

Debreceni Péter<sup>1</sup> – Pántya Péter<sup>2</sup>

# A fokozottan tűzveszélyes időszakok meghatározásának lehetőségei

## Possibilities for Definition of High Fire Danger Periods

*Az elmúlt években jelentős számú vegetációtűzet regisztráltak hazánkban, amelyek jelentős része a tűzgyújtási tilalom idején keletkezett. A közigazgatási szervezeti változások, a megváltozott tűzvédelmi szabályozás, az aktívabb tűzmelőzési kommunikáció és a változó tűzgyújtási szokások miatt a tűzgyújtási tilalom rendszerének megváltoztatása vált szükségessé. Az új szabályozás megteremti a lehetőségét a napi tűzveszély-értékelésen alapuló rendszer bevezetésének. A szerzők a nemzetközi jó gyakorlatok bemutatása mellett a fokozottan tűzveszélyes időszakok meghatározásának aktuális fejlesztési lehetőségeit tárják fel.*

**Kulcsszavak:** erdőtűz-megelőzés, fokozott tűzveszély, tűzgyújtási tilalom, tűzhasználat, tűzkockázat értékelés

*In the past few years several wildfires have been registered in Hungary. A significant proportion of wildfires was broken out during total fire ban. Thus it was necessary to change the fire ban system owing to reorganization of the public administration, the alteration of the fire protection regulation, more efficient communication on wildfire protection and changing fire ignition habits. The new regulation can promote establishing a new fire ban system based on fire danger rating. A review of the related best practices around the world is a great way to consider the scope of developments.*

**Keywords:** wildfire prevention, high fire danger, total fire ban, use of fire, fire danger rating

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, levelező tagozatos doktorandusz, e-mail: [debreceni@gmail.com](mailto:debreceni@gmail.com), ORCID: 0000-0002-1886-9076

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék, egyetemi adjunktus, e-mail: [Pantya.Peter@uni-nke.hu](mailto:Pantya.Peter@uni-nke.hu), ORCID: 0000-0003-2732-2766

## Bevezetés

A vegetációtűz az egyik leggyakoribb természeti katasztrófa a világon, amely minden évben több százmillió hektáron okoz károkat. A természetes okból keletkező tüzek már a történelem előtti idők óta részei a mindennapi életnek, jelentősen formálhatják az ökoszisztéma összetételét és dinamikáját, beleértve az erdőterületeket és a művelt tájat is.

A földművelés kezdete óta a tűz használata hozzájárul és segíti az emberi fejlődést, a kiterjedt tüzek formálják a tájat, befolyásolják a termőterületek produktivitását és a levegő minőségét. A világ egyes részein a vegetáció alkalmazkodott a természetes tüzek frekvenciájához és intenzitásához, mások csak elviselik vagy nagyon érzékenyek a tűz okozta hatásokra. A népesség növekedésével és a területhasználat folyamatos bővülésével a vegetációtüzek a lakott területek és a természetes környezet határán<sup>3</sup> az emberi vagyont is veszélyeztethetik, így a környezet mellett a társadalomra és a gazdaságra is hatással vannak [1].

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal és a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által közösen működtetett Erdőtűz Információs Rendszer adatai alapján megállapítható, hogy a vegetációtüzek döntő többsége emberi gondatlanság vagy szándékosság következménye.

Hazánkban a klimatikus viszonyok és a vegetáció összetétele miatt az erdő- és vegetációtüzek természetes úton való keletkezése nem jellemző, arányuk alig egy százalék. A tűzstatistikai adatok alapján elmondható, hogy az év folyamán két jól elkülöníthető tűzveszélyes időszak alakul ki, amelynek során jelentősen megnő a vegetációtüzek száma [2].

A klímaváltozás hatásait, mértékét kormányközi testületek, külföldi és hazai kutatók folyamatosan elemzik. A kutatási eredmények előrevetítik, illetve meteorológiai adatok trendvizsgálatával részben már ma igazolható, hogy belátható időtávon belül a Kárpát-medence területén egyenetlenebbé válik a csapadékeloszlás és várhatóan emelkedni fog a nyári és őszi napi átlaghőmérséklet is.

A klímaváltozás hatásai közvetett módon a tűzveszélyes időszakok elnyúlásában, az erdő- és vegetációtüzek számának növekedésében, valamint térbeli és időbeli eloszlásában, a tűzintenzitás emelkedésében is kimutathatók lesznek. Ez előrevetíti, hogy a jövőben még nagyobb kihívás elé néznek a szabadterületi tüzek megelőzéséért, oltásáért felelős hazai szervezetek [2] [3]. A természetvédelmi és környezetbiztonsági problémák mellett az éghajlatváltozás hatásai az ökoszisztéma mellett a társadalom valamennyi szereplőjét is érintik [4].

Társadalmi és kormányzati elvárás, hogy az erdőtűz megelőzéséért és a tűzoltásért felelős szervek hatékonyan tudjanak együttműködni, megfelelő időben tudjanak reagálni a tűzveszélyes időszakokban keletkező veszélyhelyzetekre.

Ennek egyik előfeltétele, hogy a fokozottan tűzveszélyes időszakok térbeli és időbeni lehatárolásához megfelelő módszer és informatikai infrastruktúra álljon rendelkezésre. Jelen kutatás célja, hogy áttekintse a hazai lehetőségeket és a releváns nemzetközi gyakorlatot, amely segítséget nyújthat a rendszer továbbfejlesztésében.

<sup>3</sup> Angol nyelvű szakirodalomban: Wildland–Urban Interface, rövidítése: WUI.

## A fokozottan tűzveszélyes időszakok meghatározásának jogszabályi alapjai hazánkban

### A tűzgyújtási tilalom szabályozásának fejlődése

A fokozott tűzveszély időszakában alkalmazandó erdőtűz-megelőző intézkedéseket jogszabályba foglaltan hirdetik ki, amelyek kötelezők az erdőtűz megelőzésért felelős hatóságokra, az erdőgazdálkodókra és az erdőt látogatókra egyaránt. Annak érdekében, hogy a jövőbeni fejlesztésekre javaslatot tudjunk adni, megvizsgáltuk az 1997-től hatályos szabályozást, annak változásait és a korábbi működés korlátait.

A fokozott tűzveszély időszakában elrendelhető tiltó rendelkezések már az erdőről és az erdő védelméről szóló 1996. évi LIV. törvényben is megjelentek, amelyek 1997 és 2009 között voltak hatályban. Ebben az időszakban az erdőtörvény felhatalmazása alapján a fokozott tűzveszély esetén az erdőgazdálkodásért felelős miniszter határozatban általános tűzgyújtási tilalmat rendelt el. A tűzgyújtási tilalom kihirdetése és visszavonása a *Magyar Közlöny*ben történt.

A kihirdetett határozatot a közmédiában is közzétették [5; 56 §.]. Az ebben az időszakban kihirdetett tűzgyújtási tilalmak tartalmát nem vizsgáltuk és nem volt lehetőségünk a tüzeset adatokkal való összevetésére sem. Megállapítható azonban a jogszabály szövegéből, hogy nem tartalmazott iránymutatást arra vonatkozóan, mely paramétereket kell vizsgálni a fokozott tűzveszély időszakának lehatárolásához, akár a kihirdetés, akár a visszavonás tekintetében.

