



**Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar**

VI. KARI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

konferencia kiadvány



**Soproni Egyetem
Kiadó**

2017. október 24.

A konferenciát a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kara és a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Bizottsága Mező- és Erdőgazdálkodási Munkabizottsága szervezte.

A kötet publikációit lektorálták: Albert Levente, Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Führer Ernő, Gál János, Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Horváth Adrienn, Horváth Sándor, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Gergely, Király Géza, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Mátyás Csaba, Mátyás Katalin, Molnár Miklós, Pájer József, Polgár András, Rákosa Rita, Tuba Katalin, Veperdi Gábor és Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2017

ISBN 978-963-359-086-7 (nyomtatott verzió)

978-963-359-087-4 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége:

Szerkesztette: Bidló András
Facskó Ferenc

Ajánlott hivatkozás:

BIDLÓ A. – FACSKÓ F. (szerk.) (2017): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó Sopron.

Tartalomjegyzék

Péterfalvi József, Primusz Péter, Kisfaludi Balázs: Erdészeti és mezőgazdasági utak korszerű tervezése és építése	7
Eredics Attila, Zagyvai Gergely: Lékek mikroklímájának térképezése és összehasonlítása az országos meteorológiai mérőhálózat adataival.....	11
Horváth Adrienn, Bene Zsolt, Bidló András: Talaj szénkészlet felmérés tölgyes és bükkös állományokban	16
Kóczán-Horváth Anikó, Mátyás Csaba, Cuauhtémoc Sáenz-Romero: Kocsánytalan tölgy származások klímaérzékenységének összehasonlítása egy nemzetközi kísérletben	21
Marcisin Tamás Máté, Király Gergely: Mesterséges és természetes felújítású vörös tölgyesek ökonómiai összevetése a Nyírségben.....	25
Tiborcz Viktor, Lengyel Attila, Zagyvai Gergely, Bartha Dénes: Fás szárú taxonok aktuális és potenciális elterjedési mintázatának elemzési lehetőségei.	30
Zagyvai Gergely, Csiszár Ágnes, Korda Márton, Lengyel Attila, Tiborcz Viktor, Bartha Dénes: Lékek növényzetét és újulatát meghatározó tényezők vizsgálata különböző erdőtársulásokban.....	36
Csáki Péter, Alberto M. L. Peixoto Neto, Bárdos Zsolt, Czímber Kornél, Kalicz Péter, Gribovszki Zoltán: Különböző felszínborítású területek vízháztartása 2000–2008 között, különös tekintettel az erdőkre	41
Kolozs László, Solti György, Varga Tamás, Veperdi Gábor: Egyváltozós fatérfogat-becslési rendszer kidolgozása a Mecsekerdő Zrt. területére.....	46
Németh Zsolt István: A lombkorona, mint környezeti körülmény indikátor	51
Szita Renáta, Ambrus András, Gribovszki Zoltán: Mikrokörnyezet vizsgálata kisvízfolyásokban klimatikus gradiens mentén.....	56
Vityi Andrea, Marosvölgyi Béla, Kiss Szigeti Nóra: Az agroerdészet hazai helyzete, potenciálja, és korlátozó tényezői.....	60
Gribovszki Zoltán: Szivárgáshidraulikai paraméterek becslése párhuzamos talajnedvesség- és talajvízszintmérések alapján	66
Vityi Andrea, Kiss-Szigeti Nóra: Az agroerdészet szerepe a klímaadaptációban – Fiatal agroerdészeti rendszerben végzett mikroklíma vizsgálatok eredményei	70
Kovács-Bokor Éva, Kiss Endre: Felszíni vízfolyások iszapos üledékének nehézfém tartalom vizsgálata, valamint az üledéken gyökerező növények nehézfém akkumulációjának meghatározása	72
Kovács Klaudia, Vityi Andrea: Erdőtelepítés támogatása agroerdészeti rendszerekkel	81
Bali László, Andrési Dániel, Tuba Katalin, Szinetár Csaba: Szezonális változások egy nyugat-magyarországi cseres talajközeli pókfaunájában.....	85
Horváth Bálint, Ambrus András: Erdészeti jelentőségű araszoló lepkefajok (<i>Lepidoptera: Geometridae</i>) jelölés-visszafogás vizsgálatának tapasztalatai	91
Juhász István: A vízi makrogerinctelenek által indikált ökológiai jellemzők változásának vizsgálata a Répce folyón	95

