



VÉDELEM TUDOMÁNY

I. évfolyam, 1. szám – 2016. március

Restás Ágoston

MÓDSZERTANI TANULMÁNYOK OLTÓHABOK HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATÁHOZ: AZ OLTÁSI KÉPESSÉG MEGHATÁROZÁSA A FELÜLETEN MARADÁS ARÁNYÁNAK VIZSGÁLATÁVAL

Absztrakt

Bevezetés: Az erdőtüzeknél alkalmazott oltóanyagok oltóképessége több tényező együttes hatásaként jelenik meg. Ezek közé tartozik a hűtőhatás és a szigetelő hatás, mint fő oltóhatások, valamint ezek al-oltóhatásai is, mint például a párologási, a takaró vagy az elválasztó hatások. Logikus, hogy minél nagyobb mennyiség marad a felszínen, annál nagyobb az oltási képesség. Módszer: A tesztelésre a habok esetén, a piacon forgalmazott termékek közül random került egy kiválasztásra, míg a felületen maradáshoz a könnyen égő fenyőgally lett meghatározva. A cél az volt, hogy megállapításra kerüljön a növényzeten maradó oltóanyag mennyisége. A kiválasztott levélzetből azonos tömegű csoportok kerültek kialakításra. Elsőként a kezeletlen levélzet tömege, majd a vízbe és habképző anyagokba mártott csoportok tömege került megállapításra. Eredmények: A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a hab jelentősen nagyobb tömegben

maradt meg a levélzeten, mint a víz; ennek értéke a vizsgálatok alapján 3,36 – 3,76 szoros a vízhez viszonyítva. A vizsgálatok azt is megmutatták, hogy ez az érték a habkiadósság mértékétől nem függ szignifikánsan.

Kulcsszavak: hab, habkiadósság, oltási képesség, hab tömeg hatékonyság

**METHODOLOGICAL STUDIES FOR MEASURING FOAM
EFFECTIVENESS:
SUPPRESSION CAPABILITY WITH THE TEST OF WEIGHT RATE
REMAINED ON THE CROWN SURFACE**

Abstract

Introduction: The effectiveness of the foams used in fighting against forest fire depends on common effect of some coefficients. Cooling and isolation effects as main extinguishing effects as well as side extinguishing effects, like evaporation, blanket and separation effects are also included. The more extinguisher remains on the surface, the more extinguishing effect it has.

Methods: A product for the test was randomly chosen out of the ones on the market. Spruce was chosen for the test due to its high flammability. The goal was to determine the amount of extinguisher at the end of the branches in the foliage. Groups of the same size were created in the selected foliage. To start with, the weight of the untreated foliage was measured, followed by the groups of foliage dipped in water and foaming agents.

Results and discussion: According to the findings of research, the amount of foam remaining on the foliage is remarkably higher than that of water. Its rate is 3.36-3.76 compared to water. The research also revealed that this rate does not significantly depend on expansion rate.

Keywords: foam, expansion rate, suppression capability, foam weight effectiveness

1. BEVEZETÉS

Az erdőtüzeknél alkalmazott oltóanyagok oltóképessége több tényező együttes hatásaként jelenik meg. Ezek közé tartozik a hűtőhatás és a szigetelő hatás, mint fő oltóhatások, valamint ezek al-oltóhatásai is, mint például a párolgási, a takaró vagy az elválasztó hatások. A szigetelő hatás eredményessége bizonyosan függ az alkalmazott oltóanyag egységnyi felületén mért mennyiségétől, ami nem vízszintes esetben az oltóanyag tapadásával, vagyis a felületen maradás arányával korrelál. Azonos feltételek esetén minél több oltóanyag marad meg a felületen, annál nagyobb annak oltóhatása.

Mivel az oltóanyagok mennyisége jelentősen befolyásolja mind az alkalmazott tűzoltás taktikát, mind az alkalmazott taktika hatékonyságát (Bleszity, 1990), ezért nem csak azok fontossága miatt, de mind a beavatkozók biztonságára (Pántya, 2011), mind a hatékonyságra gyakorolt hatása miatt előnyös a különböző tényezőket áttekinteni. Az oltóanyagok hatékonyságával jelenleg is számos kutatás foglalkozik (Batista, 2011; Morris, 2011), illetve külön mérési módszereket is alkottak^{1 2}, azonban a lomboszat felületén megmaradó oltóanyagra vonatkozó célzott kutatások még – a szerző véleménye alapján – valószínűleg hiányosak. A cikk ehhez próbál egy sajtószerű megközelítést adni, ami a víz és hab, mint különböző struktúrájú oltóanyagok felületen maradásának összehasonlításával foglalkozik.

