

# Zaštita od požara informatičke opreme

---

**Benković, Dalibor**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:128:568974>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**



**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

Dalibor Benković

# **ZAŠTITA OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2017.

University of applied science Karlovac  
Safety and protection department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Dalibor Benković

# **FIRE PROTECTION OF IT EQUIPMENT**

Karlovac, 2017.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Dalibor Benković

# **ZAŠTITA OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr.sc. Đorđi Todorovski

Karlovac, 2017.



## 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 Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 16.06.2017.

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Dalibor Benkovci

Matični broj: 0415611062

Naslov: ZAŠTITA OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME

Opis zadatka:

- općenito o informatičkoj opremi
- razvoj i širenje požara u zatvorenoj prostoriji
- općenito o sustavima zaštite od požara serverskih prostorija
- opis stanja i prijedlog mjera zaštite od požara na odabranom primjeru serverske prostorije

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

05/2017

06/2017

06/2017

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

mr.sc. Đorđi Todorovski, viši predavač

Mr.sc. Snježana Kirin, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Zahvalio bih se mentoru mr.sc. Đorđiju Todorovskom na podršci, vođenju i pomoći tokom pisanja ovog rada, te na njegovim izvanrednim predavanjima koja su mi značajno olakšala pisanje ovog rada.

Također zahvalio bih se pročelnici Odjela Sigurnosti i zaštite mr.sc. Snježani Kirin, profesorima mag.ing.cheming. Lidiji Brcković, i dipl.ing. Marku Ožuri na motivaciji i pomoći tokom rada. Zahvalio bih se Informatičkoj službi Veleučilišta u Karlovcu, Goranu Žugelju i Saši Lugaru na ustupanju serverske sobe za izradu ovog rada, kolegama s posla, te svim prijateljima na podršci, pogotovo Ivi Torbar na motivaciji da ovaj rad završim što prije i Stelli Babić na čeličnim žvcima.

Nadasve, zahvalio bi se svojim roditeljima Josipu i Ljubici te sestri Lidiji na strpljenju i pomoći tokom cijelog školovanja.

Hvala Vam!

## SAŽETAK

U ovom radu obrađuje se tema informatičke opreme, od osobnih računala do servera, te mogući uzroci požara istih, zaštita od požara i sprječavanje pojave požara na informatičkoj opremi. Nadalje, govori se o konstrukcijskim rješenjima pri izgradnji serverskih centara, tehničko konstrukcijskim rješenjima pri izgradnji požarnih sektora serverskih soba i zaštiti istih. Zbog specifičnosti požara u zatvorenom prostoru, opisane su moguće pojave i opasnosti prilikom požara te gašenja. Navedene su pasivne i aktivne mjere zaštite od požara te vrste dojavljivača požara i načini gašenja požara, odnosno koje treba izbjegavati, a koji su preporučeni za korištenje. Na kraju rada, obrađena je tema implementacije navedenih sustava na primjeru serverske prostorije Veleučilišta u Karlovcu.

Ključne riječi: informatička oprema, zaštita od požara, server, stabilni sustavi gašenja s „clear agentom“

## ABSTRACT

The topic of the thesis are possible causes of fire, fire protection, and fire safety of computer equipment. In addition, data centre construction solutions are discussed as well as server room fire compartment construction and fire suppression. Possible occurrences and hazardous incidents during fire and fire suppression are described due to specific nature of fire in sealed spaces. Both passive and active fire protection measures are discussed as well as types of fire alarms and fire extinguishing methods. Furthermore, recommendations are made for which measures, alarms and methods to use and avoid. Finally, an example of said systems is given as implemented at the Karlovac University of Applied Sciences.

Key words: computer equipment, fire safety, clean agent fire suppression systems

## 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. OPĆENITO O INFORMATIČKOJ OPREMI .....	2
2.1. Povijest.....	2
2.2. Dijelovi računala – hardware .....	4
2.3. Materijali od kojih su izrađena računala.....	6
2.4. Osobno računalo .....	9
2.5. Prijenosna računala .....	9
2.6. Serveri i mrežni switchevi .....	10
3. KONSTRUKCIJSKA RJEŠENJA ZAŠTITE OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME.....	12
3.1. Tehničko-konstrukcijska rješenja zaštite od požara informatičke opreme .....	13
3.2. Mogućnosti nastanka požara na informatičkoj opremi.....	14
3.3. Sredstva za gašenje požara na informatičkoj opremi.....	15
4. RAZVOJ I GAŠENJE POŽARA U ZATVORENOJ PROSTORIJI .....	17
4.1. Obilježja gašenja požara u zatvorenom prostoru .....	17
4.2. Faze razvoja požara u zatvorenom prostoru .....	17
4.3. Način širenja vrućih plinova u zatvorenom prostoru .....	19
4.4. Specifične pojave pri gašenju požara u zatvorenom prostoru .....	20
5. SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA SERVERSKIH PROSTORIJA.....	22
5.1. Građevinske mjere zaštite od požara .....	22
5.1.1. Pasivne mjere zaštite od požara.....	24
5.1.2. Aktivne mjere zaštite od požara .....	25
5.2. Stabilni sustavi zaštite od požara serverskih prostorija s „clear agentom“ .....	27
5.2.1. Stabilni sustav za gašenje požara FM-200 .....	28



5.2.2.	Stabilni sustav za gašenje požara NOVEC 1230.....	29
5.2.3.	Stabilni sustav za gašenje požara NAF-S III.....	29
5.2.4.	Stabilni sustav za gašenje požara INERGEN .....	30
6.	ZAŠTITA OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME SERVERSKE PROSTORIJE VELEUČILIŠTA U KARLOVCU .....	32
6.1.	Opis serverske prostorije .....	33
6.2.	Mogućnosti nastanka požara u serverskoj prostoriji.....	35
6.3.	Trenutno poduzete mjere zaštite od požara u serverskoj prostoriji .....	37
6.4.	Prijedlozi za poboljšanje zaštite od požara u serverskoj prostoriji.....	40
6.4.1.	Prijedlozi za stvaranje zasebnog požarnog sektora za serversku sobu .....	40
6.4.2.	Ugradnja stabilnog sustava za gašenje požara FM 200 u serversku sobu .....	43
7.	ZAKLJUČAK.....	45
8.	LITERATURA .....	46
9.	PRILOZI.....	48
9.1.	Popis simbola.....	48
9.2.	Popis slika .....	50
9.3.	Popis tablica.....	52

## **1. UVOD**

U današnje vrijeme globalizacije praktički je nezamislivo živjeti ili imati uspješan posao bez informatičke opreme i pristupa internetu. Serverska postrojenja danas su glavna čvorišta i izvor interneta kakvog poznajemo te vrijedna nekoliko milijuna eura. Zbog svoje važnosti i visoke cijene potrebno je adekvatno zaštititi takva postrojenja, a to uključuje i zaštitu od požara.

### **1.1. Predmet i cilj rada**

Cilj ovog rada je opisati zaštitu od požara skupocjene informatičke opreme, načine na koje se ona izvodi u određenim slučajevima te sve to prikazati na jednom određenom primjeru.

### **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

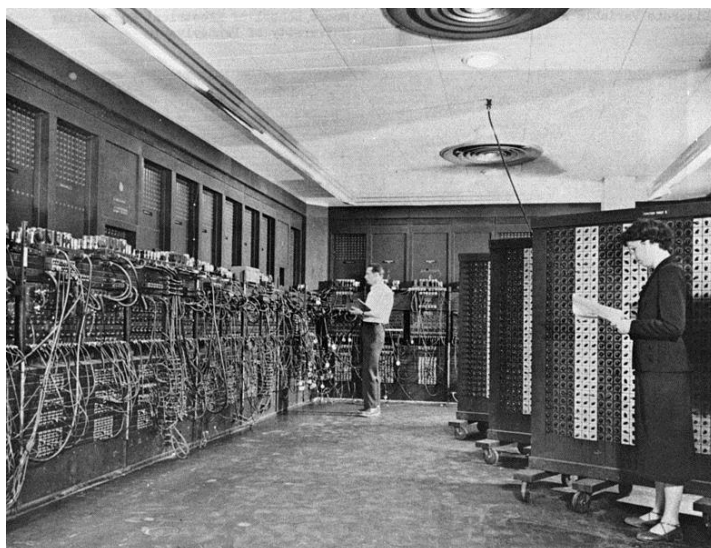
Podaci u ovome radu su prikupljeni iz stručne literature vezane uz tematiku, internetskih izvora podataka u kojima je opisana primjena zaštite od požara informatičke opreme te literatura obrađena na predavanjima na Veleučilištu u Karlovcu.

## 2. OPĆENITO O INFORMATIČKOJ OPREMI

Informatička oprema (IT oprema) je vrlo širok pojam. Generalno informatička tehnologija se dijeli na dvije osnovne komponente: Hardware (računalna sklopovska oprema) i Software (programska oprema). Softverom se smatra dio računala koje je ne postoji u fizičkom obliku, već u obliku podataka i operacijskih instrukcija. Hardverom se smatra svaka fizička komponenta računala (procesori, matične ploče, itd..) ili računalna periferija (tipkovnica, printer, itd.)

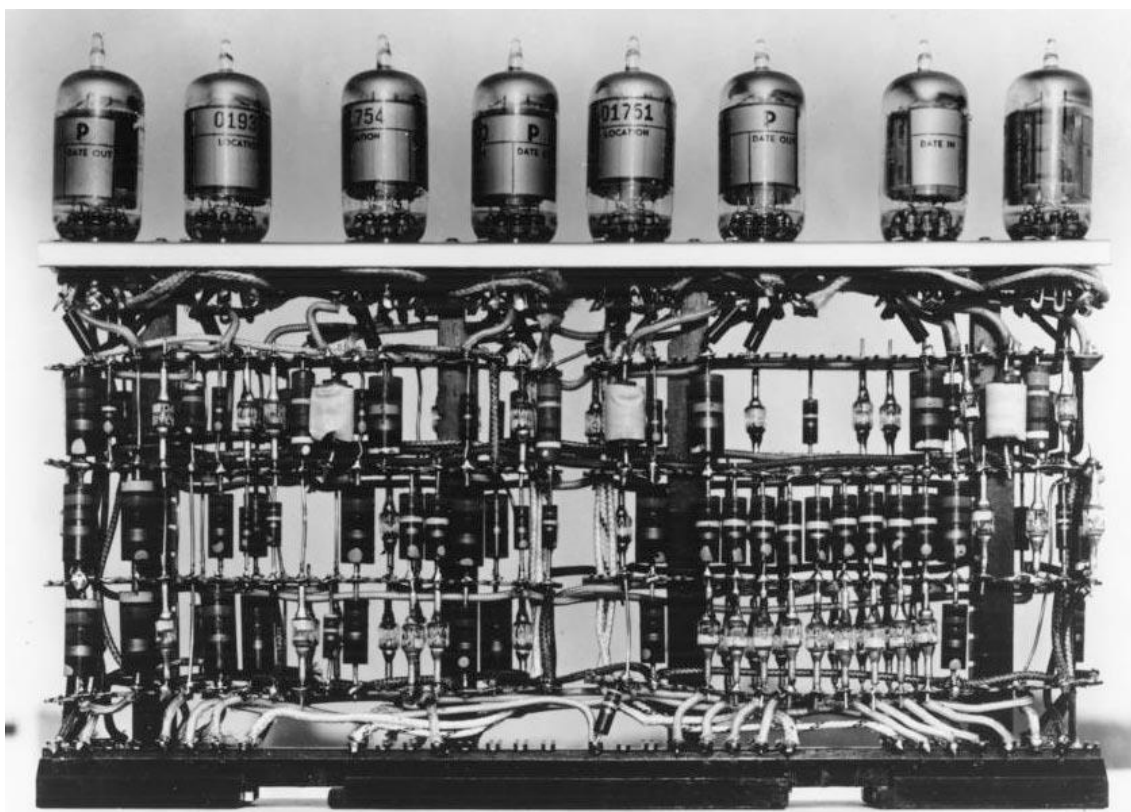
### 2.1. Povijest

Zorom informatičkog doba može se smatrati 15. veljače 1946. godine kada je u rad pušteno prvo elektroničko računalo ENIAC (slika 1.). To masivno izdanje bilo je teško preko 30 tona, dimenzija  $2.4\text{ m} \times 0.9\text{ m} \times 30\text{ m}$  bilo je izgrađeno za potrebe vojske pri izračunu složenih putanja i ponašanja topničkog taneta u letu. ENIAC-u je za izračun bilo potrebno 20 sekundi, dok bi čovjeku za izračun bilo potrebno preko 20 sati i troši oko 150 kW električne energije. Također koristi se za proračune pri izradi termonuklearne bombe. Ubrzo su znanstvenici i industrijalci shvatili ogroman potencijal elektroničkog računala.



Sl.1. ENIAC računalo [1]

Kako u to doba tranzistori još nisu postojali, za kalkulacije su se koristili kompleksni sustavi vakuumskih cijevi, kristalnih dioda, otpornika i kondenzatora. Na kraju svog operativnog vijeka 1955. godine imalo je 17 468 vakuumskih cijevi, 7200 kristalnih dioda, 1500 releja, 70 000 otpornika, 10 000 kondenzatora i preko 5 000 000 ručno lemljenih spojeva (slika 2.). [1]



S1.2. Vakumske cijevi iz ENIAC računala [1]

Otkriće tranzistora je ono što je izazvalo pravu revoluciju u elektronici. Taj maleni poluvodički element je osnova današnjih električnih i elektroničkih uređaja. Njegova glavna uloga je pojačavanje signala, dok je u računalu osnova logičkih sklopova. Današnji procesori se sastoje od milijardu mikroskopskih tranzistora. Najnovija Ryzen serija procesora od AMD-a za osobna računala ima 4 800 000 000 tranzistora smještenih u 4 jezgre procesora, veličine 2,5 cm sa 2,5 cm. Dok serverski procesori najnovije generacije imaju 7 200 000 000 tranzistora. [2]

## 2.2. Dijelovi računala – hardware

Svako računalo sastoji se od zasebnih komponenti koje čine cjelinu:

- matična ploča
- procesor
- radna memorija (RAM)
- tvrdi disk (HDD)
- grafička kartica
- napajanje
- optički čitač
- periferija (tipkovnica, miš...)

