

Nyugat-magyarországi Egyetem

Doktori értekezés tézisei

**Környezeti tényezők hatása erdei fák
fiziológiai állapotára**

Eredics Attila

Sopron
2015

Nyugat-magyarországi Egyetem
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
Biokörnyezettudomány Program

Témavezetők:

Dr. Németh Zsolt István
Dr. Gálos Borbála

AMDG

Bevezetés

Disszertációmban kidolgoztam és teszteltem egy olyan új eljárást, amely a fák lombzatának reflexiós spektrumai alapján képes a különböző fiziológiai állapotok (elsősorban a szárazságstressz) jellemzésére. Ennek érdekében kidolgoztam az állapotfüggő korreláció koncepció (Németh *et al.* 2009) spektrometriai mérésekre történő kiterjesztését. Az állapotfüggő regressziók megváltozása ugyanis a növény fiziológiai szabályozásának módosulását jelzi, ami ezért alkalmazható a stressz kimutatására.

A növények adaptációs- és stressztűrő képességének vizsgálata kiemelt fontosságú mind a mezőgazdasági termelés, mind pedig az erdőgazdálkodás szempontjából. Ehhez azonban érzékeny, de egyszerűen alkalmazható módszerek szükségesek. A roncsolásmentes spektrometriai vizsgálatok magukban rejtik ezeket a lehetőségeket, de a széleskörűen alkalmazott Vegetációs Indexeknek (VI) vannak bizonyos korlátaik, ezért szükség volt egy új megközelítés kidolgozására.

A kutatás főbb lépései

- Megterveztem a Magas-bérci Mesterséges Aszály (MAD) kísérleti terület infrastruktúráját.
- Megterveztem, megépítettem és kihelyeztem a kísérleti területre a környezeti tényezőket regisztráló mérőhálózatot és szenzorokat (Eredics 2013).
- A fák egy részénél kontrollált talajnedvesség csökkenést idéztünk elő (a takarórendszer megépítésében Dr. Rasztovits Ervin és Dr. Móricz Norbert nyújtott segítséget).
- A fák lombkoronájából rendszeresen levélmintákat gyűjtöttem (melynél Dr. Rasztovits Ervin és Dr. Móricz Norbert segédkezett) melyek reflexiós spektrumának

felvételében Dr. Rákosa Rita és Badáczy Dorottya segített.

- Kidolgoztam az állapotfüggő korreláció koncepció kiterjesztését a reflexiós spektrumok vizsgálatára és a stressz meghatározására (Eredics *et al.* 2014, 2015).
- Kifejlesztettem és megírtam az adatfeldolgozó és elemző algoritmusokat.
- Teszteltem és értékeltem az eljárást az aszály szimulációs kísérlet adatain (Eredics *et al.* 2015).

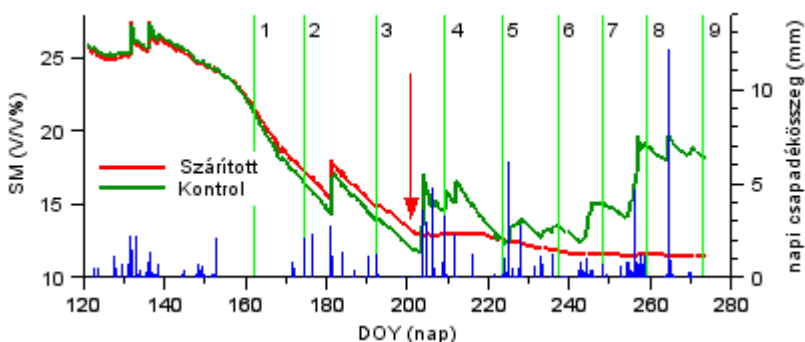


1. ábra. Moduláris takarórendszer a szárazság szimulálásához a MAD kísérleti területen.