Az erdőtörvényben foglalt erdőtűz-megelőzési szabályokat az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvénybe is beépítették, amelyek változtatásokkal, de a jogszabály hatálybalépése óta megtalálhatók a szövegben. 2009 és 2017 között a törvény miniszteri határozatban rendelte kihirdetni és visszavonni az általános tűzgyújtási tilalmat.

Jelentős változás volt a korábbi szabályozáshoz képest, hogy ettől az időponttól kezdve nemcsak az erdőgazdálkodásért felelős miniszter, hanem az erdészeti hatóság is rendelhetett el a saját illetékességi területén tűzgyújtási tilalmat a megyei katasztrófavédelmi igazgatósággal való egyeztetés mellett, megye vagy település területére is [6; 67 §.]. Az ebben az időszakban kialakult gyakorlat szerint megyei szinten rendelték el az általános tűzgyújtási tilalmat [2].

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal mint erdészeti hatóság és a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által közösen működtetett Erdőtűz Információs Rendszer [7] tartalmazza a 2009-től kihirdetett tűzgyújtási tilalmakról szóló miniszteri és erdészeti hatósági határozatokat, valamint a vegetációtűz adatlapokat.

Lehetőségünk volt így megvizsgálni és összehasonlítani az egyes határozatokban foglalt tilalmak területi hatályát, a napokban kifejezett hosszát, a vizsgált időszakban keletkezett vegetációtüzek számát, továbbá az Országos Meteorológiai Szolgálat által regisztrált nyári napos és hőségnapok számát.

Az adatgyűjtés rendszere [2] jogszabály-módosítás és módszertani egységesítés miatt 2011-ben megváltozott, ezért azoknál a vizsgálatoknál, ahol tüzesetszámok is bekerülnek a vizsgálatba, a továbbiakban a 2011 és 2018 között keletkezett vegetációtűzek kerülnek bemutatásra.

Az egy évben keletkezett összes vegetációtűzek számát összehasonlítva a tűzgyújtási tilalom ideje alatt keletkezett tüzesetek számával megállapítottuk, hogy a vizsgált időszakban átlagosan a tüzek 38%-a tűzgyújtási tilalom idején keletkezett.

Az 1. táblázatban feltüntetett adatokból levonható következtetésünk, hogy a kihirdetett tiltásnak nem volt elegendően erős kommunikációs hatása és a tiltás ellenére nagyszámú vegetációtűz keletkezett a fokozott tűzveszély időszakában is.

Mind az országos, mind a megyei tűzgyújtási tilalom elrendelése esetén alakszerű közigazgatási határozatot kellett hoznia az elrendelő szervnek. A határozat az első közléssel jogerőssé és végrehajthatóvá vált [8; 101 §.].

Az elrendelésben közreműködő szervezetek az elmúlt években rugalmasan és gyorsan folytatták le a szükséges közigazgatási eljárásokat, de előfordultak olyan esetek, amikor több nap telt el a valós tűzveszély kialakulása és a határozat kihirdetése között.

1. táblázat. Tűzgyújtási tilalom idején keletkezett vegetációtűzek aránya az éves vegetációtűz esetszámhoz viszonyítva [2] (Készítették: a szerzők)

Évjárat	Vegetációtűzek száma (db)	Tűzgyújtási tilalom idején keletkezett tüzek aránya (%)
2011	8 436	17
2012	15 794	66
2013	4 424	38
2014	5 535	19
2015	5 057	27
2016	2 531	1
2017	6 782	72
2018	2 981	3

Ugyanez igaz a tűzveszély mérséklődése esetén a határozat visszavonására is [2].

## A hatályos szabályozás, a fokozottan tűzveszélyes időszak kihirdetése

A jogalkotó az erdőtűz megelőzésért felelős hatóságok indokai alapján, valamint a rugalmasabb szabályozás és a hatékonyabb kommunikáció igényének megjelenésével az erdőtörvény vonatkozó bekezdéseinek megváltoztatása mellett döntött. Ennek eredményeként az erdőtörvény 2017. szeptember 1-én hatályba lépett módosítása alapján a tűzgyújtási tilalom közzétételének rendje megváltozott.

Ettől az időponttól kezdve nem miniszteri vagy erdészeti hatósági határozatban hirdették ki az általános tűzgyújtási tilalmat, hanem a fokozott tűzveszély időszakát hirdették ki az ország teljes területére, illetve megye vagy település területére vonatkozóan. A fokozott tűzveszély időszakának meghatározásáról és a lakosság tájékoztatásáról az erdőgazdálkodásért felelős miniszter gondoskodik a katasztrófavédelem központi szervének bevonásával [6; 67 §.]. A fokozott tűzveszély időszakának kihirdetése és visszavonása a jelenleg alkalmazott módszertan szerint a meteorológiai körülményektől, az erdőben található élő és holt biomassza szárazságtól és a keletkezett tüzek gyakoriságától függ.

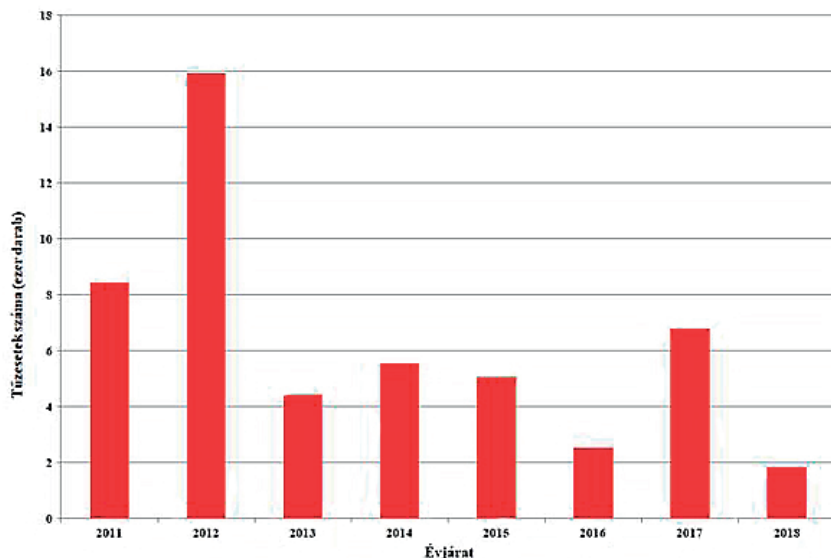
Az erdőtörvény kimondja, hogy a fokozott tűzveszély időszakában tilos tüzet gyújtani az erdő, valamint annak kétszáz méteres körzetében lévő külterületi ingatlanokon [6; 65 §.]. A tűzgyújtásra vonatkozó tiltás tehát abban az esetben is érvényes, ha az illetékes hatóság nem rendelt el határozatban tűzgyújtási tilalmat, de egyértelműen lehatárolják a fokozottan tűzveszélyes területet. Az erdőtörvény mellett az egyéb, szabadterületi égetést szabályzó jogszabályok is a fokozott tűzveszély időszakához kötik a tiltó, korlátozó rendelkezések életbe lépését.

A szabadterületi tűzgyújtásra és a tűzmegeelőző intézkedésekre vonatkozó szabályokat az erdőgazdálkodásról [6], a tűzvédelemről [7] [9], a természetvédelemről [10] és a környezetvédelemről [11] [12] [13] szóló jogszabályok tartalmazzák. A jogszabály-módosítás tehát előrelépés abból a szempontból is, hogy segíti az ágazati szabályok egységes értelmezését is.