Gotovo nema razlike između komponenti osobnog računala (slika 3.), prijenosnika i servera. Svi u načelu koriste iste komponente, ali kod prijenosnog računala te komponente su namijenjene samo za njega zbog smanjenog prostora pa su manjih dimenzija.



Sl.3. Osobno računalo [3]

Matična ploča je osnovna komponenta računala te su gotovo sve ostale komponente spajaju na nju. Kroz povijest su se mijenjale pa se tako današnje sastoje od mnogih komponenti koje su prije bile zasebne (npr. zvučna i mrežna kartica), a danas su integrirane u matičnu ploču. Na njoj se nalazi maleni čip s BIOS postavkama. To su postavke koje se pokreću zajedno s paljenjem računala i one pokreću operativni sustav na tvrdom disku.

Procesor (CPU – engl. Central Processing Unit) je mozak svakog računala. Ono procesira svaku informaciju koju dobije od hardvera i softvera. Sastoji se od preko milijardu malenih tranzistora koji procesiraju informaciju u digitalnom obliku binarnog sustava (0 i 1). Procesor je glavni izvor topline u računalu. Današnji procesori obično se zagrijevaju do 60°C pod opterećenjem, dok je procesorima prijašnjih generacija sasvim normalno bilo do 80°C, ali sve te temperature su pod uvjetom da procesor ima pravilno odvođenje viška temperature. Tako svaki procesor ima hladnjak na sebi (po mogućnosti s ventilatorom na hladnjaku), te se između hladnjaka i procesora obavezno mora nalaziti sloj termalne paste koja odlično provodi temperaturu s procesora na hladnjak. Ako nema odvođenja tada temperature na procesoru mogu doseći preko 100°C i samo nakon par sekundi dolazi do pregaranja procesora. Gotovo sve matične ploče u svojim postavkama imaju automatsko gašenje računala u slučaju prelaska granične temperature procesora.

Radna memorija (RAM – Random access memory) je komponenta računala koja ima poseban oblik spremanja podataka, odnosno spremaju se programske instrukcije koje se najčešće koriste kako bi se ubrzao protok istih. Kod drugih oblika spremanja (tvrdi diskovi, CD-ROM, itd.) podataka uvijek prvo treba iznova očitati podatak i zatim ga zapisati, dok kod radne memorije on se jednom očita i zapiše te će isti biti zapisan sve dok ima napona ili dok je program pokrenut. Nakon prestanka napona ili rada programa brišu se podatci iz radne memorije. Danas postoje izvedbe radnih memorija s vlastitim hladnjacima.

Tvrđi disk je uređaj za spremanje podataka koji radi na principu magnetskog polja i zapisivanja podataka na feromagnetsku jezgru diska pomoću magnetne glave. Disk se sastoji od jezgre diska (do tri okrugle ploče, načinjene od feromagnetskog materijala koje

su postavljene jedne iznad druge), magnetske glave koja se pomiče po jezgri diska, upravljačke ploče i kućišta.

Grafička kartica procesira izlazne podatke iz računala i šalje ili u jednom od oblika (analognom – VGA ili digitalnom - DVI) na monitor koji prikazuje signale kao sliku. U današnje doba grafičke kartice imaju vrlo moćan grafički procesor (GPU - Graphic Processing Unit) koji je pandan procesoru na matičnoj ploči (CPU – Central Processing Unit), koji može obrađivati čak i matematičke instrukcije brže nego sam CPU. Razlog tome je što grafičke kartice moraju izračunavati vrlo brzo vektorske algoritme koji se koriste pri projiciranju video igara na monitoru, produkciji video sadržaja, izrađivanju 3D modela i prilikom „rudarenja“ Bitcoin – digitalne valute.

Napajanje primarno služi za pretvorbu izmjeničnog napona od 220V u istosmjerni napon do najviše 12V. Druga funkcija napajanja je pružanje adekvatne snage komponentama u računalu. Kako svaka komponenta treba određenu snagu za rad tako napajanje treba imati nazivnu snagu veću od zbroja potrošene snage u računalu. Ukoliko računalo troši 300W snage, tada nije preporučljivo uzeti napajanje od 350W jer se samo napajanje stavlja pod velikim opterećenjem i zbog toga dolazi do pregrijavanja odnosno kratkih spojeva. Kvalitetno napajanje je jedno od najvažnijih komponenti u računalu, jer osim navedenog prije, ono pruža i veću efikasnost zbog kvalitetnije izrade samih komponenti koje smanjuju zagrijavanje i buku.

Optički čitač (DVD – ROM ili CD – ROM) služi za čitanje podataka s optičkog medija (DVD ili CD).

### **2.3. Materijali od kojih su izrađena računala**

Računala su izrađena od različitih vrsta materijala, ali najčešća su to plastika, željezo i aluminij (tablica 1.). Također ima nekih rijetkih i skupih elemenata poput zlata, platine te vrlo opasnih poput žive ili arsena[4]. Metali poput bakra, olova i zlata koriste se na različitim dijelovima računala. Olovo se koristi u lemovima, za zaštitu od radijacije i kao stabilizator plastike u PVC kablovima.

Tab.1. Sastav osobnog računala, bazirano na temelju prosječnog računala sa CRT monitorom ~ 27 kg [5]

Materijal	Sadržaj(% od ukupne mase)	Masa materijala u računalu (kg)	Upotreba	Lokacija
Plastika	22.9907	6.26	Izolacija	kablovi, kućište
Olovo	6.2988	1.72	Metalnispojevi	lijevak stakla u CRT, tiskane pločice
Aluminij	14.1723	3.86	Struktura, provodljivost	kućište, konektori, CRT, tiskane pločice
Germanij	0.0016	< 0.1	Poluvodič	tiskane pločice
Galij	0.0013	< 0.1	Poluvodič	tiskane pločice
Željezo	20.4712	5.58	Struktura, Feromagnet	kućište, CRT, tiskane pločice
Kositar	1.0078	0.27	Metalni spojevi	tiskane pločice, CRT
Bakar	6.9287	1.91	Provodljivost	CRT, konektori, tiskane pločice
Barij	0.0315	< 0.1	Â	panel stakla u CRT
Nikl	0.8503	0.23	Struktura, feromagnet	kućište, CRT, tiskane pločice
Zinc	2.2046	0.6	Baterija, emiter fosfora	tiskane pločice, CRT
Tantal	0.0157	< 0.1	Kondenzator	napajanje, kondenzatori, tiskane pločice
Indijum	0.0016	< 0.1	Tranzistor, ispravljač	tiskane pločice
Vanadijum	0.0002	< 0.1	Emiter crvenog fosfora	CRT
Terbijum	0	0	Emiter zelenog fosfora, primjesa poluvodičkimelementima	CRT, tiskane pločice
Berilijum	0.0157	< 0.1	Termalna provodljivost	tiskane pločice, konektori
Zlato	0.0016	< 0.1	Povezivost, vodljivost	povezanost, provodljivost / tiskane pločice, konektori
Europium	0.0002	< 0.1	Aktivator fosfora	tiskane pločice
Titanij	0.0157	< 0.1	Boja, dio legure	kućište
Ruthenium	0.0016	< 0.1	Otpornici	tiskane pločice
Kobalt	0.0157	< 0.1	Struktura, magnetičnost	kućište, CRT, tiskane pločice
Paladijum	0.0003	< 0.1	Povezivost, vodljivost	tiskane pločice, konektori
Mangan	0.0315	< 0.1	Struktura, magnetičnost	kućište, CRT, tiskane pločice
Srebro	0.0189	< 0.1	Vodljivost	vodljivost, tiskane pločice, povezanost
Antinomij	0.0094	< 0.1	Diode	kućište, CRT, tiskane pločice
Bismut	0.0063	< 0.1	Sredstvo za vlaženje	tiskane pločice
Krom	0.0063	< 0.1	Dekorativni, tvrdoća	kućište
Kadmij	0.0094	< 0.1	Baterija, plavo-zeleni fosforni emiter	kućište, CRT, tiskane pločice
Selenijum	0.0016	0.00044	ispravljači	ispravljači, tiskane pločice
Niobijum	0.0002	< 0.1	Spojevi	kućište
Yttrium	0.0002	< 0.1	Emiter crvenog fosfora	CRT
Rhodium	0	Â	Vodiči s debelim prevlakama	tiskane pločice
Platina	0	Â	Vodiči s debelim prevlakama	tiskane pločice
Živa	0.0022	< 0.1	Baterije, sklopke	kućište, tiskane pločice
Arsen	0.0013	< 0.1	Doping agent u tranzistorima	tiskane pločice
Silica (staklo)	24.8803	6.8	Staklo, SSD	tiskane pločice, CRT



Zlato se najčešće koristi kao provodljivi sloj na pinovima procesora, dok je bakar najčešće kao vodič u tvrdim diskovima u kombinaciji s aluminijem, magnezijem, silicijem i cinkom. Pločice tvrdog diska načinjene su od legura kobalta, nikla i željeza. Ipak, metali su najzastupljeniji u kućištu, a raspon im je od čelika, anodiziranog aluminijskog aluminija pa sve do karbonskih vlakana.

Plastika u računalu ima dvije glavne funkcije. Koristi se kao toplinska izolacija koja štiti dijelove računala od topline te u kondenzatorima koji provode struju. Takvi kondenzatori se zovu polimerski kondenzatori. Neka računalna kućišta izrađena su od plastike, ali ista su obično lošije kvalitete u usporedbi s metalima.

LCD (Liquid crystal display) ekrani funkcioniraju tako da koriste električnu energiju kako bi nabili tekuće kristale s nabojem koji su posloženi u redke i stupce kako bi se prikazala slika na LCD monitoru. Kristali su okruženi s polimerom, te kositrom u koji je dopirani indijev oksid [6], silicijevom dioksidom i staklom s obje strane, dok je kućište monitora načinjeno od plastike i metala. Neke države imaju posebne, strože zakone o recikliranju, spremanju i sakupljanju LCD ekrana Zbog materijala koji su korišteni u izradi LCD ekrana

Mnogi rijetki elementi, primarno metali, koriste se za izradu dijelova računala. Ruterfordij je element rjeđi od zlata i od platine te se koristi za izradu tvrdih diskova visokih performansi. U procesorima se koristi rijedak element zvan hafnij koji će možda upotpunosti nestati za desetak godina ako se nastavi s trenutnom potrošnjom te će ga tada najvjerojatnije zamijeniti cirkonij. Ostali rijetki elementi su: neodimij, galij, lutecij, tantal, a koriste se u izolaciji, tranzistorima i procesorima.

Mnogi dijelovi računala sadrže olovo i živu. Toksičnost tih elemenata može uzrokovati probleme u centralnom živčanom sustavu, jetri te u drugim ključnim organima. Brom se također može naći u mnogim dijelova računala. Toksična supstanca poznata kao ftalati može se naći u komponentama koje sadrže PVC kao što su izolacije na strujnim kablovima unutar računala. Olovo, živa i bakar mogu se naći u LCD-ima i to preko dopuštene razine, ali svakodnevno rukovanje računalima ne predstavlja opasnost po zdravlje.

## **2.4. Osobno računalo**

Osobno računalo (PC – personal computer) ili tzv. stolno računalo je trenutno najprodavanija vrsta računala. Njegova tajna leži u tome što se svaki dio može promijeniti i nije potrebna kupovina cijelog novog računala, ukoliko se npr. pokvari procesor ili postoji želja za novijim, jačim procesorom. Danas postoje dvije vrste osobnih računala:

- PC – osobno računalo
- MAC

Dvije osnovne razlike su da se za PC mogu mijenjati komponente dok se u MAC računalu ne mogu, a druga je operativni sustav. MAC računalo je osmišljeno samo za Apple-ov operativni sustav, dok se kod PC-a može birati između Windowsa i Linuxa. Osobna računala najviše se koriste ukućanstvima i malim obrtima, dok veće firme koriste serverske jedinice i prijenosnike. Prednost osobnog računala naspram laptopa je njegova veličina i prostor. Veličina prostora kod osobnog računala omogućava efikasnije hlađenje od prijenosnika te se manje zagrijava. U načelu za istu vrijednost se može složiti jače osobno računalo nego li se to može kod prijenosnika. Mana osobnog računala je njegova veličina i u odnosu na prijenosnik, potreban je zaseban monitor.

## **2.5. Prijenosna računala**

Prijenosna računala ili kako se kod nas popularno zovu „laptopi“ su prijenosna verzija osobnog računala. Lakši su, manjih dimenzija i sve komponente osobnog računala su izmijenjene da bi stale u puno manji i uži prostor, te zbog toga dolazi do vrlo čestog pregrijavanja tokom rada. Ugrađeni ekran je najbolji pokazatelj kompaktnosti prijenosnih računala. Prijeklopom i školjkastog su dizajna, s time da se na gornjem dijelu nalazi ekran dok je na donjem tipkovnica sa svim ostalim komponentama. Takav dizajn štiti ekran i tipkovnicu kada se ne koristi te omogućuje lakši prijenos istog. Prijenosnici imaju ugrađene baterije koje im omogućavaju autonomni rad neovisno o mjesto rada i dostupnosti električne energije.

