

Meteorológiai és térinformatikai módszerek alkalmazása az erdőtüzek megelőzésében

Németh Á., - Nagy D., - Szalai S., - Debreceni P.

Az erdőtüzek elleni védekezés új alapokra helyezését segítik a kutatók által végzett eddigi elemzések, amelyek során áttekintették a külföldi tapasztalatokat és értékelték a hazai vegetáció tüzek jellemzőit.

Bevezetés

Egy erdőtűz még egy nagyobb erdőgazdálkodó éves eredményét is érzékenyen érintheti. A tűz nem ismer sem birtokhatárokat, sem hatásköri és illetékességi korlátokat. Az erdőtüzek elleni védekezés több szakterület, gazdálkodó szervezet és hatóság folyamatos, átgondolt együttműködését igényli. Más erdőkárokhoz hasonlóan erdőtüzek esetén is a legolcsóbb védekezés a megelőzés. Az összes abiotikus erdőkár közül az erdőtüzek ellen lehet rövidtávon a legeredményesebben védekezni a megelőzési módszerek fejlesztésével.

Az időjárási viszonyok és ezek pontos ismerete nemcsak a tűzoltás, hanem a tűzmelegítés területén is elsődleges kérdés. Erdészeti és meteorológiai kutatók és gyakorlati szakemberek korábban is számos területen végeztek közös kutatómunkát, jelen cikk az erdőtüzek elleni védekezés területén kezdődő munka első fázisát kívánja bemutatni. Ennek során elsősorban a hazai vegetációtűz viszonyok értékelését és a külföldi tapasztalatok áttekintését végeztük el.

A Magyarországi vegetációtüzek csoportosítása

Az erdőtüzeket nem lehet mereven elválasztani a nem erdőterületen égő egyéb vegetációtüzektől, hiszen a tüzek gyakran nem erdőterületről terjednek át az erdőre.

A Magyarországi vegetációtüzeket 5 fő csoportba sorolhatjuk:

1. E tüzek tavasszal a hótakaró elolvadása után keletkeznek, amikor a vegetáció még nem zöldült ki, az előző évből azonban nagyobb mennyiségű elszáradt lágyszárú vegetáció illetve lomb található a területen, amely könnyen és gyorsan képes kiszáradni. E tüzek februártól április közepéig jellemzőek elsősorban lombos (főleg tölgy és cser) erdőfelújításokban illetve egyes gyep és cserjetársulásokban.
2. Ezen tüzek a száraz aszályos nyarakon jelentkeznek nagyobb számban idősebb lombos és fenyves állományokban. Lombos állományoknál általában felszíni tűz alakul ki, fenyves (feketefenyő és erdeifenyő) állományokban a tűz legtöbbször rövid időn belül áterjed a koronára is.
3. Külön csoportot képeznek az alföldi borókás-nyaras társulásokban, elsősorban nyáron keletkező tüzek.
4. Nyár végén ill. késő ősszel gyepterületeken keletkező tüzek elsősorban az alföldi régióra jellemzőek.

5. A tőzegtűzek a felszín alatti tűzek típusába tartoznak. Aszályos, száraz nyarakon fordulnak elő, általában a tőzegterület felett meggyulladó felszíni vegetációtűz következtében keletkeznek.

A meteorológia alkalmazási lehetőségei az erdő- és vegetációtűzek elleni védekezésben

Tűz időjárás index:

Magyarországi erdő és vegetációtűzek kb. 99 % emberi tevékenység következménye. (elsősorban gondatlanság de számos esetben a szándékosság is megállapítható) Az erdőtűzekre vonatkozó hatályos jogszabály elavult, nem veszi figyelembe a megváltozott birtokszerkezeti és szocio-ökonómiai viszonyokat. A tűzgyújtási tilalom rendszere túl merev és nem hatékony. A tilalom elrendelésére sokszor csak a tavaszi tűzszézon után késve kerül sor, s az időjárási viszonyok változására tekintet nélkül általában egészen őszig fenntartják. Az általános tiltás és szankcióval fenyegetés sokszor nem kívánt hatású.