## A fokozottan tűzveszélyes időszakok lehatárolása a tűzveszély-értékelésbe bevonható paraméterek bemutatásán keresztül

Az Erdőtűz Információs Rendszerben a fokozottan tűzveszélyes időszakok térbeli és időbeli változását az elmúlt időszakban keletkezett vegetációtüzek földrajzi koordinátájával, a tüzesetek számával, a leégett terület kiterjedésével, a riasztástól az eloltásig eltelt idő hosszával, a károsodott biomasszatípus megadásával, továbbá a tüzesetek idején fennálló időjárási viszonyokkal tudjuk jelenleg jellemezni.

A vegetációtüzek számát vizsgálva jelentős különbségek adódnak az egyes évek között. A vizsgált időszak első két évében a rendkívüli aszálynak köszönhetően keletkezett az átlagosnál több mint négyszer annyi tüzeset. A tüzesetszámok éves eloszlását az éves csapadékeloszlás és a tűzhasználati szokások [14] befolyásolják.



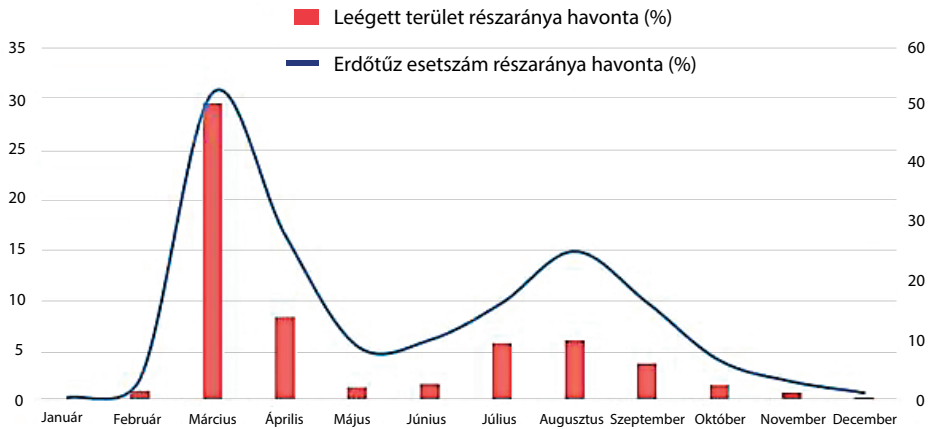
1. grafikon. Tűzoltói beavatkozást igénylő vegetációtűzek száma 2011–2018 között [2]

(Készítették: a szerzők)

A tűzesetszám és a leégett terület vizsgálatával megállapítható, hogy az év folyamán két jól elkülöníthető tűzveszélyes időszak alakul ki. Ahogy a 2. grafikonon is látható, a szabadterületi tüzek száma február közepén–végén kezd meredeken emelkedni. Ugyan nem alakulnak ki nagy kiterjedésű, hosszan tartó tüzek, az éves tűzesetszám több mint 30%-a márciusban keletkezik. Az egy tűzszezonban károsodott területet tekintve a március folyamán leégett terület teszi ki az év során károsodott teljes terület mintegy 50%-át. A leégett területet vizsgálva megállapítottuk, hogy a vizsgált időszakban átlagosan 13 nap van egy évben, amikor legalább egy nagy kiterjedésű (50 ha-nál nagyobb) vegetációtűz alakul ki. A tűzesetszám április közepe és május első hete közötti időszakban eléri az éves tűzesetszám 50%-át. A nyár folyamán július–augusztusban tapasztalható további meredekebb tűzesetszám-növekedés, amely a rendszerint kialakuló, néhány hetes aszályos időszaknak köszönhető. A tűzesetszámok és a leégett terület éves lefutása alapján megállapítható az is, hogy a két kiemelten veszélyes időszakban eltérő meteorológiai körülmények miatt alakulhatnak ki a fokozottan tűzveszélyes időszakok. Tavasszal a napi átlaghőmérséklet emelkedésével, csapadékmentes időben néhány nap alatt éghető állapotba kerülhet a rendkívül gyúlékony erdei avar, elszáradt növényi maradványok. A nyári időszakban pedig az aszály hatására alakulhatnak ki veszélyeztetett időszakok. A nyári aszály idején gyakoriak a nyári napok<sup>4</sup> és a hőségnapok<sup>5</sup> [15].

<sup>4</sup> Nyári nap: az adott napon a maximális hőmérséklet meghaladja a 25 °C-ot.

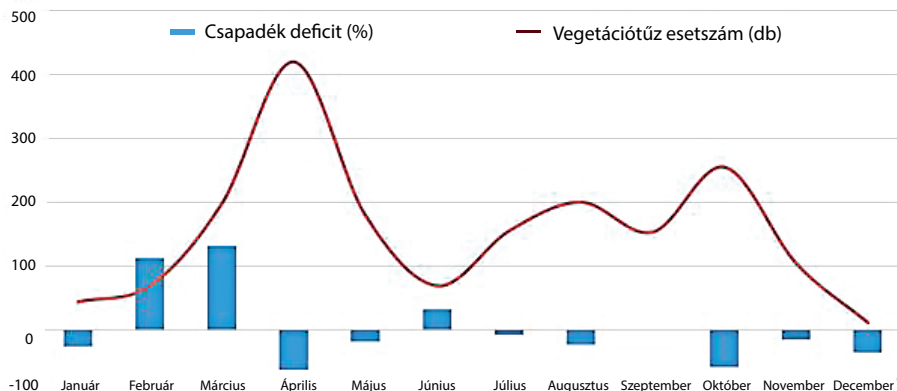
<sup>5</sup> Hőségnap: az adott napon a maximális hőmérséklet meghaladja a 30 °C-ot.



2. grafikon. Vegetációtűzek száma és a leégett terület részaránya havonta 2011–2018 között [2]  
(Készítették: a szerzők)

A vegetációtűzek keletkezését és viselkedését alapvetően három tényező határozza meg: az élő és holt biomassa nedvességtartalma, az időjárás és a domborzat. Az időjárás lokálisan, évszakonként és naponként is változik, ami jelentősen tudja befolyásolni a tűz viselkedését. Az időjárási faktorok közül a tűz viselkedését a léghőmérséklet, a relatív páratartalom, az elmúlt 24 órában lehullott csapadék, valamint a szélsebesség befolyásolja. Az első három faktor a biomassa nedvességtartalmára van hatással. A szél kismértékben a hat a nedvességtartalom változására, a legnagyobb mértékben a tűz terjedését befolyásolja [16].

Tengerentúli és európai kutatások igazolják, hogy a csapadékhiányos időszakok és a vegetációtűz esetszámainak növekedése között összefüggés mutatható ki. A hazai vizsgálatok kezdetén országos statisztikák tanulmányozására volt lehetőségünk. Az Országos Meteorológiai Szolgálat havi jelentései alapján összehasonlítottuk a sokévi átlaghoz viszonyított havi csapadékeloszlást a vegetációtűzek számának alakulásával 2011 és 2018 között. A 2018-ban keletkezett vegetációtűzek havi eloszlásának és a havi csapadékdeficit összehasonlításának eredménye – amit a 3. grafikonon jelenítettünk meg – jól jellemzi az általános folyamatot. Az év folyamán jól elkülöníthető tavaszi és nyári tűzveszélyes időszak vehető ki a tüzesetszámokat jellemző folytonos vonal futásából. Március elején az átlagosnál több csapadék hatására a tavaszi tűzveszélyes időszak áprilisra tolódott, amikor a bázisévekhez viszonyítva 64%-kal kevesebb csapadék hullott. Májusban is csapadékhiány volt tapasztalható, azonban a tüzesetszámok a lombfakadással együtt járó biomassa nedvességtartalom-növekedésének köszönhetően nem mutatnak kiugró értéket. A nyár folyamán augusztusban alakult ki olyan csapadékhiányos időszak, amely befolyásolta a tüzesetszámot. A korábbi évektől eltérően a nyári tűzveszélyes időszak októberre is átnyúlt.



