

A digitális domborzatmodellek szerepe az erdőtűz-kockázat vizsgálatában

¹Németh Ákos, ²Nagy Dániel, ¹Szalai Sándor, ³Debreceni Péter

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

Bevezetés

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

Az időjárási viszonyok és ezek pontos ismerete nemcsak a tűzoltás, hanem a tűzmegeelőzés területén is elsődleges kérdés. Erdészeti és meteorológiai kutatók és gyakorlati szakemberek korábban is számos területen végeztek közös kutatómunkát, jelen cikk az erdőtűzek 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 vegetációtűzek csoportosítása

Az erdőtűzeket nem lehet mereven elválasztani a nem erdőterületen égő egyéb vegetációtűzektől, hiszen a tűzek gyakran nem erdőterületről terjednek át az erdőre.

A Magyarországi vegetációtűzeket 5 fő csoportba sorolhatjuk:

1. E tűzek 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 tűzek februártól április közepéig jellemzőek elsősorban lombos (főleg tölgy és cser) erdőfelújításokban illetve egyes gyepek és cserjeterületekben.
2. Ezen tűzek 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 átterjed a koronára is.
3. Külön csoportot képeznek az alföldi borókás-nyaras társulásokban, elsősorban nyáron keletkező tűzek.

4. Nyár végén ill. késő ősszel gyepterületeken keletkező tüzek elsősorban az alföldi régióra jellemzőek.
5. A tőzegtüzek a felszín alatti tüzek típusába tartoznak. Aszályos, száraz nyarakon fordulnak elő, általában a tőzegterület felett meggyulladó felszíni vegetációtűz következtében keletkeznek.

A meteorológia alkalmazási lehetőségei az erdő- és vegetációtüzek elleni védekezésben

Tűz időjárás index:

Magyarországi erdő és vegetációtüzek kb. 99 % emberi tevékenység következménye. (elsősorban gondatlanság de számos esetben a szándékosság is megállapítható) Az erdőtüzekre 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 tűzszезон után késve kerül sor, s az időjárás 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-időjárás 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 időjárás index mindemellett jól kommunikálható, könnyen érthető adat a lakosság számára.

Tűzkockázati térképezés

Az erdőtüzek 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, mikroklima, időjárás), adott szocio-ökonómiai viszonyok között tűz keletkezik.

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

Különösen nagyobb területű erdőtüzeknél 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. Általánosságban a következő összefüggés írja le a tűzkockázati index kiszámításának módszerét:

$$FireRiskIndex = A(Vegetation) + B(Habitation) + C(Road) + D(Slope),$$

ahol A, B, C és D a különböző paraméterekhez tartozó súlytényező.

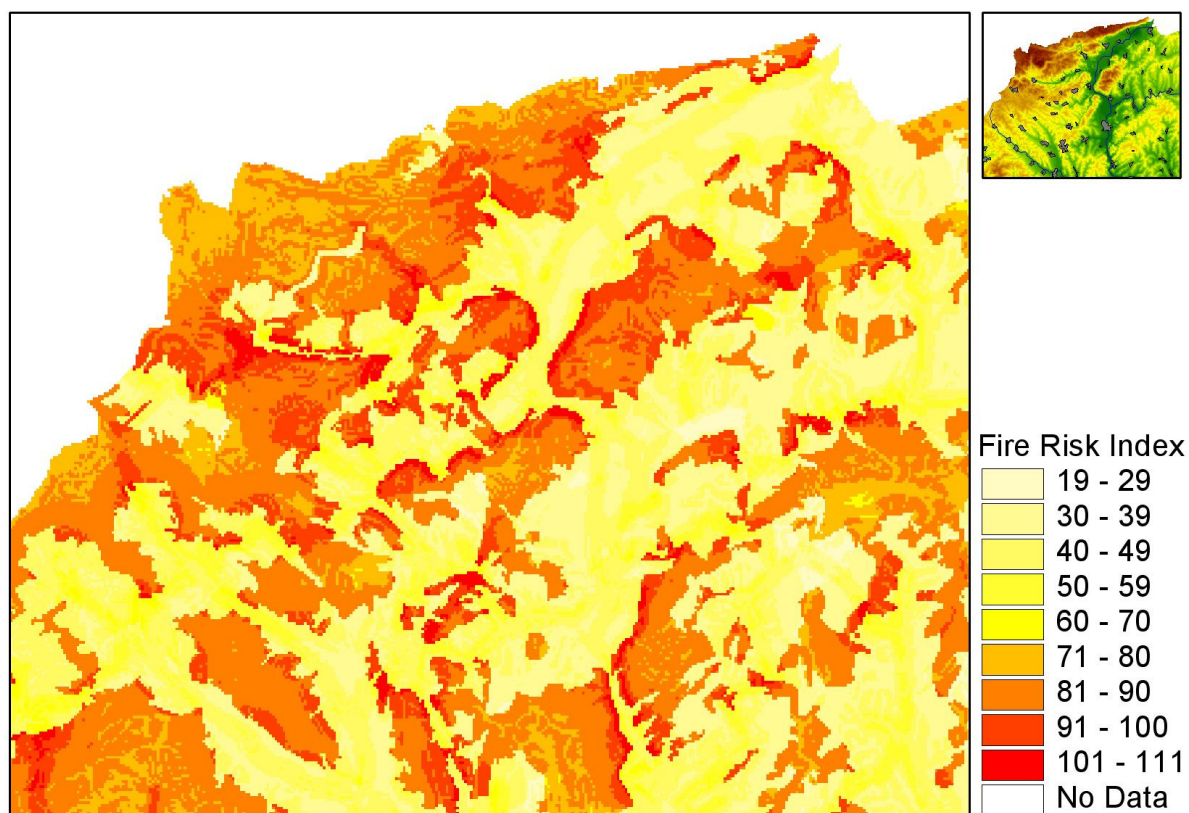
Minden módszer alapja a **vegetáció**-térkép. Bár egyszerűnek tűnik, mégis ez a legkritikusabb pontja a tűzkockázati térképezésnek. A vegetáció-térkép alapvetően három módszerrel készülhet. Magyarországon használhatóak az erdőtervi térképek, ami igen részletes információkat tartalmaznak az erdőkről. 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 nomenklatúra alapján készült, viszont a felszínborítási kategóriák meghatározása nem a tűzterjedési viszonyok figyelembevételével történt. Nehezítheti 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 úrfelvételek 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 vízszerezési lehetőségeket, így az oltás sikerességét. Domborzati információk ma már digitális formában és változatos térbeli felbontásban állnak rendelkezésre. Kutatásaink során elsősorban a Magyar Honvédség Térképész Szolgálatára által forgalmazott DTM-100 digitális domborzatmodellt, 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 cigarettacsikkek, 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 pufferezónákat kell kijelölni az adott tényezőtől távolodva csökkenő kockázattal számolva.