A kutatás során célkitűzésként fogalmazódott meg, hogy az oltóanyagok különböző mértékű felületen maradásának bizonyítására és az ebből levonható következtetések bemutatására egy egyszerű, könnyen reprodukálható, az oktatást és szemléltetést is biztosító módszer kerüljön kidolgozásra. Ehhez a szerző a felületen megmaradó oltóanyag tömegének vizsgálatát választotta. A tesztelésre a piacon forgalmazott termékek közül random került egy kiválasztásra. Ez utóbbi

¹ American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Determining Material Ignition and Flame Spread properties; E1321-1997(02)

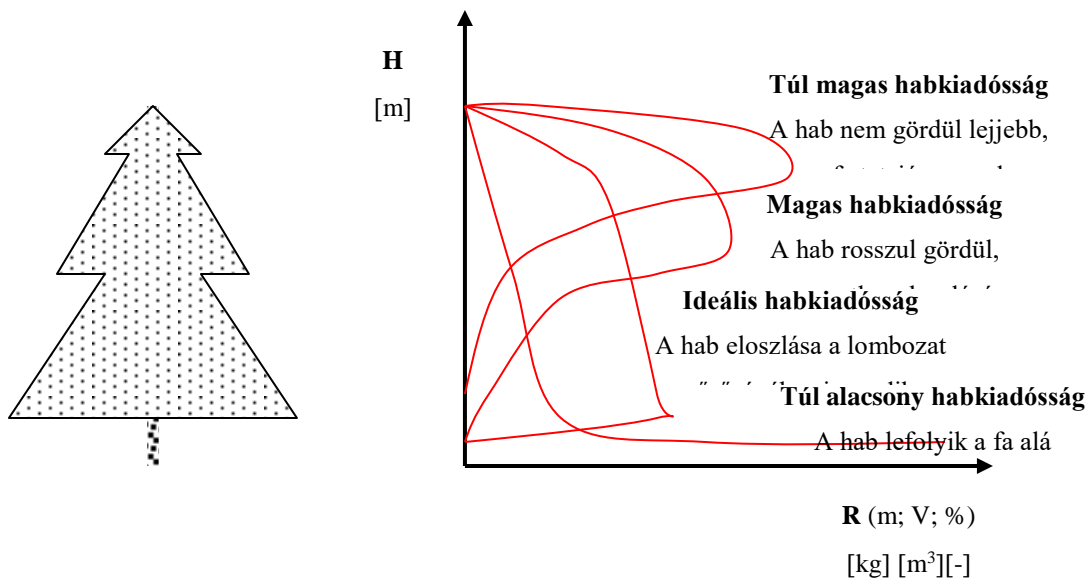
² Underwriters Laboratories Inc. Project Reports to USDA Forest Service; 98NK32277, 99NK35219, 01NK12843, 03NK13445, 04NK16188, and 06CA42655.

azért elfogadható, mert a vizsgálat célja nem a kiválasztott oltóanyag eredményességének megállapítására, hanem a módszer alkalmazhatóságának bemutatására irányult.

2. A VIZSGÁLATI MÓDSZER LEÍRÁSA

2.1 A vizsgálatok előkészítése

A vizsgálatához a magas tűzveszélyességgel bíró lucfenyő került kiválasztásra, ennek ágvégeire, a levélzetre rakódó oltóanyag mennyiségének meghatározása volt a cél. A kiválasztott levélzetből azonos tömegű csoportok kerültek kialakításra. Elsőként a kezeletlen levélzet tömege, majd a vízbe és habképző anyagokba mártott csoportok tömege került megállapításra. Az utóbbi csoportoknál kapott értékekből kivonásra került a nyers levélzet tömegének az értéke, amely így megadta az oltóanyagok levélzeten maradásának maximális értékét. A habok esetén 6 – 9 – 12 habkiadósságú habok kerültek alkalmazásra.