A kidolgozott eljárás tesztelése

Az eljárás alkalmazhatóságát kifejlett kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és bükk (*Fagus sylvatica*) faegyedeken teszteltem, részben kontrollált körülmények között. A mintafák a Soproni-hegységben kiépített aszály

szimulációs kísérleti területen (MAD) található, ahol egy tetőrendszer (lásd 1. ábra) segítségével a faegyedek egy részénél lehetséges volt a csapadék mesterséges kizárása, így fokozatosan súlyosbodó vízhiányt lehetett előidézni (lásd 2. ábra). Bár a szimuláció idejének relatíve rövid időtartama miatt (kb. 2,5 hónap) az előidézett mesterséges „aszály” egyáltalán nem volt súlyosnak mondható, de a szárított és kontroll egyedek között így is jelentős szisztematikus eltéréseket lehetett kimutatni a talajnedvesség változásával összhangban, az elméleti várakozásoknak megfelelően.



2. ábra. A talajnedvesség időbeli változása a szárított és a kontroll területen 2014. május 1. – szeptember 30. (DOY 121-273). SM (V/V%) a teljes talajnedvesség: 5 különböző mélységben mért talajnedvesség érték rétegvastagsággal súlyozott átlaga. A mintavételi időpontokat számozott zöld vonalak jelzik, a napi csapadékösszegeket pedig kék oszlopok. A takarórendszer kiépítésének időpontját piros nyíl jelzi.

Rendszeres levélmintavétel segítségével elemeztem a lombzat reflexiós spektrumait, a környezeti tényezőket pedig egy részben saját fejlesztésű és építésű mérőhálózattal monitoroztam.

Kidolgoztam egy eljárást a jól használható állapotfüggő korrelációt mutató hullámhosszpárok automatikus kiválasztására és szűrésére, mellyel végeredményben becsülni lehet a talajnedvesség csökkenés növényre kifejtett hatását. Az eljárást számítógépes algoritmusok segítségével realizáltam, és a mérési adatsorokon teszteltem.

Új eredmények

1. tézis

Az állapotfüggő korreláció koncepció alkalmazható a növényi lombzat reflexiós spektrumainak meghatározott hullámhosszpárokon mért intenzitás értékeire.

Ha a mért abszorbanciák eloszlása azonos típusú, akkor az állapotfüggő korreláció általános egyenlete a mért abszorbanciákkal kifejezve:

$$A_{\lambda_1} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} A_{\lambda_2} + \frac{\sigma_2 \cdot \mu_1 - \sigma_1 \cdot \mu_2}{\sigma_2}$$

ahol μ a várható értéke és σ a szórása a λ hullámhosszon mért A_λ abszorbancia értékeknek. Ez az egyenlet a mért abszorbancia értékekre illesztett lineáris regresszióval közelíthető:

$$A_{\lambda_1} = m \cdot A_{\lambda_2} + b$$

ahol m a regressziós egyenes meredeksége, b pedig a tengelymetszete.

2. tézis

Azokban a szabályozási folyamatokban, melyekben a növény fiziológiai állapota elsősorban nem a pillanatnyi körülményekhez, hanem a megelőző időszak

kumulált hatásához igazodik, a *befolyásolási időállandónak* a nagysága az állapotfüggő regressziók paraméterei és a környezeti tényezők idősorából számolt karakterisztikus (jellemző) értékek korrelációjának szélsőértéke alapján becsülhető:

$$t_{bef} = \arg \max_{t \in [t_{min}, t_{max}]} |R_{K(t), m}|$$

ahol R a Pearson féle korrelációs koefficiens:

$$R_{K_v(t), m} = \frac{cov(K_v(t), m)}{S_{K_v(t)} \cdot S_m}$$

t_{bef} a becsült *befolyásolási időállandó*, $K_v(t)$ a v környezeti tényezőnek a mintavételeket megelőző t időszakok alatti karakterisztikus értéke (pl. átlag vagy átlagos változás), melyet a $t = [t_{min}, t_{max}]$ időtartományban vizsgálunk ($0 \leq t_{min} < t_{max}$), m az állapotfüggő regressziók paraméterei, s pedig a tapasztalati szórás.

