

Ekonomija vatrogasnih pjenila, pjena i mobilnih sustava gašenja požara pjenom prema europskim normama

Economy of firefighting foam concentrates, foams and mobile foam systems according to European standards

dr. sc. Aleksandar Regent, dipl. ing. stroj.

SAŽETAK

Europske norme za pjene, pjenila i sustave pjene postoje već dugu niz godina. Zbog njihove složenosti, vatrogasna zajednica i struka zaštite od požara ih ne poznaje dobro niti ih u dovoljnoj mjeri koristi, iako su one primjenjive na fiksne i na mobilne sustave pjene. Analizirani su zahtjevi za gustoćom primjene i vremenom djelovanja mobilnih sustava pjene pri gašenju požara lokve površine do 400 m². Gustoća primjene značajno ovisi o klasi pjenila, što dalje određuje količinu pjenila potrebnog za intervenciju. Potrebna količina pjenila je gotovo dvostruko veća ako se koriste pjenila najnižih klasa umjesto pjenila najviših klasa. Povećana količina pjenila, zahtjevi za dodatnom opremom i većim brojem vatrogasaca te zahtjevnijom logistikom operacije mogu značajno nadmašiti uštedu na cijeni pjenila niske kvalitete. Uz to će i kapacitet gašenja s postojećom opremom biti mnogo manji. Činjenica da je neko pjenilo certificirano prema europskim normama bez navođenja postignute klase ne govori ništa o njegovoj kvaliteti i može vatrogasce navesti na potpuno pogrešnu odluku o izboru. U radu su prikazani bitni detalji požarnih testova pjenila i vremenski slijed ispitivanja, te zahtjevi prema pojedinim klasama pjenila s novim grafičkim prikazom. Korištenjem prikazanih podataka, svaki JVP ili DVD može napraviti vlastitu kalkulaciju troškova na bazi predviđenih požarnih scenarija, postojeće opreme i broja vatrogasaca.

Ključne riječi: vatrogasna pjenila, mobilni sustav gašenja, norme

Summary

European standards for foams, foam concentrate and foam systems have been in existence for many years. Because of their complexity, firefighting community and fire protection professionals do not know them well enough and do not use them sufficiently, although they are entirely applicable to both fixed and mobile foam systems. We analysed the requirements for application rate and time on mobile foam systems for fighting of spill fire of up to 400 m² size. Application rates depend significantly on foam performance class, which also determine the amount of concentrate required for an intervention. The amount of concentrate is almost twice as high when using lowest class foam instead of highest class foam. Increased quantity of concentrate, requirements for additional equipment and larger number of firefighters as well as more complicated operation logistics can significantly outperform savings on the price of low-quality concentrate. In addition, firefighting capacity with existing equipment and firefighter safety will be much lower. The fact that a foam has been certified to European standards without specifying the class achieved gives no information about its quality and may lead firefighters to a completely wrong selection decision. Beside the essential details of foam fire tests and the time sequence of testing, this paper presents particular requirements to all foam classes in a new graphic format. Using data provided, each professional or volunteer fire station can produce their own calculation of costs, based on expected fire scenarios, existing equipment and number of firefighters.

Keywords: Fire Fighting Foam, mobile extinguishing system, norms

UVOD

Introduction

Europske norme za pjene i pjenila (niz EN 1568-1, -2, -3 i -4) postoje već od 2000. godine, a norme za sustave s pjenom (niz EN 13565-1 i -2) od 2008. odnosno 2009. godine. Iz popisa literature može se vidjeti da je aktualne, trenutno važeće HRN EN, Hrvatski zavod za normizaciju prihvatio još prije 7 odnosno 8 godina. Ipak, stječe se dojam da vatrogasna zajednica i struka zaštite od požara nisu dovoljno upoznate sa sadržajem ovih normi kao niti s njihovim zahtjevima, prednostima i nedostacima. Zahtjeve za sustave pjene za gašenje požara zapravo definira samo norma EN 13565-2, ali se pritom poziva na ostale spomenute norme. Najveći dio ove norme odnosi se na stabilne i polustabilne sustave za gašenje požara u industriji zapaljivih tekućina, kao što su požari rezervoara i njihovih sabirnih prostora