## 2.6. Serveri i mrežni switchevi

Kada bi se točno definiralo što je server tada bi najtočnija definicija bila da je server zapravo software, odnosno program koji procesira zadatke [7]. Generalno gledano, server je računalo namijenjeno za procesuiranje zahtjeva od strane drugih računala i slanje podataka do tih računala preko lokalne mreže ili putem interneta. Iako svako računalo može biti server, s time da ima poseban program kako bi moglo funkcionirati kao isti pod uvjetom „server“ se podrazumijevaju veća i jača računala koje funkcioniraju kao „pumpe“ koje vuku podatke sa interneta (ili lokalne mreže) te ih šalju dalje (slika 4.).



Sl.4. Podatkovni centar [3]

Postoji više vrsta serverskih računala:

- terminal server
- file server
- web server
- mail server
- print server
- proxy server

Serverska računala su obično posložena u „cluster“ računala, odnosno više njih u jednu prostoriju. Takve prostorije obavezno moraju imati efikasno hlađenje jer clusteri serverskih računala zagrijavaju prostorije u kojima se nalaze. Preporučena temperatura ne bi trebala biti ispod 10°C i iznad 28°C [8]. Koliko zapravo serverske prostorije griju govori činjenica da serversko postrojenje u gradu Falun u Švedskoj grije okolne kuće u zimi vlastitom proizvedenom toplinom. [9]

Stvar koja se također nalazi u serverskim prostorijama su mrežni switchevi („Network switches“). To su mrežni uređaji preko kojih se spajaju ostali uređaji (računala i sl.) na mreži koristeći komunikacijsku tehnologiju „packet switching“. Oni primaju, procesuiraju i prosljeđuju podatke dalje do točno definiranog odredišta. Serveri i mrežni switchevi nalaze se u serverskom ormaru.

### **3. KONSTRUKCIJSKA RJEŠENJA ZAŠTITE OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME**

Današnji svijet je nezamisliv bez modernih komunikacijskih tehnologija te je zbog toga potrebno osigurati da su podatkovni centri (data centers) uvijek dostupni te da nikad nisu ugašeni jer dolazi do, u najboljem slučaju, sporijeg pristupa informacijama, a u najgorem do potpunog prekida u komunikaciji i internetskog prometa na području tog servera. Zbog tog razloga serverski centri moraju biti dizajnirani da rade 24h dnevno bez ikakvih prekida, što podrazumijeva i zaštitu od požara.

Prije svega treba definirati pojmove serverske sobe i podatkovnog centra.

Serverska soba je prostorija veličine do cca 50 m<sup>2</sup>. Ovisno o veličini i namjeni ustanove ili tvrtke može sadržavati od jedne serverske sobe sa jednim serverskim ormarom pa sve do nekoliko desetaka serverskih ormara u jednoj prostoriji. Serverska soba se može nalaziti unutar serverske farme koja je skup više serverskih prostorija koje se nalaze na jednom mjestu. [10]

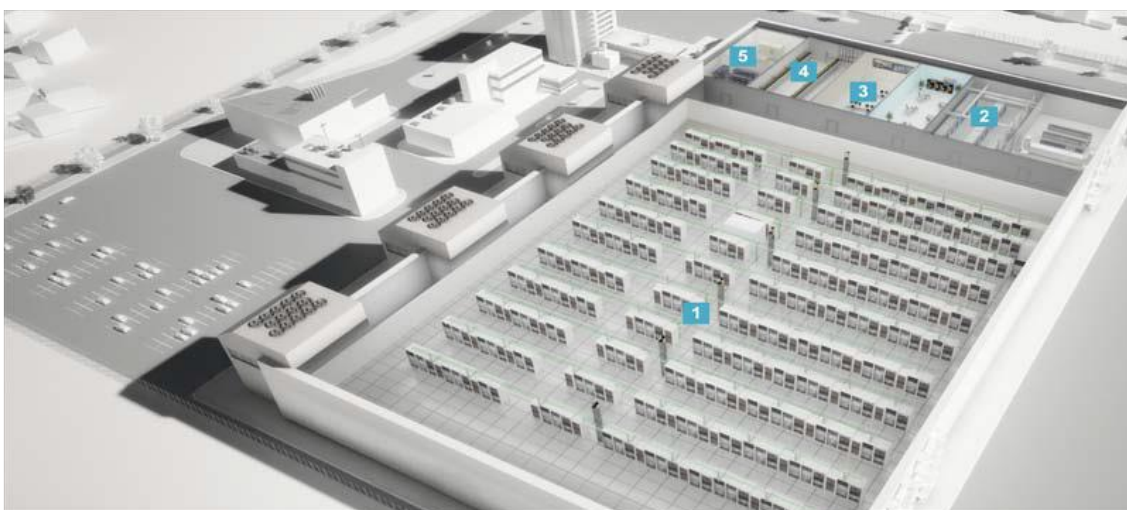
Podatkovni centar („Data Center“) je postrojenje u kojem se nalaze računalni sustavi i prateće komponente. Serverske farme i prostorije su jedan od mogućih dijelova podatkovnog centra. Podatkovne centre također možemo podijeliti po veličini. Srednji podatkovni centri su veličine između 50 m<sup>2</sup> i 300 m<sup>2</sup> te sadrže više serverskih soba sa velikim brojem serverskih ormara. Iznad 300 m<sup>2</sup> su veliki podatkovni centri obično u vlasništvu znanstvenih institucija ili specijaliziranih pružatelja serverskih usluga te globalnih tvrtki poput „Google“ i „Facebook“.

U sklopu podatkovnih centara u pravilu se nalaze i dodatne prostorije uz serverske sobe. To su Prostorije sa serverskim ormarima gdje se nalaze diskovi za pohranu podataka. „Back up“ centar služi za pohranu sigurnosnih kopija podataka sa servera i računala, u slučaju oštećenja originalnih. Prostorije s komunikacijskom opremom tj. sa switchovima, osiguravaju komunikaciju podatkovnog centra sa ostatkom svijeta ili unutar vlastite mreže. U slučaju nestanka struje, u prostorijama s rezervnim napajanjem pale se rezervna

napajanja, odnosno specijalizirane baterije koje imaju određeni vremenski period napajanja te osiguravaju nesmetanu radnju serverskog postrojenja.

### 3.1. Tehničko-konstruktivna rješenja zaštite od požara informatičke opreme

Kod tehničko-konstruktivnih rješenja zaštite od požara najvažnije je podijeliti podatkovni centar u požarne sektore tako da svako odjeljenje (serveri, prostorije s rezervnim napajanjem, itd.) čine svoj vlastiti požarni sektor. Na slici 5. nalazi se jedan primjer podatkovnog centra. Pod brojem jedan nalazi se povećana serverska prostorija u kojoj se nalazi jedanaest redova komunikacijskih ormara na kojima se mogu nalaziti serveri, switchevi ili hubovi.



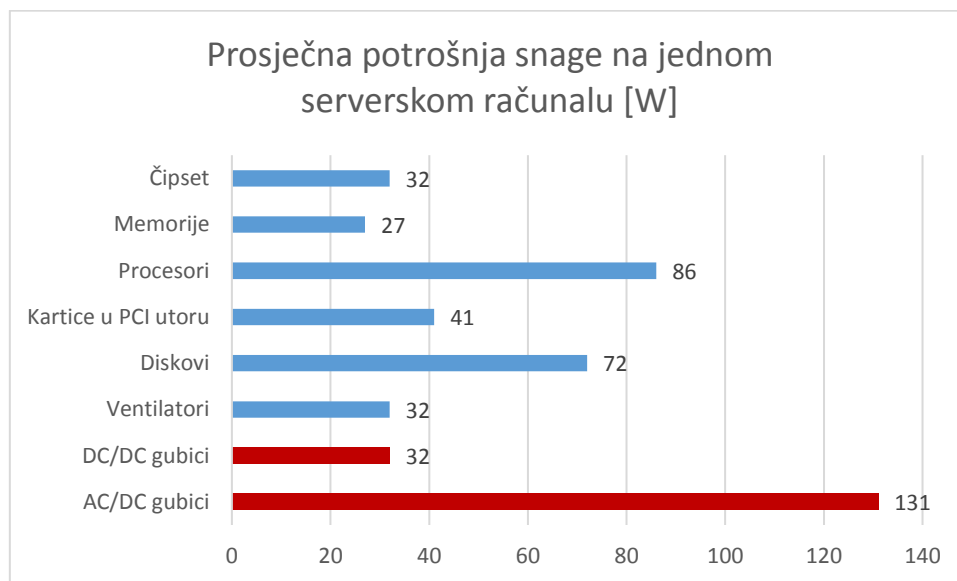
Sl.5. Primjer podatkovnog centra. [10]

1 - serverska prostorija; 2 - soba s osiguračima i preklopkama; 3 - kontrolna soba; 4 - soba sa sigurnosnom opremom i spremnicima gdje se nalazi plin za gašenje požara; 5 - prostorije sa pomoćnim napajanjem

Najčešće se u takvim prostorijama provode električne i mrežne instalacije se provode ispod tkz. podignutih podova u protupožarne kanalice. U slučaju bušenja zida koji ujedno dijeli požarni sektor treba postaviti odgovarajuće protupožarnu opremu za brtvljenje

prolaza, rupa i cijevi koji će prilikom požara zatvoriti rupe u požarnom sektoru i tako očuvati integritet požarnog sektora i spriječiti širenje požara.

U serverskim prostorijama dolazi do velikog zagrijavanja prostora, zbog visoke radne temperature procesora. Prilikom pretvorbe izmjenične u istosmjernu nastaju gubici koji rezultiraju toplinom (slika 6.).



Sl.6. Prosječna potrošnja snage na jednom serverskom računalu [11]

Zbog toga je potrebno napraviti vrlo dobru ventilaciju u prostoriji te pritom treba pripaziti da se požar ne bi proširio putem ventilacije na ostale požarne sektore, odnosno prostorije.

### 3.2. Mogućnosti nastanka požara na informatičkoj opremi

Nastanak požara informatičke opreme najviše je vezan uz električne instalacije i električnu energiju. Ono u prosjeku troši oko 400-500W električne energije, ovisno o jačini serverskog računala. Kada se uzme u obzir da u serverskoj prostoriji može biti više od desetak servera, tada dolazi čak do potrošnje preko 10000W. Ukoliko se ne uzme u obzir ukupna snaga i voltaža pri dimenzioniranju strujnih vodova, tada može doći do pregrijavanja izolacija na vodičima. Uzrok požara može biti neispravna oprema koja može dovesti do kratkog spoja ili pregrijavanja. Unutar računala/servera nalaze se tiskane pločice koje su načinjene od plastike. U slučaju da postoji izvor paljenja u blizini

(neispravna izolacija na vodiču unutar računala/servera), plastika se može zapaliti te u takvoj situaciji treba paziti pri upotrebi produžnih kablova i letvi. Pretjeranom upotrebom produžnih letvi koje su načinjene od nekvalitetne plastike može doći do pregrijavanja i kratkog spoja, odnosno požara.

### **3.3. Sredstva za gašenje požara na informatičkoj opremi**

Sredstva za gašenje informatičke opreme moraju biti pažljivo odabrana kako ne bi naštetila skupocjenoj opremi. Ne smiju se koristiti voda i pjena zbog prisutnosti električnih instalacija i uređaja zbog kojih može doći do teških povreda osoba zatečenih u prostoru te gasitelja koji gase vodom ili stanu u lokvu vode koja provodi struju. Prah je također poželjno izbjegavati, ne toliko zbog opasnosti za ljude već zbog štete na informatičkoj opremi zbog uvlačenja čestica praha u računala kojeg je kasnije teško očistiti. Iz tog razloga se pri gašenju požara informatičke opreme najviše preporučaju plinovi jer ne ostavljaju nikakve tragove i ne provode električnu energiju. Plinovi mogu imati dva učinka na gašenje požara:

- ugušivanje požara (CO<sub>2</sub>, Dušik, Argon, Intergen)
- antikatalitički (FM 200, Novec 1230, NAF-S III,)

Ugušivanjem požara se postiže tako što se u opožareni prostor upumpava inertni, negorivi plin, koji smanjuje volumen kisika u zraku. Kada se smanji volumen kisika u zraku ispod 13% dolazi do gašenja požara. Ugljični dioksid je jedan od najzastupljenijih plinova koji se koristi za takav način gašenja. Jeftin je, skladišti se u boce ili spremnike pod tlakom od 55 bara na temperaturi od -78°C u tekućem stanju. Zbog navedenog stanja plina može doći do zaleđivanja mlaznice ukoliko su iste premalog promjera.[12] Gašenje požara ugljičnim dioksidom može izazvati ozeblina i trovanje kod ljudi ako volumen ugljičnog dioksida u prostoru prijeđe 5%. Preporučljivo je da se u navedenim situacijama primjeni sustav s odgodom gašenja kako bi se izbjegle moguće posljedice. Na slici 7. prikazan je ručni aparat za gašenje požara s CO<sub>2</sub>, koji ima dužu mlaznicu zbog opasnosti od ozeblina.





Sl.7. Ručni aparat za gašenje požara s CO<sub>2</sub>[12]

Plinovi s antikatalitičkim djelovanjem vežu se s atomima kisika u zraku te na taj način prekidaju lančanu reakciju požara. U prošlosti najviše su se koristili haloni (1211, 1301), ali su zabranjeni nakon što se dokazalo da su spojevi sa klorom izrazito opasni za ozon. U današnje vrijeme se koriste zamjenska sredstva poput FM 200, Novec 1230, itd.

## **4. RAZVOJ I GAŠENJE POŽARA U ZATVORENOJ PROSTORIJI**

Kod požara u zatvorenom prostoru dolazi do specifičnih pojava koje treba posebno promotriti. Požar ovisi o tipu zgrade (prizemnica, jednokatnica, višekatnica), namjeni, materijalu koji se nalazi unutra, itd. U ovom poglavlju će biti ukratko objašnjeno svako obilježje i pojava koja se može dogoditi tijekom požara u zatvorenom prostoru.