Pintérné Nagy Edit: Három különböző izzzóval végzett fénycsapdázás eredményeinek vizsgálata éjszakai nagylepkék (<i>lepidoptera: Macrobeteterocera</i>) esetében.....	100
Faragó Sándor: A Magyar Vízivad Monitoring 20 éve.....	105
Faragó Sándor: Vízivad vadászat Magyarországon – Múlt, jelen, jövő	110
Gálos Borbála: Prototípus az Agrárklíma döntéstámogató rendszer adatbázisainak egységes szerkezetű dokumentálásához a klímaadatbázis példáján.....	115
Király Géza, Balla Csilla, Barton Iván, Szabó Károly: Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása	118
Barton Iván, Király Géza, Czimber Kornél: Sentinel-2A űrfelvétel-idősorozat sűrűség vizsgálata az országos erdőállományra	123
Brolly Gábor, Király Géza: Több álláspontból készített földi lézerszkennelések alapján végzett faállománybecslési eredmények összehasonlítása az állományjellemzők tükrében.....	128
Balázs Pál, Konkoly-Gyuró Éva: Az őrségi táj karakterének elemzése térinformatikai módszerek segítségével.....	133
Elekné Fodor Veronika, Pájer József: A környezeti tervezéshez szükséges adatok átvételi lehetőségeinek változása	138
Polgár András, Pécsinger Judit: Életciklus elemzés erdészeti alkalmazása az elmúlt két évtizedben	143
Szűcs Ferenc, Vágvölgyi Andrea, Czupy Imre, Szakálosné Mátyás Katalin, Horváth Attila László: Faaprítékhasznosítás technológiai, logisztikai kérdései.....	152
Andrési Réka, Tuba Katalin: A bükkfataplók rovarközösségének összehasonlítása irodalmi adatok alapján	158
Barton Iván, Király Géza, Czimber Kornél: Képfeldolgozó program fejlesztése nagy mennyiségű földmegfigyelési adat feldolgozásához és kiértékeléséhez	164
Bende Attila, László Richárd: Erdei szalonka (<i>Scolopax rusticola</i> L.) színváltozatok előfordulása 2011-ben Magyarországon	168
Csiszár Ágnes, Zagyvai Gergely, Tiborczi Viktor, Korda Márton, Fehér Adél, Bartha Dénes: Előzetes eredmények cseres tölgyes állományokban kialakított lécek és vágásterületek növényzetéről	172
Eredics Attila, Rákosa Rita, Németh Zsolt István: A szén-monoxid növényre gyakorolt hatásának kimutatása a lombzat reflexiós spektrumaiból származtatott állapotfüggő korrelációkkal	177
Faragó Sándor, Gosztonyi Livia: A Magyar Vízivad Monitoring vízminőség adatbázisa.....	182
Füzi Gábor, Tuba Katalin, Kelemen Géza: Tölgyesek faanyaghoz kötött gombáinak vizsgálata, különös tekintettel a Basidiomycotina altörzs egyes fajaira	187
Hámori Dániel, Vadász Csaba, Winkler Dániel: A kuvik (<i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)) jellemző demográfiai adatai és diszperziós mozgásformái a Felső-Kiskunsági fogás-visszafogás adatok alapján	193
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: Hibrid és elektromos technológia az erdőhasználatban.....	195
Iski Richárd, Major Tamás: Mag- és sarjeredetű akác állományok választék összetételének vizsgálata a Nyírségben.....	200

