima omogućuje da lakše ulaze u prostor gašenja.

- Prednosti su:
- znatno manja količina vode za gašenje
  - mnogo veći učinak hlađenja
  - znatno učinkovitija zaštita od isijavanja topline
  - znatno manja dimenzija cijevi i težina armatura

Zbog svih tih kvaliteta gašenja, tehnologija gašenja visokim tlakom je jako zanimljiva i učinkovita u određenim primjerima uporabe, npr. kod gašenja požara na višim objektima.



Sl.17. Dobivanje više mlazova visokog tlaka na višem objektu

## 6.1. Primjena visokog tlaka

Veliki broj požara zatvorenog prostora pogasi se mlazom visokog tlaka. Ukoliko se na mjesto intervencije dođe u trenutku kada je požar u početnoj ili razvojnoj fazi mlazom visokog tlaka uz vrlo dobre karakteristike današnjih pištolj mlaznica požar će biti vrlo brzo pogašen.



Sl.18. Ugrađena oprema na vozilu za visoki tlak

Međutim do nedavno, na požarima visokog objekta se nije koristila za prvi napad iz razloga što nismo bili u mogućnosti napraviti 2 ili više mlazova za štíćenje ili gašenje požara koji se vertikalno ili horizontalno širi (preskakanje katova, širenje požara na grupu prostorija ... ).

Priprema, podizanje i osiguranje vertikale visokog tlaka neusporedivo je lakše i brže od prije navedenog "B" tlačnog voda prije svega zbog težine cijevi. Težina prazne cijevi visokog pritiska iznosi 6,5 kg, dok je težina "B" tlačne cijevi 12,5 kg

## 6.2.Osvrt

- svaka odabrana taktika ima svojih prednosti i nadostataka;
  - težina i zahtjevnost intervencije ovisi svakako i o fazi razvoja požara u kojem se nalazi u trenucima našeg dolaska na mjesto intervencije;
  - zahtjevnost intervencije uvelike proizlazi iz činjenice da se kod većih požara na predmetnu etažu podižu više pruga ( vertikalala );
  - način podizanja, odabir cijevi i težina vertikalala presudne su u borbi sa vremenom.
- 
- vatrogasnim vozilima mora biti omogućen prilaz s onih strana gdje su prozori, vrata ili drugi otvori.
  - vatrogasni prilaz za jednosmjerni promet mora biti širine najmanje 3 metra, a radijus zakretanja mora biti veći što je prilaz uži.
  - površina za operativni rad vatrogasnih vozila mora biti širine najmanje 5,5 metra za objekte visine do 40 metara, a 7 metara za objekte više od 40 metara, mora izdržati osovinski pritisak od 10 tona i ne smije imati veći nagib od 10 %.

### 6.3. Gašenje viših objekata upotrebom visokog tlaka

U javnim vatrogasnim postrojbama zadnjih dvadesetak godina, koristi se visoki tlak, a najčešće se koristi na požarima zatvorenog prostora. Naime, krajem osamdesetih godina počela su u postrojbama stizati TAM vozila nadogradnje izrađene u „VATRSPREM“-u.

Vozila su po našim željama imala visokotlačne pumpe sa izvodima na vitlo i zaseban tlačni Ø 38 izlaz. Svih tih godina poznavajući nedostatke visokog tlaka željelo ga se je prilagođavati i unaprijeđivati da bi smo ga mogli koristiti u što većoj mjeri. Iz svega poznatog, a najviše iz razloga težine cijevi visokog tlaka najviše se razmišljalo o uporabi visokog tlaka na požarima visokih objekata. Razvojem vatrogasne tehnike i opreme razmišljanja su se sve više bazirala na bolju iskoristivost visokog tlaka.