Az adott időszakra jellemző vegetációtűz kockázat jellemzésére számos országban kialakították az ún. tűz időjárási indexet (Fire Weather Index). Általában index értékéhez kapcsolódva szabályozza a jogalkotó az adott időszakban, adott területen végezhető tűzveszélyes tevékenységeket. Ezzel elkerülhetőek az általános tiltás egyértelmű hátrányai. Az időjárási index mindemellett jól kommunikálható, könnyen érthető adat a lakosság számára.

Tűzkockázati térképezés

Az erdőtűzek elleni védekezés fontos eszköze a tűz kockázati térképezés, amely adott terület domborzati- és állomány- és szocio-ökonómiai viszonyainak figyelembevételével értékeli a tűz keletkezésének valószínűségét.

A tűzkockázati értékelésnek számos módja alakult ki, emiatt számos szakszó honosodott meg a szaknyelvben. A terminológia azonban nem egységes, bár folyamatos a törekvés az összehangolásra (Hardy, 2005). A nemzetközi szakirodalomban használatos definíciók adaptálása magyar nyelvre nem könnyű, hiszen egyaránt a „kockázat esetleg veszély” szavakkal fordíthatóak. Éppen ezért szükségesnek tartjuk e fogalmak rövid ismertetését:

Fire Hazard: A területen lévő éghető biomassza mennyiségét, éghetőségét kifejező mutató. Nevezhetjük „statikus” kockázatnak is.

Fire Risk: Az a veszély, hogy az éghető biomassza egy adott területen meggyullad, ember vagy villám (esetleg más, természetes tűz keletkeztető ok) begyújtja. A „dinamikus” kockázat.

Fire Danger: Annak a kockázata, hogy adott területen, adott környezeti feltételek mellett (éghető biomassza, mikroklíma, időjárás), adott szocio-ökonómiai viszonyok között tűz keletkezik.

A meteorológiai adatok, időjárás-előrejelzések a megelőzés elengedhetetlen eszközei, melyek az adott időszakban keletkező tűzek várható terjedési viszonyairól is információt nyújthatnak a tűz oltásában résztvevőknek. Mindemellett kiemelt fontosságú biztonsági kérdés hogy a tűz oltásánál megfelelő időjárási adatsorok álljanak rendelkezésre.

Különösen nagyobb területű erdőtűzeknél kiemelt fontosságú lenne

- az időjárási adatok és előrejelzések eljuttatása a tűzoltás-vezetőhöz, ehhez esetleg megfelelő szabvány adatlap kialakítása,

- szükség esetén helyi előrejelzések készítése,
- mobil meteorológiai állomás alkalmazása.

Egyes területek értékelése vegetációtűz kockázati szempontból térinformatikai módszerek segítségével

A térinformatika fejlődése új eszközt adott a különböző természeti katasztrófák (erdőtűz, aszály, árvíz, stb.) kockázatával és modellezésével foglalkozó szakemberek számára. A térinformatikai rendszerek alkalmazásának számtalan előnye van. Ezek közül talán a legfontosabbak, hogy a különböző információkat (topográfia, vegetáció) együtt lehet elemezni, illetve hogy az eredmények grafikus formában, az alkalmazók számára is könnyen értelmezhető módon jelennek meg. A tűzkockázati térképek segítségével a kockázatos területek azonosításán túlmenően lehetőség van a célzott támogatások szétosztásának, a tűzoltási kapacitások elosztásának, illetve a megelőzési tevékenységek koordinálásának szakmai megalapozására.

A vegetáció- és erdőtűz kockázat térinformatikai alapokon nyugvó térképezésére számtalan módszer létezik (Maracchi et. al., 2000; Jaiswal et. al., 2002; Hernandez-Leal et. al., 2006). Ezen módszerek alapelve gyakorlatilag megegyezik, a különbözőség minden esetben a felhasznált paraméterek számában, illetve az input-paraméterek súlyozásában van.

