

D. Benković, Đ. Todorovski, S. Peretin*

SPREČAVANJE POJAVE I ŠIRENJA POŽARA NA INFORMATIČKOJ OPREMI

UDK 614.84:681.5
PRIMLJENO: 14.12.2018.
PRIHVAĆENO: 28.2.2019.

Ovo djelo je dano na korištenje pod Creative Commons Attribution 4.0 International License 

SAŽETAK: U članku se obrađuje zaštita informatičke opreme, osobnih računala, odnosno servera od mogućih uzroka požara na istima i sprečavanje 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 njihovoj zaštiti. 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.

Cljučne riječi: informatička oprema, zaštita od požara, server, stabilni sustavi gašenja sa „čistim agensima“

UVOD

Današnji suvremeni svijet iznimno je ovisan o kvalitetnoj informatičkoj povezanosti. Sasvim normalno je da se razmjenjuju podaci u realnom vremenu između cijelog svijeta. Da bi se to ostvarilo, potrebno je imati odgovarajuću infrastrukturu koja mora funkcionirati 24 sata na dan, sedam dana u tjednu. Infrastruktura se može podijeliti na optičke kabele, podvodne kabele i podatkovne centre. Upravo su podatkovni centri najvažniji u prijenosu informacija preko interneta. Trenutno se najveći podatkovni centar nalazi u Kini, vlasništvo je Kineskog telekoma, prostire se na 1.000.000 m², potrošnja mu je 150 MW električne energije, a investicija je bila preko 3 milijarde \$ (Berry, 2018.).

*Dalibor Benković, bacc. ing. sec., (dalibor.benkovic@vuka.hr), mr. sc. Đorđi Todorovski, (dordi.todorovski@gmail.com), Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac, Stjepan Peretin, mag. ing. mech., (s.peretin@ex-agencija.hr), Ex-Agencija, Industrijska 25, 10431 Sveta Nedjelja.

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.

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 trajati satima, a naglim otvaranjem vrata i ulaskom svježeg zraka dolazi do burnog i naglog izgaranja vrućih plinova. Kako bi se to spriječilo, prije ulaska treba pomno pregledati ima li tragova požara unutar prostorije, dima ispod vrata i je li vruća kvaka na vratima. Gasitelji prije ulaska u takvu prostoriju moraju biti u potpunosti spremni na takve situacije, odjeveni

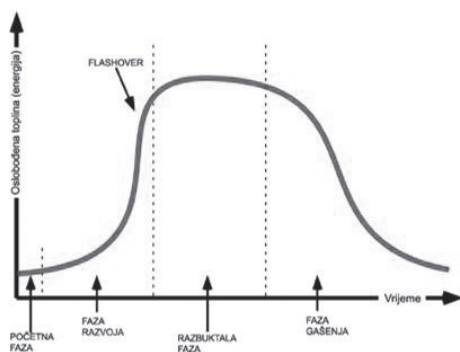
u odgovarajuću zaštitnu opremu te tlačne cijevi za gašenje moraju biti ispunjene vodom. Toplina se brzo gomila unutar jednog opožarenog sektora te dolazi do porasta temperature u gornjim dijelovima požarnog sektora zbog konvekcije. Na taj način će dim i ostali produkti izgaranja prvo ispuniti gornje, a zatim donje dijelove prostorije što otežava orijentaciju i kretanje. Intenzivnim razvojem požara prijeti opasnost od urušavanja konstrukcija koje nisu zaštićene od topline.

Faze razvoja požara u zatvorenom prostoru

Tijek požara u zatvorenoj prostoriji može se podijeliti u četiri faze (slika 1):

- početna faza
- faza razvoja
- razbuktna faza
- faza gašenja (*Todorovski, 2012.*)

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



Slika 1. Faze razvoja požara

Figure 1. Stages in fire progress

Početna faza požara nastaje u trenutku paljenja gorive tvari. U načelu traje od par minuta do nekoliko 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 %, a 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, oni 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 nekoliko 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. S 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 ako je vidljivost smanjena na 4 m 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 količine topline u prostoru. 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 izgaranje 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 razbuktnale faze požara. U njoj požar dolazi do svojeg maksimuma, zahvaća sav gorivi materijal te se mogu urušiti metalne konstrukcije, ploče i građevinski elementi. Temperatura postižu vrijednosti od 650 °C pa do 1000 °C i gorenje je intenzivnije ako pritiče dovoljna količina kisika. Razbuktna 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 najučinkovitija metoda gašenja, u protivnom je potrebno hlađenje produkta izgaranja s vodenom

maglom. Neposrednom gašenju žarišta može se pristupiti nakon dovoljno hlađenja produkata s vodenom maglom. Gašenje je završeno kada se ohlade sva tinjajuća žarišta (*Todorovski, 2012.*).

