

# TÁVÉRZÉKELÉSEN ALAPULÓ ERDŐÁLLAPOT MONITORING RENDSZER (TEMRE)

Molnár Tamás<sup>12</sup>, Dr. Koltay András<sup>3</sup>, Dr. Móricz Norbert<sup>4</sup>, Dr. Somogyi Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>tudományos segédmunkatárs, <sup>2</sup>tudományos főmunkatárs, <sup>3</sup>tudományos tanácsadó

NAIK Erdészeti Tudományos Intézet

## ABSZTRAKT

*Az erdők egészségi állapotának megfigyelése Magyarországon és egész Európában évtizedek óta zajlik. A terepen megfigyelhető károkról a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet a NÉBIH Erdészeti Igazgatósággal által eddig közösen üzemeltetett erdőállapot monitoring rendszereket kiegészítve 2018-ban egy, az erdőkben bekövetkező változások távérzékelésen alapuló monitoringot vezetett be. A kvázi valós idejű monitoring (TEMRE) eredményei a [klima.erti.hu/TEMRE.php](http://klima.erti.hu/TEMRE.php) címen érhetők el. E rendszer részét képezik olyan termőhelyi adatok is, amelyek segíthetnek az erdő állapotában megfigyelt változások okainak felderítésében.*

## ERDŐÁLLAPOT MONITORING TÁVÉRZÉKELÉSES MÓDSZEREKKEL

Az erdők egészségi állapotának megfigyelése Magyarországon és egész Európában évtizedek óta zajlik. A terepen megfigyelhető károkról a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet (Hirka et al., 2018) és a NÉBIH Erdészeti Igazgatóság (NÉBIH, 2018) különféle erdőállapot monitoring rendszerek segítségével közösen gyűjt adatokat, melyek alapján évről évre különféle publikációk, tematikus erdőkár-térképek és összesítések is készülnek. A rendszer legújabb eleme az erdőkben bekövetkező változások távérzékelésen alapuló nyomon követése.

A NAIK ERTI ettől az évtől kezdve folyamatosan üzemelteti a 2016-17-ben kifejlesztett Távérzékelésen alapuló Erdőállapot Monitoring Rendszer-t. (TEMRE). A rendszer részletes leírása és a monitoring-eredmények a [klima.erti.hu/TEMRE.php](http://klima.erti.hu/TEMRE.php) címen érhetők el (1. ábra).

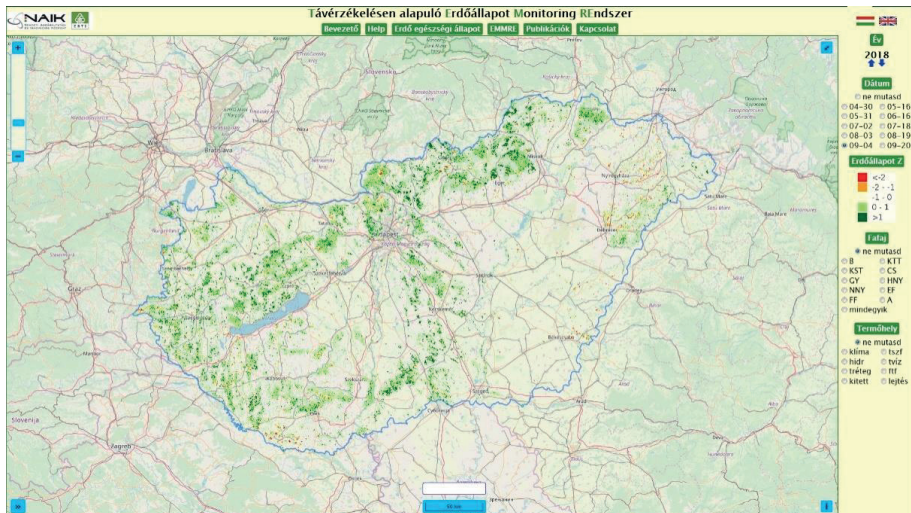
---

<sup>1</sup> NAIK ERTI Ökológiai és Erdőművelési Osztály, Budapest

<sup>2</sup> e-mail: [molnar.tamas@naik.iif.hu](mailto:molnar.tamas@naik.iif.hu)

<sup>3</sup> NAIK ERTI Erdővédelmi Osztály, Mátrafüred

<sup>4</sup> 3 NAIK ERTI Ökológiai és Erdőművelési Osztály, Sárovar



2. ábra: A TEMRE kezdőoldala, melyen a 2018 szeptemberi erdőegészségi állapot térkép mellett a honlapon kínált menüpontok is láthatók.