Kiss Csilla, Winkler Dániel, Gyurácz József: A hőmérséklet hatása a barátposzáta (<i>Sylvia atricapilla</i>) költési sikerére	205
Komlós Mariann, Tóth Viktória: A fekvő holtfa becslése a Soproni hegyvidék két patak völgyében	209
Kottek Péter: Országos Erdőállomány Prognózis – 2050	213
László Richárd, Heil Bálint: A Lajta-project talajviszonyai	218
Nagy Gabriella Mária: Mikroklimatikus viszonyok vizsgálata fertődön 2016/17 évben	222
Nemes Viktória Erzsébet, Molnár Miklós, Csiszár Ágnes: A kései meggy (<i>Prunus serotina</i>) sarjak növekedési ütemének vizsgálata erdőfelújításban és zárt állomány alatt.....	227
Pájer József, Polgár András, Koronikáné Pécsinger Judit, Pintérné Nagy Edit, Elekné Fodor Veronika: A Soproni Egyetem környezetmérnök képzési struktúrájának fejlesztése	230
Pécsinger Judit, Polgár András: Erdészeti technológiák kockázati viszonyai a klímaváltozás tükrében	235
Pellinger Attila, Hunyady József, Paolo Maria Politi: A Fertőn fészkelő nyári ludak (<i>Anser anser</i>) téli területhasználata Bolgheriben (Toscana, Olaszország).....	240
Szabó Ádám, Tuba Katalin: Különböző származású fiatal kocsányos tölgyek levélkárosítóinak vizsgálata.....	245
Szita Renáta, Ambrus András: A <i>Cordulegaster heros</i> elterjedésének vizsgálata a Soproni-hegységben	248
Tóth Viktória, Lakatos Ferenc, Fehér Katalin, Winkler Dániel: Hazai <i>Lepidocyrtus</i> fajok (<i>Collembola</i>) filogenetikai vizsgálatának előzetes eredményei.....	251
Varga Szabolcs, Kelemen Petra, Csiszár Ágnes, Winkler Dániel: A sordély (<i>Emberiza calandra</i>) élőhelyválasztásának vizsgálata a Moson Project területén	256
Visiné Rajczi Eszter, Hofmann Tamás, Albert Levente: Peroxidáz és polifenol-oxidáz aktivitás és az összfehérje-tartalom, mint a bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) klimatikus adaptációjának lehetséges indikátorai.....	260
Vityi Andrea, Vágvölgyi Andrea, Czupy Imre: Nem konvencionális biomassza potenciál felmérése egy kísérleti területen.....	264

ERDÉSZETI ÉS MEZŐGAZDASÁGI UTAK KORSZERŰ TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE

PÉTERFALVI JÓZSEF – PRIMUSZ PÉTER – KISFALUDI BALÁZS

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

peterfalvi.jozsef@uni-sopron.hu

A közutakhoz képest jóval kisebb forgalomterhelésű erdőgazdasági és mezőgazdasági utak tervezésénél és építésénél fontos szempont, hogy költségghatékony, környezetbe illő és a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő nyomvonalas létesítmények készüljenek. Ezen feltételek mellett a tervezési és építési tapasztalatok összegyűjtése, elemzése és publikálása hozzájárulhat ahhoz, hogy a korszerű, gazdaságos és környezetkímélő technikák és technológiák elterjedjenek. Ilyen tapasztalatok megszerzését kínálta fel a tömeges bevándorlás okozta válsághelyzet kezelésére a magyar-szerb határszakaszon létesített határkerítés mentén épített manőverút. A tervezést és az építés közbeni tervezői művezetést a magyar kormány által a manőverút tervezésének és építésének lebonyolításával megbízott Bv. Holding Kft. megkeresésére, Egyetemünk Erdőmérnöki Karának, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézete mint generáltervező végezte el 8 vállalkozás bevonásával.

Az erdészeti magánút jellegű manőverút 160 km hosszban, a mélyfekvésű talajvízzel borított szakaszok kivételével, 40 cm talajstabilizációs alapra terített 10 cm zúzottkő burkolati réteggel épült meg. A nagyobb vízfolyások keresztezésénél az út átvezetését 6 db hullámacél szerkezetű híd oldja meg. A tervezés 2016. május elejétől július elejéig, a kivitelezés pedig 2016. augusztus közepétől október végéig tartott. A rendkívüli feladat arra is lehetőséget adott, hogy a tisztán zúzottkő és a talajstabilizációs pályaszerkezetek összehasonlítására, két 300 m hosszú szakasz kísérleti útszakaszként épüljön meg, amely 30 m-enként hagyományos és talajstabilizációs pályaszerkezeteket tartalmaz.

Tervezés

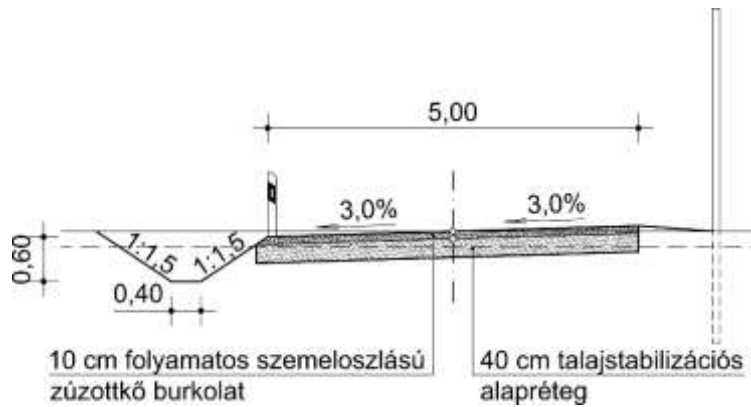
A rövid határidő és a rendkívüli tervezési hossz miatt a geodéziai felmérést, a geometria tervezést, a pályaszerkezet tervezését korszerű módszerekkel végeztük. A terepi és irodai tervezési lépések az alábbiak voltak:

- Légi lézeres letapogatást követő terepmodell és ortofotó elkészítése;
- Vonalas talajmechanikai feltárás a talajviszonyok meghatározására;
- Úttengely vízszintes és magassági értelmű megtervezése úttervező szoftverrel;
- Pályaszerkezet-variációk kidolgozása, keresztmetszeti tervezés;
- Hidak terveinek elkészítése;
- Vízvezetés és kisebb műtárgyak terveinek elkészítése;
- Kiviteli tervdokumentáció összeállítása a Műszaki leírás és Költségvetés munkarészekkel együtt.

Fenti tervezési lépések közül a keresztmetszeti tervezés és a pályaszerkezet-variációk meghatározása emelendő ki, mivel az itt alkalmazott műszaki megoldások tették lehetővé a rendelkezésre álló pénzügyi keret betartását.

Keresztmetszeti tervezés

A keresztmetszeti elrendezés tervezésénél biztosítani kellett az úton zömében közlekedő terepjáró gépkocsik kis sebességű kétirányú forgalmát, illetve az esetenként előforduló tehergépkocsik közlekedését is. Ezért az egy forgalmi sávós út teljes koronaszélessége burkolatot kapott és 300-500 méterenként kitérők épültek. A burkolattal ellátott teljes koronaszélesség 3%-al balra dől. Közvetlenül a határkerítés felőli oldalon a koronaszél változó dőlésű felülettel csatlakozik a terepszinthez (1. ábra).



1. ábra: Mintakeresztmetszvény

Pályaszerkezet-variációk tervezése

Az építendő út közelében kőnemű útépitési anyag nem fordul elő, ezért a csak zúzottkőből készülő pályaszerkezet anyagát jelentős szállítási távolságról, jelentős szállítási teljesítménnyel és költséggel lehet biztosítani, amelyet viszont az út megépítésére rendelkezésre álló keret nem tett lehetővé. A nagy mennyiségű zúzottkő kiváltására talajstabilizációs alapréteg készült, amelynek alkalmazása melletti döntést a földművek felső rétegének kötőanyaggal történő stabilizálása területén végzett kutatások és megépített erdészeti utak pozitív tapasztalatai segítették. A talajstabilizációk előnye, hogy a helyi talajt használjuk fel, ezért a helyszínrre szállítandó anyagok mennyisége jelentősen lecsökken. Ezzel együtt a hagyományos építési módokkal szemben az építési költségek is lényegesen kisebbek lehetnek (PÉTERFALVI *et al.* 2015, SZENDEFY 2009).

A talajok stabilizálása során a kötőanyaggal összekevert és tömörített réteg vízfelvétele csökken, aminek hatására a stabilizált talajréteg teherbírása vízre kevésbé lesz érzékeny. Ennek köszönhetően a nagyobb teherbírású stabilizált réteg időjárás viszonyoktól függetlenül, tartós alátámasztást tud biztosítani a burkolati rétegeknek.

Az előforduló talajok tulajdonságainak meghatározására talajfeltárás készült, amelynek eredményeit a talajvizsgálati jelentés foglalta össze. A megfelelő kötőanyag kiválasztása és az adagolás laboratóriumi vizsgálatokkal lett meghatározva. Ezek felhasználásával az egyes szakaszok pályaszerkezeti rétegeit a geotechnikai tervezési beszámoló tartalmazta.

Különböző talajtípusokhoz eltérő kötőanyagfajtát szükséges alkalmazni a műszakilag megfelelő és optimálisan előállítható talajstabilizációkhoz. Kötött talajok, mint az agyagok és az iszapok esetében az égetett mész kötőanyag alkalmazásával érhetjük el a legkedvezőbb változásokat, míg homok talajok esetében a cement bizonyul optimálisnak. A szemcsés és a kötött talajok között elhelyezkedő, úgynevezett átmeneti talajok esetében a cement és az égetett mész keverékéből készített hidraulikus útépitési kötőanyagok (Hydraulic Road Binders) alkalmazása javasolt a szakirodalom szerint.