### **4.1. Obilježja gašenja požara u zatvorenom prostoru**

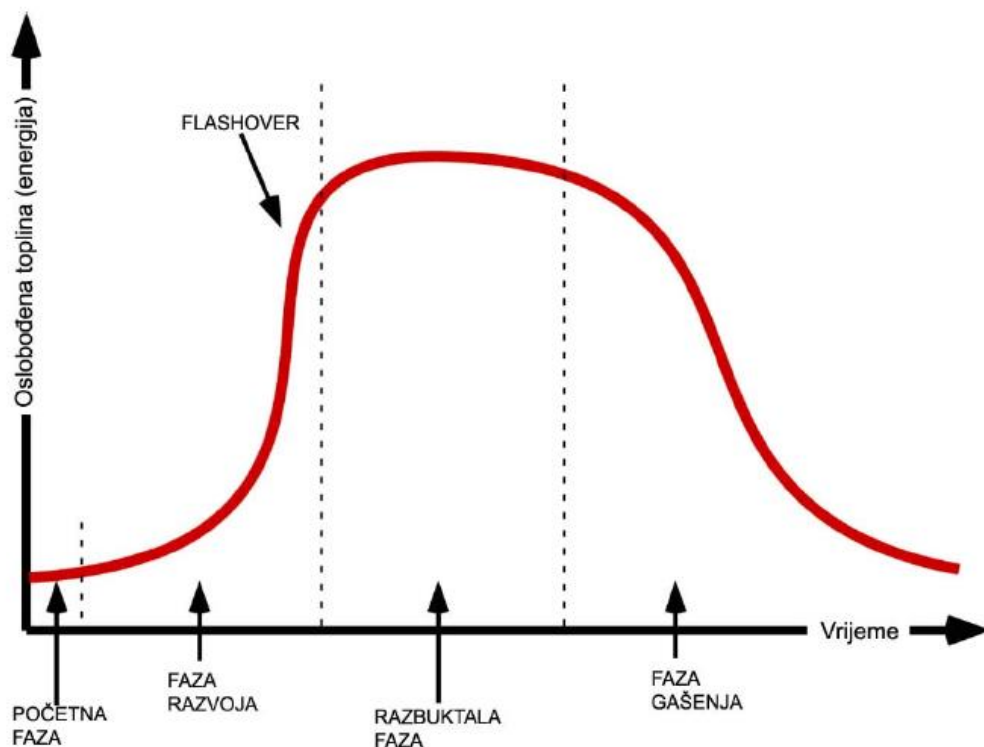
Obilježja gašenja požara u zatvorenom prostoru uvelike ovise o svojstvima i količini gorive tvari koja se nalazi u zatečenom prostoru te količini kisika. Takvi požari mogu tinjati satima, a naglim otvaranjem vrata i ulaskom svježeg zraka dolazi do burnog i naglog sagorijevanja vrućih plinova. Kako bi se to spriječilo, prije ulaska treba pomno pregledati da li ima tragova požara unutar prostorije, dima ispod vrata i da li je vruća kvaka na vratima. Gasitelji prije ulaska u takvu prostoriju moraju biti upotpunosti spremni na takve situacije, odjeveni u odgovarajuću zaštitnu opremu te tlačne cijevi za gašenje moraju biti ispunjene vodom. Toplina se brzo gomila unutar jednog opožarenog sektora te dolazi do porasta temperature u gornjim dijelovima požarnog sektora zbog konvekcije. Na taj način Tako će dim i ostali produkti izgaranja prvo ispuniti gornje, a zatim donje dijelove prostorije što otežava orijentaciju i kretanje. Intenzivnim razvojem požara prijete opasnost od urušavanja konstrukcija koje nisu zaštićene od topline.

### **4.2. Faze razvoja požara u zatvorenom prostoru**

Tijek požara u zatvorenoj prostoriji se može podijeliti u četiri faze (slika 8.):

- početna faza
- faza razvoja
- razbukta faza
- faza gašenja

Tijek požara u zatvorenoj prostoriji može se podijeliti u **4 faze**.



Sl.8. Faze razvoja požara [13]

Početna faza požara nastaje u trenutku paljenja gorive tvari. U principu traje od par minute do par sati, a osnovni parametri početnog požara su:

- sadržaj kisika u zraku zatvorenog prostora je najmanje 17% vol., u protivnom ako ima manje kisika požar može tinjati po par sati sve dok je sadržaj kisika iznad 8% kada padne ispod gasi se i tinjanje
- temperatura unutrašnjosti nije veća od 60°C
- visina dimne zavjese u opožarenom prostoru je do 1,5 m mjereno od poda

Naravno ovisi o gorivoj tvari i količini iste, ako su u pitanju tekućine i plinovi, isti mogu vrlo brzo buknuti ili eksplodirati i vrlo brzo postići maksimalnu temperaturu te je kod njih početna faza vrlo kratka. Kod krutina žarište može tinjati i po par sati da se plamen ne vidi, već se samo osjeti dim. Dim i pirolitički plinovi koji se razvijaju, osim što djeluju zagušujuće i otrovno, stvaraju jedan veliki problem za sam proces evakuacije - smanjuju vidljivost. Obzirom na to da je u ovoj fazi razvoja požara najbitnije započeti evakuaciju i spašavanje ljudi, ova činjenica je od presudne važnosti za akciju. Iskustva su pokazala da

ukoliko je vidljivost smanjena na 4m velik broj ljudi odustaje od evakuacije, iako evidentne opasnosti, osim zadimljavanja nema. Vrlo je važno rano detektirati požar jer u ovoj fazi može se ugasiti sa čašom vode te ostalim priručnim sredstvima ili protupožarnim aparatima.

Obilježja faze razvoja požara je naglo povećanje temperature i količina topline u prostoru. Iz razloga zbog toga što plamen zahvaća sve više gorive tvari dolazi do pucanja staklenih površina. Prilikom ulaska u prostoriju treba pažljivo otvarati vrata da ulaskom svježeg zraka ne bi nastalo trenutno sagorijevanje vrućih plinova. Temperatura u ovoj fazi još nije dosegla maksimalnu vrijednost, ali su moguće eksplozije posuda pod tlakom. Ova faza može trajati od nekoliko minuta pa do desetak minuta i cijelo vrijeme temperatura raste sve dok ne dođe do maksimalne vrijednosti.

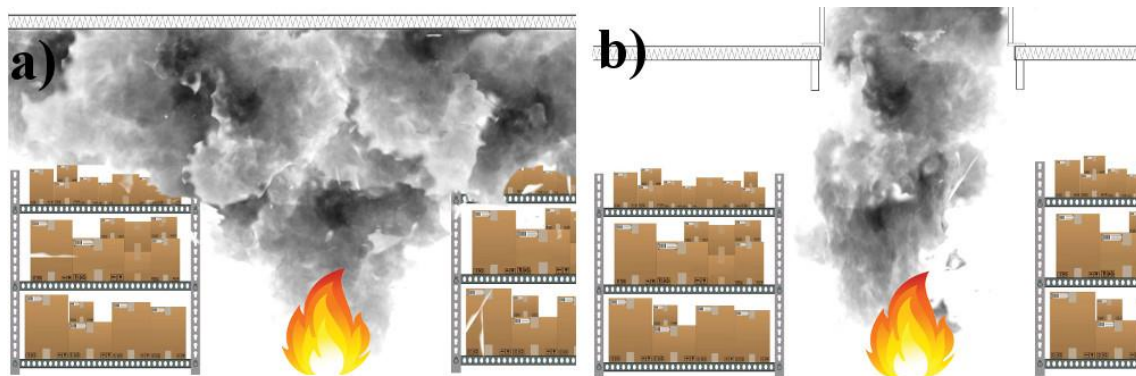
Nakon faze razvoja dolazi do razbuktale faze požara. U njoj požar dolazi do svog maksimuma, zahvaća sav gorivi materijal te može doći do urušavanja metalnih konstrukcija, ploča i građevinskih elemenata. Temperature postižu vrijednosti od 650°C pa do 1000°C i gorenje je intenzivnije ukoliko pritječe dovoljna količina kisika. Razbuktala faza požara može trajati po par sati pa čak i danima, odnosno sve dok ima gorivog materijala u zahvaćenom prostoru. Gorenje u ovoj fazi prati i nastanak veće količine produkta izgaranja.

Posljednja faza požara je gašenje. S vremenom se smanjuje količina gorivog materijala te s time počne padati temperatura požara. Pad temperature je očitiji ako su u zonu gorenja unesena sredstva za gašenje. Neposredno gašenje žarišta je najefikasnija metoda gašenja, u protivnom je potrebno hlađenje produkta izgaranja s vodenom maglom. Neposrednim gašenjem žarišta može pristupiti nakon dovoljno hlađenja produkata s vodenom maglom. Gašenje je završeno kada se ohlade sva tinjajuća žarišta. [13]

### **4.3. Način širenja vrućih plinova u zatvorenom prostoru**

U požaru nastaju vrući plinovi koju su lakši od zraka te se dižu do razine stropa prostorije. Tada se događa temperaturno raslojavanje vrućih požarnih plinova. Ono se događa kada se vrući plinovi koji su došli do razine stropa počine hladiti, ali ostaju u zraku jer ih podižu vrući plinovi koji dolaze naknadno od požara. Ukoliko prostorija nema ventilaciju

doći će do smanjene vidljivosti i zagušenja prostora i požaranakon što plinoviti produkti ispune prostoriju i smanje volumen kisika. U tom slučaju se požar gasi, ali i dalje tinja te tada nastaje opasnost za mogući „backdraft“. Na slici 9. prikazano je kretanje dima u prostoru bez ventilacije i u prostoru sa sustavom odimljavanja.



Sl.9. Kretanje dima u prostoru bez sustava za odimljavanje (a) i u prostoru sa sustavom odimljavanja (b) [14]

Eventualno ako u prostoriji postoji otvor, tada će dim izlaziti kroz njega. Temperaturno raslojavanje je velika opasnost za vatrogasce prilikom gašenja požara, jer vrući plinovi u kombinaciji s vodom daju vruću paru te dodatno nastaju vrtložne struje dima i pare po čitavoj prostoriji.

#### 4.4. Specifične pojave pri gašenju požara u zatvorenom prostoru

Kod gašenja požara potrebno je pripaziti na specifične pojave, odnosno opasnosti koje se mogu pojaviti tokom požara. One su specifične za požare u zatvorenim prostorijama [13]:

- „flameover“ / „rollover“
- „flashover“
- temperaturno raslojavanje vrućih požarnih plinova
- „backdraft“

„Flameover/Rollover“ je pojava kada se tokom požara počinju pojavljivati plameni jezici koji putuju kroz sloj vrućih plinova, a nastaju u fazi razvoja požara prije nego što se pojavi „flashover“, tj kada još nije zahvaćen cjelokupni gorivi materijal unutar prostorije.

Događa kad se vrući plinovi, nastali kao produkti pirolize, dižu u zrak i zajedno s time dižu plamen. Zbog toga se počinju pojavljivati plameni jezici u drugoj prostoriji - „rollover“.

„Flashover“ je naglo sagorijevanje svog gorivog materijala u požaru ventiliranog prostora. Dolazi na prijelomu između faze razvoja požara i razbuktale faze. Tijekom početne faze požara materijal se zagrijava i nakon toga počinje otpuštati zapaljive plinove. Do „flashovera“ dolazi kada su površine zapaljivog materijala zagrijane do točke samozapaljenja te se plinovi koji proizlaze iz materijala zapale. Kada se vrući produkti pirolize počinju sakupljati unutar prostorije i zagriju okolni materijal na više od 500°C tada dolazi do „flashovera“.

„Backdraft“ je možda najopasnija pojava koja se može dogoditi tijekom požara u zatvorenom prostoru. Ona se događa kada u neventiliranom prostoru dođe do zagušenja požara, odnosno kada je gotovo sav kisik potrošen, a temperatura plinova je još uvijek vrlo visoka, tj. viša od točke samozapaljenja. Naglim ulaskom svježeg zraka u prostoriju (pucanje stakla, otvaranje vrata) dolazi do naglog eksplozivnog zapaljenja plinova. Prije ulaska treba paziti na znakove „backdrafta“ kao što su vruća kvaka, dim ispod vrata ili zadimljena prostorija. Vrlo je opasan za vatrogasce ako se ne poduzmu potrebne mjere opreza kao što su cijevi ispunjene vodom i mlaznice spremne za vodenu maglicu te sporo otvaranje vrata također može biti vrlo pogubno.

## **5. SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA SERVERSKIH PROSTORIJA**

Prilikom izgradnja svake građevine odnosno prostora, pogotovo u kojoj se nalaze ljudi ili skupocjena oprema potrebno je omogućiti najbolju moguću zaštitu od požara. To se može postići građevinskim mjerama koje su sukladne zakonu, odgovarajućim instalacijama stabilnog sustava za gašenje požara te edukacijom osoblja i zaposlenika.