3. tézis

Az állapotfüggő regressziók meredekségét az azt befolyásoló környezeti tényező függvényében vizsgálva meghatározhatjuk a növény szabályozási rendszerének adott tényező iránti *érzékenységet*, ami azt fejezi ki, hogy az állapotfüggő regressziós paraméter milyen mértékben változik a környezet módosulásának hatására. Lineáris összefüggést feltételezve:

$$S_v = \frac{\Delta K_v}{\Delta m}$$

ahol S_v az állapotfüggő regresszió m paraméterének adott v környezeti körülményre vonatkozó *érzékenysége*, K_v a

környezeti tényező értéke. S_v értékét a több mintavételből származtatott m állapotfüggő regressziós paraméterek és a mintavételekhez tartozó K_v környezeti tényező karakterisztikus értékeire illesztett regressziós egyenessel közelíthetjük:

$$K_v = S_v \cdot m + c$$

ahol K_v a vizsgált v környezeti tényező karakterisztikus értékei, S_v a környezeti tényezőre vonatkozó *érzékenység*, m az állapotfüggő regressziók paraméterei, c regressziós paraméter, amely a többi környezeti tényező hatását egyesíti magában.

4. tézis

Az *érzékenység* időbeli megváltozása a rendszer fiziológiai szabályozási funkciójának módosulását jelzi. Mivel ez az adaptáció egy környezeti stressztényező zavaró hatásának kiegyenlítésére jön létre, ezért az *érzékenység* változása felhasználható a stressztényező hatásának nyomon követésére.

Ahhoz, hogy egy adott környezeti tényező iránti *érzékenységet* valamely stressztényező indikátorának lehessen tekinteni, az alábbi feltételnek kell teljesülnie:

$$\text{ha } K_{stressz} \text{ erősödik} \rightarrow |S_v| \text{ nő}$$

ahol S_v az adott v környezeti tényező *érzékenysége*, $K_{stressz}$ pedig a stressztényező.

5. tézis

Kocsánytalan tölgy és bükk lombzat reflexiós spektrumainak bizonyos hullámhosszpárjai erős állapotfüggő korrelációs kapcsolatot mutatnak, melyet a környezeti körülmények változása befolyásol. Ilyen befolyásoló körülmény a léghőmérséklet és a légköri

telítési hiány, amit jellemezni lehet a megelőző időszak (befolyásolási idő) karakterisztikus értékeivel, az átlaggal vagy a változás nagyságával.

Ez az eredmény egyben az 1-3. tézis kísérleti bizonyítéka is.

6. tézis

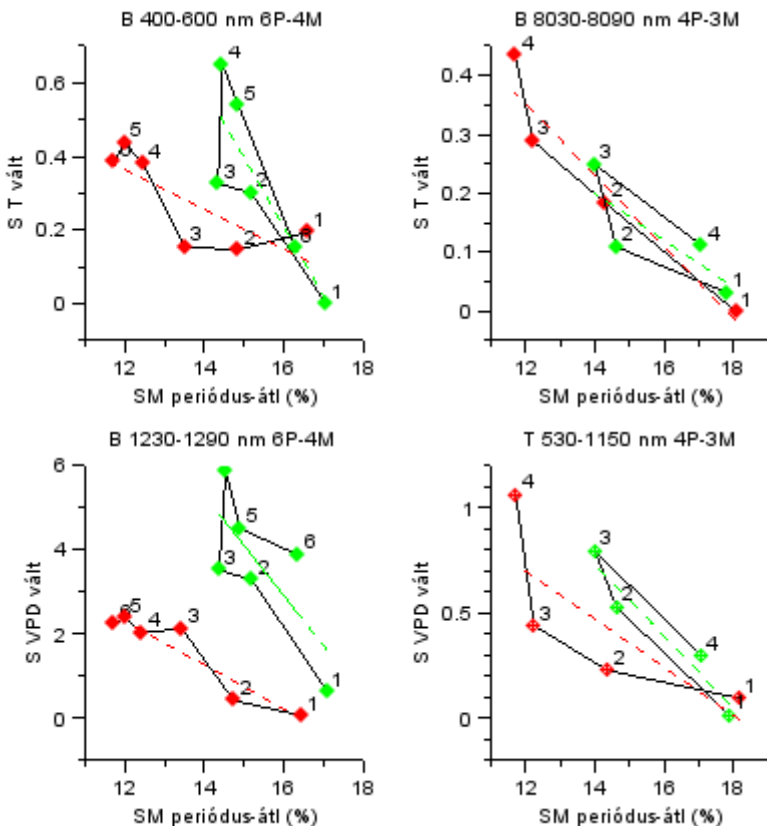
Kocsánytalan tölgy és bükk esetében a talajnedvesség változása a spektrumból számított állapotfüggő regressziók érzékenységének megváltozását eredményezi, ami ezért a szárazságstressz indikátorának tekinthető.

