

A. Regent, N. Szabo, M. Vinković*

O EKONOMIJI GAŠENJA POŽARA RASLINJA IZ ZRAKA NA PRIMJERU CANADAIR CL-415

UDK 614.84:629.7.014
PRIMLJENO: 4.4.2017.
PRIHVAĆENO: 28.11.2017.

SAŽETAK: Inovacije uvedene u vatrogasnu praksu trebale bi pridonijeti maksimiranju odnosa benefita i troškova. Jedan od najvećih troškova gašenja požara u RH vjerojatno je trošak gašenja požara raslinja iz zraka. Veliki dio toga troška čini trošak nabave, održavanja i djelovanja vatrogasnih hidrozrakoplova Bombardier CL-415. Analizom javno dostupnih podataka pokazuje se da su ti troškovi u RH značajno podcijenjeni. U radu su izračunati stvarni troškovi gašenja požara raslinja ovim zrakoplovima. Dodatni trošak za varijantu upotrebe pjene za požare klase A iz zraka umjesto vode iznosi 12-13 % ukupnih realnih troškova. Zaključak je da bi u cilju povećanja učinkovitosti gašenja i poboljšanja ekonomičnosti trebalo primijeniti pjenu za požare klase A, jer je dodatni trošak vrlo vjerojatno značajno manji od dodatnih prednosti.

Ključne riječi: ekonomija, gašenje iz zraka, požar raslinja, Canadair CL-415, pjena za požare klase A

UVOD

Kao što je to slučaj s mnogim korisnim inovacijama koje su tijekom godina uvedene u vatrogastvo, uvođenje pjena za požare klase A i CAFS za strukturne požare i za požare raslinja nailazi na otpor tradicionalno orijentiranih vatrogasaca. Tijekom uvođenja takvih inovacija u praksu, otpor postupno opada i nakon nekog vremena one se čine normalnima, kao da su oduvijek bile u upotrebi. Željeli to ili ne, mora se shvatiti da je vatrogastvo posao ili grana nacionalne ekonomije u kojoj vatrogasci pružaju usluge gašenja požara kupcima (društvu) koje te usluge plaća, bilo porezima ili donacijama. Donacijom se može shvatiti i neplaćeno slobodno vrijeme dobrovoljnih vatro-

gasaca „poklonjeno“ vatrogasnoj djelatnosti, odnosno sigurnosti društva u kojem žive i rade.

Kada ljudi ne bi trebali vatrogasce, takva služba ne bi niti postojala. Kao i kod drugih proizvoda i usluga, „kupci“ postaju sve više osjetljivi na cijenu koju plaćaju, pa si postavljaju pitanje troši li se njihov novac na najbolji način i da li bi za svoj novac mogli dobiti više, ili za istu uslugu platiti manje. Stoga bi, kao i u svakom drugom poslu, i vatrogasna služba trebala stalno proučavati i pratiti nove tehnologije, te time „kupcima“ konstantno pružati što bolji servis maksimiranjem odnosa benefita i troškova. U tom cilju nužno je doći do realne procjene stvarnih troškova pojedinih vatrogasnih aktivnosti. Cilj ovoga rada je procjena troškova gašenja požara otvorenog prostora iz zraka.

Jedna od mogućnosti za poboljšanje usluge i/ili smanjenje troška mogla bi biti primjena pjene za požare klase A i CAFS-a na strukturnim i na

*Dr. sc. Aleksandar Regent, (regent@tehprojekt.com), TPI Teh-projekt Inženjering d.o.o., Kumičićeva 61, 51000 Rijeka, Neven Szabo, mr. sig., Mladen Vinković, dipl. ing., Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Nehajska 5, 10000 Zagreb.

požarima raslinja. Zbog širine teme i ograničenog prostora, u radu će se analizirati jedino ekonomija gašenja požara raslinja iz zraka dobro poznatim zrakoplovima Bombardier CL-415¹. U radu se ne postavlja pitanje koliko vatrogasnih zrakoplova treba RH imati niti kojih tipova.

Putem državnih investicija nabavljen je „hardware“ za obje ove tehnologije:

- U velikom programu nabave vatrogasnih vozila Vlade RH (2002.-2008.), od njih 210 čak 102 imaju uređaj CAFS i spremnik pjenila klase A (RH MORH..., 2002.). Zanimljivo bi bilo istražiti koliko se oni stvarno koriste, imajući u vidu da je u tu dodatnu instalaciju uloženo cca 2 milijuna €².
- RH raspolaže sa 6 vatrogasnih hidrozrakoplova tipa Canadair CL-415, od kojih svaki uz spremnik vode od 6137 L ima i dodatne spremnike od 681 L za pjenilo klase A. Tvrtka Bombardier utvrđuje koja pjenila zrakoplov može koristiti.