(tankvana), prostore zaštićene sprinkler sustavima pjenе kao i na sustave lake pjene. Ipak, dobar dio zahtjeva i uputa primjenjiv je i pri gašenju požara lokvi prolivenih zapaljivih tekućina¹ pomoću mobilnih sustava, što je i najvjerojatniji scenarij s kojim će se u praksi susresti javna vatrogasna postrojba ili dobrovoljno vatrogasno društvo. Kao požarni scenarij lokva će se pojaviti pri požaru cestovnih vozila pogonjenih motorom s unutarnjim izgaranjem (na cesti, u garaži ili na parkiralištu), na pretakalištima za autocisterne i vagoncisterne, na aerodromima, u lukama i pristaništima, pri požaru otvorenih ili zatvorenih skladišta zapaljivih tekućina pohranjenih u manje posude ili bačve, u prodavaonicama i kod potrošača. Lokva će se pojaviti i pri nekontroliranom istjecanju manje količine zapaljive tekućine u tankvani ili na procesnim površinama (npr. u rafineriji nafte). Norma EN 13565-2 je prilično komplicirana za primjenu, budući da dva osnovna faktora tehnike gašenja požara, minimalnu gustoću primjene otopine pjene² (L/m^2min) i vrijeme primjene pjene (minuta) definira prema tri parametra. Ta tri parametra su: vrsta požara, veličina požara (površina goruće tekućine) i način nanošenja pjene. Zbog jednostavnosti i lakšeg razumijevanja, razmatranja u ovom članku ograničena su na površinu lokve do najviše $400 m^2$ i na gašenje lokve teškom pjenom³. Dodatnu komplikaciju donose i norme za pjene i pjenila niza EN 1568. Norma EN 1568-3 za tešku pjenu za gašenje požara tekućih ugljikovodika definira naime 3 klase pjena prema učinkovitosti (brzini) gašenja i 4 klase pjena prema otpornosti na natražno gorenje, što daje ukupno 11 mogućih klasa. Norma EN 1568-4 za tešku pjenu za gašenje požara polarnih otapala definira 2 klase pjena prema učinkovitosti (brzini) gašenja i 3 klase pjena prema otpornosti na natražno gorenje, tj. ukupno 6 mogućih klasa. Stoga činjenica da je neko pjenilo certificirano prema EN 1568-3 ili EN 1568-4 bez navođenja postignute klase ne daje nikakav podatak o učinkovitosti takvog pjenila u stvarnom životu. Drugim riječima, pjenilo certificirano prema nekoj od normi niza EN 1568 može imati vrlo različitu kvalitetu.

1 Lokva zapaljive tekućine definira se kao lokva dubine ≤ 25 mm.

2 Ovo treba posebno istaknuti. Gustoće primjene odnose se uvijek na otopinu pjene, a ne na pjenilo niti na gotovu pjenu. Tako je npr. 100 L otopine koja sadrži 1L 1% pjenila ekvivalentno sa 100 L otopine koja sadrži 3 L 3% pjenila ili sa 100 L otopine koja sadrži 6 L 6% pjenila. Ostatak to 100 L je uvijek voda.