### **5.1. Građevinske mjere zaštite od požara**

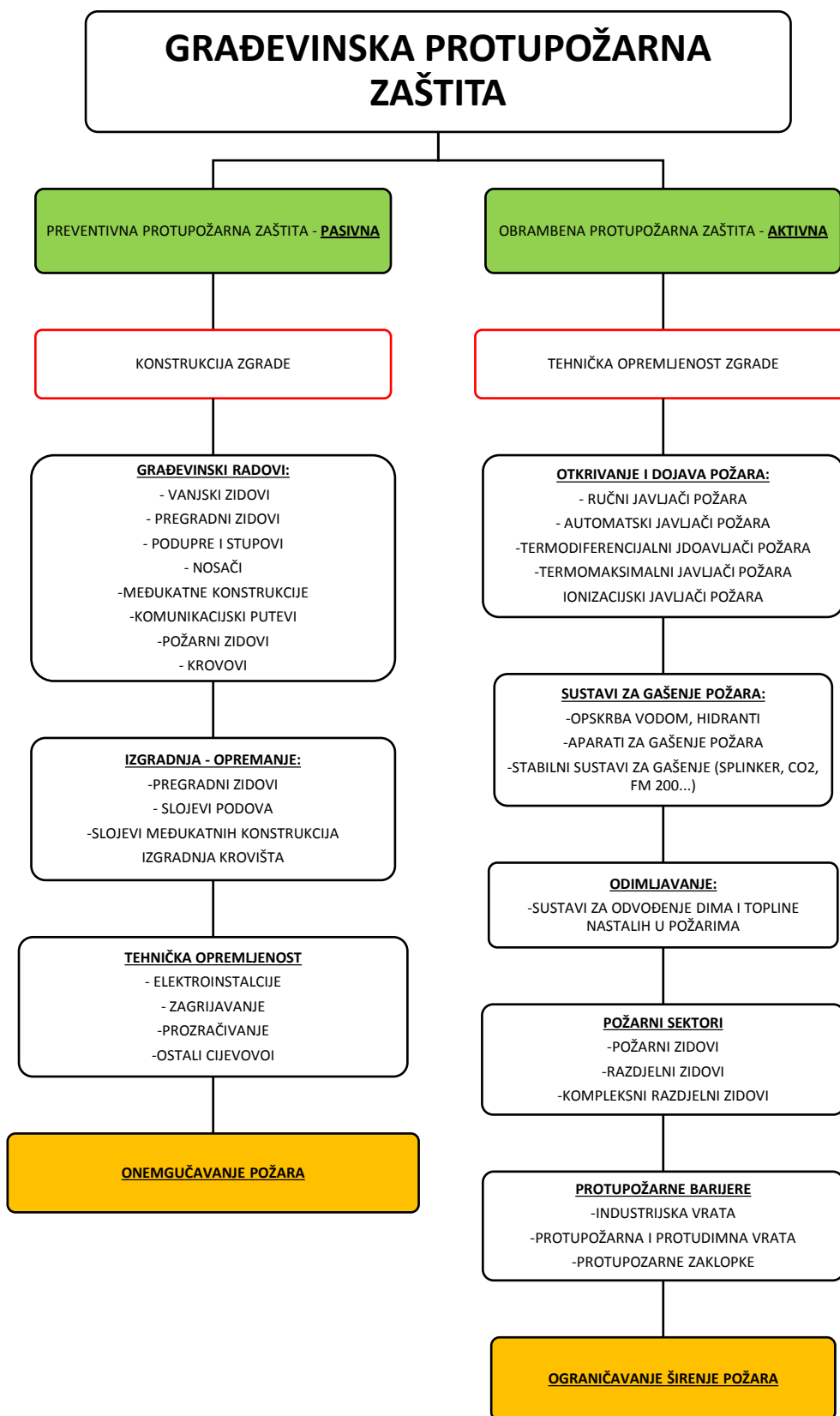
Građevinske mjere zaštite od požara se provode putem dva zakona:

- Zakon o zaštiti od požara
- Zakon o građenju

Zajedno s njima postoje brojni podzakonski akti koji propisuju temeljne obveze provedbe građevinskih mjera zaštite od požara. U čl.10 Zakona o gradnji [15] stoji da građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da u slučaju požara:

- nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja
- nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno
- širenje požara na okolne građevine je ograničeno
- korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni
- sigurnost spasilačkog tima je uzeta u obzir.

Protupožarna zaštita je skup mjera i postupaka koji se poduzimaju radi sprječavanja nastanka i širenja požara, utvrđivanja i uklanjanja uzroka požara, otkrivanju i gašenja požara te pružanja pomoći pri uklanjanju posljedica uzrokovanih požarom.[16] Građevinska protupožarna zaštita može se podijeliti na dvije osnovne preventivne mjere, na aktivnu i pasivnu (slika 10.).



Sl.10. Koncept zaštite od požara [17]

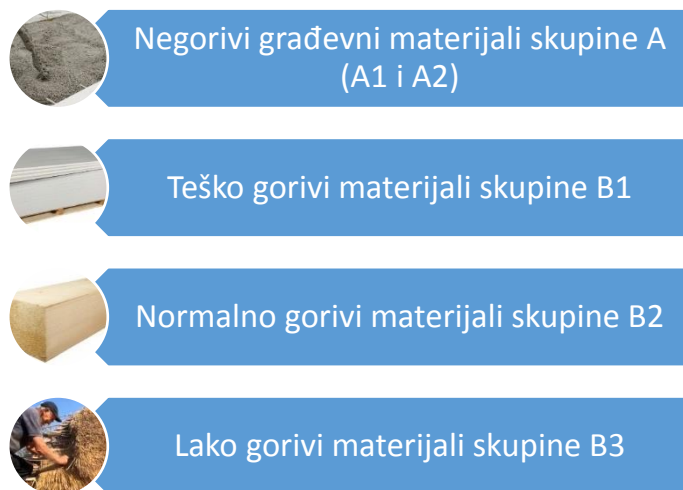


### 5.1.1. Pasivne mjere zaštite od požara

Preventivne pasivne mjere zaštite od požara imaju zadaću spriječiti bilo kakvu pojavu požara. Najvažnije pasivne mjere su građevinske, a provode se tijekom projektiranja i izgradnje građevina sukladno s važećim propisima. Prilikom projektiranja, u svrhu zaštite od požara, potrebno je zadovoljiti sljedeća temeljna načela zaštite od požara: [18]

- pravilan odabir građevinskih materijala u vidu njihove reakcije na vatru (gorivost, zapaljivost, brzina širenja plamena, gustoća dima, itd.)
- pravilan odabir građevinskih elemenata i konstrukcija glede otpornosti na požar (očuvanje nosivosti, cjelovitosti i toplinske izolacije u požaru tijekom određenog vremena)
- pravilno projektiranje građevine glede podjele u manje cjeline (požarne sektore)

Kod građevinskih radova treba pripaziti na odabir materijala za izgradnju, tj na njegove požarne značajke. Naravno važno je odabrati negorive materijale ovisno o namjeni građevine. Sukladno normama, mogu biti i gorivi materijali, ali svakako treba izbjegavati materijale iz grupe B3 (slika 11.)



Sl.11. Skupine građevinskih materijala razvrstane prema normi HRN DIN 4102 [18]

Otpornost na požar je svojstvo konstrukcije, a ne materijala važno je da u uvjetima izloženosti požara tijekom određenog vremena očuva svoju nosivost te spriječi prodor plamena i toplinskog zračenja. Otpornost na požar se definira vremenom (od 15 pa do 240 minuta) u kojemu ta konstrukcija zadovoljava definiranim zahtjevima. Utvrđivanje

otpornosti na požar konstrukcije se određuje temeljem ispitivanja pri kojem se građevinski elementi i konstrukcije izlože normiranom požaru.

Podjela građevine na manje cjeline u svrhu zaštite od požara naziva se požarno sektoriranje. Požarni sektor je dio građevine odijeljen od ostalih dijelova građevine građevinskim konstrukcijama i elementima (zidovima, stropovima, vatrootpornim vratima, zaklopkama, itd.) koji imaju određenu otpornost na požar. U trajanju otpornosti na požar građevinskih konstrukcija i elemenata mora biti spriječen prodor vatre i dima iz sektora gdje se dogodio požar na ostale dijelove građevine, odnosno druge požarne sektore.

#### 5.1.2. Aktivne mjere zaštite od požara

Kao što su preventivne pasivne mjere da spriječe nastajanje požara tako su i aktivne preventivne mjere za slučaj ako se požar već dogodi. Te iste mjere ga moraju brzo detektirati, ugasiti i ograničiti njegovo širenje. U aktivne mjere ubrajamo tehničke mjere kojima je cilj brza detekcija požara (automatski ili ručni detektori), dojava požara, gašenje požara (ručni ili stabilni sustavi gašenja), ventilacija (odvođenje dima) i dr.

Detekcija i dojava požara može biti ručna ili automatska. Ručni javljači postavljaju se na vidljiva, lako dostupna, mjesta i aktiviraju ih osobe koje uoče požar. Mana ručnih javljača je to što, ako nitko ne vidi požar, nitko ni ne može dojaviti, odnosno pritisnuti gumb. I tu se gubi skupocjeno vrijeme od detekcije do gašenja.

Da bi se čim prije detektirao požar koriste se automatski javljači požara. Njih možemo podijeliti na termičke (termomaksimalne i termodiferencijalne), dimne (ionzacijski i optički) i plamene (infracrvene i ultraljubičaste). [19]

Termomaksimalni javljači požara funkcioniraju tako da bilježe prekoračenje određene temperature. Oni javljaju požar kada temperatura poraste između 15°C do 35°C više od temperature okoline. Radi na principu bi metala koji zatvara ili otvara strujni krug (ovisno o proizvođaču) nakon što temperatura prijeđe namještenu temperaturu dojave i šalje obavijest vatrodojavnoj centrali. Mana je što ne može raditi na niskim temperaturama. Termodiferencijalno javljači rade na principu zapisa brzine porasta temperature u jedinici

vremena. Ako temperatura poraste za npr.  $5^{\circ}\text{C}$  u jednoj minuti tada se šalje signal centrali o mogućem požaru. Mana takvih javljača je lažna dojava pa bi ih trebalo držati u prostorima gdje je temperatura konstanta u hladu. Postoje i kombinirani javljači koji nadziru brzinu porasta i apsolutnu temperaturu.

Ionizacijski dimni javljači požara u sebi imaju ugrađen radioaktivni izvor zračenja. Rade na principu promjene referentnog stanja u strujnom krugu promjenom električnog otpora u jednoj od komora javljača. Do promjene otpora dolazi zbog čestica dima koje prilikom požara ulaze u jednu od komora javljača i na taj način mijenjaju električni otpor komore te dolazi do prorade. Ovi se javljači ne ugrađuju u prostore u kojima pri normalnom radu dolazi do pojave veće količine prašine ili do bržeg strujanja zraka zbog povećane mogućnosti lažnog alarma.

Druga vrsta dimnih javljača požara su optički. Njih dijelimo na optičke javljače dima sa smanjenjem intenziteta svjetlosti i optičke javljače dima sa raspršivanjem svjetlosti. Optički javljači dima sa smanjenjem intenziteta svjetlosti rade na principu da se alarm aktivira nakon što je narušeno ravnotežno stanje u strujnom krugu zbog smanjenja intenziteta svjetlosnog snopa. Ovaj javljač ima dvije komore koje se nalaze na suprotnim stranama zida i kroz te dvije komore prolazi snop svjetlosti konstantnog intenziteta koji se neprekidno mjeri. Ako postoji požar u prostoru, zbog dima će doći do smanjenja intenziteta svjetlosti na foto elementu otvorene komore i javljač će signalizirati centrali požar.

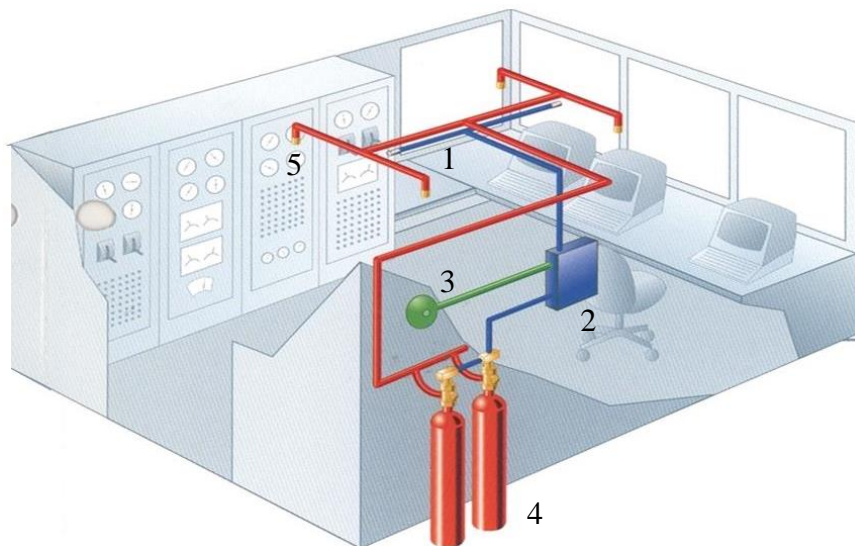
Plameni javljači rade na principu da mjere frekvencije zračenja (infracrveno ili ultraljubičasto). Kada dođe do požara plamen ima svoju specifičnu frekvenciju i tada se alarm pali.

## 5.2. Stabilni sustavi zaštite od požara serverskih prostorija s „clear agentom“

Pod aktivne mjere zaštite od požara spadaju također i stabilni sustavi za zaštitu od požara. Dijelev se na nekoliko vrsta:

- sustav tipa „sprinkler“ (mokri, suhi, kombinirani (mokri i suhi), „pre-action“, pjena)
- sustav tipa „drencher“
- sustav s ugljičnim dioksidom
- sustav s halonom
- sustavi s „clear agentom“
- bacači pjene i vode

Za gašenje požara informatičke električne opreme najviše se preporučaju sustavi s ugljičnim dioksidom i sustavi s „clear agentom“ (slika 12.). Pod sustavom za gašenje s „clear agentom“ podrazumijevamo inertne plinove i plinove s antikatalitičkim svojstvima koji ne oštećuju ozonski omotač sukladno s američkom normom NFPA 2001. Oni danas zamjenjuju stabilne sustave gašenja s halonima koji su se pokazali kao vrlo pogubni za ozon te su od 01.01.2006. godine u potpunosti zabranjeni.