Teško je brojčano izraziti koliko gašenje požara pjenom klase A i CAFS-om poboljšava učinkovitost gašenja. Ipak, nije sporno da se njihovom ispravnom primjenom značajno povećava sposobnost kontrole požara, unapređuje sigurnost ljudskih života, okoliša i imovine. Skraćenje vremena kontrole požara i vremena dogašivanja posebno je važno kad je dobava vode ograničena i može značiti razliku između gašenja požara i potpunog gubitka opožarenog objekta. Zbog manje količine sadržane vode, upotrebom pjene smanjuju se oštećenja izazvana vatrogasnom vodom, a kraće gašenje i dogašivanje smanjuje rizik za vatrogasce, napose rizik od udisanja toksičnih produkata izgaranja. Kod gašenja strukturnih požara navode se različite brojke i podaci, od toga da nema značajnog poboljšanja ako se umjesto klasične pjene za požare klase A koristi CAFS, pa do toga da pjena klase A i CAFS povećavaju sposobnost gašenja vode za 5 puta (Colleti, 1998.), pa i više. Pri usporednim

testovima gašenja drvenih zgrada tlocrtno površine 15x9 m i 9x6 m, koje su 1993. zajednički izvele američka vojska i Fairfax County Fire & Rescue Dept. u Fort Belvior s mlaznicom protoka 200 L/min, vrijeme gašenja i količina potrošene vode smanjeni su za 55 % pri gašenju pjenom (vrijeme sa 53 na 24 s, a količina vode sa 178 na 80 L); (Colleti, 1998.). Niz prednosti pjene i „moke vode“ kao sredstva za gašenje požara raslinja navodi se i u radovima nekih autora (Klečar et al., 2010., Miloslavić, 2004., Bertović et al., 1987., Stern, Routley, 1996.), ali bez navođenja brojčanih pokazatelja o povećanoj učinkovitosti³. O povećanju učinkovitosti gašenja požara raslinja pjenom u odnosu na običnu vodu, bilo zemaljskim snagama bilo iz zraka, autori nažalost nisu mogli pronaći nikakve brojčane podatke u raspoloživoj literaturi.

ZAŠTO OVA ANALIZA

Ideju da se pozabavi troškovima gašenja požara raslinja iz zraka zrakoplovima CL-415 prvi je autor dobio 30.7.2016. promatrajući više od jednoga sata impresivnu eskadrilu od 4 Canadaira kako uporno gase seriju od 7 požara niskog raslinja (ti su se ubrzo spojili u jedan veliki), što ih je kočenjem izazvao vlak na potezu pruge između Meje i Škrljeva u blizini Rijeke (Radečić-Tomić, 2016.). Prema podacima Vatrogasnog operativnog središta Državne uprave za zaštitu i spašavanje, angažman četiri zrakoplova na požarištu trajao je ukupno 7 sati i 10 minuta. Tome treba pridodati i vrijeme potrebno za dolet i povratak u zrakoplovnu bazu u Zemunik (za četiri zrakoplova vrijeme letenja ukupno iznosi cca 9 sati). Ne znajući sebi odgovoriti na pitanje o trošku gašenja (ne uzimajući u obzir trošak još oko 140 angažiranih zemaljskih vatrogasaca), odlučio je pronaći ga. U pitanju je naravno javni trošak koji plaćaju svi građani RH kao porezni obveznici. Kako u RH ne postoje službeno

¹ Bombardier je nedavno odjel proizvodnje zračnih tankera prodao firmi Viking Air Ltd. (Bombardier, 2016.).

² Dodatni trošak postavljanja CAFS i spremnika pjenila A-klase ovisi o njihovoj veličini i performansama, no za grubu procjenu može se prihvatiti da nije manji od cca 20.000 € po vozilu.

³ Fairfax County procjenjuje da vatrogasno vozilo s CAFS ima 60-100 % veću učinkovitost od vozila bez dozatora pjenila, čime se sposobnost gašenja požara u stvarnosti podvostručuje (Stern, Routley, 1996.).

objavljeni podaci o troškovima gašenja požara raslinja iz zraka, podatke je, zajedno s ostalim autorima, potražio putem interneta.