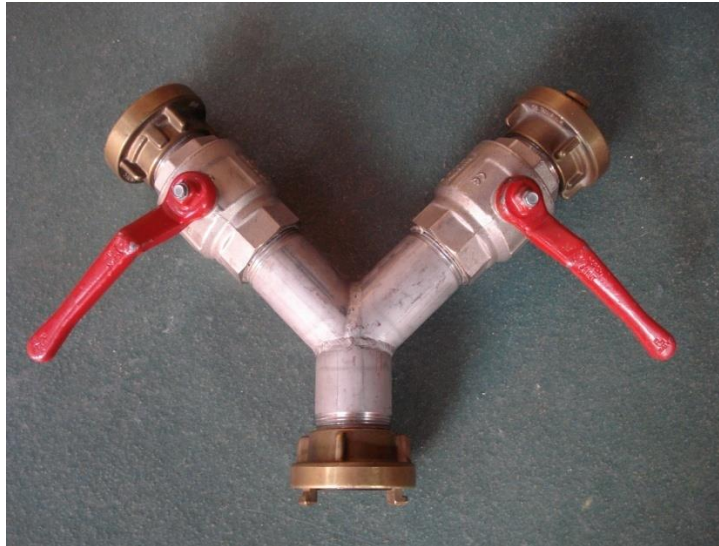
Nakon dugog niza godina, 1996. godine u suradnji sa tvrtkom „ BMD-OPTIMA “ napravljen je prototip trodijelna razdjelnice visokog tlaka, no s obzirom da je bila lijevana od mesinga i iz tog razloga težila 10 kg. nije ulijevala nadu da bi se kao takva mogla prihvatiti za upotrebu.



Sl. 19. Trodijelna razdjelnica visokog tlaka

Dvadesetak godina kasnije isti projekt počeo se realizirati sa tvrtkom „ MG-RIJEKA „ i napravljena je lakša dvodijelna razdjelnica sa ventilima PN 40 bara koji nisu zadovoljavali uvjete za dobivanje uvjerenja o upotrebi. Problemi sa neadekvatnim ventilima opet su projekt stavili u tzv. stanje mirovanja.





Sl.20. Dvodijelna razdjelnica visokog tlaka sa ventilima PN, 40 bara

Ponovnim angažiranjem tvrtke „ BMD – OPTIMA“ vraća se sve na sami početak i ponovnom suradnjom dolazi se do izrade dvodijelne razdjelnice visokog tlaka sa ventilima PN **63 bara** za koju se dobiva uvjerenja o upotrebi.



Sl.21. Dvodijelna razdjelnica visokog tlaka sa ventilima PN, 63 bara

Po dobivanju svih atesta vezanih za razdjelnicu u svrhu testiranja i uspoređivanja napravljena je vježba istovremenog podizanja „B“ tlačne pruge i 2 „C“ mlaza vode i podizanja vertikale Ø 38 tlačnih cijevi sa također 2 mlaza vode. Vježba je napravljena u ulici Franje Čandeka 23 / B koja je ujedno i najviši objekt u gradu Rijeci.



REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA UPRAVA ZA ZAŠTITU I SPAŠAVANJE  
UČILIŠTE VATROGASTVA I ZAŠTITE I SPAŠAVANJA  
Centar za tehniku zaštite i spašavanja  
Z A G R E B, Ksaverska cesta 107  
Tel. 385 57 11  
Fax. 467 30 08

Klasa: 214-05/09-03/36  
Ur. broj: 543-01-09-04-10-3  
Zagreb, 12. veljače 2010.

Temeljem članka 21. Zakona o zaštiti od požara ( "Narodne novine", broj 58/93 ), članka 172. Zakona o općem upravnom postupku ( "Narodne novine", broj 53/91 ) i rješenja MUP-a RH broj 511-01-208-UP/I-6658/2-09. od 29. listopada 2009. godine, a na zahtjev naručitelja "BMD POTIMA" d.o.o., Rijeka, Rujevica 6, izdaje se

## UVJERENJE

da je **VISOKOTLAČNA DVODIJELNA RAZDJELNICA SA SLAVINAMA "H/2H"** ( **NP 60** ) proizvođača "BMD OPTIMA" iz Rijeke, ispravna i podobna za namijenjenu svrhu.