1. sz. ábra. A hab eloszlása különböző H_K habkiadósság esetén a fa magasságának függvényében. Jelleggörbe. Forrás: szerző

A vizsgálatokhoz az alábbi előkészítési fázisok szükségesek:

1. Mintadarabok kiválasztása: Mintadarabként a nagyon tűzveszélyes lucfenyő lett meghatározva. Ennek 100-150 mm-es gallyvégei kerültek leválasztásra (4x10db=40db). Ezáltal a fenyő azon része lett vizsgálva, amely mind a tűz továbbterjedésében, mind az oltóanyag felfogásában a legnagyobb szerepet játszik.
2. Mintadarabok előkészítése: a gallyvégeket a leválasztás után 30 C-on, 4 órán keresztül napon szárítjuk (szikkasztás). Ezáltal a felület teljesen szárazzá válik, hasonlóan az intenzív tüzek időszakára jellemző körülményekhez.
3. Mintatartó mátrix elkészítése: a mérési sorozatnak megfelelően mátrix került kialakításra, amelyre a mintadarabok kerültek. Ez magában foglalta a víz, valamint a 6-9-12 habkiadósságú habok méréséhez az egyedi helyeket (bokszoikat), összesen 4x10db minta hellyel.
4. Vizsgálandó oltóanyagok előkészítése: a vizsgálathoz normál csapvíz, valamint habképző anyag került beszerzése. A habképző anyag a korábban általánosan használt Light Water volt.
5. Az oltóanyagok elkészítése. A víz +20 °C, normál környezeti hőmérsékletű, 15 nk⁰ (német keménységi fok) vízkeménységű volt. Mérőflakonokban haboldat készítése: a habképző anyag a Light water, amelyből 3%-os bekeveréssel készültek a különböző habkiadósságú habok. Ezek: 3 külön flakonban - Hk = 6; Hk = 9; Hk = 12).



2. sz ábra. A mintadarabok szikkasztása és a kezeletlen minták. Forrás: szerző

2.2 A mérések végrehajtása és a kapott értékek

A mérések során azonnal látható, hogy a hab és a víz a levélzet felületén teljesen eltérő formában marad meg (Figure 2). A víz nem egyenletesen, hanem cseppek formájában, elkülönülten tapad a felülethez, míg a hab homogénnek látszó burokkal veszi körül a gallyacskát. A látható különbség ellenére azt mégsem tudjuk, hogy az oltóanyag strukturális különbsége jelent-e szignifikáns eltérést az oltóanyag felületen maradásának vonatkozásában. Ha igen, akkor az az oltóanyag, amely nagyobb tömegben marad a felületen, az a tömeggel arányosan nagyobb hőelvonó képességet is jelent.



3. sz ábra. A habbal és vízzel kezelt fenyőgally közötti látható különbség. Forrás: szerző

Az elvégzett mérések eredményeit és az adatokból számított értékeket az 1. számú táblázat tartalmazza.

1. sz. Táblázat

A mérés jellemzése	Mért tömeg (gramm)			
	Kezeletlen minták mért (bruttó) tömege (n=10)	37,74	35,52	36,59
Mérőedény tömege	1,26	1,26	1,26	1,26
Kezeletlen minták nettó tömege (átlag≈34,17)	33,48	34,26	35,33	33,60
1. Mintacsoport				

Maximális nedves tömeg (bruttó)	51,78	-	-	-
Mérőedény tömege	1,26	-	-	-
Maximális nedves tömeg (nettó)	50,52	-	-	-
Maximális H₂O tömeg	17,04	-	-	-
A minta aránya a max. H₂O tömeghez	1	-	-	-
2. Mintacsoport				
HK=6 habos tömeg (bruttó)	-	99,59	-	-
Mérőedény tömege	-	1,26	-	-
Maximális HK=6 habos tömeg (nettó)	-	98,33	-	-
HK=6 Hab tömege	-	64,07	-	-
A minta aránya a max. H₂O tömeghez	-	3,76	-	-
3. Mintacsoport				
HK=9 habos tömeg (bruttó)	-	-	96,10	-
Mérőedény tömege	-	-	1,26	-
Maximális HK=9 habos tömeg (nettó)	-	-	94,84	-
HK=9 hab tömeg	-	-	59,51	-
A minta aránya a max. H₂O tömeghez	-	-	3,49	-
4. Mintacsoport				
HK=12 habos tömeg (bruttó)	-	-	-	92,07
Mérőedény tömege	-	-	-	1,26
Maximális HK=12 habos tömeg (nettó)	-	-	-	90,81
HK=12 Hab tömeg	-	-	-	57,21
A minta aránya a max. H₂O tömeghez	-	-	-	3,36

Jelmagyarázat:

H₂O - csapvíz, egyéb kezelés nélkül, t=20C⁰ (környezeti hőmérséklet 24 C⁰);

Hab - a méréshez Light Water került felhasználásra; 3 %-os bekeveréssel;

HK - habkiadósság, amely kifejezi, hogy egységnyi térfogatú oldatból hány-szoros habtérfogat keletkezik (HK= 6 – 9 – 12).

