



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI 2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR



Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes

Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czimber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül.....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czimber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyón-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése.....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben.....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárasi típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok.....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen	354

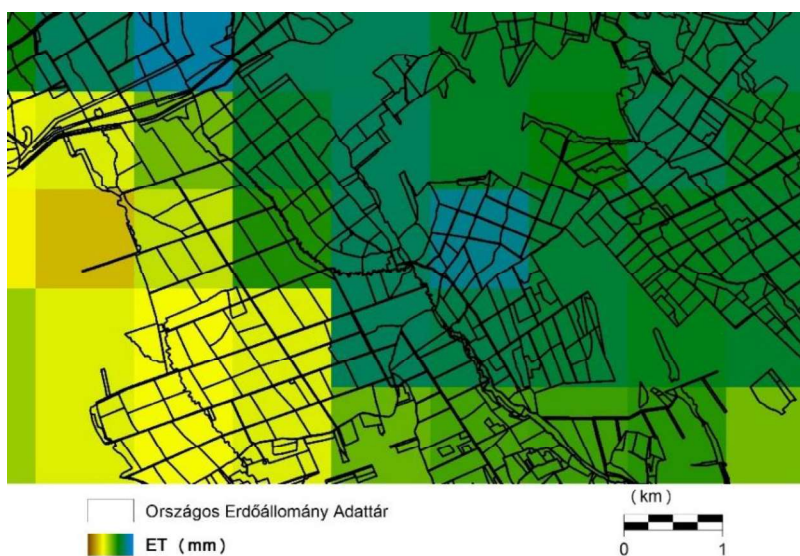
ERDŐÁLLOMÁNYOK VÍZHÁZTARTÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ ALFÖLDÖN, LESKÁLÁZOTT PÁROLGÁSTÉRKÉPEK SEGÍTSÉGÉVEL

CSÁKI PÉTER, CZIMBER KORNÉL, KIRÁLY GÉZA, KALICZ PÉTER, ZAGYVAINÉ KISS KATALIN
ANITA, GRIBOVSZKI ZOLTÁN
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
csaki.peter@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az egyre szélesebb körben alkalmazott távérzékelési adatokon alapuló párolgásbecslő módszerek segítséget nyújtanak az erdők vízháztartásának vizsgálatában. Hazánk tekintetében jelenleg a legmegbízhatóbb térben osztott párolgásbecslő modell a CREMAP (Calibration-Free Evapotranspiration Mapping, SZILÁGYI – KOVÁCS 2011), mely MODIS felszíni hőmérséklet adatokon alapul.

A CREMAP modellel készült párolgástérképek térbeli felbontása 1000 m * 1000 m (1 km²). Így használatukkal csak korlátozott léptékű elemzések folytathatók, pl. az erdőt, mint egy felszínborítási kategória lehet összehasonlítani a többi kategóriával (mezőgazdasági területek, mesterséges felszínek, stb., CSÁKI *et al.* 2017). Az Országos Erdőállomány Adattár (2012) vektoros adatbázisa alapján a hazai erdőgazdálkodásban használt erdőrészek jóval kisebbek (átlagosan 5-6 ha) a CREMAP párolgástérkép 1 km²-es pixeleinél (1. ábra).



1. ábra: Az Országos Erdőállomány Adattár vektoros adatbázis és az 1 km² felbontású raszteres párolgástérkép (ET) metszete

Nagyobb felbontású párolgástérképekkel lehetőség nyílik az egyes erdőrészek, erdőállományok vízforgalma közötti különbségek elemzésére. Ezért egy korábbi kutatás során a CREMAP párolgástérképek leskalázási módszerének kidolgozását tűztük ki célul (CSÁKI *et al.* 2019a,b). Jelen tanulmányban a leskalázás eredményeképpen kapott nagyobb felbontású párolgástérképek segítségével elemezzük az Alföld erdőterületein található különböző erdőállományok vízfelhasználását, egy szárazabb és egy nedvesebb év példáján.

Vizsgálati anyag és módszer

A leskálázás során a CREMAP párolgástérképek (SZILÁGYI – KOVÁCS 2011) pixeleinek 1 km²-es felbontását növeltük, abból kiindulva, hogy a létrejövő több pixel átlaga az eredeti nagyobb pixel értéke. A párolgástérképek mellé, a szakirodalmak alapján (ALLEN *et al.* 2011, HONG *et al.* 2011, MAHOUR *et al.* 2017) a MODIS NDVI-t (Normalizált Vegetációs Index) használtuk, mint változó, a regresszió meghatározásához. A leskálázást a 2003-as és a 2005-ös évek vegetációs periódusára (május-október) végeztük el (CSÁKI *et al.* 2019a,b). Előbbi egy szárazabb (magasabb átlaghőmérséklet, kevesebb csapadék), míg utóbbi egy nedvesebb (alacsonyabb átlaghőmérséklet, több csapadék) időszak volt.