Sl.12. Primjer instalacije sustava za gašenje FM-200. [20]

1 – javljači požara, 2 – Kontrolna ploča, 3 – Alarm, 4 – Spremnici s FM-200,  
5 – Mlaznice sustava za gašenje

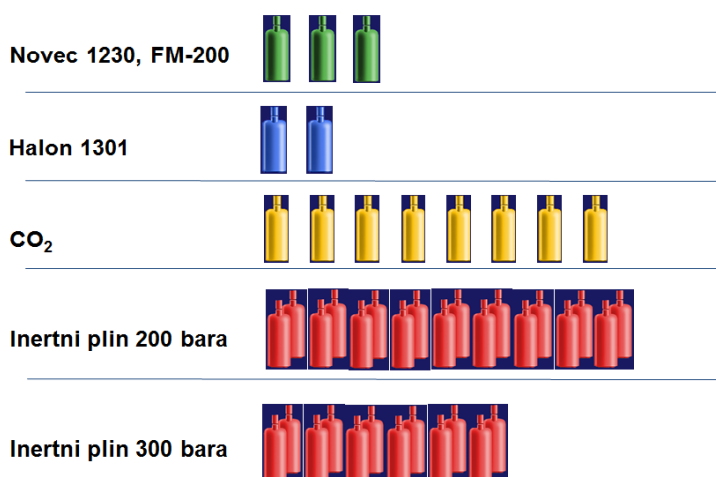
Stabilni sustavi sastoje se od sredstava za gašenje, spremnika u kojimase to sredstvo nalazi, ventila na spremnicima, detektora požara, sustava za detekciju i dojavu požara (kontrolna ploča, signalizacija, alarm), cijevovoda za isporuku sredstva za gašenje i mlaznice za disperziju sredstava za gašenje.

Stabilne sustave s clear agentom možemo podjeliti na više vrsta:

- FM 200
- NOVEC 1230
- NAF-S III
- INERGEN

#### 5.2.1. Stabilni sustav za gašenje požara FM-200

FM 200 je bezbojan i bezmirisan plin kemijske formule  $C_3HF_7$ . Njegovo ime po ISO standardu je heptafluoropropan (HFC-227).Ime FM 200 je zapravo tvorničko ime dano od strane kompanije koja ga proizvodi(Dupont). Isti plin se može naći i pod drugim imenima kao što su FE-227FM-200(Dupont), FITECH – 227(Fitech Engineers), Solkaflam 227(Solvay Fluor) iliMH-227(Shanghai Waysmos) [21]. Princip gašenja požara sa FM-200 je antikatalitički, odnosno plin inhibira kemijsku reakciju između gorivog materijala i kisika.Na slici 13. prikazane su količine potrebne za gašenje određenog požara u prostoru istog volumena.



Sl.13. Količine koje su potrebne da bi se ugasio požar u prostoru istog volumena [22]

FM-200 uspješno gasi sve razrede požara i potrebna je koncentracija od samo 7%-9% da bi u prostoru ugasio požar i to u vrlo kratkom vremenskom periodu već od 10 sekundi od trenutka aktiviranja. Pošto je potrebna vrlo mala koncentracija plina da bi se ugasio požar, zajedno s mogućnošću pohranjivanja u tlačnim spremnicima u tekućem stanju, daje veliku prednost F-200nad ostalim sredstvima za gašenje. [23]

#### 5.2.2. Stabilni sustav za gašenje požara NOVEC 1230

NOVEC 1230 je zamjena za halone, kemijske formule  $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ , proizveden je od strane američke tvrtke „3M“. Na požar djeluje antikatalitički, odnosno djeluje kemijski tako da inhibira kemijsku reakciju između gorive tvari i kisika. Kao sigurno i efikasno sredstvo upotrebljava se kod gašenja požara klase A (krutine), klase B (zapaljive tekućine) i „higher hazard“ klase A (krutine koje ostaju pod naponom električne energije tijekom gašenja). Potpuno je bezopasan za ljude koji bi se u trenutku aktiviranja sustava mogli zateći u štíćenju prostoru. Plin Novec 1230 je pohranjen u tekućem stanju u spremnicima pod tlakom dušika na 25/42/50 bara kod 21°C. Prilikom pojave požara, vatrodjavni sustav dojavljuje požar i aktivira elektromagnetski aktivator koji otvara ventil na spremniku sa plinom. Prilikom aktiviranja sustava NOVEC 1230 plin isparava na mlaznicama i gasi požar. Zbog dekompozicije samog plina kod visokih temperatura koje se pojavljuju kod požara vrijeme ispucavanja plina iznosi maksimalno 10 sekundi kod 20°C. Minimalno vrijeme zadržavanja zahtijevane koncentracije plina u štíćenju prostoru treba biti 10 minuta, sukladno s normama. [24]

#### 5.2.3. Stabilni sustav za gašenje požara NAF-S III

NAF-S III je mješavina fluorom i klorom halogeniziranih (fluoriranih i kloriranih) ugljikovodika. Ime je dobio od početnih slova proizvođača „North American Fire Guardian Technology Inc“ tvrtke iz SAD-a. NAF-S III pokazuje fizikalna svojstva slična onima halona 1301. Prema omjeru težine i učinkovitosti NAF-S-III je najučinkovitije sredstvo za gašenje halogenih ugljikovodika.

Po svojem sastavu NAF je mješavina raznih freona tipa HCFC-a (HCFC-123 (4,75%), HCFC-22 (82%) i HCFC-124 (9,5%)) s dodatkom detoksirajućeg sredstva nazvanog NAF XX (izopropenil-1-metilcikloheksan kojeg se dodaje oko 3,75%). Ono što je osnovno kod tog sredstava jest da se kombinacijom raznih freona ("zelenijih") i drugih dodataka dobiva plinsko sredstvo koje je po svemu adekvatni zamjenitelj halona, tj. ODP-a znatno manjeg od halona. Kako su mu fizikalna svojstva kao i protupožarna vrlo slična halonu, novo sredstvo se može ubaciti i u postojeće instalacije halona, tzv. „drop in“ sredstvo, što je za potencijalne korisnike više nego značajno. Prije nego se NAF pojavio na tržištu prošao je brojna ispitivanja. [25]

#### 5.2.4. Stabilni sustav za gašenje požara INERGEN

Inergen spada u grupu plinova „clear agent“ prema američkom standardu NFPA 2001 i ISO14520 standardu, ali za razliku od ostalih plinova u „clear agent“ skupini ne djeluje antikatalitički već ugušuje požar. Princip gašenja požara je dodavanje inertnih plinova u prostor s ciljem smanjenje koncentracije kisika. Postoji nekoliko inačica Inergen sustava:

- IG 01 – Inertni plin argon (100%)
- IG 55 – Kombinacija inertnih plinova dušik (50%) i Argon (50%)
- IG 100 – Inertni plin Dušik (100%)
- IG 541 – Kombinacija inertnih plinova dušik (52%), Argon (42%) i Ugljični dioksid (8%).

U Inergen sustav IG 541 dodan je i ugljični dioksid u cilju adaptacije ljudskog tijela, odnosno udisanju zraka sa smanjenom količinom kisika. Kod pojave ugljičnog dioksida u zraku ljudsko tijelo započinje sa povećanim unosom zraka (dublji i brži udisaji). Navedenim načinom unosi se veća količina zraka u ljudsko tijelo, a samim time i veća količina kisika. [24]

Inergen (IG55) plinovi se pohranjuju u plinovitom stanju u spremnicima pod tlakom od 300 bara. Kod pojave požara vatrodojavni dio sustava signalizira požar i aktivira elektromagnetski aktivator pilot spremnika koji otvara ventil na spremniku. Preostali spremnici potrebni za gašenje štićenog prostora aktiviraju se preko pneumatskog

aktiviranja. Vrijeme gašenja Inergen (IG55) sustavom iznosi maksimalno 60 sekundi kod temperature od 20°C. Minimalno vrijeme zadržavanja zahtijevane koncentracije plina u štíćenom prostoru sukladno normama treba biti 10 minuta. Tijekom ispucavanja u štíćenom prostoru se pojavljuje pretlak. Da bi se osigurao integritet štíćenog prostora nužno je osigurati kompenzaciju tlakova, odnosno štíćeni prostor zaštititi od oštećenja koja bi mogla nastati tijekom gašenja. [26]



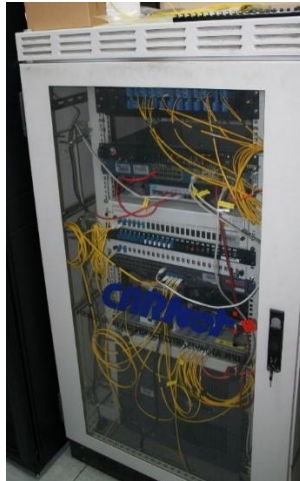
## 6. ZAŠTITA OD POŽARA INFORMATIČKE OPREME SERVERSKE PROSTORIJE VELEUČILIŠTA U KARLOVCU

Veleučilište u Karlovcu nalazi se u starogradskoj jezgri na adresi J.J. Strossmayera 9, popularno nazvanoj „zvijezdi“ (slika 14.). U krugu Veleučilišta nalaze se Gradsko poglavarstvo, muzej grada Karlovca, Studentski dom i Studentski centar. Javna vatrogasna postrojba udaljena je svega 300 metara zračne linije.



Sl.14. Satelitska snimka Veleučilišta u Karlovcu [27]

Zgrada u kojoj se danas nalazi Veleučilište sagrađena je u 17. st. i prvotno je služila kao sjedište Karlovačkog generalata, a da bi kasnije bila zgrada kazališne družbe, zatim kadetske škole u Austro-Ugarskoj te Vojarna „Frankopan“ u Hrvatskoj. 2003. godine, zapuštena i devastirana zgrada vojarnje, darovana je od strane Ministarstva obrane Republike Hrvatske na korištenje Veleučilištu u Karlovcu. Serverska soba Veleučilišta nalazi se na drugom katu zgrade. Izgrađena je u više faza. Prva faza izgradnje bila je 2005. godine te je tada odlučeno da će Veleučilište u Karlovcu biti Carnetovo čvorište za grad Karlovac i sve obrazovne ustanove u gradu. I te godine je postavljen Carnetov serverski ormar (slika 15.).



Sl.15.Carnetov serverski ormar [14]

2007. godine krenulo se u virtualizaciju informatičkog sustava. U tu svrhu uložena su velika sredstva u informatičku opremu i uređenje serverske prostorije. Ugrađen je podignuti pod, kupljena je skupocjena informatička oprema, te su instalirana dva klima uređaja. Cijela investicija iznosila je oko 100.000 kn.

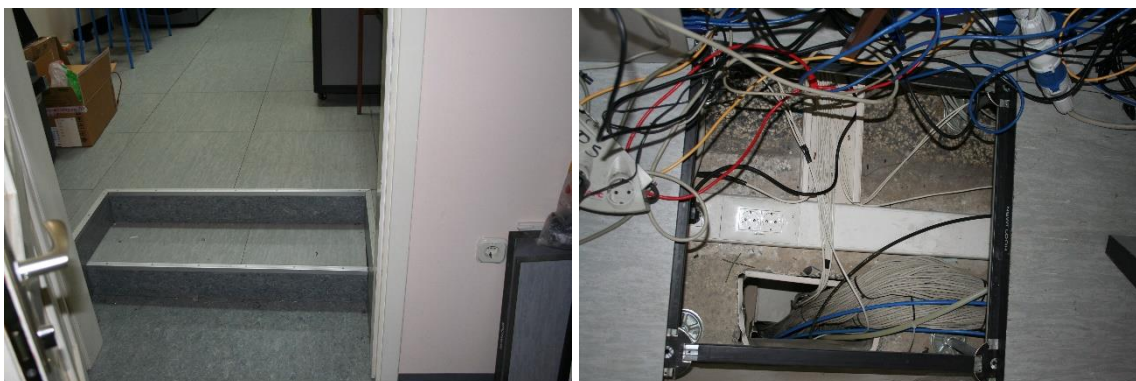
### 6.1. Opis serverske prostorije

Serverska soba je prostorija veličine 30 m<sup>2</sup>, dužine 8,3 metara, a širine 3,5 metara. Ima dva ulaza, jedan direktno s hodnika na južnoj strani te drugi kroz skladišni prostor informatičke službe na sjevernoj strani. Vrata su obična drvena s lakiranim premazom i bijelom bojom (slika 16.).



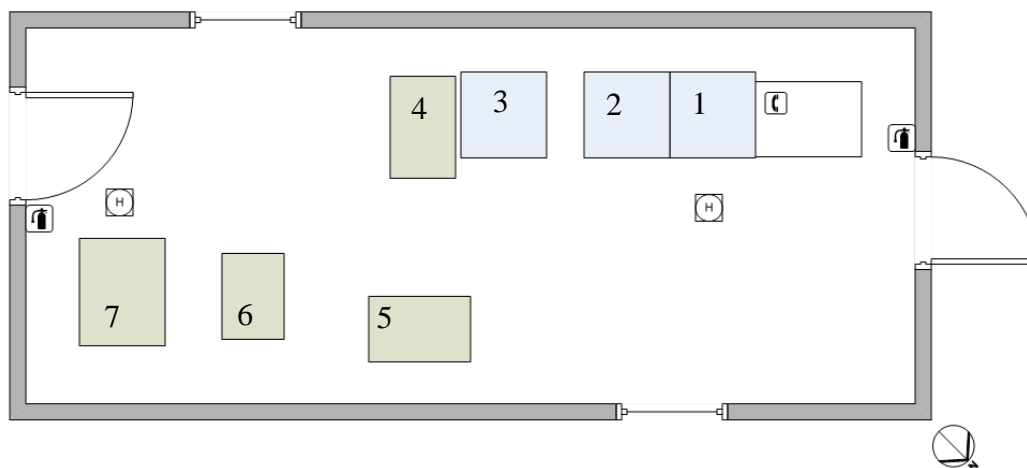
Sl. 16. Ulaz u serversku sobu iz skladišta informatičke službe [14]

Serverska prostorija ima podignuti pod 20 cm od glavnog, betonskog poda ispod kojeg se nalaze kanalice s mrežnim i strujnim kablovima te strujnim utičnicama. Zbog toga se na ulazima u serversku prostoriju nalazi se malo stubište (slika 17.).