2.3 A számításoknál alkalmazott rövidítések

A számításokhoz az alábbi jelölések és rövidítések kerültek alkalmazásra:

- m_{p_Nature} = egyedi fenyőgallyvég (minta) tömege, kezeletlen;

- \overline{m}_{P_Nature} = a kezeletlen minták átlagos tömege;
- $m_{P_H_2O}$ = vízzel kezelt egyedi minták tömege;
- $\overline{m}_{P_H_2O}$ = a vízzel kezelt minták átlagos tömege;
- $m_{P_Foam_K_k}$ = H_K habkiadósságú habbal kezelt egyedi minták tömege;
- $\overline{m}_{P_Foam_K_k}$ = a H_K habkiadósságú habbal kezelt minták átlagos tömege;
- \overline{m}_{H_2O} = a mintákon maximálisan megmaradó víz átlagos tömege;
- $\overline{m}_{Foam_H_K}$ = a mintákon maximálisan megmaradó H_K habkiadósságú hab átlagos tömege;
- R_γ = a mintákon mért H_K habkiadósságú hab és a maximálisan megmaradó víz tömege;
- E_{kum} = összegzett hatékonyság
- $m_{\max H_2O_m^2}$ = egységnyi felületen maximálisan megmaradó víz tömege (konstans) = 5 kg;
- $m_{\max FoamH_K_m^2}$ = egységnyi felületen megmaradó H_K habkiadósságú hab maximális számított tömege.

2.4 A számításokhoz alkalmazott matematikai formulák

A mért eredmények értékeléséhez, a számítások elvégzéséhez az alábbi képletek és meghatározások lettek felhasználva.

- *A kezeletlen fenyőminta átlagos tömegének meghatározása.*

$$\overline{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_Nature_n}}{n} \quad (1)$$

- *A vízbe mártott fenyőminta átlagos tömegének meghatározása.*

$$\overline{m}_{P_H_2O} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_H_2O_n}}{n} \quad (2)$$

- *A H_K habkiadósságú habbal kezelt fenyőminta átlagos tömegének meghatározása.*

$$\overline{m}_{P_Foam_H_K} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_FoamH_K_n}}{n} \quad (3)$$

- *A fenyőmintán lévő víz átlagos tömegének meghatározása.*

$$\bar{m}_{H_2O} = \bar{m}_{P_H_2O} - \bar{m}_{P_Nature} \quad (4)$$

- *A fenyőmintán lévő H_K habkiadósságú hab átlagos tömegének meghatározása.*

$$\bar{m}_{Foam_H_K} = \bar{m}_{P_Foam_H_K} - \bar{m}_{P_Nature} \quad (5)$$

- *A fenyőmintákon átlagosan mért H_K habkiadósságú hab és víz tömegének aránya.*

$$R_\gamma = \frac{\bar{m}_{Foam_H_K}}{\bar{m}_{H_2O}} \quad (6)$$

- *Az „x” mm vastag, „y” habkiadósságú hab víztartalma, vízoszlop magassággal kifejezve.*

$$E_{kum} = R_\gamma Y_{H_K} \quad (7)$$

3. SZÁMÍTÁSOK

Az eredmények értékeléséhez a szerző a következő számításokat végezte el. Elsőként meghatározta a mintacsoportok egyedi mintáinak átlagos tömegét, amelyből átlagolás útján számította ki az egyedi darabok tömegét. Második lépésként egy mintaegység egyedeit a vízbe mártva meghatározásra került a vízzel telíthetőség maximális értéke. Ezáltal – a tömegkülönbségeket véve – meghatározható a mintaegyedek maximális vízmegtartó képessége. Harmadik lépésként a különböző H_K habkiadósságú habok felületen megmaradása került vizsgálat tárgyává. Az egyedeket habba belemártva, valamennyi egyszerre lemérésre kerül, majd átlagszámítással megkapható a mintaegyedekre vonatkozó adatok.