3. grafikon. Országos havi csapadékösszeg a sokévi (1981–2010) átlag százalékos arányában kifejezve és a vegetációtűz esetszámok összehasonlítása 2018-ban [2] [15]

(Készítették: a szerzők)

Kanadában, az Amerikai Egyesült Államokban és Európában is folynak kutatások arra vonatkozóan, hogyan lehet egy-egy területegységre vonatkozóan is számítani napi tűzkockázatot. A holt biomassza nedvességtartalmának becslése kiemelt fontosságú, mivel ez befolyásolja a gyúlékonyságot és a tűzterjedési tulajdonságokat. A mediterrán régióban, hasonlóan a tengerentúlon használt módszerekhez, meteorológiai adatok segítségével tesznek becslést a nyílt gyepek és a fával borított területeken található holt biomassza nedvességtartalmára [38]. Az éghető holt biomassza nedvességtartalom-változása az időjárási paraméterek változását követi. A talajon fekvő holt biomassza mérettől és a lerakódott rétegek mélységétől függően eltérő mennyiségű csapadék hatására éri el a kialvási nedvességtartalmat.<sup>6</sup> Kanadai kutatások szerint a talajfelszínen összegyűlt könnyű, kisméretű biomassza 21 °C, 45% páratartalom és 13 km/h szélsébség mellett 1 mm-nél kevesebb csapadék esetén 1–3 nap alatt éghető állapotba tud kerülni. A mélyebb rétegekben található humifikálódott réteg és a felszíni nagyobb biomasszadarabok 15–50 napos időtávon követik a levegő nedvességtartalom változását, amelyhez ezen az időtávon 15–100 mm csapadékösszeg szükséges [16].

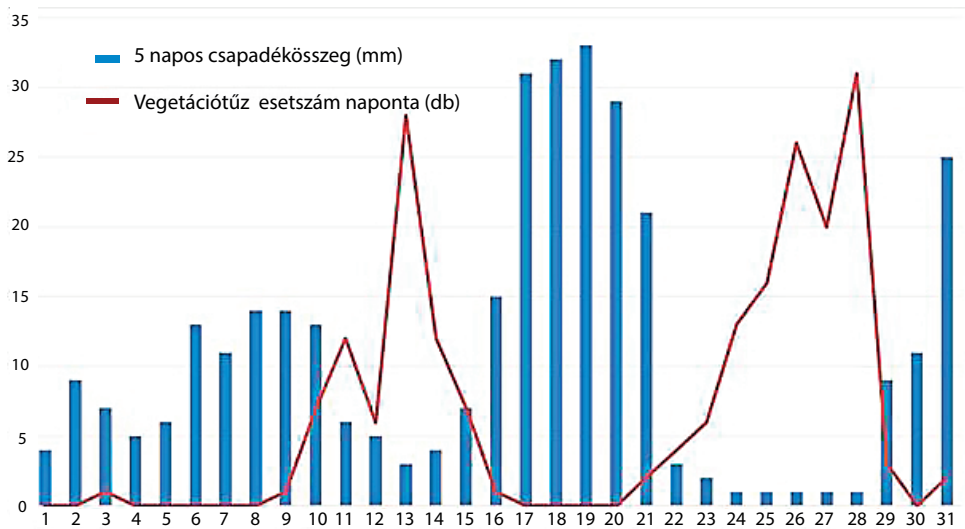
A kutatások igazolták, hogy a fával borított területektől eltérően a nyílt gyepekben 5 mm csapadék után 25 °C átlaghőmérséklet és 25% páratartalom mellett egy nap alatt éghető állapotba kerülhet az éghető holt biomassza [39].

Hazai viszonyok között a csapadék hatását vizsgálva a tűzesetszám-változásra a 2018 márciusában mért ötnapos csapadékösszeget hasonlítottuk össze a napi esetszámokkal. A 4. grafikon alapján megállapítjuk, hogy az ötnapos csapadékösszeg 5 mm alá csökkenése esetén

<sup>6</sup> Kialvási nedvességtartalom: a holt biomassza azon nedvességtartalom-szintje, amely felett a tűz nem képes terjedni (angol nyelvű szakirodalomban: moisture of extinction).

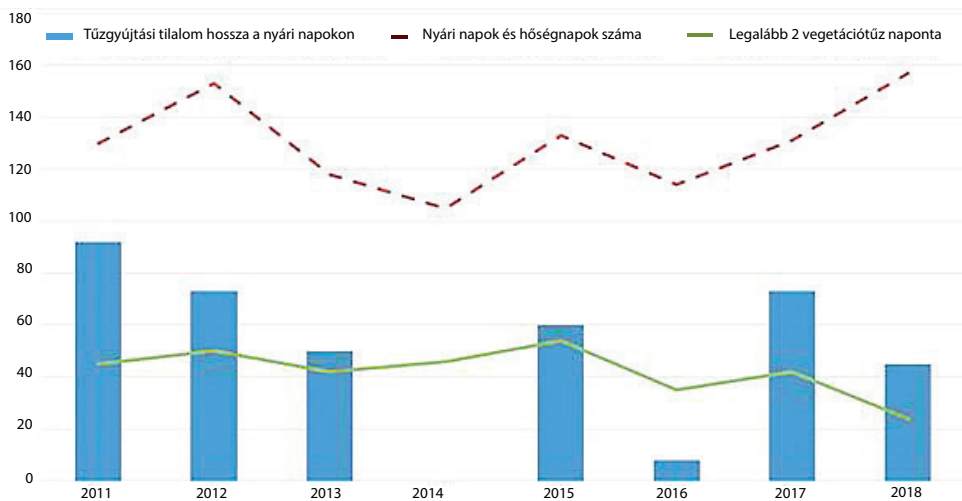


már kimutatható a tüzesetszám növekedése, annak ellenére, hogy a márciusi napi középhőmérséklet 5 °C körül alakul [15]. A nyári időszakban hasonló folyamat játszódik le azzal a különbséggel, hogy a napi maximum hőmérséklet a hónap nagyobb részében 30 °C felett van, ezért a többnapos csapadékmentes időszakokban néhány óra alatt is ki tud száradni a holt biomassza.



4. grafikon. Az ötnapos csapadékösszeg és a napi vegetációtűz esetszám összehasonlítása, 2018. március [2] [15]  
(Készítették: a szerzők)

A vizsgált időszakban az 5. grafikon segítségével évenként összehasonlítottuk a június 1. és október 31. között a tűzgyújtási tilalommal érintett napok számát a regisztrált nyári és hőségnapok számával és azoknak a napoknak a számával, amikor legalább két, egy hektárt meghaladó vegetációtűz keletkezett. A tűzgyújtási tilalommal érintett nap alatt azt értjük, amikor egy adott napon legalább egy megyében tilalom volt kihirdetve. A fokozott tűzveszély időszakában fennálló napi hőmérsékleti maximumok és a tüzesetek trendjét a szárazabb években (2011, 2012, 2015) – az elővigyázatossági szempontokat is figyelembe véve – jól leköveti a hatósági intézkedéssel érintett napok száma. A csapadékosabb években a nyári és hőségnapok magas száma ellenére nehezebb lekövetni a változó csapadékeloszlás miatt bekövetkező biomassza-nedvességtartalom változásokat. Az éghető holt biomassza nedvességtartalma az időjárási körülmények változását követi, a lokális környezeti paraméterekre reagálva a kis-méretű finom biomassza néhány nap alatt is éghető állapotba kerülhet.