Slučaj 1. Ugovor USFS - trošak gašenja požara raslinja zrakoplovima CL-415

Godine 2015. National Interagency Fire Center U.S. Forest Service raspisao je javni natječaj za iznajmljivanje dva zrakoplova (amphibious water scooper aircraft) na rok od 5 godina (od 2015. do 2019.) koji će biti u stanju nositi najmanje po 6056 L vode (1600 US galona). Uvidom u te i u ostale zahtjeve tendera, jasno se vidi da su bili preferirani zrakoplovi tipa CL-415. Na temelju specificiranih zahtjeva, ugovoren je s tvrtkom Aero-Elite najam dva zrakoplova CL-415 po sljedećim cijenama (cijene su za 2 zrakoplova):

- raspoloživost zrakoplova po danu (procjena 210 dana/god.) 42.285 USD/dan
- sati letenja (procjena 250 h/god.) 13.299 USD/h
- raspoloživost letenja (nakon 210 dana, procjena 30 dana).

Ponuditelji su morali jamčiti raspoloživost zrakoplova 24 h/dan, 7 dana tjedno. Izvršitelj usluge obvezan je osigurati stalnu spremnost zrakoplova i zadovoljiti cijeli niz detaljno specificiranih uvjeta za sigurno i ispravno letenje, snositi trošak posade, održavanja zrakoplova itd., s time da jedino gorivo osigurava vlada (*Solicitation Number...*, 2016., *U.S. Forest Service...*, 2016., *Large air tanker...*, 2016.). Maksimalna vrijednost ugovora za 2 zrakoplova tijekom 5 godina iznosi do 142.524.440 USD (*U.S. Forest Service...*, 2016.).

Na temelju broja dana (210) i broja sati leta (250) može se lako izračunati da godišnji trošak najma po zrakoplovu iznosi 6.102.300 USD ako nema dodatnog angažmana. Za približno izračunavanje troškova goriva prihvaćena je prosječna potrošnja goriva (Jet A1) od 933 L/h (*Specification and...*, 2016.) i cijena goriva od 1,708 USD/gal (*How much does...*, 2016.). U tom slučaju, ukupni trošak po zrakoplovu povećava se za 105.000 USD/god i iznosi 6.207.300 USD/god.

Količina vode koju CL-415 može izbaciti na sat značajno ovisi o udaljenosti požarišta od mjesta uzimanja vode, a kreće se od 10.000 do 30.000 gal/h (37.800 do 113.400 L/h); (*FAQ, 2016.*), u što nije uračunato vrijeme doleta iz baze i vrijeme povrata. Uzimajući u obzir 20 minuta leta u svakome smjeru, autori su za izračun pretpostavili da će CL-415 „vodenu bombu“ od 6100 L izbaciti svakih 10 minuta, što daje ukupno 36.600 L/h⁴. Tijekom 250 radnih sati u godini izbacit će na taj način 9.150 m³ vode godišnje. Rezultat proračuna pokazuje da je:

- trošak po satu leta: $6.207.300/250 = 24.829$ USD/h, odnosno 168.800⁵ kn/h,
- cijena izbačene vode: $6.207.300/9.150 = 678,4$ USD/m³, odnosno 4.610 kn/m³.

Slučaj 2. Studija RAND - trošak gašenja požara raslinja zrakoplovima CL-415

Na svojem blogu od 30.12.2013. (*Investing...*, 2016.), autori studije Air Attack Against Wildfires (*Keating et al.*, 2012.) komentiraju raniji ugovor, kojim je USFS iznajmila jedan zrakoplov CL-415. U spomenutoj studiji autori su korisniku (USFS) sugerirali da pri modernizaciji flote vatrogasnih zrakoplova značajnu prednost da hidro-zrakoplovima (water-dropping scooper aircraft), prvenstveno zbog najnižeg troška po jedinici količine izbačene vode. Umjesto nabave, USFS je tada s Aero-Elite sklopila ugovor o 5-godišnjem najmu jednog CL-415 po cijeni od 11,4 milijuna USD/god., odnosno ukupno 57 milijuna USD. Budući da je ova cijena bila značajno veća od troška koji su autori studije predvidjeli, oni navode troškove koje su prihvatili kako slijedi:

- cijena jednog CL-415 iznosi oko 35 milijuna USD⁶, a vijek trajanja 30 godina
- analizirani trošak nabave korištenjem standardnih postupaka Vlade SAD-a iznosi oko 1,5 milijuna USD/god. u 30 godina⁷

⁴ Ova količina izbačene vode odgovara virtualnoj udaljenosti izvor vode - požarište od 18,5 km (*Canadair CL-415, 2016.*).

