

# KÜLÖNBÖZŐ ERDŐÁLLOMÁNYOK VÍZFELHASZNÁLÁSA AZ ALFÖLDÖN, ÉRTÉKELÉS PÁROLGÁSTÉRKÉPEK ALAPJÁN

Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter,  
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és  
Vízgazdálkodási Intézet

## KIVONAT

Magyarországra jelenleg a MODIS felszíni hőmérséklet adatokon alapuló CREMAP (Calibration-Free Evapotranspiration Mapping) a legmegbízhatóbb térben osztott párolgásbecslő modell, mellyel 1 km<sup>2</sup>-es térbeli felbontású párolgástérképek állnak rendelkezésre. Az egyes erdőrészek, erdőállományok vízforgalma közötti különbségek elemzésére nagyobb felbontású párolgástérképekre van szükség. Kidolgozásra került a CREMAP térkép 250\*250 m-es felbontásra való leskálázásának módszere, MODIS NDVI (Normalizált Vegetációs Index) adatok segítségével. A 2003-as év vegetációs időszakára leskálázott párolgás adatokat kiértékeltek az Alföld erdőterületein. Az erdőrészek kijelölése az Országos Erdőállomány Adattár alapján történt. A különböző erdőállományok hidrológiai szempontú összehasonlítása érdekében a korábban alkalmazott 101 db faállomány típus 15 db típusba (célállomány) lett összevonva. Az elemzésnél csak azokat a párolgáscellákat vettük figyelembe, amelyek teljes területe (250\*250 m = 6,25 ha) egy faállomány típusba tartozott.

**KULCSSZAVAK:** vízháztartás, párolgás, faállomány típusok, Alföld

## BEVEZETÉS

Az erdők vízháztartásának vizsgálatához segítséget nyújtanak az egyre szélesebb körben alkalmazott távérzékelési adatokon alapuló párolgásbecslő módszerek. Magyarországra jelenleg a MODIS felszíni hőmérséklet adatokon alapuló CREMAP (Calibration-Free Evapotranspiration Mapping, Szilágyi és Kovács, 2011) a legmegbízhatóbb térben osztott párolgásbecslő modell. A CREMAP párolgástérképek térbeli felbontása 1000\*1000 m (1 km<sup>2</sup>), így használatukkal csak korlátozott léptékű elemzések folytathatók, pl. az erdőt, mint egy felszínborítási kategória lehet összehasonlítani a többi kategóriával (mezőgazdasági területek, mesterséges felszínek, stb.). Nagyobb felbontású párolgástérképekkel lehetőség nyílna az egyes erdőrészek, erdőállományok vízforgalma közötti különbségek elemzésére. Származtatott adatokkal pontosabban lehetne becsülni a vízfelhasználás hatékonyságát, a biológiai produkciót, így a kutatás az erdőgazdálkodás számára gyakorlati hasznosíthatósággal is járna. Egy korábbi kutatás céljaként a CREMAP párolgástérképek leskalázási módszerének kidolgozását tűztük ki (Csáki et al., 2018). A leskalázás eredményeképpen kapott nagyobb felbontású párolgástérkép segítségével lehetőség nyílik az Alföld erdőterületein található különböző erdőállományok vízfelhasználásának elemzésére.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A leskalázás során egy adott pixel felbontását növeljük, abból kiindulva, hogy a létrejövő több pixel átlaga az eredeti nagyobb pixel értéke. A rendelkezésre álló CREMAP párolgástérképek (Szilágyi és Kovács, 2011) mellé, a szakirodalmak alapján (Allen et al., 2011; Hong et al., 2011,

Mahour et al., 2017) a MODIS NDVI (Normalizált Vegetációs Index) lett kiválasztva, mint változó, a regresszió meghatározásához. A leskálázás próbaidőszakának a 2003-as év vegetációs periódusát jelöltük ki (május-október). Hosszú távra értelemszerűen nem lehet vegetációs index alapján leskálázni, ugyanis az indexek évről-évre változnak (erdőállományoknál lehetnek kivágások vagy letermelés, mezőgazdaságban változtatják a vetett növényt az adott parcellán, stb.).

