

DOI: [10.46793/CIGRE37.B2.07](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.B2.07)**B2.07****POŽARI U BORSKOM REGIONU I UTICAJ NA RAD PRENOSNOG SISTEMA****FIRES IN THE REGION OF BOR AND ITS IMPACT ON REGULAR OPERATION OF POWER NETWORK****Maja Adamović, Branko Đorđević, Mirko Borović, Tijana Papović, Nada Curović,
Zoran Knežević, Dragan Rakić***

Kratak sadržaj: Prenosna mreža 400kV naponskog nivoa oko HE Đerdap 1 predstavlja značajno čvorište i važan tranzitni pravac, kako za Srbiju tako i za ostale zemlje jugoistočne Evrope. Ispadi dalekovododa 400 kV u ovom delu prenosne mreže mogu imati značajne posledice na pouzdan i stabilan rad kako energetskeg sistema u Srbiji, tako i u ostalim zemljama kontinentalne Evrope. U radu je prikazan poslednji takav slučaj, kada su dalekovodi ugroženi vatrenom stihijom u borskom regionu bili preventivno isključivani. Usled tih aktivnosti, došlo je do značajnog smanjenja proizvodnje HE Đerdap 1. Opasnost od kaskadnih ispada u 400 kV mreži, sve vreme bila je prisutna, kao i potencijalno razdvajanje prenosne mreže kontinentalne Evrope i prekida napajanja velikog broja potrošača. Rad ima za cilj prikaz aktivnosti na zaštiti imovine od požara i prevenciju buduće slične situacije. Aktivnosti su obuhvatale paralelno 3 fronta: aktivnu komunikaciju sa protivpožarnim jedinicama u okviru Sektora za vanredne situacije MUP Srbije, kao i dobrovoljnim vatrogasnim društvom iz Kladova, zatim pronalaženje softvera koji može da prikaže požar prema snimcima sa satelita kao i tehno-ekonomsku analizu komercijalnog korišćenja letelica za gašenje požara u mesecima kada su najučestaliji.

Ključne reči: *požari, snimak požara u realnom vremenu, letelice za gašenje požara*

Abstract: Transmission 400kV network around HE PP Đerdap 1 is a very important energy hub and an important transit route both for Serbia and for other countries in Southeastern Europe. Outage of 400 kV overhead lines in this part of the Serbian network could have a significant impact on the reliable and stable operation of both, the energy system in Serbia and other countries in the rest of continental Europe. This paper presents the most recent situation in which those specific overhead lines were threatened by fire in the region of Bor, a city in Eastern Serbia. The overhead lines were preventively deenergized. The result of those activities was significant reduction of generation from HE PP Đerdap 1.

* Maja Adamović, Elektromreža Srbije, maja.adamovic@ems.rs

Branko Đorđević, EMS AD, branko.djordjevic@ems.rs

Mirko Borović, EMC АД, mirko.borovic@ems.rs

Tijana Papović, AD Elektromreža Srbije, Beograd, tijana.papovic@ems.rs

Nada Curović, Elektromreža Srbije, nada.curovic@ems.rs

Zoran Knežević, EMC АД Београд, zoran.knezevic@ems.rs

Dragan Rakić, Elektromreža Srbije, dragan.rakic@ems.rs

The danger of cascading outages in the 400kV network was present during fire situation, as well as the potential separation of the transmission network of continental Europe and power interruption for large number of consumers. This paper aims to display activities that serve to protect network assets from fire and to prevent similar future situations. These 3 groups of activities were done simultaneously: active communication with firefighting units within the Department for Emergency Situations of the Ministry of Interior of Serbia and voluntary firefighting units from Kladovo, seeking the commercial software for presents fire in real time via satellite images and techno-economic analysis of the commercial use of firefighting aircraft in the months when fires are the most frequent.