⁵ Prihvaćen je približni tečaj od 6,80 kn/USD.

⁶ Cijena koju je RH platila za dva CL-415 iznosi ukupno 62.181.942,47 USD (*Sudar, 2012., Klarica, 2010.*).

⁷ Eskontna stopa (kamata) koju je RAND uzeo u obzir iznosi 1,7 % godišnje (s godišnjim plaćanjem anuiteta od 1,5 milijuna USD na glavnici od 35 milijuna USD).

- procijenjeni godišnji trošak djelovanja zrakoplova, što uključuje gorivo, pilote, održavanje itd. iznosi oko 1,5 milijuna USD, što daje ukupni godišnji trošak od oko 3 milijuna USD, ali ne uključuje takse niti dobit vlasnika i operatera zrakoplova.

Na temelju ovih podataka, autori studije RAND zaključuju da je USFS mogla novac potrošiti mnogo ekonomičnije da je zrakoplov CL-415 kupila, a njegovo održavanje i djelovanje ugovorila s nekom privatnom tvrtkom po cijeni od oko 1,5 milijuna USD/god.

Uzimajući u račun iste parametre djelovanja kao u slučaju 1., može se lako izračunati da bi za ovaj slučaj cijene gašenja bile manje od 50 % navedenih, tj. da bi iznosile:

- trošak po satu leta: $3.000.000/250 = 12.000$ USD/h, odnosno 81.600 kn/h,
- cijena izbačene vode: $3.000.000/9.150 = 327,9$ USD/m³, odnosno 2.230 kn/m³

Slučaj 3. MORH - trošak gašenja požara raslinja zrakoplovima CL-415

Pozivajući se na podatke koje je objavio MORH, Zadarski list od 30.9.2012. navodi da „sat leta kanadera stoji hrvatske porezne obveznike 37.800 kn“ (*Klarica, 2012.*).

Ova cijena leta je više od 2 puta manja od one koja je izračunata u slučaju 2 ($81.600/37.800 = 2,16$). Uz ovu cijenu leta i 6 vodenih bombi izbačenih u jednome satu ($6 \times 6,1 = 36,6$ m³/h), cijena 1 m³ izbačene vode bila bi svega:

$37.800/36,6 = 1.030$ kn/m³, a cijena jedne „vodene bombe“ 6.283 kn.

Požarna sezona 2012. u priobalju RH bila je izrazito zahtjevna (*MORH: PP sezona 2016. u brojkama, 2016.*, *MORH: PP sezona 2015. u brojkama, 2016.*) u smislu angažmana zrakoplova i izbačene količine vode, pa je izračunata cijena m³ vode relativno niska. Cijena izbačene vode, naime, raste s manjom količinom vode, jer kapitalni trošak nabave i neki operativni troškovi ostaju jednaki, a dijele se s manjom količinom vode.

Ovdje se postavlja logično pitanje: sadrži li cijena sata leta koju je objavio MORH kapitalni trošak nabave zrakoplova⁸? Imajući u vidu da prema izračunu u slučaju 2 kapitalni godišnji trošak iznosi oko 50 % ukupnih troškova rada CL-415, odgovor na to pitanje je vrlo vjerojatno negativan. Stoga se može opravdano zaključiti da se cijena leta koju je objavio MORH odnosi samo na neposredne troškove leta i održavanja zrakoplova i da nikako ne uključuje trošak njihove nabave. Drugim riječima, dobiva se dojam kao da su ti zrakoplovi poklonjeni RH i da će netko na kraju njihovog vijeka trajanja (nakon 30 godina) takve nove zrakoplove pokloniti RH.

Da bi se usporedile značajke letenja CL-415 u RH s onima koje su prethodno korištene pri izračunima, treba analizirati i neke dodatne objavljene podatke (*Klarica, 2012.*):

- količina izbačene vode požarne sezone 2012. bila je 58.111 m³
- broj sati naleta bio je 2400 h, od čega izravno na gašenje 1850 h
- ovi podaci uključuju sve zračne snage (6 Canadaira CL-415, 5 Air Tractora i nekoliko helikoptera Mi8 MTV i Mi-171Sh).⁹

Iz ovog se može izračunati da je prosječna izbačena količina vode bila (ukupno za sve zrakoplove):

- $58.111/1850 = 31,41$ m³/h leta pri gašenju
- $58.111/2400 = 24,21$ m³/h leta ukupno
- faktor korisnog letenja (vremenski) = $1850/2400 = 0,771$ ili 77,1 %.