Ovo uvjerenje izdaje se temeljem ispitivanja prototipa razdjelnice koje je obavljeno dana 7. studenoga 2009. do 5. veljače 2010. godine kod proizvođača i u Učilištu ( Zapisnik o ispitivanju klasa: 214-05/09-03/36, ur. broj: 543-01-09-04-10-2 ).

Upravna pristojba po tarifnom broju 1. i 4. Zakona o upravnim pristojbama ( "Narodne novine", broj 8/96 ) u ukupnom iznosu od 50 kn naplaćena je sukladno članku 13. stavku 1. Zakona o upravnim pristojbama i poništena na uvjerenju.

( MP )

POMOĆNIK RAVNATELJA  
DRŽAVNE UPRAVE -  
RAVNATELJ UČILIŠTA:

Branko Smrekar, dipl.ing.

Sl.22. Uvjerenj za visokotlačnu dvodijelnu razdjelnicu

## 6.4. Test vježba na višem objektu

<p>Vertikala Ø 38</p> <p>Težina cijevi – 6,5 kg</p> <p>6 cijevi x 6,5 kg. = 39 kg</p> <p>Količina vode 1 m – 1,13 l</p> <p>90 m x 1,13 l = 101,7 l</p> <p>tež. vode + tež. cijevi</p> <p>101,7 + 39 = 140,7 kg</p> <p><b>Težina vertikale</b></p> <p><b>140,7 kg</b></p>		<p>Vertikala Ø 75</p> <p>Težina cijevi – 12,5 kg</p> <p>6 cijevi x 12,5 kg. = 75 kg</p> <p>Količina vode 1 m – 4,4 l</p> <p>90 m x 4,4 l = 396 l</p> <p>tež. vode + tež. cijevi</p> <p>396 + 75 = 471 kg</p> <p><b>Težina vertikale</b></p> <p><b>471 kg</b></p>
--	---	--

Sl.23. Položene vertikale na objektu F. Čandeka 23 B, Rijeka,( 30 katova ~ 90 m. )

Uz testiranje razdjelnice i ažuriranje podataka na ovoj vježbi su testirane i ostale vatrogasne armature koje su se razvijale usporedo sa razdjelnicom.

Tablica 2. Vremenska usporedba polagsnja vertikala

Ø 38	Mjerenje vremena	Ø 75
3' 00"	Podizanje vertikale	6' 20 "
6' 15"	Dobivanje vode	14' 10"
45 bara	Tlak na vozilu	14 bara
15 bara	Tlak na mlaznici	3 bara



Sl.24. Visokotlačna monsun mlaznica

Sl.25. Visokotlačna monsun mlaznica

Vrlo dobre karakteristike Ø 52 „ MONSUN „ mlaznice htjele su se prijenjeti i na visoki tlak. Zabilježena je vrlo dobra raspršenost mlaza kao i sami domet. Dužina mlaznice podsjeća nas na stare tipove monsunki koje su bile na svim navalnim vozilima i koje su bile obavezne pri gašenju zatvorenog prostora. Smatra se da su navedene mlaznice nepravedno zanemarene i da je ovo možda prilika za vraćanje mlaznica za vodenu maglu.

Tablica 3. Karakteristike monsun mlaznice

TLAK	PROTOK (l/min)	DOMET MLAZA	ŠIRINA MLAZA
2	22,5	3,5	0,9
3	27,2	3,5	0,9
4	31,3	4	0,9
5	34,6	4,5	0,9
6	38	6	0,9
7	41,2	6	0,7
8	44	5,2	0,7
9	45	5,5	0,7
10	50	6	0,7
14	57,5	6,3	0,7
17	64,5	6,3	0,7
20	75	7	0,7
23	82	7,5	0,7
26	85	8,5	0,7
32	90	11	0,7
40	100	12	0,7

Ovakve vrijednosti protoka vode vrlo su zanimljivi kada znamo koliko se posljednjih godina vodi briga o potrošnji sredstva za gašenje na požarima zatvorenog prostora.