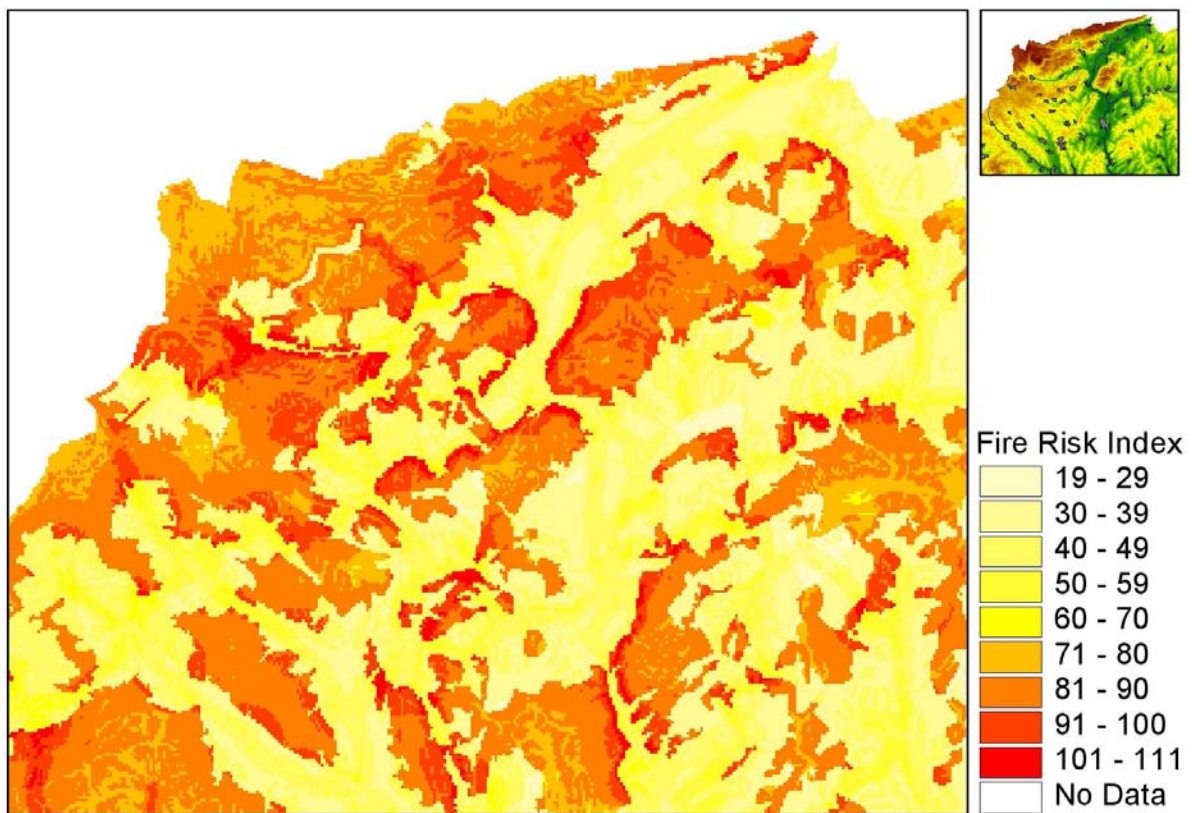
Minden módszer alapja a **vegetáció-térkép**. Bár egyszerűnek tűnik, mégis ez a legkritikusabb pontja a tűzkockázati térképezésnek. A vegetáció-térkép alapvetően három módszerrel készülhet. Magyarországon használhatóak az erdőtervi térképek, ami igen részletes információkat tartalmaznak az erdőkről. Hibája viszont, hogy a tervezett erdőművelésbe be nem vont területek hiányoznak belőle. Másik lehetséges módszer a Landsat TM műholdak digitális fotóinterpretációja útján előállított Corine LandCover adatbázis alkalmazása. Előnye, hogy Európa nagy részére egységes nomenklátúra alapján készült, viszont a felszínborítási kategóriák meghatározása nem a tűzterjedési viszonyok figyelembevételével történt. Nehezebbé teszi a használatot, hogy az egyes országok a fotóinterpretációt eltérő precizitással végezték el. Harmadik módszer a különböző, nagy felbontású műholdképek használata. Ennek előnye, hogy az osztályba sorolást saját magunk által meghatározott szempontok szerint végezhetjük el. Nagy hátránya ugyanakkor ennek a módszernek, hogy ezek az űrfelvételek meglehetősen drágák és nehezen hozzáférhetők.