Brzina normalnog leta zrakoplova CL-415 iznosi 333 km/h (*Specification..., 2016.*), a bazirani su u Zemuniku. Ako se pretpostavi da je prosječna udaljenost do požarišta bila 111 km, vrijeme leta do požarišta i natrag (nekorisnog leta) iznosilo je $2 \times 20 = 40$ minuta. Uz pretpo-

⁸ Realistična eskontna stopa Vlade RH je oko 3 % godišnje. Time godišnji anuitet za jedan CL-415 (nabavna cijena zrakoplova bila je 62.181.942,47/2 = 31.090.971,24 USD); (*Sudar, 2012.*, *Klarica, 2010.*) iznosi 1,5862 milijuna USD (10,786 milijuna kn), a ukupni trošak za 30 godina iznosi 47,59 milijuna USD (323,58 milijuna kuna).

⁹ Za usporedbu, u požarnoj sezoni 2016. zrakoplovi MORH-a izbacili su ukupno 32.000 m³ vode (*MORH: PP sezona 2016. u brojkama, 2016.*), a u požarnoj sezoni 2015. ukupno 41.000 m³ vode (od toga Canadair-i 37.000 m³); (*MORH: PP sezona 2015. u brojkama, 2016.*).

stavku da je CL-415 na gašenju proveo prosječno 2 h, faktor korisnog letenja bio bi $2/2,67 = 0,75$ ili 75 %.

Nadalje, ako se pretpostavi da je i 6 naših CL-415 letjelo svaki po 250 h/god., ukupno su letjeli 1500 h/god. Prihvaćajući da prosječni faktor korisnog leta od 77,1 % važi i za CL-415 i da su oni izbacivali po 6 vodenih bombi na sat, ukupno su izbacili:

- $6 \times 1500 \times 0,771 \times 6,1 = 42.328 \text{ m}^3/\text{god.}$ vode, odnosno
- $42.328/58.111 = 0,728 = 72,8 \%$ od ukupno izbačene količine vode svih zrakoplova.

Iz ovoga se može zaključiti da su svi pretpostavljeni parametri letenja bili realistički procijenjeni.

Vrijednost izbačene vode iz jednog CL-415 bila bi u tom slučaju:

- $6 \times 250 \times 0,771 \times 6,1 \times 1.030 = 7.266.000 \text{ kn/god.}$ ¹⁰

Slučaj 4. Koliko dodatno košta pjena za požare klase A

Na svojim službenim stranicama, dosadašnji dugogodišnji proizvođač CL-415 u vezi s korištenjem vatrogasne pjene navodi sljedeće (*Fire-fighting..., 2016.*)¹¹:

- «Miješanjem pjena i vode dobiva se vrlo učinkovit supresant požara ... koji povećava sposobnost apsorpcije topline i omogućava gašenje plamena. Vatrogasna pjena klase A donosi sljedeće prednosti:
 - Poboljšava pokrivanje: Mješavina pjena i vode ekspandira i udvostručuje pokrivenu površinu. Ispušteno sredstvo za gašenje se jasno vidi iz zraka, što

pilotu omogućava da maksimira pokrivanje.

- Štiti vegetaciju koja još nije zahvaćena požarom i građevine: Pjena poboljšava prodornost vode, stvara zračnu barijeru i reflektira toplinu zračenja. Ona se uz to lijepi na površine drveća i građevina, pružajući dodatnu zaštitu.
- Guši plamenove: Ako se koristi direktno na požaru, pjena smanjuje visinu i intenzitet plamena, povećavajući sigurnost zemaljskih timova. Uz to smanjuje količinu dima, što vatrogasnim zrakoplovima omogućava sigurniji rad na tretiranoj površini.
- Povećava troškovnu učinkovitost vatrogasne operacije: korištenjem tipične koncentracije od 0,4 % pjena, za količinu vode od 6000 L potrebno je svega 24 L pjena.»

Za izračun dodatnog troška upotrebe pjene za požare klase A namijenjenog za doziranje od 0,1 do 1 %, korištena je prosječna cijena od 37 kn/L takvog pjena (npr. Forexpan) i preporučeno doziranje od 0,4 %.