Sa upotrebom mlaza 70 % - tnog učinka izračun potrebnih sredstava za gašenje bio bi vrlo zadovoljavajući na račun vrlo male količine vode koja se troši.

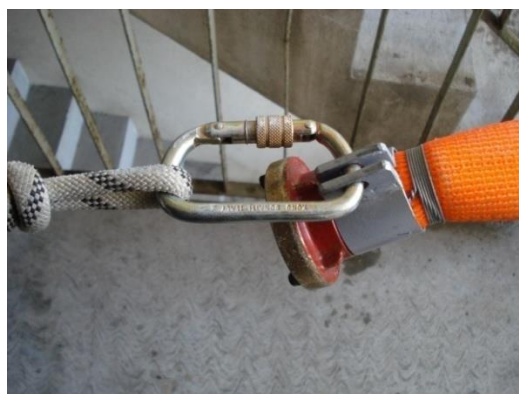
Daljnjim izračunom korisne i nekorisne vode došli bi do maksimalnih količina vode koje su nam potrebne na mjestu intervencije, a rezultati nebi prelazili količine koje imamo u spremniku navalnih vozila.

Vežanje spojke cijevi za podizanje ponekad traje i duže vrijeme nego što bi željeli. Mjesto vezivanja također zna predstavljati problem koji nam uvelike ovisi o brzini interveniranja. Vežanje cijevi u smislu osiguranja vertikale također je jako bitno jer ukoliko se cijev zaveže na dijelu tlačne cijevi ( a ne spojke ) sva težina vode zajedno sa težinom cijevi stegne ovoj oko cijevi i često predstavlja dodatno naprezanje cijevi i prepreku dovoda vode.

Na navedenoj vježbi testirana je tzv. obujmica koja se sa svojim metalnim dijelom postavlja odmah ispod spojke cijevi, te u svojoj zatvorenoj poziciji ima ušicu za kopčanje karabina kojim podižemo ili osiguravamo vertikalu.



Sl.26. Obujmica spojke za dizanje



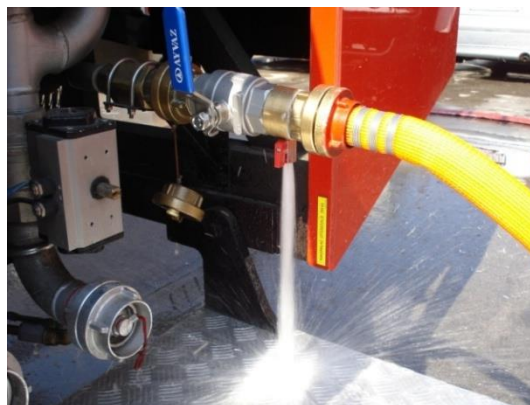
Sl.27. Veživanje vertikale visokog tlaka

Prilikom rada sa visokim pritiskom postojao je problem rasterećenja i pražnjenja pruge.

U tu svrhu izrađena je spojka sa ventilom koji se prikopča na sami tlačni izlaz iz vozila. Na kućištu su smješteni glavni ventil i manji rasterećavajući ventil.



Sl.28. Ventil za rasterećenje



Sl.29. Ventil za rasterećenje u funkciji

Tlačne cijevi ispunjene vodom neotporne su na oštre bridove i vrlo lako pucaju. Na račun umetka za cijev opterećenje na pregibima i mogućnost pucanja cijevi uvelike se smanjuje. Koljeno je potrebno staviti na pregib (balkon, istaka, okno prozora ...) te osigurati vezivanjem užetom za čvrsto sidrište.