Valamennyi mért értékből a kezeletlen minták saját tömegeit kivonva adja az oltóanyag felületen való megmaradásának maximális értékét. Ezután ezeknek az adatoknak és a vízzel kezelt minta adatainak egyszerű összevetésével megkapható az adott habra vonatkozó érték. A számítások a következőket eredményezték:

A mintacsoportok egyedi mintáinak átlagos tömege

$$\bar{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_Nature_n}}{n} = \frac{33,48g}{10} = 3,348g$$

$$\bar{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_Nature_n}}{n} = \frac{34,26g}{10} = 3,426g$$

$$\bar{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_Nature_n}}{n} = \frac{35,33g}{10} = 3,533g$$

$$\bar{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_Nature_n}}{n} = \frac{33,60g}{10} = 3,360g$$

A mintacsoportok átlagos mintáinak átlaga

$$\bar{m}_{P_Nature} = \frac{\sum_{i=1}^4 m_{P_Nature_n}}{n} = \frac{3,348g + 3,426g + 3,533g + 3,360g}{4} = 3,417g$$

A vízbe mártott fenyőminta átlagos tömegének meghatározása

$$\bar{m}_{P_H_2O} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_H_2O_n}}{n} = \frac{50,52g}{10} = 5,052g$$

A HK habkiadóságú habbal kezelt fenyőminta átlagos tömegének meghatározása

$$\bar{m}_{P_Foam_H_k=6} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_FoamH_k_n}}{n} = \frac{98,33g}{10} = 9,833g$$

$$\bar{m}_{P_Foam_H_k=9} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_FoamH_k_n}}{n} = \frac{94,84g}{10} = 9,484g$$

$$\overline{m_{P_Foam_H_K=12}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_{P_FoamH_K-n}}{n} = \frac{90,81g}{10} = 9,081g$$

A fenyőmintán lévő víz átlagos tömegének meghatározása.

$$\overline{m_{H_2O}} = \overline{m_{P_H_2O}} - \overline{m_{P_Nature}} = 5,052g - 3,348g = 1,704g$$

A fenyőmintán lévő HK habkiadósságú hab átlagos tömegének meghatározása.

$$\overline{m_{Foam_H_K=6}} = \overline{m_{P_Foam_H_K}} - \overline{m_{P_Nature}} = 9,833g - 3,426g = 6,407$$

$$\overline{m_{Foam_H_K=9}} = \overline{m_{P_Foam_H_K}} - \overline{m_{P_Nature}} = 9,484g - 3,533g = 5,951$$

$$\overline{m_{Foam_H_K=12}} = \overline{m_{P_Foam_H_K}} - \overline{m_{P_Nature}} = 9,081g - 3,360g = 5,721$$

A fenyőmintákon átlagosan mért HK habkiadósságú hab és víz tömegének aránya.

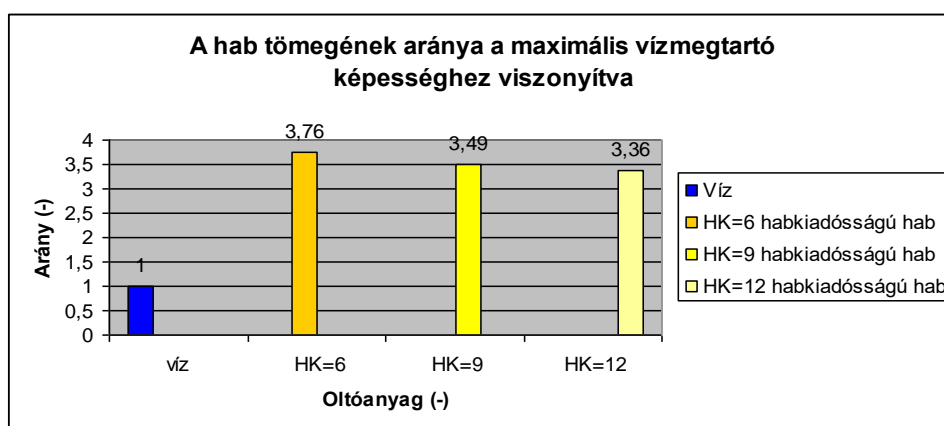
$$R_\gamma = \frac{\overline{m_{Foam_H_K=6}}}{\overline{m_{H_2O}}} = \frac{6,407g}{1,704g} = 3,76$$

$$R_\gamma = \frac{\overline{m_{Foam_H_K=9}}}{\overline{m_{H_2O}}} = \frac{5,951g}{1,704g} = 3,49$$

$$R_\gamma = \frac{\overline{m_{Foam_H_K=12}}}{\overline{m_{H_2O}}} = \frac{5,721g}{1,704g} = 3,36$$