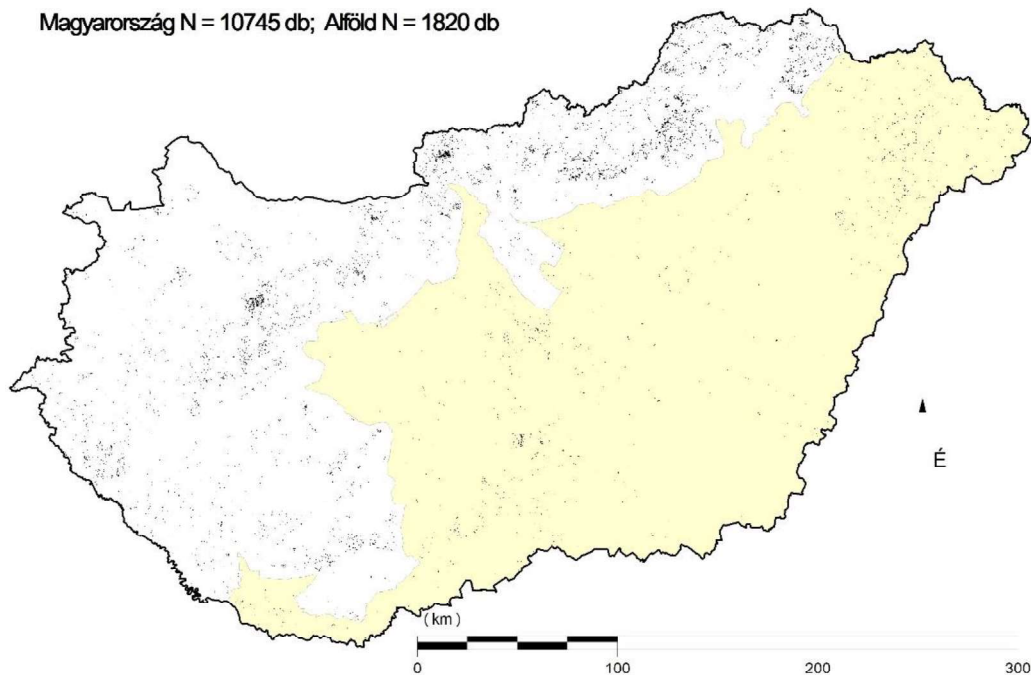
Az erdőállomány típusok vízháztartásának számszerűsítéséhez az előállított raszteres párolgástérképeket az Országos Erdőállomány Adattár (2012) vektoros állományával metsztük. A különböző erdőállományok hidrológiai összehasonlítása érdekében a korábban alkalmazott 101 db faállomány típust 15 db típusba (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. Ezek a következők: bükkös, gyertyános-tölgyes; tölgyes; cseres; molyhos tölgyes; akácos; hazai egyéb kemény lombos; idegenhonos kemény lombos; nemes nyáras vagy nemes fűzes; hazai nyáras; víztűrő egyéb lágylomb; hazai egyéb lágylomb; erdei fenyves; feketefenyves; egyéb fenyves. Az egy típusba tartozó, egymás mellett elhelyezkedő területeket összevontuk, majd egy, a párolgástérképre illeszkedő 250 m * 250 m-es rácshálóval metsztük. Az így létrejött vektoros állományt, ami alkalmas a területi szűrésre, feltöltöttük a hozzá tartozó párolgásértékekkel. Egy párolgás pixelhez több faállomány típus is tartozhat. A statisztika során az ilyen „kevert pixelek” értéke beszámításra kerülne több kategóriába is, tom-pítva ezzel a faállomány típusok között jelentkező különbségeket. E probléma kiküszöbölésére területi szűréseket alkalmaztunk. Az elemzéseknél csak a teljes „homogén pixeleket” vettük figyelembe, tehát csak azokat a cellákat, amelyek teljes területe (6,25 ha) egy faállomány típusba tartozott.

Vizsgálati eredmények

A leskálázott párolgástérképen az Alföld nagytáj erdőterületein a vizsgálathoz összesen 1820 db „homogén pixel” állt rendelkezésre (tehát amelyek teljes, 6,25 hektáros területe egy faállomány típusba tartozott; 2. ábra).

Az eredmények a 3. ábrán láthatók. Az Alföld erdőterületein a 15 db célállomány típusból 12 db volt megtalálható az Adattár alapján.