Specifične pojave pri gašenju požara u zatvorenom prostoru

Kod gašenja požara potrebno je pripaziti na specifične pojave, odnosno opasnosti koje se mogu pojaviti tijekom požara. One su specifične za požare u zatvorenim prostorijama (*Todorovski, 2012.*):

- površinsko buknuće (flameover)/podstropno valjanje plamena (rollover)
- trenutno prostorno buknuće (flashover)
- temperaturno raslojavanje vrućih požarnih plinova
- povratno prostorno buknuće (backdraft).

Površinsko buknuće/podstropno valjanje plamena je pojava kada se tijekom požara počinju pojavljivati plameni jezici koji putuju kroz sloj vrućih plinova, a nastaju u fazi razvoja požara prije nego što se pojavi trenutno prostorno buknuće, tj. kada još nije zahvaćen cjelokupni gorivi materijal unutar prostorije. Događa se 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 - podstropno valjanje plamena.

Trenutno prostorno buknuće je naglo izgaranje svojeg gorivog materijala u požaru ventiliranog prostora. Dolazi na prijelomu između faze razvoja požara i razbuktaleske faze. Tijekom početne faze požara materijal se zagrijava i nakon toga počinje otpuštati zapaljive plinove. Do trenutnog prostornog buknuća dolazi kada su površine zapaljivog materijala zagrijane do temperature samopaljenja 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 trenutnog prostornog buknuća

Povratno prostorno buknuće je možda najopasnija pojava koja se može dogoditi tijekom požara u zatvorenom prostoru. Ona se događa kada u neventiliranom prostoru dođe do zagu-

šenja 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 povratnog prostornog buknuća 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.

SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA SERVERSKIH PROSTORIJA

Prilikom izgradnje 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 u skladu sa zakonom, odgovarajućim instalacijama stabilnog sustava za gašenje požara te edukacijom osoblja i zaposlenika.

Građevinske mjere zaštite od požara

Građevinske mjere zaštite od požara provode se na osnovi dvaju zakona:

- Zakon o zaštiti od požara
- Zakon o gradnji.

Zajedno s njima postoje brojni podzakonski akti koji propisuju temeljne obveze provedbe građevinskih mjera zaštite od požara. U čl. 10. Zakona o gradnji 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 zbog sprečavanja nastanka i širenja požara, utvrđivanja i uklanjanja uzroka požara, otkrivanja i gašenja požara te pružanja pomoći pri uklanjanju posljedica uzrokovanih požarom. Građevinska protupožarna zaštita može se podijeliti na dvije osnovne preventivne mjere, na aktivnu i pasivnu.

Također u čl. 25., st. 1. Zakona o zaštiti od požara navodi se da se prilikom projektiranja i građenja građevine mora osigurati zaštita od požara, kao jedan od bitnih zahtjeva za građevinu propisanih posebnim propisom kojim se uređuje područje prostornog uređenja i gradnje, tako da se u slučaju požara:

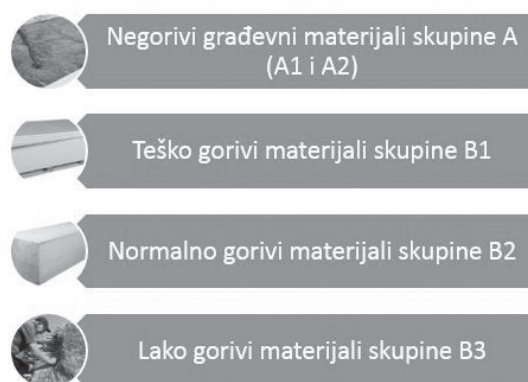
- očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena utvrđenu posebnim propisom,
- spriječi širenje vatre i dima unutar građevine,
- spriječi širenje vatre na susjedne građevine,
- omogućiti da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu, odnosno da se omogućiti njihovo spašavanje,
- omogućiti zaštita spasitelja.

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 u skladu s važećim propisima. Prilikom projektiranja, u svrhu zaštite od požara, potrebno je zadovoljiti sljedeća temeljna načela zaštite od požara:

- pravilan odabir građevinskih materijala s motrišta njihova ponašanja u uvjetima požara (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); (*Carević et al., 1997.*)

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. U skladu s normama mogu biti i gorivi materijali, ali svakako treba izbjegavati materijale iz skupine B3 (slika 2); (*Carević et al., 1997.*)



Slika 2. Skupine građevinskih materijala razvrstane prema normi HRN DIN 4102

Figure 2. Building materials grouped according to HRN DIN 4102 norm

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 definira se vremenom (od 15 pa do 240 minuta) u kojemu ta konstrukcija zadovoljava definiranim zahtjevima. Utvrđivanje otpornosti na požar konstrukcije određuje se na temelju 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.