Sl.30. Koljeno za smanjenje opterećenja

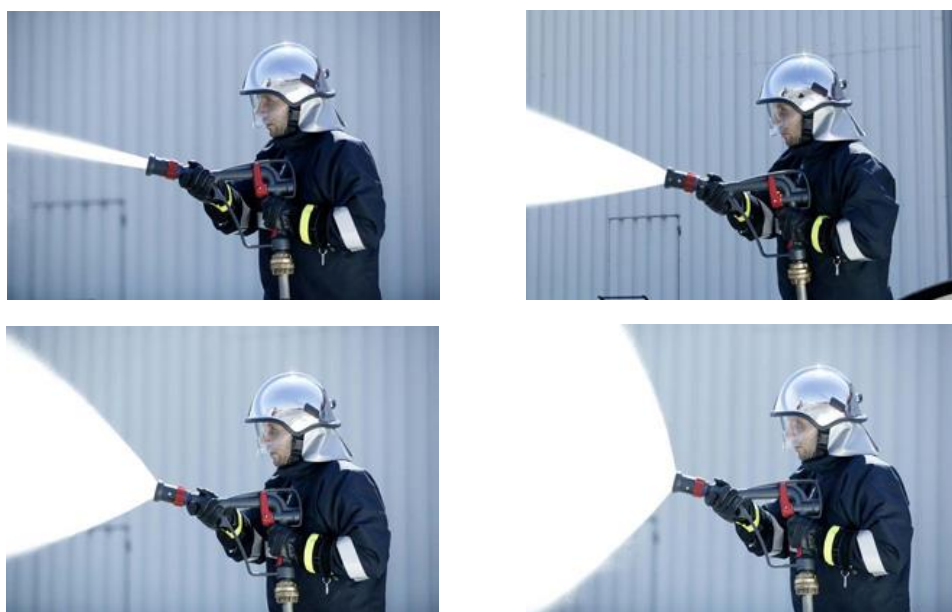
## 6.5. Ostale armature visokog tlaka

Mlaznice za visoki tlak, još uvijek su u razvoju, te postaju sve laganije i jednostavnije za upotrebu, te sve učinkovitije, jedna u nizu je Rosenbauer Nepiro Ergo. Kombinacija tehnologije visokog pritiska i mlaznice s O-protokom omogućuje posebno finu atomizaciju vode. Male kapljice isparavaju kompletno što odstranjuje maksimalan iznos energije iz vatre, samim tim manja šteta na građevini.



Sl.31. Mlaznica za visoki tlak Rosenbauer Nepiro Ergo

Laka prilagodba mlaza. Oblik mlaza se može lako i brzo prilagoditi za vrijeme trajanja intervencije okretanjem mlaznice. Između punog mlaza i zaštitnog vodenog oklopa potreban je okret od samo 90 stupnjeva, što znači da se sve funkcije mlaznice mogu koristiti bez promjene stiska ruke.



Sl. 32. Razni oblici mlazova

H500 i H500ST serija automatskih mlaznica za rad s visokim tlakom. Specijalni sklop unutar mlaznice vrši automatsku kontrolu tlaka i bez obzira na oscilacije u tlaku, održava konstantan protok i uvijek maksimalno iskorištava vodu bez potrebe za stalnim podešavanjem mlaza. Dostupno nekoliko dodataka koji se mogu jednostavno montirati na mlaznicu.



Sl.33. Mlaznica za visoki tlak H 500



Sl.34. Mlaznica za visoki tlak H 500ST

## 6. 6. CCS Kobra

Kobra kao novi sistem gašenja i rezanja na visoki tlak označava revoluciju u borbi protiv požara.



Sl. 35. CCS Cobra - sistem za gašenje i rezanje visokim tlakom



Firma Franz Wiedermann, vatrogasna tehnika, predstavila je na Retteru 2004, u Welsu novu vrstu sprave za gašenje i rezanje na visoki tlak, što predstavlja revoluciju u borbi protiv požara.

Radi se o jednom sistemu za gašenje vatre koje je razvijeno u Švedskoj, a koji je u mogućnosti da u zatvorenim prostorima spriječi zloglasni Flashover & Backdraft. Vatrogasci sa kobra-sistemom prvi puta imaju mogućnosti gasiti vatru izvana i na taj način se efikasno boriti protiv opasnosti požara.