A melegebb és szárazabb időszakban (2003. május-október) nagyobbak voltak az egyes faállomány típusok párolgás értékei között jelentkező, valamint az egyes kategóriákon belüli (szóródás, szórás, variációs együttható) különbségek is. Mindkét vizsgált évben a „Gyertyános-tölgyes” kategória átlagos párolgása volt a legmagasabb (545 és 527 mm). Ezt követték a „Víztűrő egyéb lágylomb” és a „Hazai egyéb kemény lombos” kategóriák (2003-ban az előbbi, 2005-ben pedig az utóbbihoz tartozott magasabb átlag). Meg kell említeni, hogy mind a három előzőleg említett kategória alacsony pixelszámmal rendelkezik. A legalacsonyabb átlagos párolgása az első időszakban a „Feketefenyves” faállomány típusnak (369 mm), míg a második időszakban az „Egyéb fenyves” kategóriának (404 mm) volt. Alacsony átlagos érték tartozott még a „Cseres” és a „Hazai nyáras” kategóriákhoz.

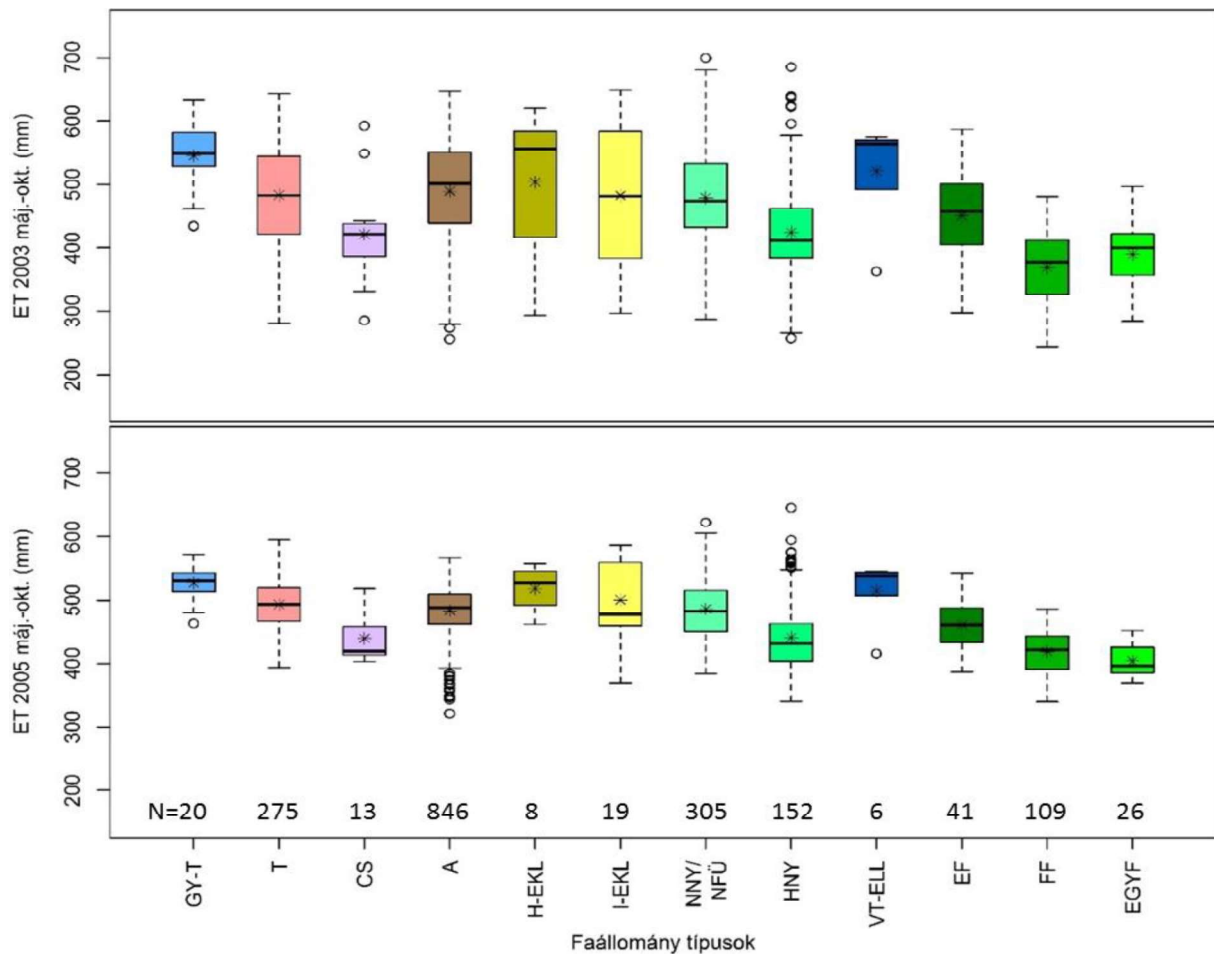


8. ábra: A „homogén” erdőállomány pixelek Magyarországon és az Alföld erdészeti nagytájon (sárgával jelölve).