Aktivne mjere zaštite od požara

Kako su preventivne mjere pasivne da spriječe nastanak požara, tako su i aktivne preventivne mjere za slučaj ako se požar već dogodi. Te iste mjere moraju ga brzo detektirati, ugasiti i ograničiti njegovu širenje. U aktivne mjere ubrajaju se 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. Nedostatak ručnih javljača je to što, ako nitko ne vidi požar, nitko ni ne može dojaviti, odnosno pritisnuti gumb. Pritom se gubi skupocjeno vrijeme od detekcije do gašenja.

Da bi se čim prije detektirao požar, upotrebljavaju se automatski javljači požara. Oni se mogu podijeliti na termičke (termomaksimalne i termodiferencijalne), dimne (ionizacijske i optičke), plamene (infracrvene i ultraljubičaste) i kombinirane (Todorovski, 2012.).

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 načelu bimetal koji zatvara ili otvara strujni krug (ovisno o proizvođaču) nakon što temperatura prijeđe namještenu temperaturu dojava i šalje obavijest vatrodojavnoj centrali. Njihov nedostatak je što ne mogu raditi pri niskim temperaturama. Termodiferencijalni javljači rade na načelu zapisa brzine porasta temperature u jedinici vremena. Ako temperatura poraste za npr. 5 °C u jednoj minuti, tada se šalje signal centrali o mogućem požaru. Nedostatak takvih javljača je lažna dojava pa bi ih trebalo držati u prostorima gdje je temperatura konstantna u hladu. Postoje kombinirani javljači koji nadziru brzinu porasta i apsolutnu temperaturu i ini kombinirani (npr. optički kombinirani s termodiferencijalnim; optički kombinirani s termomaksimalnim itd.).

Ionizacijski dimni javljači požara u sebi imaju ugrađen radioaktivni izvor zračenja. Rade na načelu 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 javljači ne ugrađuju se u prostore u kojima pri normalnom radu dolazi do pojave veće količine prašine ili bržeg strujanja zraka zbog povećane mogućnosti lažnog alarma.

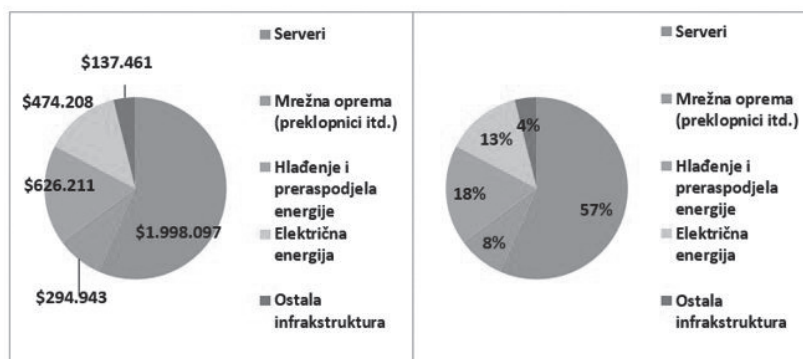
Druga vrsta dimnih javljača požara su optički. Dije se na optičke javljače dima sa smanjenjem intenziteta svjetlosti i optičke javljače dima sa raspršivanjem svjetlosti. Optički javljači dima sa smanjenjem intenziteta svjetlosti rade na načelu da se alarm aktivira nakon što je narušeno ravnotežno stanje 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 fotoelementu otvorene komore i javljač će signalizirati centrali požar.

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

U prostorima s vrlo važnom i/ili skupocjenom opremom poput serverskih prostorija, najbolja solucija je ugradnja aspiracijskog detektora koji se koristi za vrlo ranu detekciju požara. Ti detektori detektiraju požarne plinove (dim) dok su još u tragovima. Funkcioniraju na način da konstantno uvlače zrak, prvo kroz filter za prašinu pa do analitičke komore detektora, gdje se analizira sadržaj zraka, te ako postoje čestice požarnih plinova oglasit će se detektor i signalizirati požar.

KONSTRUKCIJA PODATKOVNIH CENTARA

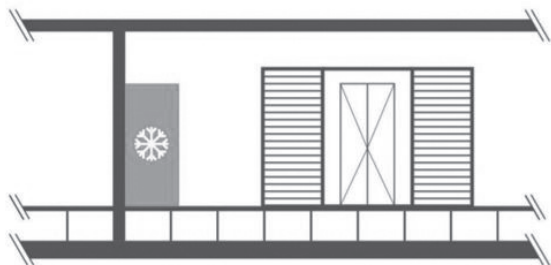
Podatkovni centri (Data Center) su prostori u zgradama specijalizirani za informatičku infrastrukturu, a to uključuje servere, preklopnike (switch), preusmjerivače (router), vatrozid (firewall), zatim kabele poput mrežnih, strujnih i optičkih.



Slika 3. Mjesečni troškovi većeg podatkovnog centra

Figure 3. Monthly costs of a larger data centre

Početa investicija u podatkovne centre je visoka, te zbog svoje vrijednosti, podatkovne centre treba i pravilno zaštititi (slika 3); (Hamilton, 2018.). Prilikom projektiranja takvog centra potrebno je razmjestiti serverske ormare u prostoriji, zajedno s adekvatnim hlađenjem i podignutim, antistatičkim, podom (slika 4); (Louwerens, 2018.).