Kobra-sistem uz pomoć tlaka vode od otprilike 250 bara i uz dodatak abrazivne mješavine reže u roku od nekoliko sekundi rupu u vanjski zid gorućeg objekta. Na taj način je u mogućnosti u najkraćem vremenu uz pomoć raspršavajućeg 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.



Sl. 36. Simulacija gašenja CCS Cobrom

Za napomenuti je da se na osnovu fine raspršavajuće magle troši samo mala količina vode, što znači da se dodatne štete mogu spriječiti. Zbog brzog ishlapljivanja fine raspršavajuće magle nastaje vodena para koja stvara brzo hlađenje temperature. Kobra-sistem u roku od nekoliko sekundi omogućava hlađenje do ispod 100 ° C.

*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.



Sl. 37. Ugradnja CCS Cobra na vozilo

Sistem se sastoji od sljedećih dijelova: 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.

Ovaj sistem ima svoju budućnost i baca u sjenu sve dosadašnje sisteme za gašenje na visoki tlak. Stručnjaci ga u cijelom svijetu preporučuju i tako predstavlja odlučujući napredak u borbi protiv požara koji opravdava očekivanje za znatnim smanjenjem ljudskih žrtava i materijalne štete.

## **Zaključci:**

Razvojem tehnike i opreme u vatrogastvu, pogotovo zadnjih dvadesetak godina mijenjala se i taktika, samim time se i operativnost podigla na jedan viši nivo. Tehnika i oprema nabavljena u zadnjih nekoliko godina zadovoljava visoke standarde i možemo reći da smo ravnopravni sa vatrogasnim postrojbama najvećih Europskih gradova.

Sve navedeno kroz ovaj rad ide u prilog usavršavanju i poboljšanju opreme koju posjedujemo. Uzimajući u obzir spoznaju, da je cijeli projekt trajao gotovo 15 godina i da su pojedinci unijeli u njega svoje slobodno vrijeme i mnogo truda onda je to još jedan razlog da ga se na ovaj način i prezentira.

Moramo napomenuti da sva nova iskustva ne znače da se sve od prije naučeno i korišteno zaboravi, već da se samo upozna sa nečim novim, možda lakšim. Svaki pojedinac ( voditelj ) izabrat će svoj način, a i samo poznavanje više načina rada čini nas pametnijima i odlučnijima u procjenama.

Uporaba visokog tlaka na požarima visokih objekata uistinu je lakša u usporedbi, s radom sa cijevima većeg promjera. Sama težina cijevi i podaci sa vježbe govore navedenome u prilog .

Ono što se visokom tlaku pripisivalo kao glavni nedostatak to je bila nemogućnost rada sa više mlazova u slučaju vertikalnog ili horizontalnog širenja požara. Razdjelnicom Ø38 / 2xØ38 anuliran je taj nedostatak, a protok na 2xØ38 mlaza sa mlaznicama odličnih karakteristika u potpunosti zadovoljava uvjete dometa mlaza i količine vode za formiranje mlazova. Ostale predstavljene sprave i oprema također idu u prilog poboljšanju opreme.

Prelazak na novije sustave - **CCS Kobra**. Treba da prođe jedan vremenski period, da se i kod nas prihvati, te da se počne razvijati i prakticirati za što efikasniju upotrebu gašenja požara kao što je, *gašenja požara na višim objektima*.

Praksom periodičnog vježbanja gašenja na višim objektima koja se upražnjava u Javnim vatrogasnim postrojbama Primorsko-goranske Županije i poznavanjem taktike i opreme za tu vrstu požara, podiže se samopouzdanje i rutina pri interveniranju, a sve u cilju **skraćanja dragocjenog vremena do početka gašenja** i što kvalitetnijeg i bržeg saniranja ( gašenja ) požara.