5. grafikon. Tűzgyújtási tilalommal érintett napok összehasonlítása a nyári napok és hőségnapok számával, valamint azon napokkal, amikor legalább két vegetációtűz keletkezett 2011–2018 között [2] [15]

(Készítették: a szerzők)

Megállapítjuk, hogy a fokozottan tűzveszélyes időszakok meghatározásához a tűzesetszám és a károsodott terület nagyságán felül meteorológia paraméterek és a biomassa-nedvesség-tartalom változását is szükséges ismerni ahhoz, hogy a tűzveszély napi változásai pontosabban meghatározhatók legyenek. A következő fejezetben a nemzetközi szakirodalom segítségével megvizsgáljuk meg, hogy a világ más országaiban milyen módszerekkel számítják, értékelik a napi tűzveszélyt.

## **Vegetációtűz-veszély értékelése a nemzetközi gyakorlatban**

### **A vegetációtűz-kockázatértékeléssel kapcsolatos alapfogalmak**

A tűzkockázat-értékelésnek a világon számos módja alakult ki. Az értékelésbe bevont paraméterek alapján különböző kockázatfogalmakat használ a nemzetközi tűzőkológiai szakirodalom.

Az adott területen lévő éghető biomassa mennyiségének, típusának, állapotának, szerkezetének és elhelyezkedésének figyelembevételével határozzák meg az éghetőséget kifejező mutatót, a „fire hazard”, amely statikus kockázatként fordítható. A statikus kockázat utal arra, mennyire gyúlékony a biomassa és tűz esetén milyen nehézséget okoz az oltása. A „fire risk” kifejezés azt a kockázatot fejezi ki, amikor az éghető biomassa egy adott területen az emberi tevékenység következményeként meggyullad, esetleg egy villám begyújtja. Ez a kifejezés a dinamikus kockázatként értelmezhető. A „fire danger” kifejezés pedig annak a veszélye, hogy adott területen, adott környezeti feltételek mellett (éghető biomassa, mikroklíma, időjárás

és szocioökonómiai viszonyok) között tűz keletkezik [17] [18]. Az erdészeti hatóság a 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet [7] alapján az erdőterületekre elkészítette a tűzveszélyességi besorolást (fire hazard). Azonban az erdőn kívüli területekről, ahol a vegetációtüzek 60%-a keletkezik, nem rendelkezünk adatokkal az éghető holt biomassza típusáról, mennyiségéről, szerkezetéről.

A fejlett országokban alkalmazott rendszerek a napi tűzveszély-értékelés (fire danger evaluation) során a tüzkörnyezet azon állandó és változó összetevőinek változását követik nyomon, amelyek meghatározzák a biomassza-gyúlékonyságot, a tűz terjedési sebességét, és amelyek a tűzoltás során a kontrolálási nehézségeket okozzák. A tűzveszély-előrejelzés (fire danger forecast) segítségével meghatározhatók azok a veszélyes időszakok, amikor a tüzek keletkezhetnek. A tűzveszély mértéke folyamatosan változik az időben és térben, összefüggésben az időjárással és a vegetáció összetételével [18].

## Nemzetközi fejlesztési irányok

A nemzetközi gyakorlatot tanulmányozva két ellentétes folyamat körvonalazódik. A fejlett országok éves szinten nagy összegeket költenek annak érdekében, hogy az erdő- és vegetációtüzek hatásait képesek legyenek csökkenteni, korlátozni, a tüzeket kontrolálni és előrejelezhetőek legyenek a fokozottan tűzveszélyes időszakok. Ezzel ellentétes folyamat játszódik le a fejlődő országokban, ahol nem vagy csak nagyon kis összegeket költenek a tüzek kontrollálására, a lehetséges hatások csökkentésére. Ezek a legtöbb esetben azok az országok, ahol az ökoszisztéma érzékeny a tüzek okozta kártételekre, így ezekben az államokban kimutatható a tűzfrekvencia növekedése, valamint az emberi élet és vagyon veszélyeztetettségének növekedése is. A szakirodalom segítségével megállapítható, hogy a nemzetközi gyakorlatban egyértelműen a napi tűzkockázat megfelelő értékelésére és csökkentésére irányuló módszerek terjedtek el széles körben, illetve ezeket fejlesztik tovább a napi gyakorlat számára. Mind az ENSZ, mind pedig az Európai Unió az olyan vegetációtűz-menedzsment stratégiák és politikák fejlesztését támogatja, amelyek egységes szemléletben kezelik a tájhasználat, a tűz megelőzés, valamint a tűzoltás problémáit, valamint megfelelő mennyiségű, minőségű információt tudnak szolgáltatni a döntéshozók és az érintett lakosság számára a vegetációtűz veszély időbeli és térbeli változásáról [1]. A fokozottan tűzveszélyes időszakok időbeli és térbeli lehatárolása hatékonyabbá teheti a megelőzési intézkedéseket és információval szolgálhat az oltásban részt vevő egységek részére is [19].

Globális szinten az ENSZ és szervezeteinek támogatásával olyan kutatások, fejlesztések folynak, amelyek a nemzeti szint feletti (szupranacionális) mintázatok (hasonlóságok és különbségek) feltárására, a hatékony megelőzés és válaszméchanizmusok fejlesztésére, koordinálására irányulnak, illetve a világ azon részeinek meghatározására, ahol részletesebb kockázat modellezésére van szükség, valamint előmozdíthatók az éghajlatváltozással kapcsolatos kutatások [1].

Regionális szinten olyan együttműködések születtek az elmúlt évtizedben, ahol több ország területére számítják ki a napi tűzkockázatot a bekövetkezett tüzesetek és meteorológiai adatok segítségével. Ilyen együttműködés alakult ki például az Észak-Európa és Eurázsia or-

szágai között, Dél-Amerikában, az Amazonas folyó keleti és délkeleti régiójában vagy Közép-Amerikában [19] [20] [21] [22] [23]. Az Európai Unió területén az Európai Bizottság kutatási Központja (Joint Research Center) által fejlesztett Európai Erdőtűz Információs Rendszer (European Forest Fire Information System) szolgál a tagországokban bekövetkezett tüzesetek regisztrálására, az adatgyűjtési rendszerek összehangolására, a jó gyakorlatok összegyűjtésére és megosztására [24].

A regionális és egyedi megoldásokat tanulmányozva elmondható, hogy a tűzkockázati értékelésnek a világon számos módja alakult ki. Nemzeti szinten a fejlett országok nagy részében kifejlesztettek valamilyen tűzveszély értékkelő rendszert. Mindegyik közös jellemzője, hogy a napi tűzkockázat-értékelésen alapul.

## A nemzetközi gyakorlatban használt tűzkockázat-értékelő rendszerek

Az erdőtűzkockázat-értékelő rendszerek alapvetően két nagyobb csoportra oszthatók. Az időjárás alapú indexek számításánál a tűz kialakulása és fejlődése szempontjából lényeges időjárási paramétereket veszik figyelembe (hőmérséklet, csapadék, relatív nedvesség, szélesebség), és legtöbbször empirikus alapon osztják értékeit veszélyességi osztályokba. Ezen indexek ezért egy-egy ország, régió éghajlatához igazodva az ottani viszonyokat jól tükrözik, de szélesebb körű alkalmazásuk mindenképpen előzetes vizsgálatokat igényel.