A monitoring rendszer alapját a NASA Terra műholdjának MODIS szenzora által készített, ingyenesen hozzáférhető, 250x250 m felbontású műholdképek alkotják. A hazai erdőterület legnagyobb részére kiterjedően az adatok begyűjtése, hibaszűrése és térképi megjelenítése automatikusan (az ún. R nyelven, ill. a Geoserver támogatását felhasználó php nyelven írt) számítógépes programok segítségével történik. Az így létrejött, a vegetációs időszak alatt 16 naponta folyamatosan frissített térképek (2. ábra) 241830 db pixelen belül mutatják az erdők aktuális fotoszintetikus aktivitásának mértékét. Egy pixel mérete 6,25 ha, ami kicsit nagyobb, mint egy átlagos erdőrészlet (Somogyi et al, 2018).

A fotoszintetikus aktivitás becslésére az azt jól jellemző ún. Normalizált Vegetációs Indexet (NDVI) használjuk. Az NDVI alkalmas a levélvesztés és - elszíneződés detektálására is. Az index-értékek abszolút értékei azonban időben nagy változatosságot mutatnak, ezért önmagukban nem tájékoztatnak az átlagos viszonyoktól („egészséges”, „jó állapotú” erdő) való eltérés mértékéről. Ennek az eltérésnek a jellemzésére, egy-egy időpontra az NDVI ún. standardizált változatát ( $Z_{NDVI}$ ) használjuk, melyet pixelenként az alábbiak szerint számítunk ki:

$$Z_{NDVI} = \frac{NDVI - \overline{NDVI}}{\sigma_{NDVI}}$$

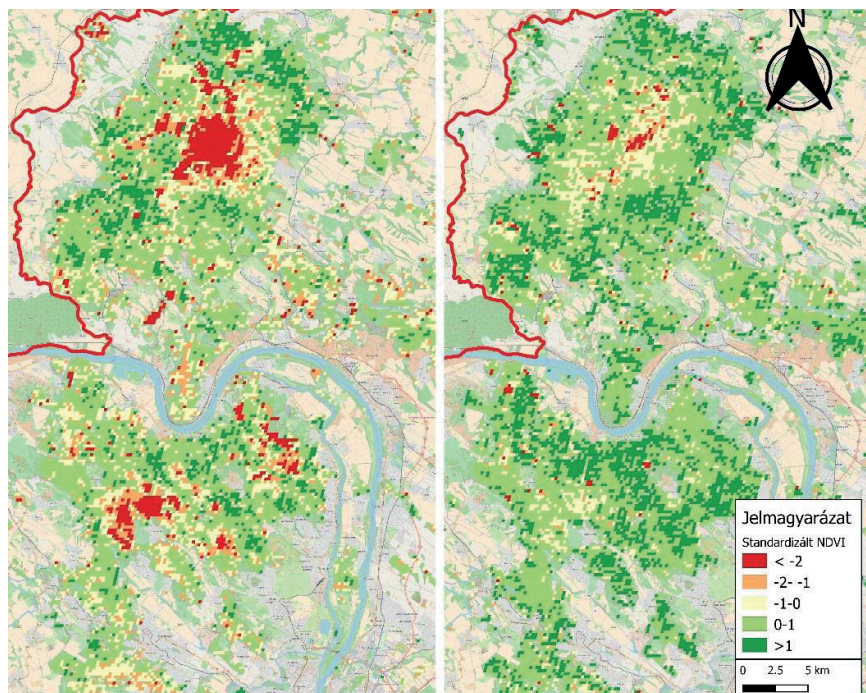
ahol

$NDVI$  = az év adott időszakában mért érték,

$NDVI$  = az adott időszaknak megfelelő (a pixelre számolt) sokéves (ebben az évben pl. a 2000-2017-es időszakra számolt) átlag, és

$\sigma_{NDVI}$  = az adott időszak szórása (2000-2017).

A  $Z_{NDVI}$  értékeket a monitoring eredményeit bemutató honlapon 2000-től kezdődően évente 10 térképen ábrázoljuk. Az index értéke átlagos esetben 0 körül mozog; ezt halványzöld vagy halványsárga szín mutatja. A negatív értékek az egészségi állapotban bekövetkezett (átmeneti vagy tartós) működésbeli romlást, esetleg károsodást jelezhetnek, de utalhatnak akár tarvágásra vagy tűzkárosodásra is; a pozitív értékek ugyanakkor rendszerint az átlagnál jobb növekedési feltételeket, ill. a regenerálódást jelzik. A  $Z_{NDVI}$  értékeket színskálán a negatív eltérések mértékét sárgától vörösig, a pozitív eltéréseket zöld színekkel jelöltük (1. ábra).