A tűzkockázat szempontjából fontos paraméter a **domborzat**. A domborzat, mint a helyi éghajlatot alakító tényező, befolyásolja a tűz keletkezésének helyét, illetve a tűz terjedését. Nem elhanyagolható szempont, hogy — különösen hegyvidéken — befolyásolja a tűz megközelíthetőségét, a vízszerzési lehetőségeket, így az oltás sikerességét. Domborzati információk ma már digitális formában és változatos térbeli felbontásban állnak rendelkezésre. Kutatásaink során elsősorban a Magyar Honvédség Térképész Szolgálatát által forgalmazott DTM-100 digitális domborzatmodell, illetve a NASA kezelésében lévő SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) adatbázist használtuk. A digitális domborzatmodellekből könnyen előállíthatók azok az elsődleges topográfiai jellemzők (lejtőszög, kitettség), amik a tűzkockázati térképezés elengedhetetlen input-paraméterei.

A tűzkockázati térképezés harmadik fontos paraméterét már jóval nehezebb meghatározni. A társadalmi-gazdasági tényezők közül elsősorban azokat kell figyelembe venni, melyek tűz keletkezése szempontjából kockázatot jelentenek. Ezek közé tartozik többek közt a

településhálózat, vagy út- és vasúthálózat. A települések környezetében elsősorban a magára hagyott tarlóégetés, lombégetés jelent kockázatot. Az úthálózat mentén az eldobott cigarettacsikkok, elhagyott üvegek okozhatnak tüzeket. Látható ugyanakkor, hogy ezek a kockázatok a fenti területek bizonyos körzetében jelentenek valós kockázatot. Éppen ezért a településhálózati térkép, valamint az úthálózati térkép alapján pufferzónákat kell kijelölni az adott tényezőtől távolodva csökkenő kockázattal számolva.

A vázolt alapelvek szerint elkészítettük az Aggteleki-karszt térségének tűzkockázati térképét. A fenti paraméterek megfelelő súlyozásával raszterkategória térképeket állítottunk elő. A raszterkategória térképeket egymásra helyeztük, és az egymásra került cellaértékeket egyszerűen összeadtuk. Az elkészült tűzkockázati térkép értékelése az erdőtűz-statisztikai adatok felhasználásával jelenleg is tart.



1. ábra: Az Aggteleki-karszt térségének erdőtűz-kockázati térképe

Fig. 1. Fire Risk Map of the Aggtelek-karst

Időjárási indexek és tűzkockázati értékelő rendszerek

„Elsőgenerációs” időjárás-alapú indexek:

Elnevezésükből következik, hogy elsősorban különböző meteorológiai paraméterek (hőmérséklet, relatív nedvesség) felhasználásával definiált erdőtűz-indexekről van szó. Az indexeket empirikus úton, az adott ország jellemzőinek figyelembevételével határozták meg. Éppen ezért ezek az

indexek nem alkalmazhatók közvetlenül, az adott országokra történő vizsgálatok nélkül. A legismertebb időjárás-alapú erdőtűz indexek:

- Nestorov-féle gyulladási index
- Angström-féle gyulladási index
- Baumgartner index
- M68 index

Egyes országokban a tűzkockázat értékelésére az előzőeknél lényegesen összetettebb aszályossági indexeket is alkalmaznak (Keetch-Byrom Aszályossági Index - KBDI, Palmer-féle aszály-szigorúsági index - PDSI), de elsősorban csak kiegészítő jelleggel. Az aszályossági index hasznos többletinformáció de semmiképpen sem helyettesítheti a tűz-időjárás indexet.