Érdekesebbek és a tűz megelőzés szempontjából informatívabbak a komplex tűzkockázati értékkelő rendszerek, amelyek az időjárás alakulása mellett a biomassza nedvességtartalom-változásait is figyelembe veszik [24].

A korszerű kockázatértékelő rendszerek a tűzveszélyt (fire danger) képesek napi szinten újraszámítva értékelni. A nemzetközi gyakorlatban három fő modell terjedt el. A legrészletesebb és legszélesebb körben használt az 1968 óta használatban lévő és folyamatosan fejlesztett Kanadai Erdőtűzkockázat-értékelő Rendszer (Canadian Forest Fire Danger Rating System). Terepi méréseken és megfigyeléseken alapuló, részletesen dokumentált és publikált modelltől van szó. Két fő alrendszere van, az Erdőtűz Időjárási Index (Fire Weather Index) és a Tűz Viselkedését Előrejelző Index (Fire Behavior Prediction Index). A rendszert további modulok egészítik ki, amelyek segítségével nyomon követhető a biomassza nedvességtartalom-változása és az adott napi időjárási helyzet mellett létrejövő tűzpotenciál. A rendszer terepi meteorológiai állomások adataiból számol és a Kanadában honos fenyőfaállományra lett kidolgozva. A Banks fenyő (*Pinus banksiana*) állomány jellegzetessége a vastag nyers humusz réteg (duff), amelynek nedvességtartalom-változása alapvetően befolyásolja a gyulladási égési körülményeket [16].

Az Amerikai Egyesült Államokban használt Nemzeti Tűzkockázat-értékelő Rendszer (US National Fire Danger Rating System) alapját azok az égési paraméterek és laborban meghatározott matematikai modellek adják, amelyek segítségével leírható a biomassza – időjárás – domborzat alkotta tűzkörnyezeti háromszögből származó tűzveszély [26] [27]. A napi számításához napi mérésből származó meteorológiai paramétereket, valamint az élő és holt biomassza nedvességtartalmának meghatározásához szükséges paramétereket használnak. A modell az Egyesült Államokban található nyílt, füves vegetációra és az azokhoz csatlakozó

erdőterületekre, valamint a bozót dominálta száraz területekre lett kidolgozva, ahol nincs vagy nagyon vékony a nyers humusz réteg.

A harmadik fő típus az Ausztráliában kifejlesztett Erdőtűzkockázat-értékelő Rendszer, amelynek alapjait 1958-ban McArthur<sup>7</sup> hozta létre. A modell az eukaliptuszállományokban található nagy mennyiségű kiszáradt erdei alomban keletkező tűz terjedési sebességének becslésén alapszik, több mint 800 tüzeset megfigyelésére alapozva. A modellt kimondottan erdős területeken használják, a füves vegetációkra egy külön indexet fejlesztettek ki [27].

A világ más részein fejlesztett rendszerek alapvetően a három fenti modellből vannak származtatva. Az Európai Erdőtűz Információs Rendszerbe adaptálás és hosszas fejlesztőmunka után a Kanadai Erdőtűzkockázat-értékelő Rendszer alrendszerét a Tűz Időjárási Indexet (Fire Weather Index) építették be. Az indexet úgy fejlesztették ki, hogy csak időjárási adatokra van szükség a napi biomassa-nedvesség és tűzveszély számításához, elvonatkoztatva a biomassa típusától [16]. Az index tehát önállóan is használható azokban az országokban, ahol a komplex tűzkockázat-értékeléshez nem áll rendelkezésre minden adat, mint például Magyarországon is. Az Európai Erdőtűz Információs Rendszerben napi frissítéssel térítésmentesen elérhető a napi tűzveszély térkép [24].

Az index segítségével kimutathatók az időjárás hatásai a tüzek várható kialakulására. Egy adott naphoz viszonyítva az elmúlt napok és az éppen fennálló időjárási paraméterek ismeretében az index segítségével értékelhetők az időjárás hatásai az erdő talaján található biomassa nedvességtartalmára, továbbá kiterjedt tüzek esetén segítséget nyújt a tűz várható viselkedésének becslésére. A biomásszóra vonatkozó részindexek változásának nyomon követése lehetőséget ad a tűzpotenciál-változás folyamatos nyomon követésére is. Tekintettel arra, hogy az indexet egy általános modell alapján adaptálták Európára és az index nem hazai meteorológiai adatok alapján számol, ezért a helyi viszonyokra csak megfelelő vizsgálatok elvégzése után használható.

Az Európai Unió területére használható egységes tűzveszély-értékelési módszer jelenleg fejlesztés alatt áll. Az Európai Bizottság a Joint Research Center koordinálásában folyamatosan keresi a jó gyakorlatokat, az egységesítés lehetőségét [28]. Az európai kutatások jelenleg arra irányulnak, hogy a kockázatértékelésbe bevonható legyen a tűz hatását a társadalmi és ökológiai értékekre vonatkozó kockázat is [29].

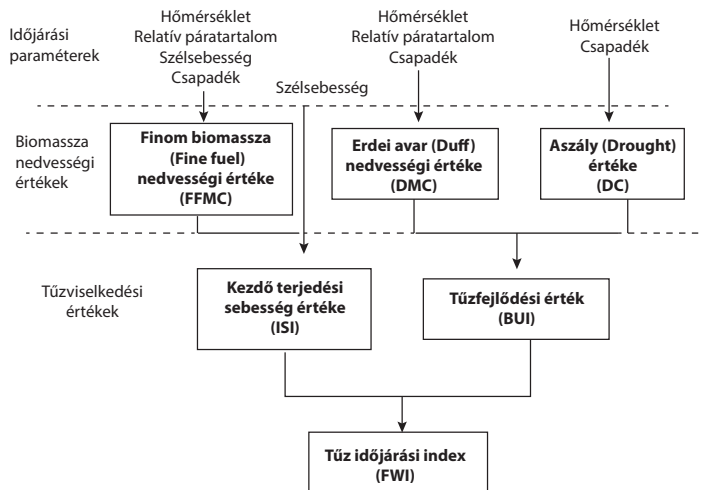
## Tűz időjárási index bevezetésének lehetőségei

A magyarországi tűzszezon folyamán szinte minden nap keletkezik vegetációtűz a helytelen tűzhasználati szokások miatt [2]. Az erdő- és vegetációtűz megelőzéséért felelős hatóságok az időjárási index segítségével napi szinten tudják nyomon követni a tűzveszélyt befolyásoló paraméterek változásait. A gyors reagálás lehetőségének megteremtésével rugalmasabbá válik a rendszer.

Az Európai Erdőtűz Információs Rendszerben publikált Tűz Időjárási Index (Fire Weather Index, röviden: FWI) térítésmentesen elérhető [24]. Az alábbiakban vizsgáltuk meg az index

<sup>7</sup> Alan Grant McArthur ausztrál erdész, tűzőkológus (1923–1978).

bevezetésének lehetőségeit. A szakirodalmi adatok alapján a dinamikus kockázatértékeléshez a Tűz Időjárási Index az egyik leghatékonyabb és könnyen érthető modell. A vizsgálatok során kimutatták, hogy az FWI napi értékek korrelálnak legjobban a havi tüzesetszámokkal és a hőmérséklet és páratartalom napi változásával [30].