Slika 4. Primjer serverske prostorije

Figure 4. Example of a server room

Američka norma za zaštitu podatkovnih centara (NFPA 75) nalaže da se primijene sljedeće metode prilikom konstrukcije takvih centara:

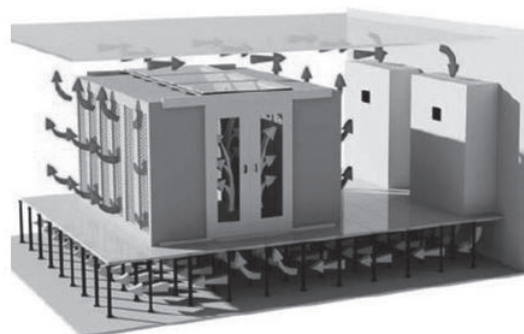
- konstrukcija same zgrade, požarnih sektora
- lokacija centra s informatičkom opremom
- materijali za unutarnje uređenje
- podignuti podovi
- otvori i prolazi
- prolazi između serverskih ormara, cirkulacija i hlađenje prostorija.

Kod izgradnje centara trebaju se upotrebljavati građevinski materijali koji imaju minimalnu

vatrootpornost od jednog sata za izgradnju požarnog sektora. Vatrootpornost površine zida mora biti jednaka od poda pa do stropa. Otvori moraju biti zaštićeni kako bi spriječili širenje vatre i dima, a vrata moraju imati vatrootpornost od minimalno 45 minuta.

Prostorije s informatičkom opremom moraju biti smještene dalje od opasnih proizvodnih procesa. Pristup prostorijama smiju imati samo ovlaštene osobe. Osim toga, potrebno je odrediti minimalne požarne zahtjeve za unutarnje uređenje zidova, stropova i podova.

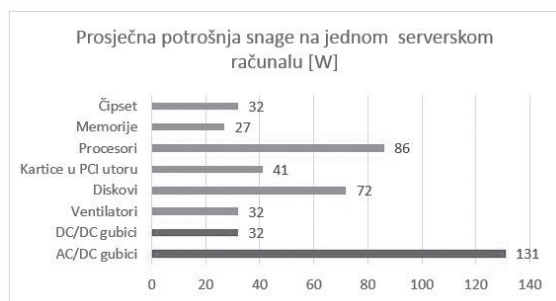
Kod konstrukcije podignutih podova potrebno je paziti da podloga poda, kao i metalna struktura moraju biti izrađeni od nezapaljivih materijala. Nadalje, podne podloge moraju biti načinjene od materijala koji su pod tlakom impregnirani s retardantom (usporivačem) zapaljenja i izgaranja.



Slika 5. Prikaz hlađenja podatkovnih centara klimatizacijskim komorama

Figure 5. Cooling scheme for data centres with air-conditioning chambers

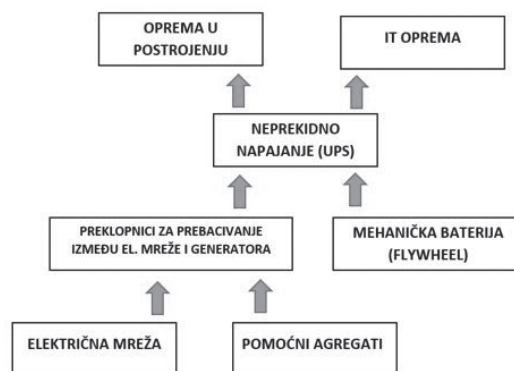
Prozori ili prolazi, koji prolaze kroz vatrootporni zid, moraju biti opremljeni s automatskim zaklopkama. Ulazna vrata i prozori moraju biti protuprovalna, uz to i vatrootporna, te se automatski zatvarati kada su izložena vatri ili dimu. Zaklopke, vrata i prozori moraju imati vatrootpornost istu kakvu ima i zid u toj prostoriji. Mjesta na kojima je zid probijen zbog kabela trebaju biti obložena i/ili ispunjena s vatrozaustavnim materijalima koji, također, moraju imati vatrootpornost jednaku vatrootpornosti zida kroz koji prolaze. Otvori ventilacijskih kanala moraju biti opremljeni automatskim zaklopkama. Slika 6 prikazuje toplinske gubitke koji rezultiraju zagrijavanjem prostorije (Meléndez, 2018.).