A laborvizsgálatok során a talajokhoz legmegfelelőbb kötőanyag kiválasztása érdekében különböző kötőanyagok kerültek felhasználásra, melyek között megtalálható volt az őrlött, égetett mész, cement, valamint C30 jelzésű (30% égetett mész – 70% cement) és C50 jelzésű (50% égetett mész – 50% cement).

A kötőanyaggal összekevert talajminták CBR edénybe kerültek betömörítésre $5 \cdot 55$ ütéssel, majd párazáró csomagolásban lettek pihentetve. A minták egyik felén a CBR vizsgálat 3 napon történt, mivel ez megegyezik a helyszíni minősítéseknek időpontjával, így látható a helyszínen várható eredmények. A minták másik fele 10 napig került pihentetésre párazáró csomagolásban, majd 3 napig egy kádban víz alatt lettek tárolva, vizsgálva az elnedvesedéssel szembeni ellenálló képességet, esetleges teherbírás csökkenést.

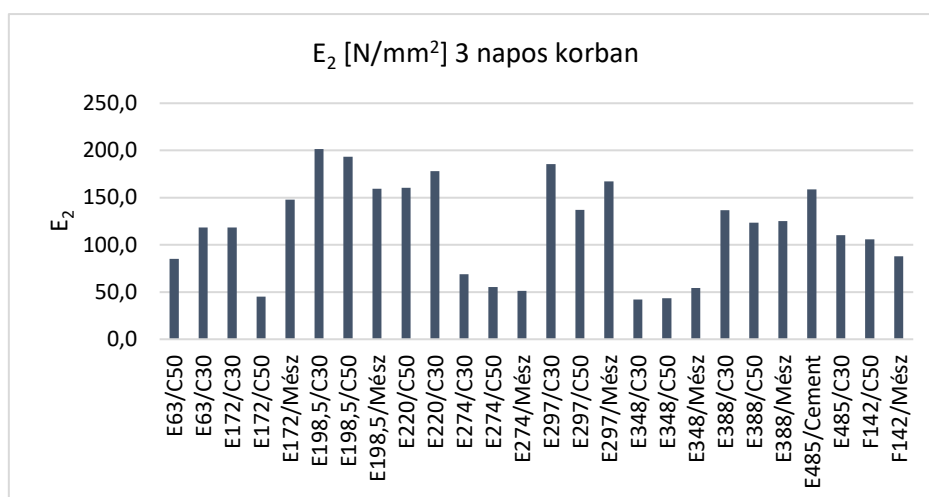
A különböző talajok teherbíróképessége a stabilizálás során a kötőanyagtól és annak mennyiségétől függően más-más mértékben nő. A talajminták E_2 (kN/m^2) teherbíróképességi modulusa a CBR vizsgálat eredményéből számítással lett meghatározva az alábbi képlettel:

$$E_2 = 10 \cdot (CBR\%)^{0,67}$$

ahol:

- E_2 : tárcsás teherbíróképeségi modulus (kN/m^2),
- $CBR\%$: a vizsgált talajminta CBR értéke.

A stabilizált talajréteg teherbírásával szemben támasztott követelmény 100 kN/m^2 -es E_2 érték volt. A különböző kötőanyaggal bekevert talajminták E_2 értékeit a 2. ábra mutatja be, amelyen látható, hogy a minták több mint felénél (65%) az előírt teherbírás 3 napos korban már teljesült.



2. ábra: Különböző kötőanyaggal bekevert talajminták E_2 értékei 3 napos korban

A laborvizsgálatok kiterjedtek a talajminták fagyállóságának vizsgálatára is. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a kötőanyag mennyisége $75\text{-}100 \text{ kg/m}^3$ -re adódott. A 40 cm vastagságú stabilizált alaprétegre 10 cm vastagságú folyamatos szemeloszlású zúzottkő burkolat került.

Építés

A hidak építését egy, a manőverút építését a három építési szakasznak megfelelően három nyertes építési vállalkozás végezte alvállalkozók bevonásával. Az építés lépései az alábbiak voltak:

- Hidak megépítése;
- Úttengely kitűzése, munkaterület meghatározása;
- Irtási munkák (fakitermelés, tuskózás és cserjeirtás);
- Humuszlefejtés és elterítés;
- Durva és finom földmunka, kisebb vízátervezető műtárgyak építése;
- Talajstabilizáció készítése;
- Zúzottkő burkolati réteg beépítése;
- Vízelvezető oldalárok készítése;
- Úttartozékok (vezetőoszlop, vezetőkorlát, közlekedési táblák).