4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a hab jelentősen nagyobb tömegben maradt meg a levélzeten, mint a víz; ennek értéke a vizsgálatok alapján 3,36 – 3,76 szoros a vízhez viszonyítva. A vizsgálatok azt is megmutatták, hogy ez az érték a habkiadósság mértékétől nem függ szignifikánsan (kb. 10 %).



4. sz ábra. A hab felszínen maradó tömegének aránya a vízéhez viszonyítva. Forrás: szerző

A növényzet felülete kifejtett erdő esetén $4 - 5 \text{ kgm}^{-2}$ vizet képes megtartani, ami kb. 3400 kWm^{-1} tűzintenzitás megfékezéséig elegendő. Az eredményekből az a következtetés vonható le, hogy amennyiben olyan magas a tűzintenzitás, hogy a víz hőelvonó képessége már nem elegendő a tűz eloltásához, úgy hab alkalmazásával az oltási lehetőségek kitolhatók olyan dimenziókba is, ahol a vízzel oltás objektíven nem lehetséges. Ennek oka a fentiek alapján az, hogy a hab alkalmazásával a felületen megmaradó tömeg, így az oltóanyag hőelvonó képessége is legalább megháromszorozható, így az eloltható tűzintenzitás nagysága is kitolódik.

A vizsgálatok eredményeként meg kell jegyezni azt is, hogy a habok tömeghatékonyságának növekedése mellett a habnak hőszigetelő hatása is jelentkezik, ami további többlet oltóhatást

jelent. A tömeghatékonysági tényező és a hőszigetelő hatás nem összeadódik, hanem összeszorozódik, ami a habok alkalmazásának további előnyét biztosítja.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy a habok tömeghatékonysági tényezője nagyon jelentős, ami az egységnyi felületre jutó oltóanyag mennyiségének növelési lehetőségét rejti magában. Ezzel a víz elégtelen oltóhatását lehet megnövelni, illetve az eddig a víz által lehetetlen oltási dimenziók is elérhetővé, elolthatóvá válnak.

Restás Ágoston PhD, PhD, habilitált egyetemi docens, tanszékvezető,
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási
Tanszék, H-1101, Budapest, Hungaria krt, 9-11; Email: Restas.Agoston@uni-nke.hu; Orcid:
0000-0003-4886-0117

Ágoston Restás PhD, PhD, associate professor, head, Department of Fire Prevention and Rescue
Control, Institute of Disaster Management, National University of Public Service, H-1101,
Budapest, Hungaria krt. 9-11; Email: Restas.Agoston@uni-nke.hu; Orcid: 0000-0003-4886-0117

A kézirat benyújtása: 2016.02.16.

A kézirat elfogadása: 2016.03.12.

Lektorálta: Pántya Péter

REFERENCES

American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Determining Material Ignition and Flame Spread properties; E1321-1997(02).

Batista, A.C.: Combustion characteristics tests of Magnolia grandiflora and Michelia champaca for potential use in fuelbreaks in south region of Brazil, Wildfire 2011 Conference, Sun City, South Africa, 2011.05.9-13.

Bleszity, J., Zelenák, M.: Tűzvédelmi ismeretek, Budapest: Szövetkezeti Szervezési Iroda, 272 p. 1990

Morris C.J.: A simulation study of fuel treatment effects in dry forests of the western United States: testing the principles of a fire-safe forest, Wildfire 2011 Conference, Sun City, South Africa, 2011.05.9-13.

Pántya, P.: A tűzoltói beavatkozás biztonságának növelése zárttéri tüzeknél, HADMÉRNÖK 6: (1) pp. 165-171.

http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/kmdi/hadmernok/2011_1_pantya.pdf downloaded:
10.11.2013

Underwriters Laboratories Inc. Project Reports to USDA Forest Service; 98NK32277, 99NK35219, 01NK12843, 03NK13445, 04NK16188, and 06CA42655.