Key words: *real-time fire alarm, fire, firefighting aircraft*

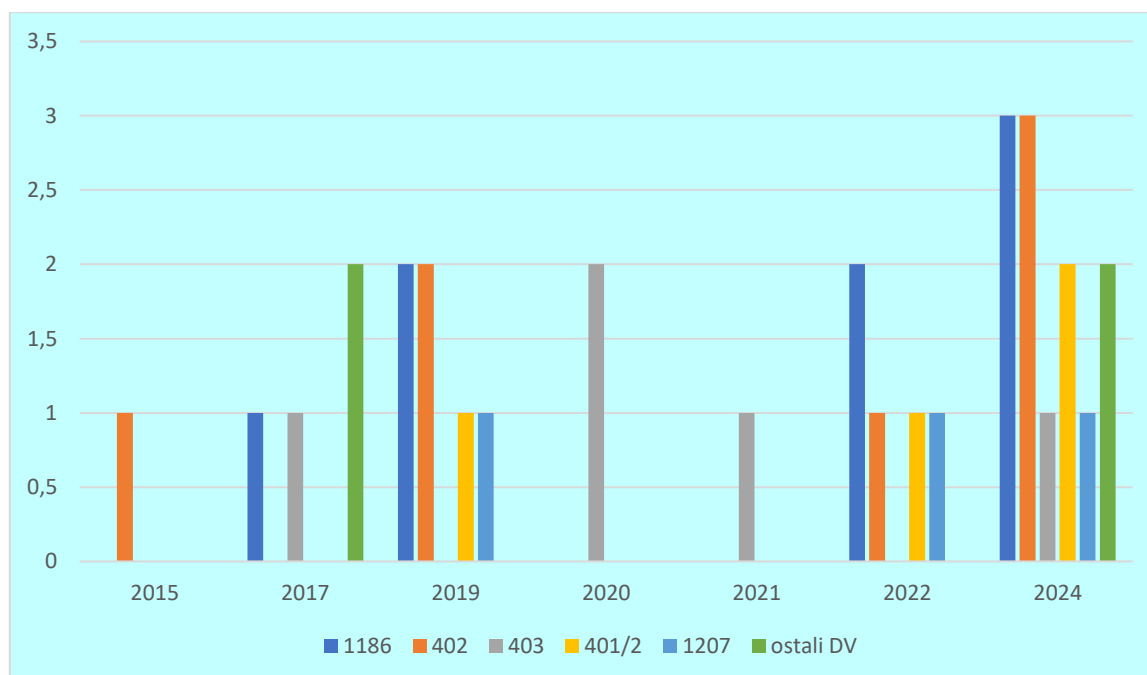
1 UVOD

Poslednjim događajima u septembru 2024. godine, kada su 3 izuzetno važna 400 kV nadzemna voda bila preventivno isključena zbog požara u njihovoj blizini, doveli su do niza aktivnosti sa ciljem da se upravlja tim rizikom. Pored neraspoloživosti elemenata prenosnog sistema, potencijalno je bio i veliki finansijski uticaj u jako kratkom periodu.

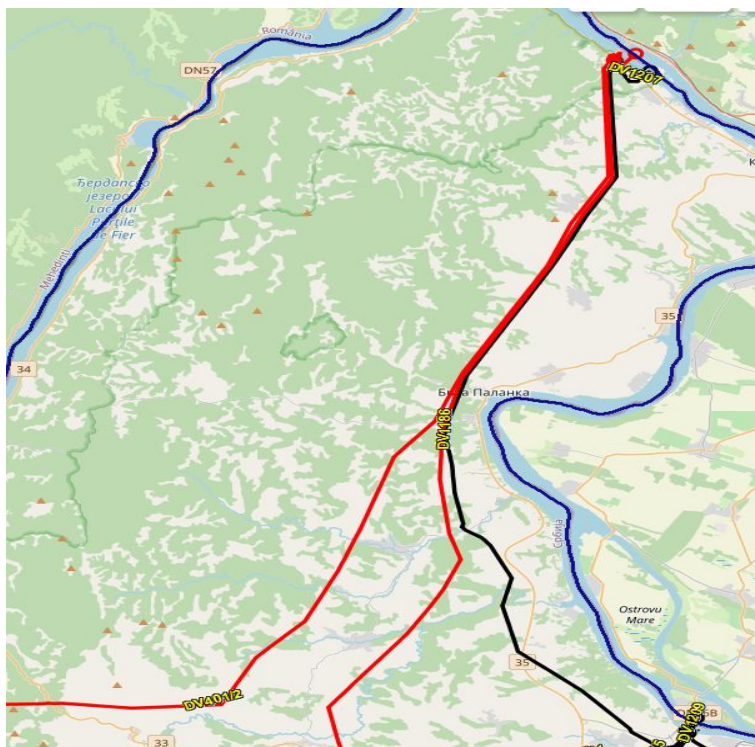
Požar je pojava koja se i pored svih preventivnih mera teško može potpuno isključiti. U tom kontekstu, cilj rada jeste da ukaže na mere i aktivnosti koje se mogu preuzeti, kako bi se rizici umanjili i kako bi energetska sistem u takvim okolnostima trpeo minimalne uticaje.