Ez az eredmény egyben az 4. tézis kísérleti bizonyítéka is. Néhány példát a talajnedvesség csökkenés következtében kialakuló érzékenység növekedésre a 3. ábra szemléltet.

A Magas-bérci Mesterséges Aszály kísérleti területen végzett manipulációs kísérlet eredményei alapján kocsánytalan tölgy és bükk esetében a 1. táblázatban összefoglalt hullámhosszpárok érzékenyek a szárazságstresszre.

1. táblázat. Szárazságstresszre érzékeny hullámhosszpárok (nm). Sávszélesség 10 nm.

Kocsánytalan tölgy	Bükk	
300-600	310-690	3650-3700
400-600	400-600	4130-5170
530-710	420-700	4140-4570
530-1150	530-980	4690-4840
720-1140	1230-1290	6930-7420
2970-3020	2800-3710	7430-7660
8980-9040	2860-3960	7870-7920
9570-9620	3420-6830	8030-8090
10740-10860	3430-3510	8390-8440



3. ábra. Néhány példa olyan hullámhosszpárok állapotfüggő regresszióinak érzékenységváltozására, melyeknél az érzékenység (S) megnőtt a talajnedvesség ($SM_{\text{periódus-átlag}}$) csökkenésének hatására, a 4. tézisnek megfelelően. T – tölgyek; B – bükkök; $S_{T\text{vált}}$ – hőmérsékletváltozási érzékenység, $S_{VPD\text{vált}}$ – légköri telítési hiány változási érzékenység; **Piros** – szárított fák; **Zöld** – kontroll fák. A 9 mintavételt egymást részben átfedő periódusokba soroltam, a számok ezeket a periódusokat jelölik. P - periódusok száma; M – minták száma periódusonként.

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a növényi lombzat meghatározott hullámhosszakon mért reflexiós intenzitás értékeinek állapotfüggő korreláció koncepció alapú elemzése a szárazságstressz indikátoraként alkalmazható. A dolgozatban közölt mérési eredmények összhangban vannak az elmélet várakozásaival, ezáltal igazolva annak helyességét.

Az eredmények értékelése

Az állapotfüggő regressziók m paraméterének változása és az egyes környezeti tényezők karakterisztikus értékeinek idősora alapján becsült *befolyásolási időállandók* egy kb. 2-3 napos, és egy valamivel hosszabb, 5-7 napos *befolyásolási időállandó* létezését valószínűsítik. Ez nem zárja ki természetesen a rövidebb, vagy éppen köztes hosszúságú *időállandók* létezését. Habár az adatsor a 2 napnál rövidebb időállandók becslését nem tette lehetővé, ezek az eredmények egybevágnak a korábbi kutatások tapasztalataival: számos különböző biotikus és abiotikus tényezőt vizsgálva az adaptációs időállandókat általában 1-2 nap, maximum 1 hét időtartamban határozták meg (pl. Lichtenthaler 1996).