Dodatni trošak pjena za 1000 L vode iznosi tako $4 \text{ L} \times 37 \text{ kn/L} = 148 \text{ kn}$.

Nadalje, ako CL-415 ukrca pun tank pjena (681 L), kojim može od čak 28 tovara vode stvoriti odgovarajuću pjenu, smanjit će se količina vode koju može nositi. Uzimajući da će se pjeno prilikom akcije postupno trošiti, zrakoplov će prosječno nositi manje vode za $681/6137 \times 50 \% = 0,0555$ ili 5,55 %. Ako se to zaokruži na 6 %, tada će cijena po m^3 tereta (otopine pjene) porasti:

- u slučaju 2 (RAND): $(2.230 \text{ kn/m}^3 + 6 \%) + 148 = 2.512 \text{ kn/m}^3$ ili 12,6 %
- u slučaju 3 (MORH): $(1.030 \text{ kn/m}^3 + 6 \%) + 148 = 1.240 \text{ kn/m}^3$ ili 20,4 %.

Utjecaj na okoliš

Budući da ne sadrže fluorirane površinski aktivne tvari i da je postotak doziranja vrlo nizak,

¹⁰ Alternativno se može izračunati da cijena vode od 1.030 kn/m³ podmiruje jedino godišnji trošak nabave CL-415 ($31.090.971,24 \text{ USD}/30 = 1.036.365,71 \text{ USD} = 7.047.286,81 \text{ kn}$), ali bez uzimanja troška kapitala (kamata) u obzir, no operativni troškovi se nikako ne mogu izbjeći.

¹¹ Bombardier je ovdje bio neutralan, jer ne proizvodi i ne prodaje vatrogasno pjeno, već samo odobrava tipove pjena koji se mogu koristiti bez štete za zrakoplov.

za pjene za požare klase A smatra se da imaju minimalan negativni učinak na ekosustave¹². Pjenila su po sastavu slična običnom kućanskom deterdžentu za pranje odjeće ili posuđa. Ne sadrže fosfate kao npr. dugotrajni retardanti, a vatrogasno djelovanje pjene postupno opada do trenutka isparavanja vode (cca 15 minuta ili pola sata, uglavnom ovisno o meteorološkim čimbenicima), pa se mogu shvatiti i kao kratkotrajni retardanti. Cjelovita procjena ekoloških učinaka nije dio ovog razmatranja, no izvjesna prednost pjene može se i ovdje očekivati, jer će se njezinom primjenom smanjiti količina morske vode neprimisano unesena u priobalne kopnene ekosustave. Ipak, za točniju procjenu potrebna su daljnja istraživanja.

Stav voditelja vatrogasnih intervencija i pilota zrakoplova¹³

Mišljenja voditelja vatrogasnih intervencija na zemlji i stečena iskustva u smislu učinkovitosti gašenja raslinja pjenom uglavnom su u skladu s navodima proizvođača CL-415. Svi voditelji redom navode da je uočljiva povećana učinkovitost pjene u odnosu na običnu vodu izbačenu iz zrakoplova. Učinak je osobito istaknut kod primjene na niskom i srednje visokom raslinju, posebno kod gašenja na teško pristupačnim terenima, velikim površinama i u slučajevima nedostatka vatrogasaca na zemlji. Prodornost pjene upitna je jedino kod jako gustog i visokog raslinja, što je i razumljivo s obzirom na manju specifičnu gustoću pjene. Moguće je da kod gustog i visokog raslinja, prizemni slojevi neće biti dovoljno namočeni. Naravno, kod ovog posljednjeg potrebno je voditi računa o postotku doziranja pjena, jer se na taj način regulira „suhoća“ odnosno količina vode u pjenu. Doziranje manjeg postotka pjena, pjena će biti „mokrija“, pa će se učinak ocjeđivanja i vlaženja nižih slojeva poboljšati. U uvjetima jakog vjetrova učinak pjene izbačene iz zrakoplo-

va bit će umanjen, ali će se pokrivena površina povećati zbog njezinog raspršivanja.

U vezi s učestalosti primjene, voditelji su naveli da se takav način gašenja sve rjeđe primjenjuje (osobito u posljednje dvije godine), što je povezano s problemom financiranja nabave pjena. Naime, nabava pjena regulirana je međusobnim sporazumom MORH-a i DUZS-a te Programom aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara. Smanjenje financijskih sredstava u proračunima ide „linijom manjeg otpora“, pa se zaobilazi nabava nečega što je korisno, ali je i bez toga djelovanje sustava moguće na relativno zadovoljavajući način.