2 ANALIZA DOGAĐAJA

U poslednjih 10 godina, ukupno je bilo 26 preventivnih isključenja ili ispada dalekovoda koji su bili uzrokovani požarom. Najviše pogonskih događaja povezanih sa požarom, zabeleženo je u 2024. godini, što je prikazano na grafikonu br. 1.



Grafikon 1: Broj ispada/preventivnih isključenja dalekovoda br. 1186, 1207, 401/2, 402 i 403 po godinama



Slika 1: Položaj analiziranih dalekovoda na teritoriji opštine Kladovo

Kao najkritičniji deo mreže pogođen požarima, locirana je deonica gde su paralelni dalekovodi:

- DV 400 kV бр. 401/2 RP Đerdap 1 – RP Drmno,
- DV 400 kV бр. 402 RP Đerdap 1 – TS Bor 2.
- DV 110 kV бр. 1186 RP Đerdap 2 – TS Sip

Pregledom svih ispada, uočeno je da su se požari najčešće dešavali u avgustu i u septembru i to 60% od ukupnog broja svih požara, na lokaciji koja je mapirana kao područje od povećanog rizika (slika 1) – obod nacionalnog parka Đerdap. Radi se o selima na teritoriji opštine Kladovo: Grabovica, Velika Kamenica, Podrvška, Brza Palanka i Kladužnica.

Često je kao mera smanjenja rizika prekida isporuke električne energije bilo primenjivano prenapajanje TS Sip od strane rumunskog operatora prenosnog sistema, što zahteva vreme za usaglašavanje dispečerskih centara, Transelektrike i nacionalnog dispečerskog centra EMS ad. Pored toga, druga aktivnost koja je primenjivana, odnosila se na ograničenje proizvodnje HE Đerdap 1 i 2 u dogovoru sa EPS AD. To ima kako tehnološke, tako i finansijske reperkusije, pogotovo ukoliko je EMS ad radio redispečing – dodatno angažovanje drugih elektrana kako bi se nadomestila nedostajuća proizvodnja navedenih elektrana. Dalje, nije ispunjen kriterijum sigurnosti N-1, kao i raspoloživost prenosnih kapaciteta na granicama, što takođe ima za posledicu dodatni trošak za EMS ad. Pored brojnih negativnih efekata po prenosnu mrežu Srbije, ugrožava se i rad susednih operatora prenosnih sistema i često se od susednih operatora traži promena topologije mreže (npr. uključenje DV 400 kV DV Kozloduj – Cincareni između Bugarske i Rumunije).

U superpoziciji sa planiranim isključenjima u prenosnom sistemu i u interkonekciji, tokom ispada ili preventivnih isključenja požarom ugroženih dalekovoda, ceo prenosni sistem jugoistočne Evrope dolazi u alarmantan režim i zahteva koordinisano rešavanje problema od strane više operatora.

Najsvežiji primer kritičnih događaja izazvanih požarom u borskom regionu desio se 04.09.2024. godine, kada su u istom trenutku, u vremenu od 11:55 do 19:40, van pogona bili dalekovodi:

- DV 400 kV 6p. 401/2 RP Đerdap 1 – RP Drmno i
- DV 400 kV 6p. 402 RP Đerdap 1 – TS Bor 2.

U normalnim režimima rada, HE Đerdap 1 je preko RP Đerdap 1 povezan sa tri dalekovoda sa prenosnim sistemom, dva gore navedena i trećim dalekovodom 400 kV 6p. 405 RP Đerdap 1 – TC Portile de Fier (Rumunija). U slučaju ispada ili potrebe za preventivnim isključenjem trećeg dalekovoda zbog vatrene stihije, EMS ad bi morao da plati štetu zbog nemogućnosti plasiranja energije čija je prosečna cena u tim trenucima bila 430 €/MWh, a u tom konkretnom periodu ukupna realizovana proizvodnja iz HE Đerdap 1 od 12:00 do 19:30 iznosila je 3249 MW. Prostom računom dolazimo do cifre od 1.397.070 €.

Ovakve situacije su motiv i osnov da se prenosni sistem šire od samih tehničkih karakteristika objekta, i uslova koje daju nadležne institucije, bavi unapređenjem zaštite od požara.