Az kidolgozott eljárás szakít a növényi lombzaton végzett reflexiós mérések azon széleskörűen elterjedt módszerével, amely átlag-, vagy átlagolt mintákkal dolgozik. Az állapotfüggő korrelációk ugyanis éppen a növény egyes levelei közötti kis eltérések alapján számíthatók, amit a legtöbb kutatásban eddig „zajnak”, vagy zavaró variabilitásnak tekintettek.

A dolgozat újszerű abban a tekintetben is, hogy a reflexiós spektrumból az információ kinyerésére nem az elterjedten használt Vegetációs Indexeket alkalmazza, hanem az állapotfüggő korreláció koncepción alapul. Ez pedig az anyagcsere szabályozási *rendszer állapotát* becsüli

(Németh *et al.* 2009), nem pusztán a levelek víz-, vagy egyéb *anyagtartalmát*, mint számos Vegetációs Index. A módszer tehát annak ellenére, hogy nem azonosítja egyértelműen a kiválasztott hullámhosszakon a mért abszorbanciát kialakító anyagokat (vagy tulajdonságokat), mégis egyértelmű fiziológiai törvényszerűségeken alapul.

Számos különböző Vegetációs Indexel összevetve, az állapotfüggő korrelációk vizsgálata egy érzékenyebb módszer, amivel már a kisebb mértékű stresszhatást (eustressz) is ki lehet mutatni.

Az állapotfüggő korreláció koncepció alapján történt már néhány korábbi vizsgálat reflexiós spektrumok felhasználásával (Kocsis 2010, Németh *et al.* 2011, Németh – Rákosa 2013, Rákosa – Németh 2014), de a dolgozatban több korábban alkalmazott módszert is sikerült továbbfejleszteni, és ezek hátrányait kiküszöbölni. Ilyen előrelépés a hullámhosszpárok korrelációs mátrix alapján történő automatikus kiválasztása, ami a korábbi vizsgálatoknál jelenlévő szubjektív hatást nagymértékben csökkenti. A másik fejlesztés pedig a reflexiós spektrumok előfeldolgozásában korábban alkalmazott Kompenzációs Abszorpciós Indexek (KAI) helyett az SNV (Standard Normal Variate) korrekció alkalmazása, ami sokkal kevésbé torzítja a spektrumok korrelációit.

A dolgozat egyedi az alkalmazott kísérleti elrendezésben is: konténeres csemétéken, üvegházakban, kertészetekben és szántóföldön már számos kísérlet eredménye ismert, de *kifejlett fákon* világviszonylatban is kevés *manipulációs kísérletet* hajtottak végre a szárazság hatásainak tanulmányozására (pl. Nepstad *et al.* 2002, Lamersdorf *et al.* 1998, da Costa *et al.* 2010).

A dolgozat legfőbb eredménye a módszertani fejlesztés: az állapotfüggő korreláció koncepció kiterjesztése és definiálása a növényi stressz vizsgálatára. A felállított

elméleti összefüggéseket a kísérleti eredmények alátámasztják.

A bemutatott eljárás univerzális abban a tekintetben, hogy alkalmazható különböző növényfajok esetén is, a növények szabályozási rendszereinek (pl. fotoszintézis) hasonló jellege miatt, és nem csak a szárazságstressz, hanem más biotikus vagy abiotikus stresszorok hatásának mérésére is.

Az alkalmazott hullámhosszak azonban fajonként és stressztípusonként már eltérőek lehetnek, így a dolgozatban közölt hullámhosszpárok alkalmassága egyértelműen egyelőre csak a vizsgált fajok esetében állapítható meg. Valószínűsíthető azonban, hogy léteznek olyan „univerzális” hullámhosszpárok, melyek több fajnál egyaránt felhasználhatóak lehetnek. Ezért elképzelhető egy olyan növénydiagnosztikai eljárás kidolgozása, amely specializált műszerekkel, a lombzat reflexiós spektrumainak mérése által akár a terepen is képes lesz a növények stressz és adaptációs állapotainak mérésére és elkülönítésére. Ennek alkalmazása nem csak az egyre intenzívebbé váló precíziós mezőgazdasági termelésben lenne előnyös, hanem az erdőgazdálkodásban a megfelelő, magas rezisztenciájú szaporítóanyag kiválasztásában is segítséget nyújthat.