„Második generációs” indexek

Korábbi indexek továbbfejlesztett változatai, általában valamilyen térinformatikai alkalmazást használnak, s ennek segítségével újabb adatok vonhatók be a számításba. Ezek az indexek valamilyen módon már figyelembe veszik a különböző társulástípusok eltérő tűzkockázati tulajdonságait is.

Ilyen indexek többek között:

- *Német erdő és gyep tűzveszélyességi index (Wittich)*
- *Görög erdőtűz index*
- *Portugál tűzveszélyességi index*

A magyarországi viszonyokra földrajzi okokból elsősorban a Németországban alkalmazott Wittich-féle index adaptálható legkönnyebben. Tekintettel arra, hogy 2007-től új, az Állami Erdészeti Szolgálat és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által kialakított erdővegetációtűz adatgyűjtési rendszer működik, ezen adatbázis segítségével kívánjuk majd a német index alkalmazhatóságát vizsgálni.

Komplex tűzkockázati értékelő rendszerek

Ezeknél a rendszereknél a tűz időjárás index számítása egyes biomassza (élő és holt) típusokra kialakított, - azonos időjárás körülmények között is eltérő nedvességtartalom változást és a társulástípusok tűzkeletkezési viszonyait is figyelembevevő- részindexek összegzésével történik. A részindexek a keletkező tűz várható terjedési viszonyaira vonatkozóan is információval szolgálnak, segítségükkel lehatárolhatóak az adott időszakban tűzvédelmi kockázatot jelentő társulások is.

Ilyen rendszerek:

- US National Fire Danger Rating System
- Dél-Afrikai „working on fire” rendszer
- Orosz integrált erdőtűz előrejelző rendszer
- Canadian Spatial Fire Management System & Canadian Forest Fire Danger Rating System

Ezek közül a Kanadai rendszer terjedt el világszerte, mivel semi-empirikus jellege miatt könnyen adaptálható, nem igényel speciális szoftvert, hanem az Arc-View alatt külön alkalmazásként futatható.

Külföldön elsősorban a tűz időjárás indexet kalkuláló FWI alpanelt használják, mivel a tűzterjedési viszonyokat modellező FBP illetve a dinamikus kockázatot értékelő FOP rendszer alkalmazásához rendszerint hiányoznak a bemenő adatok (2. ábra). Első lépésként a Wittich-féle index mellett 2007-ben mi is az FWI panel alkalmazhatóságát kívánjuk megvizsgálni.

Az FWI alpanel első lépcsőben különböző méretű holt biomassza típusokra speciális nedvességtartalom indexet kalkulál. Az FFMC index a kisebb méretű biomassza-típusra (gyep, avar-tülevélréteg legfelső szintje, kisebb átmérőjű lehullott ágak) vonatkozik, mely leggyorsabban képes éghető állapotba kerülni, hiszen nagy fajlagos felülete következtében néhány órán belül az ún. moisture of extinction (kialvási nedvességtartalom) alá képes csökkenni a nedvességtartalma.