3 PREDUZETE MERE

Lokacija od interesa gde se prostiru dalekovodi čiji rad je analiziran u kontekstu od požara, odlikuje se izuzetno slabom naseljenošću.

U letnjem periodu kada je povećan stepen rizika od poljskih i šumskih požara, potrebno je razviti mehanizam brzih dojava požara nadležnoj vatrogasnoj jedinici u području i dodatne mere šticeanja koridora, kako bi se umanjio rizik za funkcionisanje dalekovoda u tom periodu.

Predstavnici EMS ad su održali sastanak sa nadležnom regionalnom jedinicom MUP-a za poslove protivpožarne zaštite. Identifikovane su rizične zone, te je na osnovu iskustava iz prethodnog perioda izdvojeno 25 km trasa koje je mapirano kao područje od povećanog rizika. Radi se o selima: Grabovica, Velika Kamenica, Podvrška, Brza Palanka i Kladušnica. Sva sela su na teritoriji opštine Kladovo.

Definisane su takođe dve oblasti u kojima se mogu unaprediti aktivnosti:

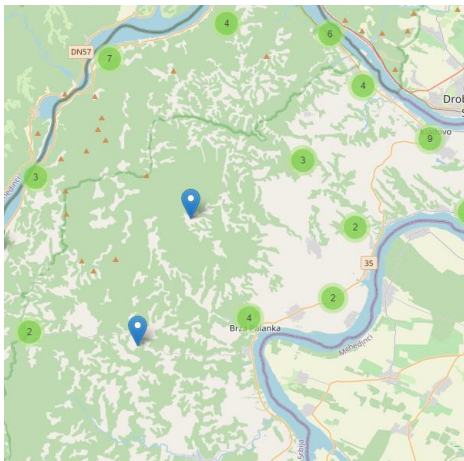
1. Mere brzih dojava požara u području
2. Mere dodatne zaštite u koridoru dalekovoda – protivpožarni put

3.1 MERA BRZIH DOJAVA POŽARA U PODRUČJU OD RIZIKA

Nenastanjenost područja je otežavajući problem za monitoring u ovoj zoni. Susedna sela su daleko jedna od drugih, a nema ni zaseoka i pojedinačnih objekata u prostoru između. Međutim, u toj zoni je Ključka terasa i relativno miran reljef bez planinskih masiva. U tom smislu, potrebno je pronaći u prostoru uzvišena mesta na kojima bi se mogle montirati kamere za osmatranje.

Rešenje se može tražiti na antenskim stubovima, silosima, predajnicima mobilne telefonije i sl. Postavljanje kamera bi se izvelo na način da se kompletna trasa na teritoriji može pokriti.

Na sajtu RATEL-a preuzeta je mapa baznih stanica. U ovom području postoje antenski stubovi postavljeni za ove svrhe. Na slici 2 je orijentacioni položaj antenskih stubova sa baznim stanicama dat na sajtu. Analizirano je ko je upravljač i kakve su tehničke i pravne mogućnosti montaže kamera na stubovima.



Slika 2 : Položaj baznih stanica u području

U dogovoru sa lokalnom samoupravom, sagledani su adekvatni lokaliteti sa kojih se kamerama može pokriti veći deo područja prepoznato kao zona povećanog rizika.

Pored toga, prepoznat je besplatan javno dostupan softver koji prikazuje požare na površini većih dimenzija od 10x10m AFIS®. Softver daje pregled postojećeg požara koji je ustanovljen preko snimaka načinjenih satelitom i to sve skoro u realnom vremenu. Podaci koji se koriste u softveru se preuzimaju sa satelita jednom po orbiti, tako da se podaci o požaru dobijaju sa maksimalnim kašnjenjem od 3h. AFIS softver se oslanja na podatke preuzete sa satelita JPSS1 (NOA20), JPSS2 (NOAA21) i SNPP [1]. Svakako su na tržištu softvera dostupna rešenja koja mogu značajno unaprediti proces monitoringa i dojava, te u tom smislu treba razmotriti dostupna rešenja i eventualnu implementaciju u sistemima državne mreže zaštite od požara. U saradnji sa nadležnim institucijama, potrebno je razmotriti karakteristike dostupnih rešenja, ograničenja i prednosti, kao i identifikaciju zona u kojima su rizici povećani i gde bi se pionirski ova rešenja mogla implementirati.