1. ábra. Tűz Időjárási Index felépítése [16]

(Készítették: a szerzők)

Az 1. ábrán látható, hogy a Tűz Időjárási Index hat részkomponenst tartalmaz, amelyből az első három a talajfelszínen található biomassza nedvességtartalmát modellezi meteorológiai paraméterek alapján. Tekintettel arra, hogy hazánkban az erdőn kívüli területekre nem áll rendelkezésre biomasszatérkép, az index használatával ez a hiányosság kiküszöbölhető. A tűz várható viselkedését modellező további két részkomponens a tűz valószínű terjedési tulajdonságairól ad információt. A hatodik elem az összetett index értéke, amely a részindexekből származtatott, súlyozott mutató. Az index egy dimenzió nélküli érték, ami az egységnyi tűzfronton mérhető tűzintenzitás mértékére utal, ezért kiterjedt tüzek esetén használható a tűz eloltásához szükséges feltételek meghatározásához is [31].

Tekintettel arra, hogy a szabadterületi tüzek a finom biomasszában keletkeznek és terjednek a legkönnyebben, ezért a tavaszi időszakban a tűzveszélyes időszak meghatározásánál a finom biomasszára vonatkozó komponens értékeinek alakulását kell nyomon követni. Ez a részindex a megelőző egy-három nap időjárási paramétereinek változására reagál, így a gyorsan változó tavaszi időjárás hatására ezen érték növekedésével a tüzek bekövetkezésének valószínűsége is exponenciálisan növekszik [32]. Ezen részindex hazai viszonyok közötti viselkedésének meghatározása további kutatásokat igényel.

A modell működéséből fakadóan a tűzszezon elején megközelítőleg egyhónapos átmeneti időszakra van szükség, amíg a biomasszára vonatkozó részindexek számított értékei egyensúlyba kerülnek a meteorológiai viszonyokból fakadó nedvességtartalom változásokkal [33].

Emellett összehasonlító vizsgálatokat kell végezni az index biomasszára vonatkozó három komponensének és az adott területen regisztrált tűzaktivitás (tűzesetszám, tűzterjedés), valamint a helyben mért meteorológiai adatok figyelembevételével. A validálás során az index értékeitől független, a hazai meteorológiai állomásokból nyert adatsorral is összehasonlítást kell végezni [34] [35].

A fokozottan tűzveszélyes nap meghatározásához a hőmérsékletet, a szélesebséget, a szélirányt, a relatív páratartalmat, az előző napok csapadékát, a megelőző napokban kialakult tűzesetek számát, a leégett területet és a biomassza szárazságát kell figyelembe venni. Azt a napot tekinthetjük tűzveszélyes napnak, amikor egy szintet elér ezeknek a kombinációjából számított érték [36] [37].

Megvizsgáltuk, hogy milyen lehetőségek vannak a tűzveszély meghatározásra. Hazai viszonyok között két alapvető kérdés merül fel a bevezetést illetően. A tűzszezon indításához meg kell határozni a Tűz Időjárási Index indító paramétereinek értékeit és vizsgálatot kell folytatni arra vonatkozóan, hogy az időjárási index napi értékeinek, a statisztikai adatok és a meteorológiai paraméterek kiértékelésével milyen kritériumok alapján határozhatók meg a tűzveszélyes napok.

## **Összegzett következtetések**

Az Európai Unió az olyan vegetációtűz-menedzsment stratégiák és politikák fejlesztését támogatja, amelyek egységes szemléletben kezelik a tájhasználat, a tűz megelőzés, valamint a tűzoltás problémáit, valamint megfelelő mennyiségű, minőségű információt tudnak szolgáltatni a döntéshozók és az érintett lakosság számára a vegetációtűz-veszély időbeli és térbeli változásáról.

Az Európai Unió területén az Európai Erdőtűz Információs Rendszer szolgál a tagországokban bekövetkezett tűzesetek regisztrálására, az adatgyűjtési rendszerek összehangolására és a napi tűzkockázat értékelésére. A tűzkockázati index a tűzkörnyezet azon állandó és változó összetevőinek változását követi nyomon, amelyek meghatározzák a biomassza-gyűlékonyságot, a tűz terjedési sebességét és azokat, amelyek a tűzoltás során a kontrollálási nehézségeket okozzák. Az indexet egy általános modell alapján adaptálták Európára, továbbá az index nem hazai meteorológiai adatok alapján számol, ezért a helyi viszonyokra csak megfelelő vizsgálatok elvégzése után használható.

Hazai viszonyok között két alapvető kérdés merül fel a bevezetést illetően. A tűzszezon indításához meg kell határozni a Tűz Időjárási Index indító paramétereinek értékeit és vizsgálatot kell folytatni arra, hogy az időjárási index napi értékeinek, a statisztikai adatok és a meteorológiai paraméterek kiértékelésével milyen kritériumok alapján határozhatók meg a tűzveszélyes napok.

A tűzgyűjtési tilalom jelenlegi hazai rendszere a közigazgatási szervezeti változások, a megváltozott tűzvédelmi szabályozás, az aktívabb tűz megelőzési kommunikáció és a változó tűzgyűjtési

szokások miatt változtatásra szorult. Az elmúlt évben hatályba lépett szabályozás lehetőséget ad arra, hogy a fokozottan tűzveszélyes időszakokban elrendelt tűzgyújtási tilalom rendszerének fejlesztésével rugalmassá tehető a tilalmi rendszer. Adott esetben nem kell az egész országra vagy megyére elrendelni általános tilalmat, hanem csak a valóban veszélyeztetett országrészekre. Egy meteorológiai alapon működő tűzveszély-értékelő rendszer magyarországi bevezetésével differenciáltan rendelhető el a szükséges korlátozások, így csak a legszükségesebb esetben, a legkisebb helyen és a legrövidebb ideig akadályozza a tűz megelőzéshez kapcsolódó tilalom az erdőgazdálkodási tevékenységek végzését és az erdő közjóléti funkciójának hasznosítását.

## Felhasznált irodalom

- [1] *Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment, Hazard Specific Risk Assessment* (2017). UNISDR. Forrás: [www.unisdr.org/files/52828\\_06wildfirehazardandriskassessment.pdf](http://www.unisdr.org/files/52828_06wildfirehazardandriskassessment.pdf) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [2] A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdőtűz Információs Rendszer adatai. Budapest, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság.
- [3] DEBRECENI Péter et al. (2015): Erdő- és vegetációtüzek Magyarországon. Átalakuló területi, időbeli jellemzők. *Erdészeti Lapok*, 60. évf. 4. sz. 106–108.
- [4] PADÁNYI József – HALÁSZ László (2012): *A klímaváltozás hatásai*. Tanulmány, Budapest, Nemzeti Köszolgálati Egyetem, 157.
- [5] 1996. évi LIV. törvény az erdőről és az erdő védelméről
- [6] 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról
- [7] 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűz elleni védelméről
- [8] 2004. évi CXL. törvény a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás szabályairól
- [9] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- [10] 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
- [11] 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
- [12] 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet a levegő védelméről
- [13] 67/1998. (IV. 3.) Korm. rendelet a védett és fokozottan védett életközösségekre vonatkozó korlátozásokról és tilalmakról
- [14] SZABÓ-TÓTH Kinga et al. (2012): *Az erdőtüzek szociológiai vizsgálata Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Empirikus kutatások és elemzések*. Miskolc, Miskolci Egyetem Szociológiai Intézet.
- [15] Elmult évszakok időjárása. Országos Meteorológiai Szolgálat. Forrás: [www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evszakok\\_idojarasa](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa) (A letöltés dátuma: 2018. 12. 27.)
- [16] LAWSON, B. D. – ARMITAGE, O. B. (2008): *Weather Guide for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*. Edmonton, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre. Forrás: <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/29152.pdf> (A letöltés dátuma: 2013. 07. 31.)
- [17] NAGY Dániel (2008): *Az erdőtüzek megelőzési és oltástechnológiai lehetőségeinek vizsgálata*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, 33.
- [18] *International Handbook on Forest Fire Protection* (2001). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forrás: [www.fao.org/forestry/27221-06293a5348df37bc8b14e24472df64810.pdf](http://www.fao.org/forestry/27221-06293a5348df37bc8b14e24472df64810.pdf) (A letöltés dátuma: 2018. 12. 27.)
- [19] GFMC Wildland Fire Early Warning Portal. Forrás: [www.fire.uni-freiburg.de/fwf/fwf.htm](http://www.fire.uni-freiburg.de/fwf/fwf.htm) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [20] *FAO Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the Baltic Region and adjacent countries* (2006). Fire Management Working Paper 7. Forrás: [www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en](http://www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)