A melegebb és szárazabb 2003-as év vegetációs időszakában a „Gyertyános-tölgyes” kategória átlagos párolgása magasabb volt, mint a 2005-ösben. A „Feketefenyves” faállomány típus esetében jelentkezett a legnagyobb különbség a két időszak között: az átlagos párolgása 50 mm-rel volt magasabb a hűvösebb és csapadékosabb 2005-ös évben. A „Tölgyes”, „Cseres”, „Hazai egyéb kemény lombos”, „Idegenhonos kemény lombos”, „Hazai nyáras”, „Erdeifenyves” és „Egyéb fenyves” kategóriáknál is a 2005-ös évben volt magasabb az átlagos érték. A „Nemes nyáras vagy nemes fűzes” és a „Víztűrő egyéb lágylomb” kategóriák értékei hasonlóan alakultak mindkét vizsgált időszakban. Az utóbb említett kategória Alföldre eső 6 db pixelje valószínűleg folyamatosan jó vízellátottságú helyeken található. Az „Akác” faállomány típus eredményei nem mutattak nagy különbséget a szárazabb és a nedvesebb évek között az Alföld esetében.

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

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 km²-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 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.



9. ábra: Faállomány típusok párolgásának összehasonlítása (2003. május-október és 2005. május-október) az Alföld nagytájon.

B: bükkös, GY-T: gyertyános-tölgyes, T: tölgyes, CS: cseres, MOT: molyhos tölgyes, A: akácos, H-EKL: hazai egyéb kemény lombos, I-EKL: idegenhonos kemény lombos, NNY/NFÜ: nemes nyáras v. nemes fűzes, HNY: hazai nyáras, VT-ELL: víztűrő egyéb lágylomb, H-ELL: hazai egyéb lágylomb, EF: erdeifenyves, FF: feketefenyves, EGYF: egyéb fenyves. (Doboz: az eredmények 50%-a. Alsó és felső ba-jusz: alsó kvartilis, felső kvartilis. Csillag: átlag. Vastag vonal: medián. Karika: kiugró értékek.)

A leskálázáshoz használt NDVI helyett valószínűleg szorosabb kapcsolatot adna a párolgással a LAI (levélfelületi index), ám ez a paraméter jelenleg csak 500 m * 500 m-es felbontásban érhető el (URLI). 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 m * 250 m-es felbontásra csak még jobban növelné a bizonytalanságot.-A bizonytalanságok figyelembevételével a módszer használható kiindulási alapként térben osztott párolgásadatok leskálázására. Jelen tanulmányban azt mutattuk be az Alföld erdőterületeinek példáján, hogy a leskálázás eredményeképpen kapott nagyobb felbontású párolgástérképek segítségével miként elemezhető különböző erdőállományok vízfelhasználása.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 („Termeljünk együtt a természettel - az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség”) projekt és az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-III kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta.

Irodalomjegyzék

- 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. – PEIXOTO NETO, A. M. L. – ZAKOTA, T. Z. – CZIMBER, K. – KALICZ, P. – GRIBOVSZKI, Z. (2017): Különböző felszínborítású területek vízháztartása 2000–2008 között, különös tekintettel az erdőkre. In: BIDLÓ, A. – FACSKÓ, F. (eds.) 2017. Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, Magyarország. 5 p.
- CSÁKI, P. – CZIMBER, K. – KIRÁLY, G. – KALICZ, P. – ZAGYVAI-KISS, K. A. – GRIBOVSZKI, Z. (2019a): NDVI-based Downscaling of the CREMAP Actual Evapotranspiration Maps. *Regional and Business Studies*, 11(1), 39-45.
- CSÁKI, P. – CZIMBER, K. – KIRÁLY, G. – KALICZ, P. – ZAGYVAINÉ KISS, K. A. – GRIBOVSZKI, Z. (2019b): A CREMAP párolgástérkép leskálázása erdőállományok vízháztartásának vizsgálatához. In: Király, G. – Facskó, F. (eds.) 2019. Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VII. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, Magyarország. 6 p.
- 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 evapotranspiration. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 126, 56-67.
- MIURA, T. – HUETE, A. R. – YOSHIOKA, H. (2000): Evaluation of sensor calibration uncertainties 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 resolution 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.

URL1: MODIS levélfelületi index (LAI) adatlap:

<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod15.php>. Hivatkozás dátuma: 2020. március 31.