3 Teška pjena ima ekspanziju do najviše 20, a tipično je ona od 5-10.

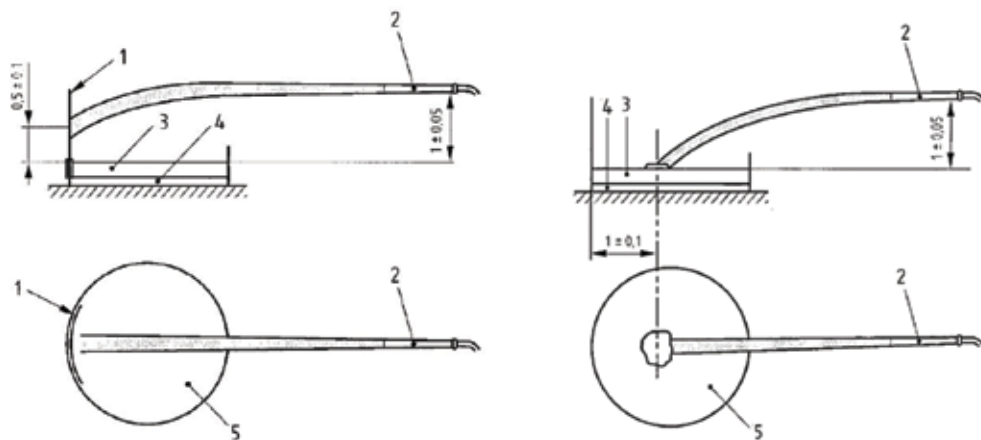
OSNOVNI ZAHTJEVI EN 13565-2 - *Basic requirements of EN 13565-2*

Već u uvodu i u opsegu traži se da primjena zahtjeva ove norme mora biti povjerena isključivo kvalificiranim i iskusnim osobama. Kao sustavi za gašenje pjenom navode se stabilni, polustabilni i mobilni sustavi. Pod mobilnim sustavom smatra se sustav kod kojeg su sve njegove komponente mobilne, a njih postavlja, usmjerava i njima rukuje ovlašteno osoblje. To je tipični sustav gašenja kojim se služe vatrogasci JVP-a ili DVD-a pri svojim intervencijama. Procjena rizika je izvan opsega ove norme. Za komponente stabilnog i polustabilnog sustava pretpostavlja se njihova sukladnost s EN 13565-1, dok se za pjenila očekuje da budu atestirana prema barem jednoj od normi iz niza EN 1568. Pjenila različitih tipova i od različitih proizvođača se ne smiju miješati, osim ako je prethodno njihova kompatibilnost potvrđena testom i izvještajem. Iako se to u ovoj normi izričito ne navodi, iz prakse i iz NFPA 11 je poznato da se ekspanzirane pjene različitih vrsta i proizvođača mogu slobodno miješati na požaru, odnosno nanositi jedna preko druge.

KLASIFIKACIJA UČINKOVITOSTI PJENILA PREMA EN 1568-3 - *Foam performance classification according to EN 1568-3*

Norma EN 1568-3 se odnosi samo na pjenila i tešku pjenu za gašenje požara tekućina koje se ne miješaju s vodom (zapaljivi ugljikovodici: benzini, diesel gorivo, sirova nafta, derivati). Zbog unifikacije i zbog reproducibilnosti testova, kao testno gorivo propisan je komercijalni heptan (surogat za benzin). Pjenila certificirana prema ovoj normi nisu učinkovita na polarnim otapalima i ne mogu se upotrijebiti za njihovo gašenje jer se u kontaktu s njima pjena trenutno raspada. Za pjenila certificirana prema ovoj normi traži se da na spremniku bude oznaka koja pokazuje najnižu klasu učinkovitosti (brzine) gašenja i najnižu klasu otpornosti na natražno gorenje sa slatkim i morskom vodom. Na etiketi se moraju navesti performanse postignute i s ostalim dijelovima niza normi EN 1568 (ako su testovi izvedeni). Slika 1. prikazuje način požarnog testiranja pjenila. Test H.2 (lijevo) pokazuje ispitivanje s „nježnom“ upotrebom pjene⁴. „Nježni“ test se koristi u EN 1568-3 (gašenje uglji-

4 Nježna primjena označava indirektno nanošenje pjene slijevanjem sa slivne ploče.



Slika 1. Požarno testiranje pjenila/pjene (EN 1568-3). Lijevo „nježna“, desno „nasilna“ primjena

Figure 1. Foam fire testing (EN 1568-3). Left „gentle“, right „forceful“ application