Slika 6. Toplinski gubici koji rezultiraju zagrijavanjem prostorije

Figure 6. Heat losses causing higher room temperature

Računala, kao i svi električni uređaji, prilikom rada stvaraju toplinu. Prosječno računalo proizvodi oko 293 W topline. Kada ima na jednom mjestu više računala i električne opreme, u zatvorenom prostoru, to uzrokuje rast temperature atmosfere njihove okoline i njihovo brže zagrijavanje. Računala imaju podešen sustav, pri čemu se ona automatski gase ako temperatura prijeđe preko određene granice. Ako se ne hladi cijeli prostor, računala će se pregrijavati, bez obzira na vlastito hlađenje unutar pojedinog računala što može uzrokovati automatska gašenja računala i stavljanje podatkovnog centra izvan pogona. Jedan od načina da se ohladi zrak su obični klimatizacijski uređaji u visini stropa (za manje serverske prostorije) koji bi održavali temperaturu prostorije oko 20 °C, a drugi način su klimatizacijske komore koje pušu hladan zrak ispod podignutog poda, te tako stvaraju cirkulaciju zraka (slika 5); (Boyak, 2014.).



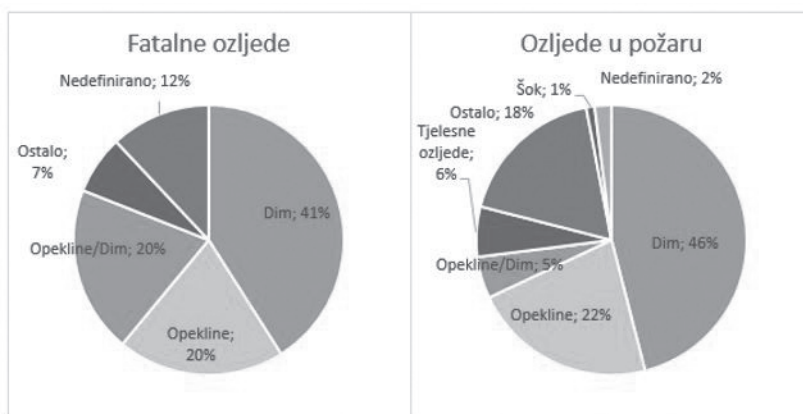
Slika 7. Shema jednog od načina priključka podatkovnih centara na električnu mrežu

Figure 7. Scheme of a method of connecting data centres to the power network

Neprekidna napajanja (UPS – Uninterruptible Power Supply) su nužna za svaki podatkovni centar. Ona omogućuju autonomni rad nakon nestanka struje. Na slici 7. prikazana je shema načina spajanja podatkovnih centara s električnom mrežom (Louwerens, 2018.). U centrima sva električna energija dolazi iz UPS-a koji ima dva načina rada. Kontrolor na UPS ormaru provjerava ima li napona iz električne mreže ili ne. Ako nema napona, tada UPS prebacuje na autonomni rad i crpi električnu energiju iz baterija. U osnovi baterije se sastoje od olovnih ploča i sumporne kiseline koje imaju određeni vijek trajanja. Treba pažljivo izračunati koliku će snagu cijela oprema električne mreže postići te u skladu s time adekvatno odrediti broj baterija i UPS ormara.

MATERIJALI OD KOJIH SU IZRAĐENA RAČUNALA

Prema istraživanjima provedenim u Velikoj Britaniji i SAD-u, glavni uzrok smrtnih slučajeva u požaru su požarni plinovi (slika 9); (Alarifi et al., 2016.). Požarni plinovi mogu djelovati ugušujuće i toksično. Na primjer plastika prilikom požara ispušta otrovne plinove poput ugljičnog monoksida i klorovodika (Science learning hub, 2018.).



Slika 8. Smrtonosne ozljede (lijevo) i ozljede u požaru koje nisu rezultirale smrtnim slučajem (desno)

Figure 8. Injuries resulting in death (left) and injuries from fires not resulting in death (right)

U računalima i suvremenoj elektronici najviše se upotrebljavaju željezo (oko 28 %), aluminij (oko 19 %) te upravo plastika (oko 31 %). Uz navedene materijale upotrebljavaju se neki vrlo toksični materijali kao što su olovo, živa te vrlo rijetki, skupocjeni materijali poput zlata, srebra, platine, hafnija i ostalih. Plastika se najviše koristi za izolaciju strujnih vodova u računala i za toplinsku izolaciju pojedinih dijelova. Neka kućišta računala su načinjena od plastike, ali su lošije kvalitete. Mnogi dijelovi računala sadrže olovo i živu. Toksičnost tih elemenata može uzrokovati probleme u središnjem živčanom sustavu, jetra te u drugim ključnim organima. Brom se također može naći u mnogim dijelovima računala. Toksične supstance poznate kao ftalati mogu se naći u komponentama koje sadrže PVC kao što su izolacije na strujnim kabelima unutar računala. Olovo, živa i bakar mogu se naći u LCD-ima i to preko dopuštene razine, ali svakodnevno rukovanje računalima ne predstavlja opasnost za zdravlje. Olovo se upotrebljava u lemovima, za zaštitu od radijacije i kao stabilizator plastike u PVC kabelima. Na pinovima procesora zlato se koristi kao vodič, jer uz odličnu vodljivost, otporno je na koroziju i hrđanje. U tvrdim diskovima upotrebljavaju se aluminij, magnezij i silicij za izradu kućišta diska, dok se tvrdi diskovi proizvode od legura kobalta, željeza i nikla (Wright, 2017.).