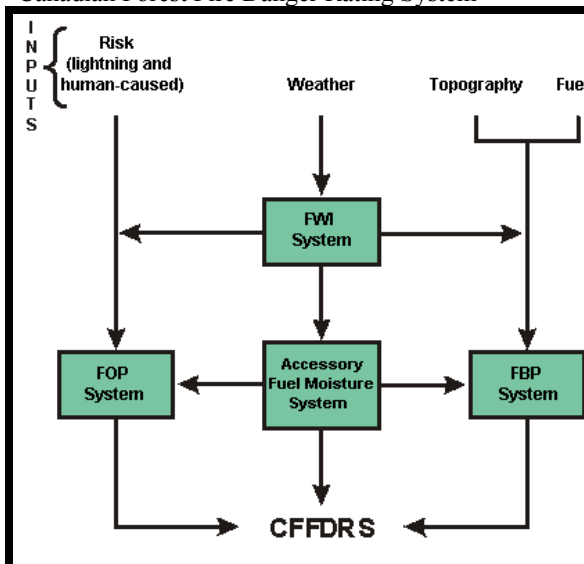
A DMC index a humifikálódó avar-tülevélréteg, valamint a közepes méretű fás biomassza elemek nedvességtartalom változását értékeli, míg a DC a legnagyobb méretű holt biomassza elemekre vonatkozik. Ezeknél a biomassza elemeknél a fajlagos felület kisebb az időjárás változásokat lassabban követik. Nagyobb intenzitású tüzek azonban csak akkor tudnak kialakulni, ha ezek a biomassza típusok is megfelelően alacsony nedvességtartalmat ének el, és képesek begyulladni. Az egyes társulás típusok biomassza típus viszonyai elemezve, e három nedvességtartalom index segítségével szakemberek számára jól lehatárolhatóak az adott időszakban tűzveszélyes állományok.

A tűz valószínű terjedési tulajdonságait jellemző előzőekből származtatott mutató az ISI, mely a várható terjedési sebességére (az FFMC alá tartozó biomassza típusokra vonatkozóan) ad információt, míg a BUI azt mutatja meg, milyen valószínűséggel képes a tűz a legkönnyebben gyulladó biomassza elemekről, a nagyobb intenzitással égő többi biomassza típusra áttérni.

Az FWI index e részindexekből származtatott, súlyozott mutató. (3. Ábra)

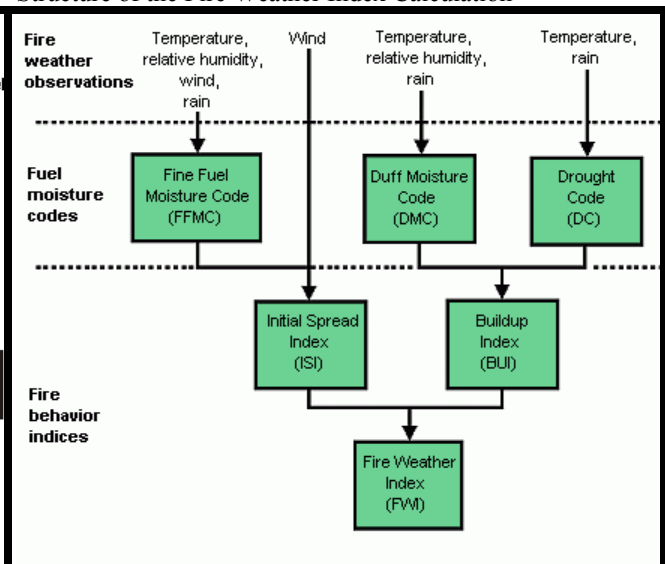
2. Ábra /Fig. 2.

Kanadai Erdőtűz Kockázat Értékelő Rendszer
Canadian Forest Fire Danger Rating System



3.Ábra / Fig. 3.

Tűz Időjárás Index számítási módszere
Structure of the Fire Weather Index Calculation



Következtetések

Az erdő és vegetációtüzek elleni védekezésben mind a megelőzés, mind a tűzoltás területén elengedhetetlen a meteorológiai módszerek eddiginél szélesebb körű alkalmazása. A megkezdett közös munka folytatásaként szeretnénk a Wittich-féle indexet és a Kanadai rendszer FWI paneljét hazai viszonyokra adaptálni. Tűzkockázati térképezési módszerek fejlesztésével szeretnénk a megelőzési tevékenység tervezését segíteni. A vegetációtüzek oltásánál létfontosságú időjárási adatok gyors átadására alkalmas vegetációtűz adatlap, ill. kommunikációs-protokoll közös munkacsoport általi kidolgozása nemcsak az erdővagyon megóvását, hanem a tűzoltásban résztvevők biztonságát is szolgálja.