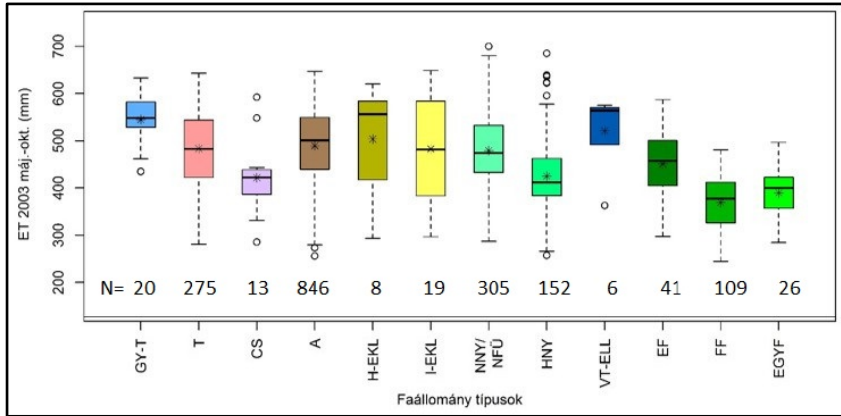
A MODIS NDVI adatok [1] előállítására a Google Earth Engine platformjával [2] készült 1 km<sup>2</sup>-es, valamint 250\*250 m-es felbontásban (6,25 ha) a vizsgált időszakra (2003 május-október). Ezután a CREMAP párolgásértékek és az 1 km<sup>2</sup>-es NDVI értékek közötti összefüggés meghatározása következett cellánként. A vizsgálatból kihagytuk a vizes és vizenyős területeket (szűrés), mivel ezek a magas párolgásértékek mellett alacsony NDVI értékekkel rendelkeznek (nagyobb vízfelület, kevés növényzet), így torzítanák a vizsgált kapcsolatot. A párolgás és az NDVI között a logaritmikus összefüggés volt a relatíve legszorosabb. A meghatározott logaritmikus regressziós egyenlettel végeztük el (Csáki et al., 2018) a párolgás számítását az adott időszakokra (250\*250 m-es felbontásra, az NDVI adatok felhasználásával). Annak érdekében, hogy a leskálázással létrejött 16 db kisebb pixel átlaga ne változzon az eredeti 1 km<sup>2</sup>-es pixelen belül (CREMAP), egy kvantálási folyamat (normalizálás) alkalmazása volt szükséges. A kvantálás után a térkép vizes és vizenyős területekkel való kiegészítése következett. Ezek esetében az eredeti pixelekből interpolációval (kubikus konvolúció) állítottuk elő a 16 db 250\*250 m-es pixelt.

Az erdőállomány típusok vízháztartásának számszerűsítéséhez az előállított raszteres párolgástérképet az Országos Erdőállomány Adattár (2012) vektoros állományával kellett metszeni. A különböző erdőállományok hidrológiai összehasonlítása érdekében a korábban alkalmazott 101 db faállomány típust 15 db típusba (célállomány) vontuk össze a 61/2017. XII. 21. FM rendelet („az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról”) alapján. (Az Alföld erdőterületein a 15 db célállomány típusból 12 db volt megtalálható az Adattár alapján.) Az egy típusba tartozó, egymás mellett

elhelyezkedő területeket összevontuk, majd egy, a párolgástérképre illeszkedő 250\*250 m-es rácshálóval metszettük. Az így létrejött vektoros állományt, ami alkalmas a területi szűrésre, feltöltöttük a hozzá tartozó párolgásértékekkel. Egy 250\*250 m-es párolgás pixelhez több faállomány típus is tartozhat. A statisztika során az ilyen „kevert pixelek” értéke beszámításra kerülne több kategóriába is, tompítva ezzel a faállomány típusok között jelentkező különbségeket. E probléma kiküszöbölésére a vizsgálat során újból területi szűréseket alkalmaztunk. Az elemzéseknél csak a teljes „tiszta pixeleket” vettük figyelembe, tehát csak azokat a cellákat, amelyek teljes területe (6,25 ha) egy faállomány típusba tartozott.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A leskálázott párolgástérképen az Alföld nagytáj erdőterületein a vizsgálathoz összesen 1820 db „tiszta pixel” állt rendelkezésre (tehát amelyek teljes, 6,25 hektáros területe egy faállomány típusba tartozott). Az eredmények az 1. ábrán láthatók.



**1. ábra:** Faállomány típusok párolgásának összehasonlítása (2003 május-október) az Alföld nagytáján.

GY-T: gyertyános-tölgyes, T: tölgyes, CS: cseres, A: akácos, H-EKL: hazai egyéb kemény lombos,

I-EKL: idegenhonos kemény lombos, NNY/NFÜ: nemes nyáras vagy nemes fűzes, HNY: hazai nyáras,

VT-ELL: víztűrő egyéb lágylomb, EF: erdefenyves, FF: feketefenyves, EGYF: egyéb fenyves.

(Doboz: az eredmények 50%-a. Alsó és felső bajusz: alsó kvartilis, felső kvartilis.

Csillag: átlag. Vastag vonal: medián. Karika: kiugró értékek.) N: elemszám.

Figure 1: Evapotranspiration of the different forest stand types (2003 May-October) in the Hungarian Great Plain.