1. ábra: A Börzsöny 2015 (bal) és 2016 júliusában (jobb) a 2014-es jégkár után. A kár jelentőségét és mértékét, valamint hatásának és az erdők regenerálódásának időbeli alakulását jól nyomon lehet követni a jégkár után készült képeken.

## AZ ERDŐÁLLAPOT VÁLTOZÁSÁNAK ÉRTELMEZÉSE

A rendszer weblapján megjeleníthető térképeket folyamatosan értékeljük és elemezzük, így az erdők állapotában jelentkező változásokat nyomon tudjuk követni. A kiértékelések során elsősorban az 1000 hektárnál nagyobb, hosszabb ideig sárga-piros elszíneződést mutató, feltételezhetően károsodott területek színbeli és kiterjedésbeli változásait érdemes vizsgálni. A zöldből sárgába, vörösbe hajló színnek erdőkár esetén is számos oka lehet: egyrészt adódhat a lombfelület fizikai csökkenéséből (lombrágás, gombafertőzés, kései fagy, vihar stb.), másrészt fiziológiai elváltozásokból. Ez utóbbit kiválthatják kedvezőtlen abiotikus tényezők (vízhiány, hő stressz, tápanyaghiány stb.), vagy biotikus eredetű, betegséget előidéző organizmusok. Önmagukban az erdőállapot-térképek ezért nem alkalmasak sem arra, hogy erdőkárokat jelezzenek, sem arra, hogy meghatározzuk az erdőkárokat kiváltó konkrét okokat. Ehhez az érintett területekről kiegészítő információkat kell gyűjteni, esetenként terepi vizsgálatokat kell végezni.

A kiegészítő információk között fontos elemezni az erdészeti termőhelyi tényezők térbeli átfedését a már bekövetkezett, illetve az éppen bekövetkező erdőkárokkal, mivel az erdőtársulások elterjedésére, a fák növekedési sebességére és az erdők ellenálló képességére a mindenkori termőhelyi tényezők alapvető befolyást gyakorolnak. Ezek a tényezők az erdők egészségi állapotát egyidejűleg, de különböző mértékben befolyásolhatják. Az egyes tényezők hatását külön, ill. számszerűen meghatározni szinte lehetetlen, viszont e tényezők és az egészségi állapot közötti térbeli átfedés elemzése segíthet közelebb jutni az egészségi állapotban mutatkozó esetleges problémák okainak azonosításában. A legfontosabb termőhelyi tényezők a TEMRE-ben külön térképi rétegek formájában is megjeleníthetők; e rétegek melyek az alábbiak: erdészeti klímatípus, tengerszint feletti magasság, hidrológiai viszonyok, átlagos talajvíz mélység, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség, kitettség és lejtés meredekség; (l. az 1. ábrát).

Ezeket a termőhelyi adatokat a jelenlegi erdőtvény értelmében az Országos Erdőállomány Adattár tartalmazza a körzeti erdőtervek részeként, erdőrésztelenként; az adatbázist pedig a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága kezeli.

A honlapot jelenlegi formájában addig tervezzük fenntartani (kb. 5 évig), amíg a NASA TERRA műhold üzemelését tervezik. Addig megpróbálunk átállni korszerűbb, nagyobb felbontású és további információkat a Földre juttató távérzékelési termékek használatára.

## Irodalomjegyzék

- Hirka, A. (szerk.) 2018.A 2017. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2018-ban várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság. URL: <http://www.erti.hu/hu/publik%C3%A1ci%C3%B3k/publik%C3%A1ci%C3%B3s-h%C3%ADrek/731-progn%C3%B3zis-f%C3%BCzet-2018>.
- NÉBIH, 2018. Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer. <http://portal.nebih.gov.hu/-/orszagos-erdokar-nyilvantartasi-rendszer>
- Somogyi, Z., Koltay, A., Molnár, T., Móricz, N. (2018): Forest health monitoring system in Hungary based on MODIS products. Az elméletés a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX. Theory meets practice in GIS: Debreceni Egyetem, IX. Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás. Szerk. Molnár Vanda Éva. Debrecen, 2018. pp. 325-330. ISBN 978-963-318-723-4