A mérési eljárás, mivel optikai alapú és roncsolásmentes, ezért akár kis, hordozható kézi műszerekkel is kivitelezhető. Ezek az előnyös tulajdonságok pedig nagyban megkönnyíthetik az alkalmazás széleskörű elterjedését.

A dolgozathoz kapcsolódó publikációk listája

Folyóiratcikk

EREDICS, A. – NÉMETH, ZS.I. – RÁKOSA, R. – RASZTOVITS, E. – MÓRICZ, N. – VIG, P. (2015): The Effect of Soil Moisture on the Reflectance Spectra Correlations in Beech and Sessile Oak Foliage. *Acta Silv. Lign. Hung.* Vol. 11/2. A kézirat közlésre elfogadva.

Konferencia kiadvány / Poszter

EREDICS, A. – NÉMETH, ZS.I. – RÁKOSA, R. – BADÁ CZY, D. – RASZTOVITS, E. – MÓRICZ, N. – VIG, P. (2014): Erdei fák fiziológiai reflexiói és a meteorológiai paraméterek közötti korrelációk időfüggése. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnök Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia kiadvány. Sopron. 89-94.

EREDICS, A. (2013): Moduláris mérőhálózat erdei mikroklíma méréséhez. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnök Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia kiadvány. Sopron.

KALICZ, P. – BARTHA, D. – BROLLY, G. – CSÁFORDI, P. – CSISZÁR, Á. – **EREDICS, A.** – GRIBOV SZKI, Z. – KIRÁLY, G. – KOLLÁR, T. – KORDA, M. – KU CSARA, M. – NÓTÁRI, K. – SZEGEDI, B.K. – TIBOR CZ, V. – ZAGYVAI, G. – ZAGYVAI-KISS, K. A. (2014): Effects of continuous cover forestry on soil moisture pattern-Beginning steps of a Hungarian study. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 16, p. 10653).

ZAGYVAINÉ-KISS, K.A. – KALICZ, P. – **EREDICS, A.** – GRIBOV SZKI, Z. (2013): Development of forest litter interception model for a sessile oak forest. In: Kalicz, P. – Gribovszki, Z. – Hlavcová, K. – Kohnová, S. (szerk.) *HydroCarpath International Conference Catchment Processes in Regional Hydrology: Experiments, Modeling and Predictions in Carpathian Drainage Basins.* Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2013. Paper 29. 7 p.

Egyéb kiadvány

CSÁFORDI, P. – **EREDICS, A.** – GRIBOV SZKI, Z. – KALICZ, P. – KOPPÁN, A. – KU CSARA, M. – MÓRICZ, N. – RASZTOVITS, E. – VIG, P. (2012): *Hidegvíz Valley Experimental Watershed.* Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2012. 27 p.

TDK dolgozat

EREDICS, A. (2007): Vegetációs indexméter (NDVI) tervezése és fejlesztése. TDK dolgozat. Sopron. XI. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia 2008, Környezeti fizika és energetika szekció: II. helyezés.