U toku su aktivnosti na ispitivanju mogućnosti novoidentifikovanog softverskog rešenja, za koje postoje indicije da u slučaju detekcije požara u blizini trase dalekovoda može slati alarm u centre upravljanja, nešto poput usluge alarmiranja prilikom grmljavinskih aktivnosti u blizini prenosne mreže.

3.2 MERE DODATNE ZAŠTITE U KORIDORU DALEKOVODA – protivpožarni put

Sektor za vanredne situacije pri Ministarstvu unutrašnjih poslova, kao meru dodatne zaštite koridora vodova, predložio je da se u širini približno 3m ukloni svaka vrsta rastinja na obodima, sa jedne i druge strane zaštitnog pojasa dalekovoda i time napravi svojevrсни protivpožarni put.

Obaveza operatora prenosnog sistema prema Zakonu o energetici je da o svom trošku uklanja drveće ili grane i drugo rastinje koje ugrožava rad energetskog objekta. Pravo prolaska za ove aktivnosti održavanja je obezbeđeno Zakonom i vlasnici moraju omogućiti pristup i ne smeju ometati aktivnosti. Ukoliko bi se u tim aktivnostima napravile štete vlasnicima, oni imaju pravo na nadoknadu šteta.

U skladu sa definisanim odrednicama Zakona o energetici, unutar EMS-a su do detalja opisani koraci u implementaciji kroz procedure PR.PVP.04-v3.0-Procedura postupanja po odštetnim zahtevima stranaka povodom šteta nastalih pri poslovima održavanja visokonaponskih vodova

Koraci koje EMS planira da preduzme da bi što efikasnije sproveo mere dodatne zaštite koridora su sledeći:

- Obezbeđen je ugovor za seču rastinja kao i finansijska sredstva za realizaciju tog ugovora, zatim vlastita radna snaga za manje zahvate seče, mehanizacija, rukovodioci radova za potrebe isključenja dalekovoda prilikom seče i sve druge neophodne prateće aktivnosti za realizaciju ove mere tekućeg održavanja.
- EMS obaveštava lokalnu samoupravu o terminima i datumima rada na terenu.
- Lokalna samouprava preko svojih mesnih zajednica izvršava obaveštavanje lokalnog stanovništva o aktivnostima.
- EMS organizuje i izvodi uklanjanje svake vrste rastinja na obodima koridora prema instrukcijama Sektora za vanredne situacije pri MUP-u Srbije
- U slučaju načinjenih šteta na privatnim parcelama, vlasnici imaju pravo podnošenja zahteva za odštetu.

Pored komunikacije sa vatrogasnim jedinicama pri Sektoru za vanredne situacije, predstavnici EMS ad su izvršili konsultacije i sa dobrovoljnim vatrogasnim društvom iz Kladova u cilju pronalazjenja načina da se identifikuju i eventualno prevaziđu problemi sa kojima se to društvo suočava u svakodnevnom radu. Tom prilikom je istaknuto da je odaziv članova isključivo na dobrovoljnoj bazi i to se ne može promeniti. Uočene su potrebe za dodatnim cisternama za držanje vode na lokacijama koje su najčešće pogođene požarom, a koje EMS planira da ustupi dobrovoljnom društvu. Pored toga, jedno terensko vozilo u značajno boljem stanju od postojećeg u društvu takođe će biti predmet donacije.

Za potrebe usporavanja požara, na internetu su pronađene hemijske supstance koje trenutno ne mogu da se nabave na srpskom tržištu a zovu se „usporivači požara“ ili fire retardanti [2]. U Americi je moguće nabaviti taj proizvod PHOS-CHEK® za posipanje po zemlji ili iz aviona odnosno helikoptera. Proizvod je prisutan 60 godina na tržištu i ima odobrenje Agencije za šumarstvo pri Ministarstvu poljoprivrede SAD od 2007.godine [3]. Isti proizvod koji je standard u Evropi već 30 godina, zove se FIRE-TROL. Postoji u crvenoj (oksid gvožđa) boji, boji koja nestaje u nekoliko meseci i potpuno bezbojan. Može biti suv, u prahu ili vlažan odnosno tečan koncentrat. Mogućnost lagerovanja je do godinu dana.