- [21] *FAO Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the Mediterranean Region* (2006). Fire Management Working Paper 8. Forrás: [www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en](http://www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [22] *FAO Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the North East Asian Region* (2006). Fire Management Working Paper 6. Forrás: [www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en](http://www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [23] *FAO Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the South East Asian Region* (2006). Fire Management Working Paper 10. Forrás: [www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en](http://www.fao.org/forestry/site/fire-alerts/en) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [24] European Forest Fire Information System. Forrás: <http://effis.jrc.ec.europa.eu> (A letöltés dátuma: 2015. 02. 24.)
- [25] NAGY Dániel et al. (2007): Meteorológiai és geoinformációs módszerek alkalmazása az erdőtűz megelőzésében. In MÁTYÁS Cs. – VIG P. szerk.: *V. Erdő és Klíma Konferencia*. Mátrafüred: Nyugat-magyarországi Egyetem, 162–170.
- [26] US National Fire Danger Rating System. Forrás: [www.wfas.net/index.php/fire-danger-rating-fire-potential-danger-32](http://www.wfas.net/index.php/fire-danger-rating-fire-potential-danger-32) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 22.)
- [27] XIAO-RUI, Tian et al. (2004): Comparisons and assessment of forest fire danger systems. *Forestry Studies in China* 7, 53–61. Forrás: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11632-005-0058-0> (A letöltés dátuma: 2018. 12. 27.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s11632-005-0058-0>
- [28] POLJANSEK, Karmen et al. (2017): *Science for disaster risk management 2017: knowing better and losing less*. Executive Summary. Luxembourg, Publications Office of the European Union. Forrás: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/science-disaster-risk-management-2017-knowing-better-and-losing-less> (A letöltés dátuma: 2018. 04. 25.) DOI: <https://doi.org/10.2760/451402>
- [29] CHUIVECO, Emilio et al. (2012): Integrating geospatial information into fire risk assessment. *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 23, No. 5. 606–619. Forrás: [www.researchgate.net/publication/236942076\\_Integrating\\_geospatial\\_information\\_into\\_fire\\_risk\\_assessment](http://www.researchgate.net/publication/236942076_Integrating_geospatial_information_into_fire_risk_assessment) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 26.) DOI: <https://doi.org/10.1071/WF12052>
- [30] TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira et al. (2017): Analysis of efficiency of fire danger indices in forest fire prediction. *Árvore*, Vol. 41, No. 2. Forrás: [www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622017000200109&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622017000200109&script=sci_arttext) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 22.) DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000200009>
- [31] WAGNER, C. E. van (1974): *Structure of Canadian Forest Fire Weather Index*. Ottawa, Department of the Environment, Canadian Forestry. Forrás: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.460.3231&rep=rep1&type=pdf> (A letöltés dátuma: 2013. 07. 31.)
- [32] WOTTON, Mike (2009): *A grass moisture model for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*. Conference: 8th Fire and Forest Meteorology Symposium, At Kalispell. Forrás: [www.researchgate.net/publication/253644923\\_A\\_grass\\_moisture\\_model\\_for\\_the\\_Canadian\\_Forest\\_Fire\\_Danger\\_Rating\\_System](http://www.researchgate.net/publication/253644923_A_grass_moisture_model_for_the_Canadian_Forest_Fire_Danger_Rating_System) (A letöltés dátuma: 2013. 07. 31.)
- [33] BEDIA, Joaquín et al. (2017): Seasonal predictions of Fire Weather Index: Paving the way for their operational applicability in Mediterranean Europe. *Climate Services*, Vol. 18, No. 4. Forrás: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880716300826](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880716300826) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 07.) DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2017.04.001>
- [34] DE JONG, Mark et al. (2016): Calibration and evaluation of the Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System for improved wildland fire danger rating in the United Kingdom. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 16, 1217–1237. Forrás: [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/16/1217/2016](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/16/1217/2016) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 22.) DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1217-2016>
- [35] BEDIA, J. et al. (2012): Sensitivity of fire weather index to different reanalysis products in the Iberian Peninsula. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 12, No. 3. 1–10. Forrás: [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/699/2012/nhess-12-699-2012.html](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/699/2012/nhess-12-699-2012.html) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 07.) DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-12-699-2012>
- [36] TEKNŐS László (2017): A lakosság szélsőséges időjárási eseményekre történő felkészítésének lehetőségei Magyarországon I. *Bolyai Szemle*, 26. évf. 3. sz. 137–160.

- [37] *More about Fire Danger Ratings*. South Australian Country Fire Service. Forrás: [www.cfs.sa.gov.au/site/bans\\_and\\_ratings/more\\_about\\_fire\\_danger\\_ratings.jsp](http://www.cfs.sa.gov.au/site/bans_and_ratings/more_about_fire_danger_ratings.jsp) (A letöltés dátuma: 2017. 09. 07.)
- [38] AGUADO, I. et al. (2007): Estimation of dead fuel moisture content from meteorological data in Mediterranean areas. Applications in fire danger assessment. *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 16, No. 4. 390–397. Forrás: [www.researchgate.net/publication/225076601\\_Estimation\\_of\\_dead\\_fuel\\_moisture\\_content\\_from\\_meteorological\\_data\\_in\\_Mediterranean\\_areas\\_Applications\\_in\\_fire\\_danger\\_assessment](http://www.researchgate.net/publication/225076601_Estimation_of_dead_fuel_moisture_content_from_meteorological_data_in_Mediterranean_areas_Applications_in_fire_danger_assessment) (A letöltés dátuma: 2018. 05. 03.) DOI: <https://doi.org/10.1071/WF06136>
- [39] WOTTON, M. (2009): *A grass moisture model for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*. Conference: 8th Fire and Forest Meteorology Symposium, At Kalispell. Forrás: [www.researchgate.net/publication/253644923\\_A\\_grass\\_moisture\\_model\\_for\\_the\\_Canadian\\_Forest\\_Fire\\_Danger\\_Rating\\_System](http://www.researchgate.net/publication/253644923_A_grass_moisture_model_for_the_Canadian_Forest_Fire_Danger_Rating_System) (A letöltés dátuma: 2013. 07. 31.)