Mnogi rijetki elementi, primarno metali, upotrebljavaju se za izradu dijelova računala. U procesorima upotrebljava se rijedak element zvan

hafnij koji će možda u potpunosti nestati za desetak godina ako se nastavi s trenutnom potrošnjom te će ga tada najvjerojatnije zamijeniti cirkonij (Wright, 2017.). Ostali rijetki elementi su: neodimij, galij, lutecij, tantal, a koriste se u izolaciji, tranzistorima i procesorima.

MOGUĆNOSTI NASTANKA POŽARA U SERVERSKOJ PROSTORIJI

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

Kao što je spomenuto, serverska prostorija uzima veliku količinu struje iz mreže. Ako postav-

ljeni vodiči nisu dimenzionirani prema količini struje koja će njima prolaziti, može doći do pregrijavanja vodiča, toplinske razgradnje i karbonizacije izolacije, zapaljenja izolacije ili do kratkog spoja i iskrenja.

UPS ormar je također jedno od mogućih mjesta za nastanak požara u prostoriji. Kako je već spomenuto, prvo kroz UPS ormar prolazi struja, a zatim ide do ostalih uređaja u prostoriji, te može doći do preopterećenja i 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 kemijske reakcije s određenim kemikalijama. Valja napomenuti da PVC izolacija ne reagira sa sumpornom kiselinom.

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

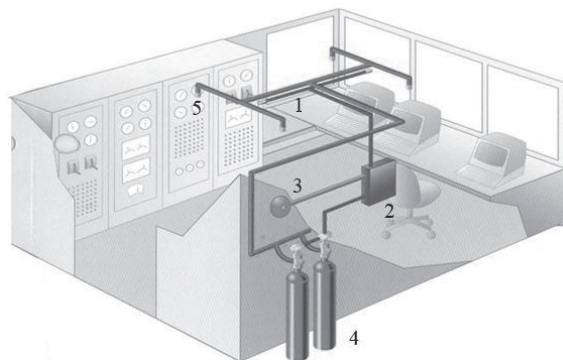
STABILNI SUSTAVI ZAŠTITE OD POŽARA SERVERSKIH PROSTORIJA S „CLEAR AGENTOM“

Pod opće aktivne mjere zaštite od požara ubrajaju se također i stabilni sustavi za zaštitu od požara. Dije se na nekoliko vrsta:

- sustav tipa „sprinkler“ (mokri, suhi, kombinirani - mokri i suhi, „pre-action“, pjena, suhi brzodjelujući - s ubrzivačem)
- sustav tipa „drencher“
- sustav s ugljičnim dioksidom
- sustav s plinskim zamjeniteljima halona (FM 200, NOVEC 1230)
- bacači pjene i vode.

Za gašenje požara informatičke električne opreme najviše se preporučuju sustavi s ugljičnim dioksidom (u kombinaciji s vrlo malim koncentracijama drugih inertnih plinova kao što su argon,

dušik, te „Inergen“) i sustavi sa čistim agensom (slika 9); (Wickel, 2018.). Pod sustavom za gašenje sa čistim agensom podrazumijevaju se inertni plinovi i plinovi s antikatalitičkim svojstvima koji ne oštećuju ozonski omotač u skladu 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 1.1.2006. godine potpuno zabranjeni.



1 – javljači požara, 2 – kontrolna ploča, 3 – alarm, 4 – spremnici s FM-200, 5 – mlaznice sustava za gašenje

Slika 9. Primjer instalacije sustava za gašenje FM-200

Figure 9. Example of the installed fire extinguishing system FM-200

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

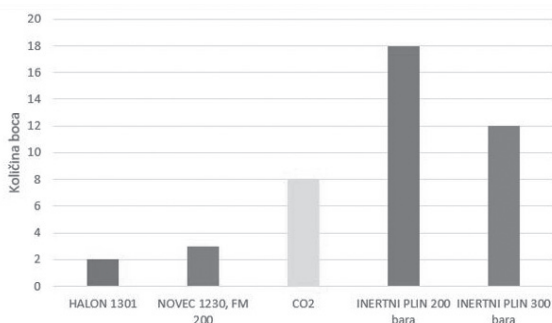
Stabilni sustavi sa čistim agensom mogu se podijeliti na više vrsta:

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

Stabilni sustav za gašenje požara FM-200

FM 200 je bezbojan i bezmirisan plin kemijske formule C_3HF_7 . Njegovo ime prema ISO standardu je heptafluoropan (HFC-227); (NIST Chemistry book). Ime FM 200 zapravo je tvorničko ime dano od kompanije koja ga proizvodi (Dupont). Isti plin

može se naći i pod drugim imenima kao što su FE-227FM-200 (Dupont), FITECH – 227 (Fitech Engineers), Solkaflam 227 (Solvay Fluor) ili MH-227 (Shanghai Waysmos). Mehanizam gašenja požara primjenom antikatalitičkih tvari ponajviše se zasniva na inhibiranju kemijskih reakcija izgaranja i širenja plamena kroz zapaljive smjese, ali velikim dijelom i na oduzimanju izgaranjem stvarane topline te na razrjeđivanju zapaljive smjese. Na slici 10. (*Fire fighting system, 2018.*) prikazane su količine potrebne za gašenje određenog požara u prostoru istog volumena.