Mišljenja pilota i vatrogasnih zapovjednika na zemlji također se slažu u konstataciji da dosad nije bilo ciljanih stručnih analiza o korištenju pjene i rasprava o utvrđivanju zajedničkih procedura o tome kako i gdje koristiti pjenu pri gašenju požara raslinja. Odluke o gašenju pjenom uobičajeno se donose na požarištu, dogovorom pilota i voditelja intervencije na zemlji, ili samo odlukom pilota. Činjenica je da gašenje pjenom iz zrakoplova (što je na raslinju najčešće učinkovitije od vode) utječe u konačnici na uštedu resursa zrakoplova, no to još nitko dosad nije dokazao izračunom.

ZAKLJUČAK

Na temelju iznesenih činjenica nameće se zaključak da podatak o cijeni sata leta koji je naveo MORH ne obuhvaća kapitalni trošak nabave zrakoplova ili je na neki drugi način taj trošak značajno podcijenjen. Kao realistični podaci o trošku sata leta i cijeni izbačene vode po m³ mogu se prihvatiti oni koji su navedeni u slučaju 2 (81.600 kn/h, odnosno 2.230 kn/m³ izbačene vode). Alternativno, imajući u vidu da kapitalni trošak nabave zrakoplova iznosi oko 50 % ukupnih troškova njihovog rada, moguće je koristiti dvostruke cijene iz slučaja 3 (75.600 kn/h leta, odnosno 2.060 kn/m³ izbačene vode). Dvostruke cijene iz slučaja 3, koje su ipak nešto niže od onih u slučaju 2, mogu se možda opravdati nižim troškovima ljudskoga rada u RH u odnosu na SAD. U skladu s time, odgovor na pitanje postavljeno na početku članka glasi: trošak gašenja požara u blizini Rijeke 30.7.2016. (samo zračnih

¹² "Upotreba pjene za požare klase A za gašenje požara raslinja pokazala je da pjena ima mali utjecaj na šumsku zemlju i život biljaka zbog svoje sposobnosti da se hitro razgradi", citat p. 9/50 (Stern, Routley, 1996.).

¹³ Izvor: usmena komunikacija.

snaga) iznosio je ne manje od $9 \text{ h} \times 81.600 \text{ kn/h} = 734.400 \text{ kn}$ ili gotovo 100.000 €.

Konačni zaključak bio bi da upotreba pjene za požare klase A podiže trošak gašenja po satu leta, odnosno po m^3 izbačene vode za svega 12-13 %. Ipak, autori su uvjereni da su prednosti koje donosi upotreba pjene znatno veće od ovog postotka povećanja cijena, te predlažu da odgovorne osobe u DUZS-u i MORH-u prihvate gašenje požara raslinja pjenom kao troškovno opravdano, kako iz zraka, tako i sa zemaljskim snagama.

Istodobno, kao posljedica ovog kratkog istraživanja, nameće se zaključak da bi bilo nužno revidirati cijenu gašenja požara raslinja iz zraka. Drugim riječima, stvarne cijene gašenja vodom i pjenom trebalo bi utvrditi putem opsežne stručne analize i studije, pri čemu bi se realistički procijenili svi parametri koji na njih utječu.

Napomena:

Izvori podataka stari su oko 6 godina. Tijekom tog razdoblja mijenjao se tečaj kn/USD, no za svrhe ove analize korišten je trenutni tečaj od 6,80 kn/USD. Isto tako, zbog jednostavnosti nije obavljeno nikakvo vremensko usklađivanje cijena navedenih u izvorima na cijene iz ove godine.

LITERATURA

Bertović, S. et al.: *Osnove zaštite šuma od požara*, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 1987.

Bombardier sells their air tanker business, dostupno na: <http://fireaviation.com/2016/06/21/bombardier-sells-their-air-tanker-business/>, pristupljeno: 8.9.2016.,

Canadair CL-415, dostupno na: <http://www.oognok.ca/415/415.shtml>, pristupljeno: 8.9.2016.

Colleti, D.: *Class A Foam – Best Practice for Structure Firefighters*, Lyon's Publishing, Roversford, 1998.

FAQ, dostupno na: <http://www.bombardier.com/en/aerospace/amphibious-aircraft/faq.html>, pristupljeno: 8.9.2016.