Legenda:

1- slivna ploča (1 x 1 m)

2- mlaznica pjene (UNI 86), 11,4 L/min pri 6,3 bar

3- gorivo heptan 144 L (3,2 cm), test prema EN 1568-3

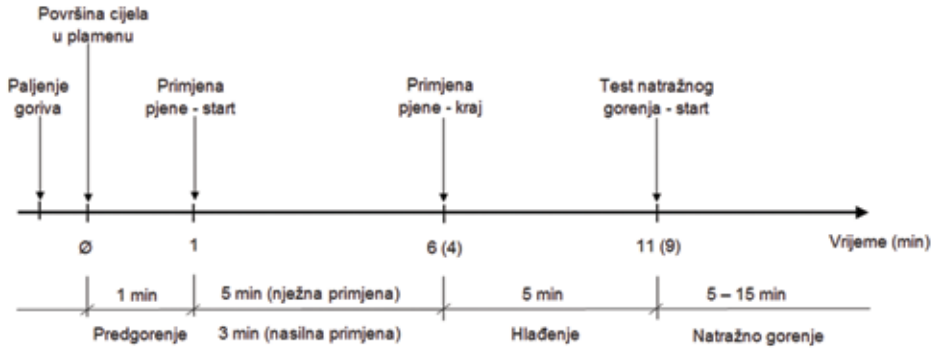
(gorivo aceton/izopropanol 125 L (7,2 cm), test prema EN 1568-4)

4- voda 90 L (2 cm), samo EN 1568-3

5- tava Φ 2,4 m (4,52 m²) prema EN 1568-3; gustoća primjene 2,52 L/m²min
(tava Φ 1,48 m (1,73 m²) prema EN 1568-4; gustoća primjene 6,6 L/m²min)

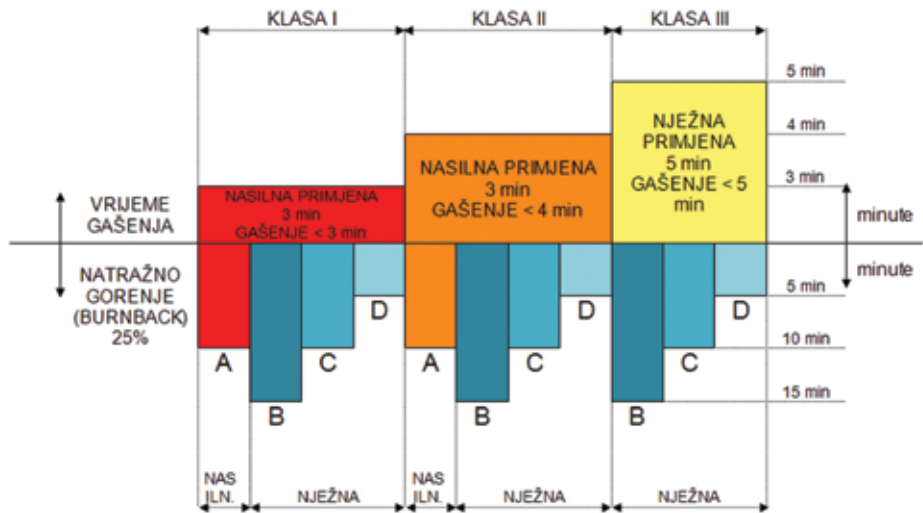
kovodika) i u EN 1568-4 (gašenje polarnih otapala), ali s različitim veličinama tave. Test H.3 (desno) pokazuje ispitivanje s „nasilnom“ upotrebom⁵ pjene. „Nasilni“ test se koristi samo u EN 1568-3 (gašenje ugljikovodika), i to za pjene najbolje kvalitete (klase I i II). Vremenski slijed testa prikazan je na Slici 2., a postignuta učinkovitost na Slici 3.

⁵ Nasilna primjena označava nanošenje pjene direktno na površinu goriva. JVP ili DVD će najčešće u praksi pjenu nabacivati „nasilno“, a samo rijetko „nježno“.