Abstract:

During the complicated process of change in the political system, a basic change in forest ownership relations took place, and as a result of this change approx. 730,000 hectares of forests became privately owned. The new ownership structure henceforward has an important role in forestry and in wildfire management, too.

Wildfires (uncontrolled fires) in forests and other vegetation (wildland fires) in Hungary are predominantly caused by humans – about 95% of all known causes. Most fires are started by negligence (by adults and children); only a small part of fire incidents are caused by arsonists.

In Hungary a special fire weather index or a fire weather forecast is not available – a disadvantageous situation both for the fire personnel and the PR activities. With the help of fire weather forecasts the preparedness of fire managers would have appropriate spatial and temporal information about the fire danger. Without a fire weather index the communication of the fire risk period with the general public is difficult. Furthermore the current practice of issuing general fire bans, which are not based on any fire danger rating system, is quite disputable.

The main goal of the joint research group of forest and meteorology scientists is the development and adaptation of practical tools for forest fire prevention and suppression such as fire weather index and fire weather forecast procedure.

This publication presents the results of the first working session of the group, which analysed the current situation and reviewed the international practice in the field of fire weather index calculation, fire meteorology and fire risk mapping.

Irodalom:

NFES 2003: National Fire Danger Rating System, NFES Boise, Idaho

Wagner-Pickett 1985: Equations and FORTRAN program for the Canadian Forests Fire Weather Index System, Canadian Forestry Service

Schroeder-Bucks 1970: Fire Weather, USDA Forest Service

Hirsch K. 1996: Canadian Forest Fire Behaviour System, Canadian Forestry Service

Wittich, K.-P. 1997: The forest-fire weather forecast of the Deutscher Wetterdienst. *Annalen der Meteorologie* 35 (Proc. of the 3rd European Conf. on Applications of Meteorology, 23-26 Sept. 1997, Lindau, Germany), pp. 229-231.

- Wittich, K.-P.** 1998: Waldbrandgefahren-Vorhersage des Deutschen Wetterdienstes. *AFZ-Der Wald, Heft 6*, pp. 321-324.
- Wittich, K.-P.** 1998: Waldbrandgefahrenvorhersage. Teil I: Streufeuchtemodell. DWD intern, 70, 20 S.
- Nagy D.** 2004: Az erdőtűzoltás fejlesztési lehetőségei a nemzetközi tapasztalatok tükrében. *Védelem XI/4*
- Jaiswal, R. K., Mukherjee, S., Raju, K. D., Saxena, R.** 2002: Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation 4.*, pp. 1-10.
- Hernandez-Leal, P. A., Arbelo, M., Gonzalez-Calvo, A.** 2006: Fire risk assessment using satellite data. *Advances in Space Research 37.*, pp. 741-746.
- Maracchi, G., Pérarnaud, V., Kleschenko, A. D.** 2000: Application of geographical information systems and remote sensing in agrometeorology. *Agricultural and Forest Meteorology 103.*, pp. 119-136.
- Hardy, C. C.** 2005: Wildland fire hazard and risk: Problems, definitions and context. *Forest Ecology and Management 211.*, pp. 73-83.

Kulcsszavak

Vegetációtűz, erdőtűz, kockázatelemzés, erdőtűz meteorológia, térinformatika

¹Németh Á., ²Nagy D., ¹Szalai S., ³Debreceni P.

¹Országos Meteorológiai Szolgálat; 1525-Budapest, Pf.: 38.; nemeth.a@met.hu

²NYME, Erdő- és Faanyagvédelmi Intézet; 9401-Sopron, Pf.: 132.; daniel.nagy@emk.nyme.hu

³Állami Erdészeti Szolgálat; 1355-Budapest, Pf.: 10.; peter.debreceni@aes.hu