A rövid határidő 1 km/nap teljesítményre képes stabilizációs géplánc alkalmazását és megfelelő logisztikai szervezést kívánt. Az építés közben előjött kisebb tervezési hibák illetve pontatlanságok kijavítása, valamint egyéb építés közben felmerült műszaki probléma megoldása tervezői művezetés keretében történt. Az elkészült út és hidak az építés után egy évvel is kiváló állapotban voltak.

Összefoglalás

A korszerű tervezés és építés, valamint a kísérleti szakaszokon végzett mérések tapasztalatai az alábbiak:

- A geodéziai felméréshez alkalmazott légi lézeres letapogatás és ortofotó hatékonyan segíti a számítógéppel támogatott tervezést;
- A gyorsan beépíthető és beépítés után azonnal terhelhető hullámosított acéllemezből kialakított csőszerkezetek jól alkalmazhatók híd méretű műtárgyaknál is;
- A legalább 30-40 cm vastagságú talajstabilizáció önálló pályaszerkezeti réteggént vehető figyelembe erdészeti és mezőgazdasági utak építésénél;
- A talajstabilizációs alapréteg költséghatékony és környezetbarát megoldás kőben szegény területeken;

A szerzett pozitív tapasztalatoknak és a Megrendelő megelégedettségének köszönhetően a magyar-horvát határszakaszon létesítendő manőverút tervezésére is Egyetemünk kapott megbízást. A tervek leadása 2017 márciusában megtörtént.

Köszönetnyilvánítás: A kutató munka a „Soproni Egyetem Struktúraváltási Terve” – 32388-2/2017 INTFIN sz. projekt keretében az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

PÉTERFALVI J. – PRIMUSZ P. – MARKÓ G. – KISFALUDI B. – KOSZTKA M. (2015): Evaluation of the Effect of Lime-Stabilized Subgrade on the Performance of an Experimental Road Pavement. CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING 36:(2) pp. 269-282.

SZENDEFY J. (2009): A hazai talajok szerkezetének és teherbírásának változása meszes talajstabilizáció hatására, Phd dolgozat Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar

LÉKEK MIKROKLÍMÁJÁNAK TÉRKÉPEZÉSE ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI MÉRŐHÁLÓZAT ADATAIVAL

EREDICS ATTILA¹ – ZAGYVAI GERGELY²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet
attila.eredics@gmail.com

A folyamatos erdőborítás fenntartása egyre nagyobb szerepet kap az erdőgazdálkodásban. A megfelelő méretű és tájolású lékek kialakítása akkor a leghatékonyabb, ha ismerjük a lékekben zajló folyamatokat. Kutatásunk során a hőmérsékletet és a relatív páratartalmat vizsgáltuk 3 különböző helyszínen, összesen 13 lékben. Az adatok alapján értékeltük a léghőmérséklet és páratartalom térbeli változását, a lékméret hatását, és a mért adatokat összevetettük az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) legközelebbi meteorológiai állomásának adataival.

A különböző lékekben megfigyelt térbeli mintázatok általában az elméleti várakozásoknak megfelelően alakultak, mert a besugárzás mértéke és az ebből adódó felmelegedés is arányos a lék méretével (MINCKLER – WOERHEIDE 1965; COLLINS – PICKETT 1987). A maximális hőmérsékletek és minimális páratartalmak a lék középpontjához képest É–ÉNy-i irányban eltolódva jelentkeztek, ami megfelel a korábbi vizsgálatoknak (pl. COLLINS *et al.* 1985, EREDICS 2014).

Vizsgálati módszerek

A lékek mikroklímájának vizsgálatát mindig lombos állapotban, 3 különböző faállományban, összesen 13 többé-kevésbé különböző méretű lékben végeztük el a léghőmérséklet (T) és relatív páratartalom (Rb) több ponton történő egyidejű mérésével (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált állományok és lékek paramétereit.