A tézisfüzet egyéb hivatkozásai

- DA COSTA A.C.L. – GALBRAITH D. – ALMEIDA S. – PORTELA B.T.T. – DA COSTA M. – ATAHYDES J. – FISHER R.A. – PHILLIPS O. – MEIR P. (2010): Effects of 7 years of experimental drought on the aboveground biomass storage of an eastern Amazonian rainforest. *New Phytologist* 30(3): 579-591.
- KOCSIS, R. (2010): Reflexiós indexek korrelációi a növénylombozat állapotának indikálására. Tudományos Diákköri Dolgozat. Nyugat-magyarországi egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémia Intézet, Sopron.
- LAMERSDORF, N.P. – BEIER, C. – BLANCK, K. – BREDEMEIER, M. – CUMMINS, T. – FARRELL, E.P. – RASMUSSEN, L. – RYAN, M. – XU, Y. (1998): Drought experiments by roof installations in European forest ecosystems. *For. Ecol. Manage.* 101 1–3, 95–109.
- LICHTENTHALER, H.K. (1996): Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of plant physiology*, 148(1), 4-14.
- NÉMETH, ZS.I. – BADÁ CZY, D.Z. – KOCSIS, R. – NÉMETH, K.E. (2011): State-dependent regression of the foliage for indication of the plant adaptation. Poster. Abstract in: *Conferentia Chemometrica 2011*, Sümeg September 18-21, 2011. ISBN 978-963-9970-15-1.
- NÉMETH, ZS.I. – RÁKOSA, R. (2013): Infrared spectrum of foliage as an indicator of interaction between plant and environment. *Conferentia Chemometrica (CC2013)* September 8-11, 2013 – Sopron.
- NÉMETH, ZS.I. – SÁRDI, É. – STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2009): State dependent correlations of biochemical variables in plants, *Journal of Chemometrics*, 23, 197-210.
- NÉPSTAD, D.C. – MOUTINHO, P. – DIAS-FILHO, M.B. – DAVIDSON, E. – CARDINOT, G. – MARKEWITZ, D. – FIGUEIREDO, R. – VIANNA, N. – CHAMBERS, J. – RAY, D. – GUERREIROS, J.B. – LEFEBVRE, P. – STERNBERG, L. – MOREIRA, M. – BARROS, L. – ISHIDA, F.Y. – TOHLVER, I. – BELK, E. – KALIF, K. – SCHWALBE, K. (2002): The effects of partial throughfall exclusion on canopy processes, aboveground production, and biogeochemistry of an Amazon forest. *Journal of Geophysical Research*, VOL. 107, NO. D20, 8085.
- RÁKOSA, R. – NÉMETH, ZS.I. (2014): Korrelációk a lombozat UV-VIS fényelnyelési spektrumában. in: Bidló A., Horváth A., Szűcs P. (szerk.) (2014): Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia. NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron, 126-129.

Eredics Attila további publikációi

Folyóiratcikk

- MÓRICZ, N. – RASZTOVITS, E. – GÁLOS, B. – BERKI, I. – **EREDICS, A.** – LOIBL, W. (2013): Modelling the Potential Distribution of Three Climate Zonal Tree Species for Present and Future Climate in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 9(1), 85-96.
- WEIDINGER, T. – HORVÁTH, L. – KISS, G. – TAKÁCS, Z. – POGÁNY, A. – BOZÓKI, Z. – MOHÁCSI, Á. – BORDÁS, Á. – MACHON, A. – ISTENES, Z. – GROSZ, B. – GYÖNGYÖSI, A.Z. – **EREDICS, A.** (2013): Mikrometeorológiai mérések az EU FP6 NitroEurope programban - az ELTE Meteorológiai Tanszék részvétele. *Légkör* 2012:(4) pp. 174-176.
- POGÁNY, A. – WEIDINGER, T. – BOZÓKI, Z. – MOHÁCSI, Á. – BIEŃKOWSKI, J. – JÓZEFCZIK, D. – **EREDICS, A.** – BORDÁS, Á. – GYÖNGYÖSI, A.Z. – HORVÁTH, L. – SZABÓ, G. (2012): Application of a novel photoacoustic instrument for ammonia concentration and flux monitoring above agricultural landscape – results of a field measurement campaign in Choryń, Poland. *Időjárás*, 116(2), 93-107.