Slika 10. Količine koje su potrebne da bi se ugasio požar u prostoru istog volumena

Figure 10. Quantities needed to extinguish a fire in areas of identical volume

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 vremenu od 10 sekundi od trenutka aktiviranja. Budući da je potrebna vrlo mala koncentracija plina da bi se ugasio požar, zajedno s mogućnošću pohranjivanja u tlačnim spremnicima u tekućem stanju, velika prednost daje FM-200 nad ostalim sredstvima za gašenje (*Wickel, 2018.*).

Stabilni sustav za gašenje požara NOVEC 1230

NOVEC 1230 je također svojevrsna pogodna zamjena za halone, kemijske formule $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$, proizveden je od američke tvrtke „3M“. Na požar djeluje antikatalitički, odnosno djeluje kemijski tako da inhibira kemijsku reakciju između gorive tvari i kisika. Kao sigurno i učinkovito sredstvo upotrebljava se kod gašenja požara klase A (krutine), klase B (zapaljive tekućine) i posebno opasne 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 štijećenju prostoru. Plin Novec 1230 pohranjen je u tekućem stanju u spremnicima pod tlakom dušika na 25/42/50 bara pri 21 °C. Prilikom pojave požara, vatrodjavni sustav dojavljuje požar i aktivira elektromagnetski aktivator koji otvara ventil na spremniku s plinom. Prilikom aktiviranja sustava NOVEC 1230 plin isparava na mlaznicama i gasi požar. Zbog dekompozicije samog plina kod visokih temperatura koje se pojavljuju prilikom požara vrijeme ispućavanja plina iznosi maksimalno 10 sekundi pri 20 °C. Minimalno vrijeme zadržavanja zahtijevane koncentracije plina u štijećenju prostoru treba biti 10 minuta u skladu s normama (*APIN, 2018.*).

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 na osnovi halogeniziranih 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 koji se dodaje oko 3,75 %). Ono što je bitno kod tog sredstva jest da se kombinacijom raznih freona (‘‘zelenijih’’) i drugih dodataka dobiva plinsko sredstvo koje je po svemu adekvatni zamjenitelj halona, tj. ODP-a (Ozone Depletion Potential – potencijal oštećenja ozonskog omotača – definira se kao omjer globalnog gubitka ozona zbog dane tvari i globalnog gubitka ozona zbog CFC-11 iste mase); (*EPA, 2019*). 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 (*Cvitanović, Majić, 2018.*).

Stabilni sustav za gašenje požara INERGEN

Inergen se ubraja u skupinu plinovitih „čistih agensa“ prema američkom standardu NFPA 2001 i ISO14520 standardu, ali za razliku od ostalih plinovitih sredstava iz skupine „čistih agensa“ ne djeluje antikatalitički već ugušujuće na požar. Načelo ugušujućeg gašenja požara je dodavanje inertnih plinova u prostor s ciljem smanjenja 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 udisanja atmosfere sa smanjenom količinom kisika. Kod pojave ugljičnog dioksida u zraku ljudsko tijelo započinje s povećanim unosom zraka (dublji i brži udisaji). Navedenim načinom unosi se veća količina atmosfere plinova u ljudsko tijelo, a samim time i veća količina u smjesi prisutnog kisika (APIN, 2018.).

Inergen (IG55) plinovi pohranjuju se u plinovitom stanju u spremnicima pod tlakom od 300 bara. Kod pojave požara vatrodajni dio sustava signalizira požar i aktivira elektromagnetski aktivator pilot spremnika koji otvara ventil na spremniku. Preostali spremnici potrebni za gašenje šticeenog prostora aktiviraju se preko pneumatskog aktiviranja. Vrijeme gašenja inergen (IG55) sustavom iznosi maksimalno 60 sekundi pri temperaturi od 20 °C. Minimalno vrijeme zadržavanja zahtijevane koncentracije plina u šticeenom prostoru u skladu s normama treba biti 10 minuta. Tijekom ispucavanja u šticeenom prostoru se pojavljuje pretlak. Da bi se osigurao integritet šticeenog prostora, nužno je osigurati kompenzaciju tlakova, odnosno šticeeni prostor zaštititi od oštećenja koja bi mogla nastati tijekom gašenja (APIN, 2018.).