A vázolt alapelvek szerint elkészítettük az Aggteleki-karszt térségének tűzkockázati térképét (1. ábra). 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 erdőtüz-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.

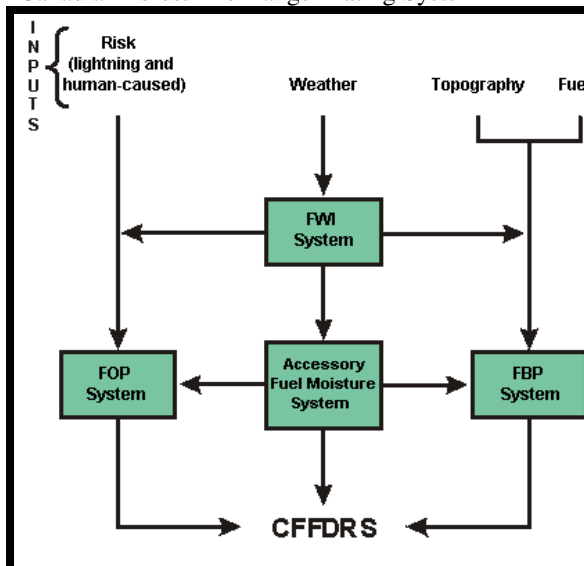
A DMC index a humifikálódó avar-tülevélréteg, valamint a közepes méretű fás biomassza elemek nedvességtartalom változását értékeli, míg a DC a legnagyobb méretű holt biomassza elemekre vonatkozik. Ezeknél a biomassza elemeknél a fajlagos felület kisebb az időjárási változásokat lassabban követik. Nagyobb 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)

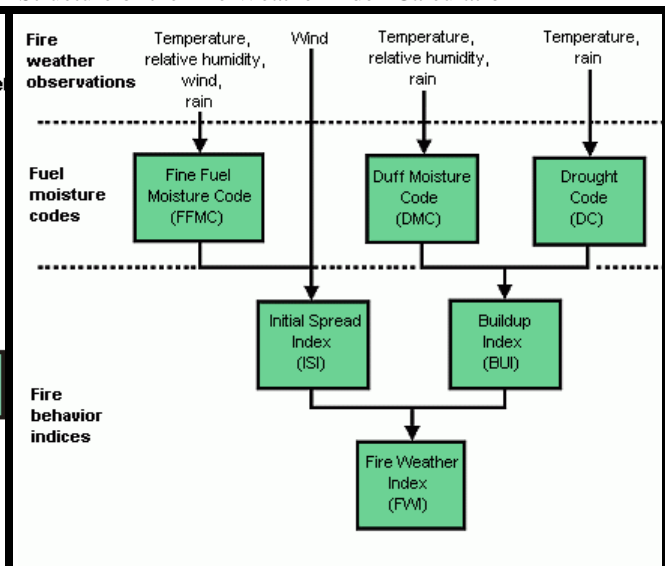
2. Ábra /Fig. 2.

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 vegetációtűzek 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 vegetációtűzek oltásánál létfontosságú időjárás adatok gyors átadására alkalmas vegetációtűz adatlap, ill. kommunikációs-protokoll közös munkacsoport általi kidolgozása nemcsak az erdővagyon megóvását, hanem a tűzoltásban résztvevők biztonságát is szolgálja.

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.