Firefighting Techniques and Technologies, dostupno na: <http://www.bombardier.com/en/aerospace/amphibious-aircraft/firefighting-techniques-and-technologies.html>, pristupljeno: 8.9.2016.

How much does jet fuel cost? The price of oil and fuelling an aircraft, dostupno na: <http://www.flightdeckfriend.com/how-much-does-jet-fuel-cost>, pristupljeno: 8.9.2016.,

Investing in Firefighting, dostupno na: <http://www.rand.org/blog/2013/12/investing-in-firefighting.html>, pristupljeno: 8.9.2016.

Keating, E.G. et al.: *Air Attack Against Wildfires*, RAND Corp., RADN_MG1234, 2012.

Klarica, S.: Hrvatska sada ima šest kanadera, *Zadarski list*, 8.2.2010., dostupno na: <http://www.zadarskilist.hr/clanci/08022010/hrvatska-sada-ima-sest-kanadera>, pristupljeno: 8.9.2016.

Klarica, S.: Gašenje požara ovoga ljeta koštalo nas je 75 milijuna kuna, *Zadarski list*, 30.9.2012., dostupno na: <http://www.zadarskilist.hr/clanci/30092012/gasenje-pozara-ovoga-ljeta-kostalo-nas-je-75-milijuna-kuna>, pristupljeno: 8.9.2016.

Klečar, S. et al.: *Osnove gašenja požara raslinja*, Mi-Star, Zagreb, 2010.

Large air tanker lineup for 2016, dostupno na: <http://fireaviation.com/2016/03/02/large-air-tanker-lineup-for-2016/>, pristupljeno: 8.9.2016.

Miloslavić, M.: *Požari raslinja na priobalju*, Florian, Zagreb, 2004.

MORH: *PP sezona 2016. u brojkama*, dostupno na: <https://www.morh.hr/hr/zavsena-pp-sezona-2016/pp-sezona-2016-u-brojkama.html>, pristupljeno: 24.10.2016.

MORH: *PP sezona 2015. u brojkama*, dostupno na: <https://www.morh.hr/hr/zavr%C5%A1ena-pp-sezona-2015/pp-sezona-2015-u-brojkama.html>, pristupljeno: 24.10.2016.

Radetić-Tomić, V.: Sezonu obilježio tek jedan veliki požar, *Vatrogasni vjesnik*, 8/2016., p. 28.

RH MORH: *Javno nadmetanje br. 055-56/02 za vatrogasna vozila prema Programu Vlade RH*, Zagreb, rujan 2002.

Solicitation Number: AG-024B-S-15-9022, dostupno na: https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&id=453d72e0508c28f70207753b92649bcb&tab=core&_cview=1, pristupljeno: 8.9.2016.

Specifications and Performance, dostupno na: <http://www.bombardier.com/en/aerospace/>

amphibious-aircraft/specifications-and-performance.html, pristupljeno: 8.9.2106.

Stern, J., Routley, J.G.: Class A Foam for Structural Firefighting, *USFA-TR-083/December 1996*, US Dept. of Homeland Security.

Sudar, G.: Koliko ustinu koštaju Kanaderi, *Večernji list* 28.7.2012., dostupno na: <http://>

www.vecernji.ba/koliko-uistinu-kostaju-kanaderi-436084, pristupljeno 8.9.2016.

U.S. Forest Service awards contract for two water scoopers, dostupno na: <http://fireaviation.com/2016/03/30/u-s-forest-service-awards-contract-for-two-water-scoopers/>, pristupljeno: 8.9.2016.

ON THE ECONOMY OF AERIAL FIREFIGHTING USING CANADAIR CL-415

SUMMARY: Innovations introduced in firefighting practice should help maximise the cost/benefit relation. One of the largest costs of firefighting in Croatia is the cost of aerial firefighting. The majority of the costs are incurred by the procurement, maintenance and actual operation of the hydroplane Bombardier CL-415. Published data indicate that these costs are significantly underestimated in Croatia. The paper purports to show the actual costs of wildfire fighting using these planes. An additional cost, if class A foam is used, amounts to 12-13% of total costs. One of the conclusions is that in order to increase the total efficiency of fire extinguishing and cut the cost would be to use Class A foam, since the extra cost is, most likely, significantly smaller than the proven advantages of this agent.

Key words: *economy, aerial firefighting, wildfires, Canadair CL-415, class A foam*

*Subject review
Received: 2017-04-04
Accepted: 2017-11-28*