Év	Állomány				Lék				
	Erdő-részlet	Állomány típus	Fő fafajok	Átlagos magasság (m)	Jele	átmérő É-D (m)	átmérő K-Ny (m)	$D_{\text{átl}}/H$	D_{ekv}/H
2015	Sopron 80/C	gyertyános-kocsánytalan tölgyes	KTT	20	So-2	20	20	1,00	1,09
					So-3	30	30	1,50	1,58
2016	Csörötnek 43/D	fenyőelegyes tölgyes	KTT, KST, EF, B	25	Cs-1	20	20	0,80	0,75
					Cs-7	20	40	1,20	1,07
					Cs-6	10	20	0,60	0,48
					Cs-23	120	20	2,80	1,67
					Cs-5	9	8	0,34	0,32
Cs-4	25	50	1,50	1,35					
2017	Zánka 1/B	cseres-kocsánytalan tölgyes	KTT, CS	20	Za-4	20	15	0,88	0,69
	Zánka 15/A	cseres	CS, MJ	18	Za-1	20	15	0,97	0,94
					Za-7	25	15	1,11	0,89
					Za-8	27	15	1,17	1,05
					Za-2	14	8	0,61	0,50

A lékekben egy É–D-i és egy K–Ny-i transzekt mentén 5 méterenként, a legnagyobb lékekben (Cs-23 és Cs-4) 10 méterenként mikroklíma mérő állomásokat helyeztünk el, melyek a T és Rb értékeket 5 percenként rögzítették. A soproni mérőhálózat a két lékben párhuzamosan üzemelt (17, ill. 20 mérési ponttal), a másik két helyszínen a 15 mérési pontból álló hálózatot 2-4 hét mérés után mindig újabb lékbe telepítettük. Mindhárom kísérleti terület közelében (max. távolság 500 m) kijelöltünk egy *nyílt területi referencia* pontot, és a zárt állomány alatt egy *erdei referencia* pontot is, melyek végig egy helyben maradtak. A *nyílt területi referencia* pont Sopronban a Harkai legelőn, Csörötneken egy felújítás alatt álló vágásterület szélén, Zánkán pedig egy szántóföldek közötti árokparton volt.

A lécek méretét legegyszerűbben az átlagos lékátmérő és a famagasság hányadosával ($D_{\text{át}}/H$) lehet jellemezni, de az átlagos lékméret megállapítása szabálytalan alakú léceknél, illetve olyan esetekben, amikor a lécen belül egy vagy több hagyásfa (magfa) is található, meglehetősen bizonytalan. Ezért a lékméret számszerűsítésére kidolgozunk egy új mérőszámot, ami az ekvivalens átmérő és a famagasság hányadosa (D_{ekv}/H). Az ekvivalens átmérő egy akkora szabályos kör átmérője, melynek területe megegyezik a szabálytalan alakú lék szabad (tehát hagyásfával sem borított) területével:

$$D_{\text{ekv}} = 2 \sqrt{\frac{A_{\text{becsült}}}{\pi}} \quad (1)$$

A lécek területét ($A_{\text{becsült}}$) méretarányos terepi térképvázlatok alapján becsültük. Az elemzések során a D_{ekv}/H mutató szorosabb korrelációt mutatott a meteorológiai paraméterek eloszlásával, mint a hagyományos $D_{\text{át}}/H$ mutató, ezért az eredményeket D_{ekv}/H mutató függvényében közöljük.

A mérésekhez alkalmazott szenzorok: a soproni léceknél Sensirion SHT21 hőmérséklet és relatív páratartalom érzékelők egy saját fejlesztésű mérőhálózathoz csatlakoztatva (EREDICS 2014), a csörötneki és zánkai léceknél Voltcraft DL-121TH típusú hőmérséklet és páratartalom adatgyűjtők. Az érzékelőket, ill. adatgyűjtőket a talajfelszín felett 1 m-es magasságban, fehér színű műanyagból készített lemezes árnyalókban helyeztük el. A szenzorokat minden évben a mérések előtt és után is (tavasszal és ősszel) közvetlenül egymás mellé helyezve, természetes időjárási körülmények között kalibráltuk, így az egyes érzékelők közötti maradék bizonytalanság $\pm 0,2$ °C ill. $\pm 3\%$ mértékűre csökkent. Az 5 perces időközű mérési adatsorokat hibaszűrés és kalibrációs korrekció után 15 perces mozgóátlaggal simítottuk, majd minden mérési pontra napi statisztikákat (átlag, minimum, maximum, napi ingás) számítottunk.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) mérőhálózatának óránkénti adatai a NOAA online adatbázisából származnak (NOAA NCEI 2017), melyekből szintén napi statisztikákat számítottunk. A *OMSZ referencia* állomások lécekhez viszonyított adatait a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. A referenciaként használt OMSZ meteorológiai állomások lécekhez viszonyított helyzetének adatai.