Sl. 17. Stepenica na ulazu u informatičku prostoriju zbog podignutog poda, kanalice ispod poda [14]

Na svakoj strani nalazi se po jedan drveni prozor s jednostrukim staklom. Prozor na južnoj strani gleda u mali atrij Veleučilišta, dok je drugi, sjeverni okrenut prema parkingu Veleučilišta (slika 18.).



Sl.18. Tlocrt serverske sobe VUKA [14]

U serverskoj sobi se trenutno nalazi šest serverskih ormara s opremom te jedan prazan (broj 4). U dva ormara nalaze se „hubovi“ („switchevi“) zajedno s telefonskom centralom i video nadzorom (brojevi 1 i 2). Jedan ormar je u vlasništvu SRCE-a (Sveučilišni računarski centar), te se u njemu također nalaze, „switchevi“ zajedno sa „back up“

napajanjem (broj 3). Pod brojem 5 nalazi se serverski ormar s jednim serverskim računalom i „back up“ napajanjem. Broj 6 je „back up“ napajanje (UPS ormar; UPS – Uninterruptable power supply) te u slučaju nestanka struje sva oprema u serverskoj prostoriji nastavlja s radom sljedećih 90 minuta (slika 19.). Sastoji se od 16 baterijskih modula, hlađenja i kontrolera. Svaki baterijski modul sastoji se od tri baterijske ćelije s olovnim pločicama i sumpornom kiselinom. Sva struja koja ulazi u serversku prostoriju prvo ulazi u UPS ormar i iz UPS ormara ide dalje do ostalih uređaja u prostoriji. Kontroler na ormaru provjerava da li ima struje ili ne, ako nema struje tada se u sustav ubacuje struja iz baterija. Broj 7 je glavni serverski ormar Veleučilišta i u njemu se nalaze tri serverska računala, tri police s tvrdim diskovima te jedno zamjensko serversko računalo.

Sva ta oprema u serverskoj prostoriji stvara toplinu i zagrijava prostor, zbog toga su instalirana dva klima uređaja koji održavaju temperaturu konstantom na 17 °C. Serverska soba uzima oko 5000W snage iz električne mreže zbog navedene količine električne opreme.

## **6.2. Mogućnosti nastanka požara u serverskoj prostoriji**

Najznačajnije požarne opasnosti u serverskoj sobi dolaze od električne opreme i strujnih kablova. Uzroci požarnih opasnosti mogu biti kratki spoj, premala dimenzija vodiča, istjecanje sumporne kiseline iz baterija, pregrijavanje prostorije, odnosno sustava te vanjski izvori požara. Najveća požarna opasnost je kratki spoj i iskrenje prilikom kratkog spoja (transformacija električne energije u toplinsku energiju). Svaki električni uređaj u prostoriji ima napajanje u kojemu vrši transformaciju izmjenične struje od 220V u istosmjernu struju do maksimalnih 12V. Kako je potrebno da napajanja imaju hlađenje, odnosno rupe s ventilatorima, tako je moguće da se kroz te rupe nataloži prašina. U slučaju da prašina izazove kratki spoj u uređaju, to dovodi do iskrenja i može se zapaliti gorivi materijal u blizini (izolacija, PVC tiskane pločice ili ostali zapaljivi materijal koje se može naći u blizini uređaja).

Kao što je napomenuto, serverska soba uzima veliku količinu struje iz mreže. Ukoliko postavljeni vodiči nisu dimenzionirani prema količini struje koja će njima prolaziti, može doći do pregrijavanja vodiča, rastapanja izolacije, zapaljenja izolacije ili do kratkog spoja i iskrenja.



Sl. 19. Ormar sa baterijama (UPS) za rezervno napajanje i kablovi iza UPS ormara [14]

UPS ormar (slika 19.) je također jedno od mogućih mjesta za nastanak požara u prostoriji. Kako je spomenuto prije, prvo kroz UPS ormar prolazi struja, a zatim ide do ostalih uređaja u prostoriji, te može doći do preopterećenja ili do eventualnog požara, ako se slučajno uzme ormar premale nazivne snage. Druga potencijalna opasnost kod UPS ormara je sumporna kiselina koja se nalazi u baterijama. U slučaju loše izrade baterije može doći do curenja kiseline iz baterije i do kemijske reakcije s određenim kemikalijama. Valja napomenuti da PVC izolacija ne reagira sa sumpornom kiselinom.

U slučaju da dođe do gašenja klima uređaja, temperatura u prostoriji će naglo porasti što predstavlja problem jer tada ionako pregrijani procesori, počinju se još više zagrijavati. Iako svako računalo ima ugrađeno u BIOS postavkama da se ugasi ako se prođe određena temperatura (obično oko  $105^{\circ}\text{C}$ ), ali postoji mala mogućnost da se to ne dogodi. I ako prijeđe temperatura preko  $100^{\circ}\text{C}$  postoji vrlo mala mogućnost da se zapali.



Jedan od glavnih problema vatrogasne sigurnosti na Veleučilištu u Karlovcu je taj što je cijela zgrada jedan te isti požarni sektor. Velika je mogućnost nastanka požara izvan serverske sobe i da se taj požar proširi u nju i obrnuto.

Evakuacija studenata i osoblja na Veleučilištu u slučaju požara unutar serverske sobe ne predstavlja problem zbog lokacije serverske sobe na kraju hodnika i u suprotnom smjeru od puta evakuacije.

### 6.3. Trenutno poduzete mjere zaštite od požara u serverskoj prostoriji

Trenutno poduzete mjere u serverskoj prostoriji svode se na dva ručna aparata za gašenje požara s Fe36 (slika 20.) i dva dimna javljača požara (slika 21.). Izvan serverske sobe nalaze se ručni aparati za gašenje požara s prahom.



Sl. 20. Aparat za gašenje požara Fe36 na ulazu u serversku sobu s južne strane [14]

Unutar serverske prostorije nalaze dva ručna aparata za gašenje požara sa plinom Fe36 zapremine od 3 kg na svakom ulazu po jedan. Fe36 je plin iz skupine „clear agent“, odnosno on je zamjena za halon 1211 i djeluje antikatalitički. Prilikom upotrebe sredstvo

izlazi u obliku plina s malim kapljicama tekućine koje prodiru u plamen i gase požar [28]. Fe36 pogodan je za gašenje električne i elektroničke opreme jer ne provodi struju, nije korozivan, ne ostavlja tragove te je vrlo efikasan u gašenju požara, ekološki je prihvatljiv i ne oštećuje ozon. U hodnicima u blizini serverske sobe nalaze se ručni aparati za gašenje požara s prahom. Gašenje informatičke opreme prahom nije preporučljivo gašenje, ali svakako je opcija ako nema drugog načina da se požar ugasi.

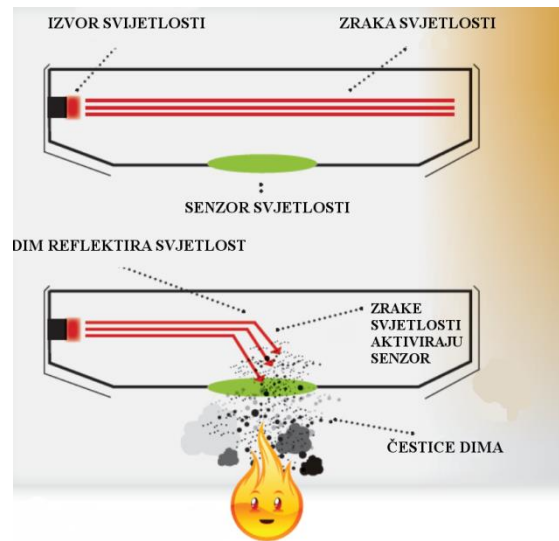
Druga poduzeta mjera za zaštitu od požara su dimni javljači požara. U serverskoj sobi nalaze se dva bežična dimna javljača požara – WS4916 (slika 21.) kanadskog proizvođača DSC. WS4916 ima tri načina detekcije:

- termomaksimalni
- termodiferencijalni
- foto električni (slika 22.)



Sl. 21. Detektor požara WS4916 u serverskoj sobi [14]

Termomaksimalni senzor je podešen na 57°C, te prelaskom zadane temperature aktivira se alarm. Alarm će se ugasi ako se temperatura snizi ispod definirane vrijednosti. Alarm također ima i termodiferencijalni senzor koji će uključiti alarm ako temperatura naglo poraste.



Sl. 22. Princip rada fotoelektričnog detektora dima [29]

Primarni način detekcije požara WS4916 je detekcija dima. On detektira dim pomoću fotoelektričnog efekta (slika 22.). Unutar uređaja nalazi se izvor svjetlosti koji daje kontinuirani snop svjetlosnih zraka. Kada se dogodi požar čestice dima uđu u uređaj i reflektiraju svjetlosne zrake prema senzoru. Alarm će se aktivirati u onom trenutku kada se na senzoru pojavi granična količina svjetlosti(oko 75%) koje daje izvor. Kada uređaj detektira požar tada šalje signal u vatrodjavnu centralu (slika 23.) koja se nalazi u serverskoj sobi te se automatski pali alarm koji se nalazi u atriju Veleučilišta i samoj serverskoj sobi. Signal se automatski šalje i u tvrtku „Sigurnost Karlovac“ zaduženu za osiguranje i sigurnost na Veleučilištu.



Sl.23. Vatrodjavna centrala u serverskoj sobi [14]



## **6.4. Prijedlozi za poboljšanje zaštite od požara u serverskoj prostoriji**

Zbog osnovnog problema što je cijela institucija jedan požarni sektor preporuča se uvođenje nekoliko zasebnih požarnih sektora u prostorije koje su najrizičnije ili koje sadrže vrlo vrijednu opremu. Pošto serverska soba već ima ugrađeni sustav za detekciju požara, da bi prostorija u potpunosti bila protupožarno zaštićena, u daljnjem radu biti će dani prijedlozi za stvaranje serverske sobe kao zaseban požarni sektor te prijedlog za stabilni sustav gašenja požara.

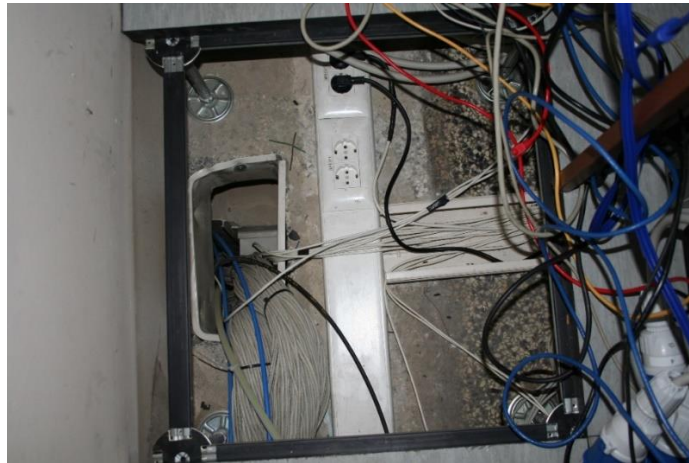
### **6.4.1. Prijedlozi za stvaranje zasebnog požarnog sektora za serversku sobu**

Da bi serverska soba bila zaseban požarni sektor, treba osigurati vatronepropusna vrata i prozore te je u otvore potrebno staviti odgovarajuće požarne jastučice, odnosno trake. Zidovi koji gledaju prema sjeveru i prema jugu su debljine 40 cm, ispunjeni punom ciglom i žbukom. Zid na južnoj strani na kojem se nalazi ulaz u serversku sobu, debljine je 60 cm također od pune cigle. Zidovi, kao takvi, zadovoljavaju uvjete za zidove požarnog sektora. Prostorije serverske sobe i skladišta nekoć su bile jedna prostorija, a danas su odijeljene u dvije pomoću zida od knauf ploča. Da bi serverska soba bila zaseban požarni sektor potrebno je ukloniti zid od knauf ploča s obzirom da nije moguće utvrditi vatrootpornost postojećih te bi trebalo ugraditi testirane i certificirane koje bi zadovoljavale zadane uvijete. Na taj način bi se dobila dva zasebna požarna sektora, skladište kao jedan, a serverska soba kao drugi.

Također je potrebna zamjena postojećih vrata s vratima koja zadovoljavaju protupožarne zahtjeve. Protupožarna vrata moraju biti i protuprovalna kako bi skupocjena oprema bila osigurana od krađe, kao što je slučaj i sada. Vrata moraju imati klasu otpornosti na požar od najmanje 30 minuta i certifikat koji dokazuje da su u skladu sa zahtjevima norme HRN DIN 4102, sukladno tome potrebno je zamijeniti sva troja vrata, na ulazu u serversku sobu s južne strane, na ulazu u serversku sobu kroz skladište te na ulazu u skladište. Prozore u navedenim prostorijama treba zamijeniti s vatrootpornima.

Zbog mrežnog povezivanja svih računala na Veleučilištu, serverska soba sadrži velik broj isprepletenih kablova (mrežni, strujni) (slika 24.)te su mnogi od njih provedeni kroz zidove i kroz pod. Iz toga razloga je potrebno na mjestima gdje su probijeni prolazi

upotrijebiti odgovarajuća sredstva kako bi se osigurao integritet požarnog sektora tokom požara.