## 7. LITERATURA

1. internet -<http://www.hvz.hr/gasenje-pozara-visokih-objekata/>
2. internet -<http://www.vatrogasci-rijeka.hr/visokiobjekt.htm>
3. internet -<http://www.accuro.at/sl/tehnologija/sistemi-za-gaenje-z-vodo-pod-visokim-pritiskom.html>
4. internet -<http://blog.dnevnik.hr/vzgsvetanedelja1993/2010/05/1627534321/vi-strucni-skup-vatrogasaca-u-opatiji-1dan-predavanja.html>
5. internet -[http://www.mistar.hr/vatrogasna\\_oprema\\_mlaznice\\_nepiro\\_ergo.php](http://www.mistar.hr/vatrogasna_oprema_mlaznice_nepiro_ergo.php)
6. internet -[http://www.gasop.net/?page\\_id=1462](http://www.gasop.net/?page_id=1462)
7. internet -<http://www.waterousco.com/international/SERBIA/Rear-Mount-Fire-Pumps/>
8. mr Željko Popović...: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika – Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica, 2006.
9. Stjepan Fišter, mr.sc. Ljerka Kopričanec-Matijevac .... Zaštita od požara u graditeljstvu – Zagreb, 2001.

## POPIS SLIKA:

Slika 1. Posljedice požara na višem objektu .....	1
Slika 2. Širenje požara na etažu iznad.....	6
Slika 3. Dizanje vrućih plinova i plamena po fasadi.....	8
Slika 4. Spajanje na suhi hidrantski vod.....	18
Slika 5. Priprema za vertikalnu visokog pritiska.....	18
Slika 6. Podizanje vertikale visokog pritiska.....	19
Slika 7. Pomoćni mostić.....	19
Slika 8. Postavljena vertikala visokog pritiska.....	19
Slika 9. Osiguranje vertikale.....	19
Slika 10. Gašenje visokim tlakom.....	20
Slika 11. Postavljena vertikala 'B' cijevne pruge.....	20
Slika 12. Spajanje na razdjelnicu.....	20
Slika 13. Hidrantski priključak ispred ulaza u zgradu.....	21
Slika 14. Neispravni zidni hidrant.....	21
Slika 15. Priprema za vertikalnu 'B' cijevne pruge.....	22
Slika 16. Podizanje 'B' pruge.....	22
Slika 17. Dobivanje više mlazova visokog pritiska na visokom objektu.....	23
Slika 18. Oprema za visoki pritisak.....	24
Slika 19. Trodijelna razdjelnica visokog pritiska.....	26
Slika 20. Dvodijelna razdjelnica visokog pritiska sa ventilima PN, 40 bara.....	27
Slika 21. Dvodijelna razdjelnica visokog pritiska sa ventilima PN, 63 bara.....	27
Slika 22. Uvjerenj za visokotlačnu dvodijelnu razdjelnicu.....	28
Slika 23. Položene vertikale na objektu F. Čandeka 23 B, Rijeka.....	29
Slika 24. Visokotlačna monsun , mlaznica.....	30

Slika 25. Visokotlačna monsun mlaznica.....	30
Slika 26. Obujmica spojke za izanje.....	31
Slika 27. Vezivanje vertikale visokog pritiska.....	31
Slika 28. Ventil za rasterećenje.....	32
Slika 29. Ventil za rasterećenje u funkciji.....	32
Slika 30. Koljeno za smanjenje opterećenja.....	32
Slika 31. Mlaznica za visoki tlak Rosenbauer Nepiro Ergo.....	33
Slika 32. Razni oblici mlazova.....	33
Slika 33. Mlaznica za visoki tlak H 500.....	34
Slika 34. Mlaznica za visoki tlak H 500ST.....	35

#### POPIS TABLICA:

Tablica 1. Gustoća zaposjednutosti i kapacitet prema namjeni prostora.....	13
Tablica 2. Vremenska usporedba polagsnja vertikala.....	29
Tablica 3. Karakteristike „ monsun „ mlaznice.....	30