Slika 2. Vremenski slijed testa prema EN 1568-3.

Figure 2. Test procedure to EN 1568-3.



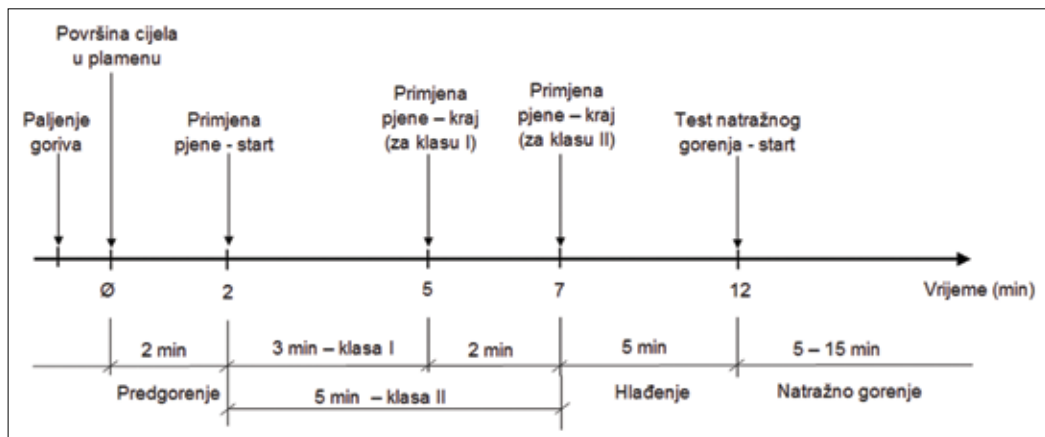
- VRJEME GAŠENJA: kraće = bolje
- NAČIN PRIMJENE: nasilno = bolje; nježno = lošije
- OTPORNOST NA NATRAŽNO GORENJE (25%): dulje = bolje

Slika 3. Učinkovitost pjenuća prema EN 1568-3.

Figure 3. Foam performance to EN 1568-3.

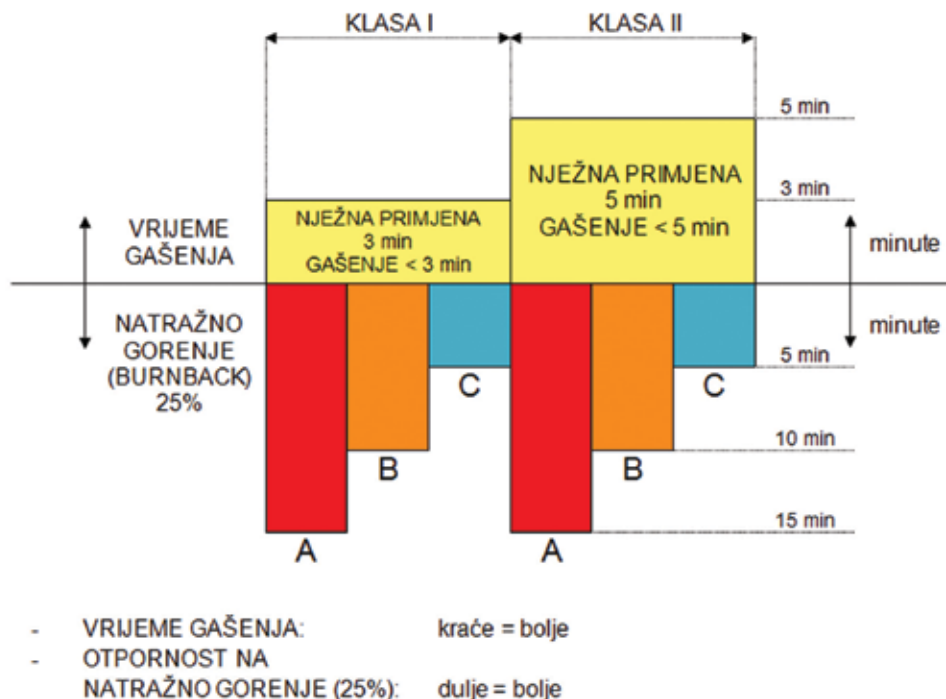
KLASIFIKACIJA UČINKOVITOSTI PJENILA PREMA EN 1568-4 - *Foam performance classification according to EN 1568-4*