Sl.24. Mrežni kablovi izvedeni kroz pod serverske sobe. [14]

Na mjestima gdje mrežni kablovi prolaze kroz zid potrebno je u rupe staviti ekspandirajuće vrećice koje prilikom požara nabubre i zatvaraju rupu te na taj način sprečavaju proširenje požara kroz prolaze i ne narušavaju integritet požarnog sektora. Vrećice se sastoje od nepropusne obloge gustog tkanja koje su punjene kombinacijom mineralnih vlakana, negorivih komponenti, ekspandirajućim sredstvom netopivim u vodi i specijalnim aditivima u obliku usporivača razvoja požara (retardanti) (slika 25.). Otporne su na struju, nisu vodiči ukoliko se drže u suhom prostoru te se lako instaliraju i mijenjaju. Vrećice su testirane s 18 cm i 34 cm debljine i pružaju otpornost na požar do 4 sata [30]. Vrećice su prikladan odabir iz razloga što ih je vrlo lako maknuti i ponovo vratiti u slučaju potrebe za dodavanjem novih kablova ili promjenom postojećih.



Sl.25. Vatrozaustavne ekspanzirajuće vrećice [31]

Električne kablove potrebno je prešpricati zaštitnim premazom koji štiti od požara i sprječava širenje vatre te umanjuje nastanak kratkog spoja. Električne i mrežne kabele koji se nalaze ispod podignutog poda potrebno je staviti u negorivu kanalicu koja ima klasu otpornosti na požar i djeluje kao vlastiti mali požarni sektor. Na mjestima gdje električni kablovi i cijevi prolaze kroz zidove potrebno je staviti izolacijsku vatrozaustavnu žbuku. Žbuka se tokom sušenja lagano širi i na taj način popunjava rupe te brtvi prolaze oko cijevi i kanalica. Oko plastičnih cijevi (klima uređaja) treba staviti bubreće omotne trake koje se prilikom požara šire, zdrobe plastične cijevi i začepi prolaz (slika 26.).



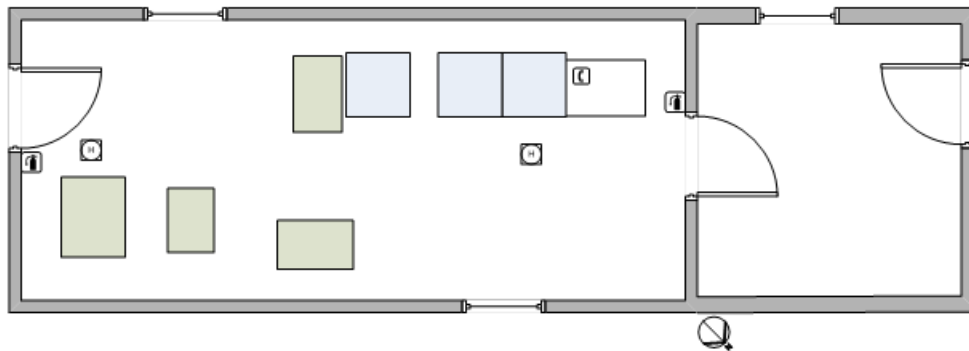
Sl.26. Bubreće omotne trake za gorive plastične cijevi [31]

#### 6.4.2. Ugradnja stabilnog sustava za gašenje požara FM 200 u serversku sobu

Za zaštitu serverske sobe odabran je stabilni sustav gašenja požara FM 200. Više je razloga za takav odabir:

- velika brzina djelovanja
- velika efikasnost medija kojim se požar gasi
- plin ne predstavlja opasnost za ljude (u određenoj koncentraciji) koji bi se mogli naći u prostoru
- minimalno smanjenje vidljivosti prilikom gašenja
- plin nije korozivan, ne provodi struju i ne ostavlja tragove

Za gašenje požara u serverskoj sobi, dovoljan je jedan spremnik plina FM 200 od 80 litara smješten u skladištu. Trenutno se u skladištu nalazi informatička oprema, rezervni dijelovi i sl. Sva navedena oprema bi trebala biti premještena u drugi prostor kako bi se skladište prenamijenilo u požarni sektor na isti način kao i serverska soba. U tom slučaju bilo bi potrebno zamijeniti postojeća vrata i prozore vatrootpornima te bi trebalo brtviti kanalice i prolaze. Na taj način bi skladište postalo prostorija za smještaj spremnika s plinom FM 200 i vatrodojavnom centralom (slika 27.).



S1.27. Serverska soba sa skladištem [14]

Spremnik bi bio smješten uz zid koji dijeli serversku sobu i skladište, a cjevovod bio izveden s dvije mlaznice na kraju. Pošto su javljači bežični, za njih nije potrebno izvoditi posebne kanalice do vatrodojavne centrale.

Nakon što javljači požara detektiraju požar, oni šalju signal do vatrodojavne centrale koja otpušta ventil na spremniku plina zatim pusti plin u cjevovod na mlaznice gdje izlazi van i puni prostor. Centrala istodobno daje zvučni alarm i šalje dojavu Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Karlovca.

## 7. ZAKLJUČAK

S razvojem informatizacije na Veleučilištu povećava se rizik od požarnih opasnosti koje mogu nanijeti štetu vrlo vrijednoj mrežnoj opremi u serverskoj sobi. Iz toga razloga je vrlo važno osigurati da se takva oprema propisno zaštiti. Iako postoji mala mogućnost za nastajanje požara informatičke opreme, svakako je ne bi trebalo zanemariti. Danas, kada postoje efikasne zamjene za halone koji ne štete okolišu i koji efikasno gase požar u svega par sekundi, vrlo je lako ugasiti požar na informatičkoj opremi bez ikakvih dodatnih oštećenja te sačuvati vrijednu opremu od nepotrebnog uništavanja.

Obzirom da postoje planovi za nadogradnju informatičke opreme unutar serverske sobe, vrijednost opreme bi porasla preko 200 000 kn, ugradnjom stabilnog sustava FM 200 u serversku sobu, stavljanjem u prostorije u vlastiti požarni sektor i boljom dojavom prema vatrogasnoj postrojbi, oprema koja se unutra nalazi na taj način bi bila propisno osigurana od neželjenih slučajeva.

## 8. LITERATURA

- [1] <http://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/78>
- [2] [https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count)
- [3] [www.newegg.com](http://www.newegg.com)
- [4] <https://www.techwalla.com/articles/what-materials-are-used-to-make-computers>
- [5] [http://ewasteguide.info/valuable\\_materials\\_in\\_e\\_waste](http://ewasteguide.info/valuable_materials_in_e_waste)
- [6] [http://zprojekti.mzos.hr/public/c-prikaz\\_det.asp?psid=2&ID=1310](http://zprojekti.mzos.hr/public/c-prikaz_det.asp?psid=2&ID=1310)
- [7] <https://www.lifewire.com/servers-in-computer-networking-817380>
- [8] <https://www.openextra.co.uk/kb/environment-monitoring/recommended-server-room-temperature.html>
- [9] <https://www.fastcompany.com/3043216/the-worlds-first-carbon-negative-data-center-heats-up-swedish-homes-in-the-winter>
- [10] Siemens – „*Fire protection in data centars (Detection, alarming, evacuation, extinguishing)*“ pdf dokument
- [11] <http://www.vertatique.com/average-power-use-server>
- [12] <http://www.fireextinguisherguide.co.uk/types-of-fire-extinguishers/co2-fire-extinguishers/>
- [13] Todorovski Đ. Kolegij *Vatrogasna taktika*, PPT prezentacija, predavanje na Veleučilištu u Karlovcu
- [14] Vlastiti izvor
- [15] [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_12\\_153\\_3221.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html)

- [16] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=50782>
- [17] Ivančić Z., Kirin S.: „*Izvori požarne opasnosti*“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, (2010.), ISBN 978-953-7343-32-3
- [18] Carević M., Jukić P., Sertić Z, Šimara B.: „*Tehnički priručnik za zaštitu od požara*“, Knjiga, Zagrebinspekt, Zagreb, 1997
- [19] Todorovski Đ. Kolegij *Vatrogasni uređaji i oprema*, PPT prezentacija, predavanje na Veleučilištu u Karlovcu
- [20] [http://www.dianliwenmi.com/postimg\\_19885458.html](http://www.dianliwenmi.com/postimg_19885458.html)
- [21] <https://en.wikipedia.org/wiki/1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane>
- [22] <http://www.zarja.com/hr/sustavi/sustavi-za-gasenje-pozara/>
- [23] <http://apin.hr/fm-200-sustav/plin-fm-200/>
- [24] <http://apin.hr/novec-1230-sustav/plin/>
- [25] Cvitanović V., Majić M. Izbor zamjenskog protupožarnog sredstva za prostore štíćene halonom 1301-
- [26] <http://apin.hr/inergen-sustav/inergen-ig-55/>
- [27] [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)
- [28] [https://www.chemours.com/FE/en\\_US/products/fe36.html](https://www.chemours.com/FE/en_US/products/fe36.html)
- [29] <http://www.nfpa.org/public-education/by-topic/smoke-alarms/ionization-vs-photoelectric>
- [30] <http://seminar.tvz.hr/materijali/materijali16/16A02.pdf>
- [31] Kulišić D. Kolegij *Konstruktivska Protupožarna preventiva*, PPT prezentacija



## 9. PRILOZI

### 9.1. Popis simbola

IT - Information technology (eng.) – Informatička tehnologija

ENIAC - Electronic Numerical Integrator and Computer – naziv za prvo računalo u svijetu

AMD – Advanced Micro Devices – tvrtka koja proizvodi procesore, smještena u Sunnyvale, SAD

RAM – Random access memory (eng.)

HDD – Hard disk drive (eng.) – tvrdi disk za pohranu podataka

CPU – Central Processing Unit (eng.) - Procesor

CD – ROM – Compact Disk - Read Only Memory (eng.) – čitač kompaktnih diskova

DVD – ROM – Digital Video Disk - Read Only Memory (eng.) – čitač digitalnih diskova

VGA – Video Graphic Array (eng.) – sučelje preko kojeg se spaja računalo i monitor

DVI – Digital Video Interface (eng.) - sučelje preko kojeg se spaja računalo i monitor

GPU – Graphic Processing unit (eng.) – Procesor na grafičkoj kartici

PVC – polivinil klorid – plastični polimer

CRT – Cathod Ray Tube (eng.) - monitori s katodnom cijevi

SSD – Solid state disk (eng.) – disk za pohranu podataka

LCD – Liquid Crystal Display (eng.) – moitori s tekućim kristalima

PC – Personal Computer (eng.) – osobno računalo

MAC – Macintosh Computer (eng.) – Osobno računalo sastavljeno od strane tvrtke „Apple“

DC/DC – Pretvorba iz istosmjerne u istosmjernu struju iz manjeg, odnosno većeg napona

AC/DC – Pretvorba izmjenične struje u istosmjernu

CO<sub>2</sub> – Ugljični dioksid

IG 01 – Inertni plin argon (100%)

IG 55 – Kombinacija inertnih plinova dušik (50%) i Argon (50%)

IG 100 – Inertni plin Dušik (100%)

IG 541 – Kombinacija inertnih plinova dušik (52%), Argon (42%) i Ugljični dioksid (8%).

SRCE – Sveučilišni Računarski Centar – Središnja informatička ustanova obrazovnog sustava

UPS – Uninterruptable power supply – Sustav neprekidno napajanja

BIOS - basic input/output system – prvi program koji se prokreće prilikom paljenja računala

## 9.2. Popis slika

Sl.1. ENIAC računalo.....	2
Sl.2. Vakumske cijevi iz ENIAC računala .....	3
Sl.3. Osobno računalo .....	4
Sl.4. Podatkovni centar .....	10
Sl.5. Primjer podatkovnog centra. ....	13
Sl.6. Prosječna potrošnja snage na jednom serverskom računalu .....	14
Sl.7. Ručni aparat za gašenje požara s CO <sub>2</sub> .....	16
Sl.8. Faze razvoja požara .....	18
Sl.9. Kretanje dima u prostoru bez sustava za odimljavanje (a) i u prostoru sa sustavom odimljavanja (b) .....	20
Sl.10. Koncept zaštite od požara .....	23
Sl.11. Skupine građevinskih materijala razvrstane prema normi HRN DIN 4102 .....	24
Sl.12. Primjer instalacije sustava za gašenje FM-200. ....	27
Sl.13. Količine koje su potrebne da bi se ugasio požar u prostoru istog volumena .....	28
Sl.14. Satelitska snimka Veleučilišta u Karlovcu .....	32
Sl.15. Carnetov serverski ormar .....	33
Sl. 16. Ulaz u serversku sobu iz skladišta informatičke službe .....	33
Sl. 17. Stepenica na ulazu u informatičku prostoriju zbog podignutog poda, kanalice ispod poda .....	34

Sl.18. Tlocrt serverske sobe VUKA .....	34
Sl. 19. Ormar sa baterijama (UPS) za rezervno napajanje i kablovi iza UPS ormara ..	36
Sl. 20. Aparat za gašenje požara Fe36 na ulazu u serversku sobu s južne strane .....	37
Sl. 21. Detektor požara WS4916 u serverskoj sobi .....	38
Sl. 22. Princip rada fotoelektričnog detektora dima .....	39
Sl.23. Vatrodojavna centrala u serverskoj sobi .....	39
Sl.24. Mrežni kablovi izvedeni kroz pod serverske sobe. ....	41
Sl.25. Vatrozaustavne ekspandirajuće vrećice .....	42
Sl.26. Bubreće omotne trake za gorive plastične cijevi .....	42
Sl.27. Serverska soba sa skladištem .....	43

### 9.3. Popis tablica

Tab. 1. Sastav osobnog računala, bazirano na temelju prosječnog računala sa CRT monitorom ~ 27 kg .....	7
---	---