Slika 3. Usporivači požara aplikovani iz aviona

4 PROTIVPOŽARNA ZAŠTITA DALEKOVODA DROMADEROM

Nakon poslednjeg zabeleženog slučaja požara koji je imao uticaja na rad prenosnog sistema, EMS ad je u konsultacijama sa MUP-om, Sektorom za vanredne situacije suočen sa situacijom da iako prepoznati kao preduzeće od vitalnog značaja za funkcionisanje zemlje, nismo u prvom prioritetu gašenja požara sa raspoloživim helikopterima MUP-a. Tog dana je u Srbiji zabeleženo više od 190 požara. Svaki od njih je tretiran prema zadatim prioritetima pre svega ugroženosti ljudskih života, ali rezultujući tako da ugroženost infrastrukture EMS ad nije bila u tom trenutku visoko na listi.

Ubrzo zatim, EMS ad se okrenuo pronalaženju tržišnih načina da se obezbedi helikopter/dromader koji bi bio angažovan na poslovima gašenja požara pre nego što se približi kritičnoj infrastrukturi koja posledično mora da se isključuje.

Pronađena je lokacija - aerodrom sa potrebnim cisternama za gorivo, dovoljno blizu područja rizika tako da bi smešteni helikopteri mogli vrlo brzo da reaguju za gašenje požara. Krenula je komunikacija sa kompanijom koja može da ponudi uslugu iznajmljivanja helikoptera u periodu od tri kritična meseca: od avgusta do oktobra. Bilo je potrebno pronaći adekvatnu cisternu za vodu. Prepoznato je da bi se tom prilikom koristio izviđački avion za potrebe tačnog lociranja požara a potom 1 do 3 aviona koja bi letela u konvoju da bi izbacivanje vodenih bombi bilo efikasnije za gašenje požara. Sagledano je koliko je posade potrebno, kao i tehničkog osoblja za punjenje aviona gorivom i vodom, kao i mehaničari. Gašenje požara na taj način bi moglo da se realizuje samo u vidnom delu dana, sa tim da je avion spreman za poletanje nakon 2h od poziva naručioca. Zavisno od broja aviona koji bi se koristili, usluga bi se kretala od 200.000€/mesec/avion.

5 ZAKLJUČAK

Uticaji globalnog zagrevanja i ekonomsko iseljavanje stanovništva najčešće u Evropsku uniju, doveli su do toga da se požari sve češće javljaju u letnjim mesecima kada je temperatura vazduha izuzetno visoka, a regije koje su pogođene su skoro bez stanovnika. Najčešće gori strnjika i sitno rastinje koje nastaje kao posledica nekultivisanja zemljišta u blizini naselja. Svi prepoznati faktori su doveli do toga da moramo da se dobro zagledamo u svoje mogućnosti da bismo prevenirali buduća isključenja mreže 400 kV u borskom regionu zbog požara.

Takođe, tokom bavljenja ovom temom suočili smo se sa novom realnošću kratkotrajnosti života nekih softvera. Softverska rešenja koja treba da pruže pouzdanu i kvalitetnu logistiku u organizaciji važnih aktivnosti na održavanju i eksploataciji prenosnog sistema, moraju biti takođe spremna, ažurirana i održavana. Veliki broj nepotpuno razvijenih paketa, nepoznatih malih start-up kompanija, sa nesigurnim opstankom na tržištu i dostupnošću za dugi niz godina održavanja, sigurno nisu dobra rešenja za prenosni sistem.

Tehnoekonomska analiza naizgled najelegantnijeg rešenja sa dromaderom je pokazala da ima prilično visoku cenu. Identifikovana moguća unapređenja u procesu monitoringa i dojava, ali pre svega u prethodnim pripremama i preventivnim aktivnostima, otvorila su čitavu lepezu novih smerova u kojima se može krenuti. Sigurno, kao i u svim tehničkim sistemima, ne postoji zlatno rešenje, već se optimum aktivnosti i mera mora tražiti kroz analizu i evaluaciju rizika, aktivnosti ali i finansijskih troškova. No, sav rad na prikupljanju i analizi mogućih rešavanja problema, nas je doveo do novih spoznaja koje ćemo primeniti i sa spremnošću čekati sledeće leto.

6 LITERATURA

[1] <https://www.afis.co.za/>

[2] <https://www.perimeter-solutions.com/en/fire-safety-fire-retardants/>

[3] <https://www.fs.usda.gov/t-d/programs/wfcs/wfcs/documents/304c.pdf>