Norma EN 1568-4 se odnosi samo na pjenila i tešku pjenu za gašenje požara tekućina koje se miješaju s vodom (polarna otapala: alkoholi, esteri, eteri, amini, ketoni itd.). Testiranje prema ovoj normi izvodi se samo nježnom primjenom. Obvezna testna goriva su aceton i izopropanol, kao predstavnici polarnih otapala, no dozvoljeno je prema istoj metodi izvesti dodatno testiranje na drugim polarnim otapalima. Pjenila certificirana prema ovoj normi su učinkovita i pri gašenju požara tekućih ugljikovodika, pa ih proizvođači u tu svrhu redovito certificiraju i prema EN 1568-3. Zahtjevi za označavanje spremnika jednaki su prethodno navedenima. Slika 1. prikazuje način požarnog testiranja pjenila prema EN 1568-4, test H.2 (lijevo). Vremenski slijed testa prikazan je na Slici 4, a postignuta učinkovitost prema klasama na Slici 5.



Slika 4. Vremenski slijed testa prema EN 1568-4.

Figure 4. Test procedure to EN 1568-4.



Slika 5. Učinkovitost pjenila prema EN 1568-4.

Figure 5. Foam performance to EN 1568-4.

GUSTOĆA I VREMENA PRIMJENE PJENE PREMA EN 13565-2 - Foam application rate and time according to EN 13565-2

Sustavi s pjenom smanjuju utjecaj požara na okoliš time što smanjuju njegov utjecaj na atmosferu i tlo.

Minimalna gustoća primjene otopine pjene (q) za tešku i srednju pjenu računa se po formuli:

$$q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o \cdot f_H \text{ (L/m}^2\text{min)}$$

Pri tome je:

q_{th} - nominalna (teoretska) gustoća primjene otopine pjene (4 L/m²min)

f_c - korekcijski faktor za klasu pjenila u skladu s EN 1568

f_o - korekcijski faktor za vrstu objekta⁶

f_H - korekcijski faktor za udaljenost mlaznice kod deluge sustava na otvorenom prostoru

⁶ f_o se naziva korekcijskim faktorom za vrstu objekta iako ovisi i o uređaju za nanošenje pjene.

Gustoće primjene prema ovoj normi smatraju se gustoćama koje ostvaruju različiti uređaji za ispuštanje (mlaznice, monitori, sprinkleri itd.) i one uzimaju u obzir moguće gubitke pjene pri njenom nanošenju. Gustoće primjene su bazirane na iskustvima iz prakse.

Na mobilne sustave za gašenje požara lokve zapaljive tekućine primjenjuje se samo korekcijski faktori f_c i f_o ($f_H = 1$). U tablicama 1. i 2. prikazani su korekcijski faktori f_c i odgovarajuće gustoće primjene pjene iz ručnih mlaznica i monitora u ovisnosti o klasi (kvaliteti) pjenila postignutoj prilikom testiranja prema EN 1568-3 odnosno EN 1568-4.