Konferencia közlemény / Absztrakt

- BROLLY, G. – KIRÁLY, G. – **EREDICS, A.** (2014): Mapping Ground Level Light Regime of Forest Stands Using Terrestrial Laser Scanning. In: Michňová, Z. – Mokroš, M. – Opiňár, R. – Valent, P. (szerk.) *Forum of Young Geoinformaticians 2014*. Zvolen: p.18. 1p.
- MÁTYÁS, Cs. – BERKI, I. – DRÜSZLER, Á. – **EREDICS, A.** – GÁLOS, B. – ILLÉS, G., MÓRICZ, N. – RASZTOVITS, E. – CZIMBER, K. (2013): A Decision Support System for Climate Change Adaptation in Rainfed Sectors of Agriculture for Central Europe. In *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 15, p. 2942)*.
- DRÜSZLER, Á. – VIG, P. – CSIRMAZ, K. – **EREDICS, A.** (2012): A XX. századi felszínborítás-változás hatása a csapadék területi eloszlására Magyarországon. In: Lakatos Ferenc, Szabó Zília (szerk.) *Kari Tudományos Konferencia Kiadvány: Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar*. 315 p. pp. 158-163.
- MÁTYÁS, Cs. – BERKI, I. – DRÜSZLER, Á. – **EREDICS, A.** – GÁLOS, B. – MÓRICZ, N. – RASZTOVITS, E. (2012): Service Center for Climate Change Adaptation in Agriculture-an initiative of the University of West Hungary. In *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 14, p. 2076)*.

- POGÁNY, A. – WEIDINGER, T. – BIENKOWSKI, J. – BORDÁS, Á. – BOZÓKI, Z. – **EREDICS, A.** – HENSEN, A. – JANKU, K. – KISS, G. – KRAAI, A. – ISTENES, Z. – MOHÁCSI, Á. – SZABÓ, G. – SCHELDE, K. – THEOBALD, M. (2010): Energy budget components, ammonia concentration and flux measurements on an agricultural landscape near Bjerringbro, Denmark. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 12, p. 14742).
- WEIDINGER, T. – POGÁNY, A. – JANKU, K. – WASILEWSKY, J. – MOHÁCSI, A. – BOZÓKI, Z. – GYÖNGYÖSI, A.Z. – ISTENES, Z. – **EREDICS, A.** – BORDÁS, A. (2009). Micrometeorological and ammonia gradient measurements above agricultural fields in Turew (Poland). In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 11, p. 8167).
- BAZSÓ, T. – **EREDICS, A.** – KIRÁLY, G. (2008): Digitális amatőr kamerák kalibrációja és a kalibrált kamerák felhasználási lehetőségei. In: Lakatos F, Varga D (szerk.) Erdészeti, Környezettudományi, Természetvédelmi és Vadgazdálkodási Tudományos Konferencia (EKTV-TK). 189 p. p. 26.
- LAKATOS, F. – **EREDICS, A.** – KAJIMURA, H. – PETERCORD, R. – BIEGEL, T. – PARINI, C. – KNIZEK, M. – ARTHOFER, W. – STAUFFER, CH. (2007): Evolutionary background of the host switch of the European Trypodendron species (Curculionidae, Scolytinae) Natural enemies and other multi-scale influences on forest insects. Joint meeting of the IUFRO WPs: 7.03.05, 7.03.06 and 7.03.07. BOKU Vienna, 9-14 Sept 2007.

Egyéb kiadvány

- MÁTYÁS, CS. – BERKI, I. – CSÓKA, GY. – **EREDICS, A.** – FÜHRER, E. – GÁLOS, B. – JÁGER, L. – LAKATOS, S. – MÓRICZ, N. – PALÓCZ-ANDRESEN, M. – TÓTH, J.A. – RASZTOVITS, E. – VIG, P. (2009): Expected climate change and options for European silviculture: Country Report Hungary. COST FP0703 action – ECHOES. University of West Hungary, Faculty of Forestry, Institute of Environmental and Earth Sciences, Sopron.