A vizsgált időszakban (2003 május-október) a „Gyertyános-tölgyes” kategória átlagos párolgása volt a legmagasabb (545 mm). Ezt követték a „Víztűrő egyéb lágylomb” és a „Hazai egyéb kemény lombos” kategóriák (521 mm, illetve 503 mm). Meg kell említeni, hogy mind a három előzőleg említett kategória alacsony elemszámmal rendelkezik. A „Víztűrő egyéb lágylomb” kategória Alföldre eső 6 db pixelje valószínűleg folyamatosan jó vízellátottságú helyeken található. A legalacsonyabb átlagos párolgása a „Feketefenyves” faállomány típusnak (369 mm) volt. Alacsony átlagos

érték tartozott még az „Egyéb fenyves” (390 mm), a „Cseres” (422 mm) és a „Hazai nyáras” (425 mm) kategóriákhoz.

A leskálázott adatok nyilvánvalóan több bizonytalansággal terheltek, mint az eredeti értékek (Hong et al., 2011). A kutatásban alkalmazott módszer bizonytalanságai a következő forrásokból erednek. Először is, az eredeti párolgástérképek (CREMAP) 1 km<sup>2</sup>-es felbontása miatt elmosódik a pixelen belüli területek **különbözősége**, tehát az eredeti párolgásérték **egy térbeli átlagnak tekinthető** (Kovács, 2011). Továbbá, a felhasznált műholdas adatok – a CREMAP-hoz MODIS felszíni hőmérséklet adatokat használtak fel, a leskálázáshoz pedig MODIS NDVI értékeket használtunk – szintén terheltek bizonytalanságokkal (Miura et al., 2000; Sun et al., 2004). A párolgás-NDVI kapcsolat regressziós egyenletének alkalmazásából is erednek bizonytalanságok. A különböző faállomány típusok térbeli elkülönítéséhez használt Országos Erdőállomány Adattár esetében elmondható, hogy az adatbázisban szereplő adatok nem minden esetben fedik a valóságot (Bárdos, 2016). Vizekre és vizenyős területekre a módszer nem használható, az ezekre a helyekre jellemző nagyon alacsony NDVI értékek miatt.

A leskálázáshoz használt NDVI helyett **valószínűleg** szorosabb kapcsolatot adna a párolgással a LAI (levélfelületi index), ám ez a paraméter jelenleg csak 500\*500 m-es felbontásban érhető el. A faállomány típusok vízháztartásának összehasonlításához a párolgás helyett jobb lenne a párolgás csapadékhoz viszonyított arányát vizsgálni. Ám, mivel a rendelkezésre álló csapadéktérképek alacsony térbeli felbontásúak, az interpolálásuk a 250\*250 m-es felbontásra csak még jobban növelné a bizonytalanságot.

A bizonytalanságok figyelembe vételével a módszer használható kiindulási alapként térben osztott párolgásadatok leskálázására. A leskálázott adatokkal egyes **erdőállományok** egymáshoz viszonyított párolgása összehasonlítható. A jövőben elérhetővé válhatnak **megbízhatóbb és/vagy nagyobb térbeli felbontású távérzékelési adatok**, amelyekkel a módszer tovább **fejleszthető**.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 („Termeljünk együtt a természettel - az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség”) projekt támogatta.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Howell, T. A., Jensen, M. E., 2011: Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. *Agricultural Water Management*, 98(6), 899-920.
- Bárdos, Zs., 2016: Az erdők vízháztartásra gyakorolt hatásának értékelése párolgástérképek segítségével a Kiskunságban. Diplomamunka. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar. Sopron.
- Csáki, P., Király, G., Czimber, K., Kalicz, P., Gribovszki, Z., 2018: Downscaling of the CREMAP actual evapotranspiration map for forest management applications. *GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 20 Paper: EGU2018-13532*
- Hong, S. H., Hendrickx, J. M., Borchers, B., 2011: Down-scaling of SEBAL derived evapotranspiration maps from MODIS (250 m) to Landsat (30 m) scales. *International Journal of Remote Sensing*, 32(21), 6457-6477.
- Kovács, Á., 2011: Tó- és területi párolgás becslésének pontosítása és magyarországi alkalmazásai. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Budapest.
- Mahour, M., Tolpekin, V., Stein, A., Sharifi, A., 2017: A comparison of two downscaling procedures to increase the spatial resolution of

mapping actual evapotran-spiration. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 126, 56-67.

Miura, T., Huete, A. R., Yoshioka, H., 2000: Evaluation of sensor calibration uncertain-ties on vegetation indices for MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 38(3), 1399-1409.

Sun, L., Chen, L. F., Liu, Q., Liu, Q. H., Song, A. B., 2004: Analysis on uncertainty in the MODIS retrieved land surface temperature using field measurements and high resolu-tion images. In IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Vol. 3, pp. 2083-2086).

Szilágyi, J., Kovács, Á., 2011: A calibration-free evapotranspiration mapping technique for spatially-distributed regional-scale hydrologic modeling. J. Hydrol. Hydromech., 59, 2011, 2, 118–130.

[1] MODIS NDVI adatlap: <https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod13.php>

[2] Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com/platform/>