Tablica 1. Korekcijski faktori i gustoće primjene - ugljikovodici (EN 1568-3)

Table 1. Correction factors and application rates – hydrocarbons (EN 1568-3)

| Klasa pjenila | 1A | 1B | 1C | 1D | 2A | 2B | 2C | 2D | 3B | 3C/3D |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| f_c | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,5 | 1,75 |
| $q = q_{th} \cdot f_c$ | 4,0 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 6,0 | 7,0 |
| $q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o$ - ručne mlaznice | 4,0 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 6,0 | 7,0 |
| $q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o$ - monitori | 6,0 | 6,0 | 6,6 | 6,6 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 9,0 | 10,5 |

Napomene:

- $f_o = 1,0$ za ručne mlaznice (teška i srednja pjena), lokva $< 400 \text{ m}^2$ ($< 25 \text{ mm}$), vrijeme djelovanja 15 min.
- Za lokve tekućih ugljikovodika $> 400 \text{ m}^2$, ručne mlaznice nisu prikladne
- Za lokve tekućih ugljikovodika $> 25 \text{ mm}$ ($< 400 \text{ m}^2$), vrijeme djelovanja ručnih mlaznica je 30 min.
- $f_o = 1,5$ za monitore (aspiracijske i neaspiracijske), lokva $< 25 \text{ mm}$, vrijeme djelovanja 30 min., neovisno o veličini lokve
- $f_o = 1,5$ za monitore, lokva $> 25 \text{ mm}$, $< 400 \text{ m}^2$, vrijeme djelovanja 30 min.

Tablica 2. Korekcijski faktori i gustoće primjene - polarna otapala (EN 1568-4)

Table 2. Correction factors and application rates – polar solvents (EN 1568-4)

| Klasa pjenila | 1A | 1B | 1C | 2A | 2B | 2C |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|
| f_c | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| $q = q_{th} \cdot f_c$ | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| $q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o$ – ručne mlaznice (teška pjena) | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| $q = q_{th} \cdot f_c \cdot f_o$ – ručne mlaznice (srednja pjena) | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |

Napomene:

- $f_o = 1,0$ za ručne mlaznice (teška pjena) i 1,5 za ručne mlaznice (srednja pjena), vrijeme djelovanja 30 min. (teška pjena) i 20 min (srednja pjena)
- Za lokve polarnih otapala $> 400 \text{ m}^2$, ručne mlaznice nisu prikladne
- Za lokve polarnih otapala monitori nisu prikladni neovisno o veličini lokve

Iz Tablice 1. se vidi da je pri gašenju požara ugljikovodika gustoća primjene za najlošije klase pjene (3C/3D) za 75% veća od gustoće primjene za najbolje klase (1A/1B). Ako se za primjer uzme najteži slučaj (gašenje požara lokve površine 400 m^2 monitorima⁷) tada je umjesto sa $6 \times 400 = 2.400 \text{ L/min}$ otopine pjene i 72 L/min pjenila (za 1A/1B) požar potrebno gasiti s $10,5 \times 400 = 4.200 \text{ L/min}$ otopine i 126 L/min pjenila (za 3C/3D). Ako vatrogasci koriste 3% pjenilo, trebati će im u drugom slučaju tijekom 30 minuta ukupno 3.780 L pjenila i 122.220 L vode umjesto 2.160 L pjenila i 69.840 L vode (zahtjevi za pjenilo 1A/1B). No nije u pitanju samo količina pjenila. Za 75% veći protok otopine potreban je i 75% veći protok pumpe (ili veći broj pumpi), 75% više vode iz hidrantske mreže, veći broj vatrogasaca koji će dopremiti pjenilo i rukovati sustavom, a moguće i veći broj monitora ili vozila s monitorom.

Slične se računice može izvesti i za slučaj gašenja požara lokve polarnih otapala.

⁷ Lokva površine 400 m^2 i dubine 25 mm ima ukupni volumen od 10.000 L što je sadržaj manje autocisterne, no na ravnoj površini će i sadržaj nekoliko tipičnih bačava zapaljive tekućine od po 200 L stvoriti lokvu veličine 400 m^2 .