ZAKLJUČAK

Podatkovni centri su vrlo skupa investicija, ali pravilno vođenje istih može donijeti veliki profit,

te ih je potrebno i adekvatno zaštititi. Budući da takvi centri rade 24 sata na dan, potrebno ih je osigurati i s motrišta sigurnosti, obrane i zaštite od požara kako bi nesmetano funkcionirali i kako bi mogući kvarovi mogli biti pravodobno otkriveni, prepoznati i na odgovarajući način otklonjeni. Pravilna konstrukcija, pažljiv odabir javljača požara te ugradnja sa „čistim agensima“ sustava za zaštitu tome pridonose. Nakon što su zabranjeni haloni, sustavi sa „čistim agensima“ nameću se kao najbolji izbor za zaštitu i učinkovito gašenje požara u takvim prostorijama.

LITERATURA

Alarifi, A.A., Phylaktou, H.N., Andrews, G.E.: What Kills People in a Fire? Heat or Smoke? In: *9th SSC Proceedings. The 9th Saudi Students Conference*, 13-14 Feb 2016, Birmingham, UK. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/299080072_What_Kills_People_in_a_Fire_Heat_or_Smoke, Pristupljeno: 19.11.2018.

APIN, Dostupno na: <http://apin.hr/inergen-sustav/inergen-ig-55>, Pristupljeno: 7.12.2018.

Berry, A.: *China Telecom- Inner Mongolia Information Park*, Dostupno na: <http://worldstopdatacenters.com/china-telecom-inner-mongolia-information-park/> Pristupljeno: 30.11.2018.

Boyak, D.: Highlighting the risks and challenges presented by modern data-center cooling systems in fire detection and suppression applications, *Fire NZ Conference and exhibition*, 2014.

Carević, M., Jukić, P., Sertić, Z., Šimara, B.: *Tehnički priručnik za zaštitu od požara*, Zagrebinspekt, Zagreb, 1997.

Cvitanović, V., Majić, M.: *Izbor zamjenskog protupožarnog sredstva za prostore šticeene halonom 1301*, Dostupno na: <http://knjiznice.szi.hr/?libid=56>, Pristupljeno: 19.11.2018.

EPA – *Ozone Depletion Substances*, Dostupno na: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/ozone-depleting-substances>, Pristupljeno na: 10.02.2018

Fire fighting system, Dostupno na: <http://www.ea.net.pk/services/fire-fighting-system.html>, Pristupljeno: 8.12.2018.

Hamilton, J.: *Overall Data Center Costs*, Dostupno na: <https://perspectives.mvdirona.com/2010/09/overall-data-center-costs/>, Pristupljeno: 1.12.2018.

Louwerens, T.: *Data Centre Investment: An investment model & associated risk-return profile*, Real Estate & Housing, Faculty of Architecture, 2014.

Meléndez, J.: *A Need to Reduce Data Center Power Consumption*, Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/need-reduce-data-center-power-consumption-john-meléndez-馬強安>, Pristupljeno: 1.12.2018.

NFPA 75 and Fire Protection and Suppression in Data Centers, Dostupno na: https://library.ul.com/wp-content/uploads/sites/40/2015/12/NFPA-75-and-Fire-Protection-and-Suppression-in-Data-Centers-white-paper_final.pdf, Pristupljeno: 1.12.2018.

NIST Chemistry book, Dostupno na: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=431-89-0&Units=SI>, Pristupljeno: 8.12.2018.

Science learning hub, What is smoke, Dostupno na: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/748-what-is-smoke>, Pristupljeno: 26.11.2018.

Todorovski, Đ.: *Vatrogasni uređaji i oprema*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2012.

Todorovski, Đ.: *Vatrogasna taktika*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2012.

Wickel, A.: *Fire extinguisher systems in the data centre*, Dostupno na: http://www.rittal.de/downloads/rimatrix5/cooling/WP_Fire_extinguish_DC_en.pdf Pristupljeno: 8.12.2012.

Wright, J.: *What-materials-are-used-to-make-computers*, Dostupno na: <https://www.techwalla.com/articles/what-materials-are-used-to-make-computers>. Pristupljeno: 2.12.2018

Zakon o gradnji, N.N., br. 153/13., 20/17.

Zakon o zaštiti od požara, N.N., br. 92/10., 58/93., 33/05.

FIRE PREVENTION ON IT EQUIPMENT

SUMMARY: Addressed in the paper is the protection of IT equipment, personal computers and servers from possible causes of fire and the ways to prevent fire. Useful guidelines are offered as to the construction of building server centres, along with technical and construction solutions for fire prone sectors in server rooms and their appropriate fire protection. Passive and active fire protection measures are offered, including the types of fire alarms and methods of fire extinguishing, with the list of those that should be avoided and those that are recommended for use.

Key words: *IT equipment, fire protection, server, stable fire extinguishing with 'clean agents'*

*Professional paper
Received: 2018-12-14
Accepted: 2019-02-28*