ZAKLJUČAK

Conclusion

Analizom je pokazano da gustoća nanošenja otopine pjene i učinkovitost gašenja značajno ovise o klasi (tj. kvaliteti) pjenila koje se koristi. Cijene koštanja po litri pjenila treba uvijek uspoređivati za pjenila koja se doziraju u istom postotku (npr. 3%), jer 6 L 6% pjenila daje isti učinak gašenja kao 3 L 3% pjenila, odnosno 1 L 1% pjenila. S druge strane, najekonomičnije je koristiti 1% pjenilo (ako dozator dozvoljava doziranje od 1%), jer je 1 L 1% pjenila jeftinija od 3 L 3% pjenila, a to je jeftinije nego 6 L 6% pjenila. Uz to je i kapacitet gašenja s istom količinom 1% pjenila 3x veći nego s 3% pjenilom, odnosno 6x veći nego sa 6% pjenilom.

Korištenje jeftinog pjenila niske kvalitete za sobom povlači potrebu za bitno većom količinom takvog pjenila i vode, većim protokom vode i kapacitetom pumpanja, većim brojem vatrogasaca i većim protočnim kapacitetom monitora. Uz to će i sigurnost vatrogasaca biti niža, jer je opasnost od ponovnog raspamsavanja požara veća zbog manje otpornosti na natražno gorenje. Kvalitetnija pjenila u pravilu imaju i dulji vijek trajanja, tj. najmanje 10 godina ako se pravilno skladište.

Imajući sve to u vidu, jasno je da će niža cijena jeftinog i slabo učinkovitog pjenila zahtijevati ne samo veću količinu takvog pjenila i češće zamjene pjenila, nego i značajne dodatne troškove koji nisu vidljivi na prvi pogled, a koji će biti različiti u različitim slučajevima. Te je dodatne troškove teško procijeniti za općeniti slučaj, ali se realno može očekivati da će znatno nadmašiti razliku u cijeni između najboljih pjenila i jeftinih pjenila niske kvalitete. Ipak, svaka javna vatrogasna postrojba ili dobrovoljno vatrogasno društvo može za svoje potrebe napraviti približnu kalkulaciju, na bazi postojeće opreme i broja vatrogasaca te veličine očekivanih požarnih događaja, pa će na vlastitom primjeru egzaktno potvrditi da nabavka pjenila niske učinkovitosti predstavlja lošu ekonomiju.

LITERATURA

References

1. HRN EN 13565-1:2008 *Stabilni protupožarni sustavi -- Sustavi s pjenom -- 1. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja dijelova (EN 13565-1:2003+A1:2007)*
2. HRN EN 13565-2:2009 *Stabilni protupožarni sustavi -- Sustavi s pjenom -- 2. dio: Projektiranje, izvedba i održavanje (EN 13565-2:2009)*
3. HRN EN 1568-1:2008 *Sredstva za gašenje požara -- Pjenila -- 1. dio: Specifikacija pjenila za dobivanje pjene srednje*

- ekspanzije za površinsku primjenu na tekućinama koje se ne miješaju s vodom (EN 1568-1:2008) + HRN EN 1568-1:2008/Ispr.1:2011*
4. *HRN EN 1568-2:2008 Sredstva za gašenje požara -- Pjenila -- 2. dio: Specifikacija pjenila za dobivanje pjene visoke ekspanzije za površinsku primjenu na tekućinama koje se ne miješaju s vodom (EN 1568-2:2008) + HRN EN 1568-2:2008/Ispr.1:2011*
 5. *HRN EN 1568-3:2008 Sredstva za gašenje požara -- Pjenila -- 3. dio: Specifikacija pjenila za dobivanje pjene niske ekspanzije za površinsku primjenu na tekućinama koje se ne miješaju s vodom (EN 1568-3:2008) + HRN EN 1568-3:2008/Ispr.1:2011*
 6. *HRN EN 1568-4:2008 Sredstva za gašenje požara -- Pjenila -- 4. dio: Specifikacija pjenila za dobivanje pjene niske ekspanzije za površinsku primjenu na tekućinama koje se miješaju s vodom (EN 1568-4:2008) + HRN EN 1568-4:2008/Ispr.1:2011*
 7. *NFPA 11: Standard for Low-, Medium, and High-Expansion Foam, 2016 Edition*