Lécek helye	OMSZ állomás		
	Helye	Távolsága (km)	T.sz.f. magasság különbség (m)
Sopron 80/C	Sopron, Kurucdomb	3,4	-50
Csörötnek 43/D	Szentgotthárd-Farkasfa	3,5	+3
Zánka 1/B, 15/A	Veszprém-Szentkirályszabadja	33,5	+90

Az egyes léceknél a mérések 11-80 napon keresztül zajlottak, de a hosszabb adatsorokból csak azokat a napokat használtuk fel a lécek jellemzésére, melyek időjárása az *OMSZ referencia* állomás adatai alapján hasonló tartományban mozgott. Kritériumok: a mérési periódus legalacsonyabb napi minimum hőmérséklete 8-13 °C, a legmagasabb napi maximum hőmérséklete 28-33 °C, a teljes periódus átlaghőmérséklete pedig a 17-24 °C tartományon belül változott.

Az értékelés során nem közvetlenül a mért meteorológiai paramétereket (T , Rb) elemeztük, hanem azok eltérését (különbségét) az *erdei referencia* ponttól (ΔT , ΔRb), vagyis azt vizsgáltuk, hogy a lécek pontjai, valamint a *nyílt területi referencia* és az *OMSZ referencia* pontok mennyivel melegebbek/hidegebbek, ill. szárazabbak/párásabbak az *erdei referenciánál* (zárt erdőnél). Az összehasonlításoknál a lék pontjaiba beleszámítottuk a lék peremén elhelyezkedő pontokat és a lékben lévő hagyásfák alatti pontokat is.

Az adott meteorológiai paraméter (P) eltéréseinek nagyságát (ΔP) a lékméret függvényében egyszerű lineáris regresszióval közelítettük, ami a vizsgált lékméret tartományban ($0,3 \leq D_{\text{ekv}}/H \leq 1,7$) jó közelítésnek bizonyult:

$$\Delta P = a \frac{D_{\text{ekv}}}{H} + b \quad (2)$$

ahol ΔP a meteorológiai tényező (T vagy Rb) eltérése az *erdei referencia* ponttól, a és b pedig lineáris regressziós paraméterek.

A csörötneki Cs-23 jelű léket kihagytuk a regressziókból, mert ennek alakja nagyon különbözik az összes többi lék alakjától (hosszú és keskeny). Ha csak a csörötneki lékeket tekintjük, akkor a Cs-23 többé-kevésbé beleillik a helyi trendbe (lásd pl. 1/a. és 1/b. ábra zöld regressziós egyenesek), de az összes léket tekintve mégis inkább kilóg a sorból és ezzel rontaná az összefüggés határozottságát.

Az adatfeldolgozást és értékelést Scilab 5.4.1 (SCILAB ENTERPRISES 2012) környezetben írt, saját fejlesztésű algoritmusokkal és programokkal végeztük.

Eredmények

A napi átlaghőmérsékletek átlagának vizsgálatok a különböző lékméretetek hatása alig kimutatható, csak gyenge pozitív korreláció fedezhető fel az adatokban. A zárt állományhoz képest a lécek pontjainak átlaghőmérséklete a soproni és csörötneki lécek esetében alig 0,0-0,2 °C-kal magasabb, de a zánkai száraz tölgyesekben is csak 0,3-0,8 °C-kal magasabb. A *nyílt területi referencia* pont napi átlaghőmérséklete 0,5-0,8 °C-kal, az *OMSZ referencia* pont napi átlaghőmérséklete pedig 0,1-0,2 °C-kal volt magasabb a zárt állománynál. Ez utóbbi eredményt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a zárt erdőállományok napi átlaghőmérséklete átlagosan 0,2 °C-kal alacsonyabb a legközelebbi OMSZ mérőállomás napi átlaghőmérsékleténél.

A lécek legmelegebb pontjainak napi maximumhőmérséklete ($T_{napi\ max}$) esetében a lékmérettől való függés jól kimutatható (1/a. ábra). A különböző állományok között felfedezhető némi szisztematikus eltérés (1/a. ábra színes regressziós egyenesek), de az összes léket (kivéve Cs-23) tekintve is magas határozottsági fokú összefüggést kapunk:

$$\left(\Delta(T_{napi\ max})\right)_{\max} = 6,13 \frac{D_{ekv}}{H} - 1,43 \quad R^2=0,78 \quad (3)$$

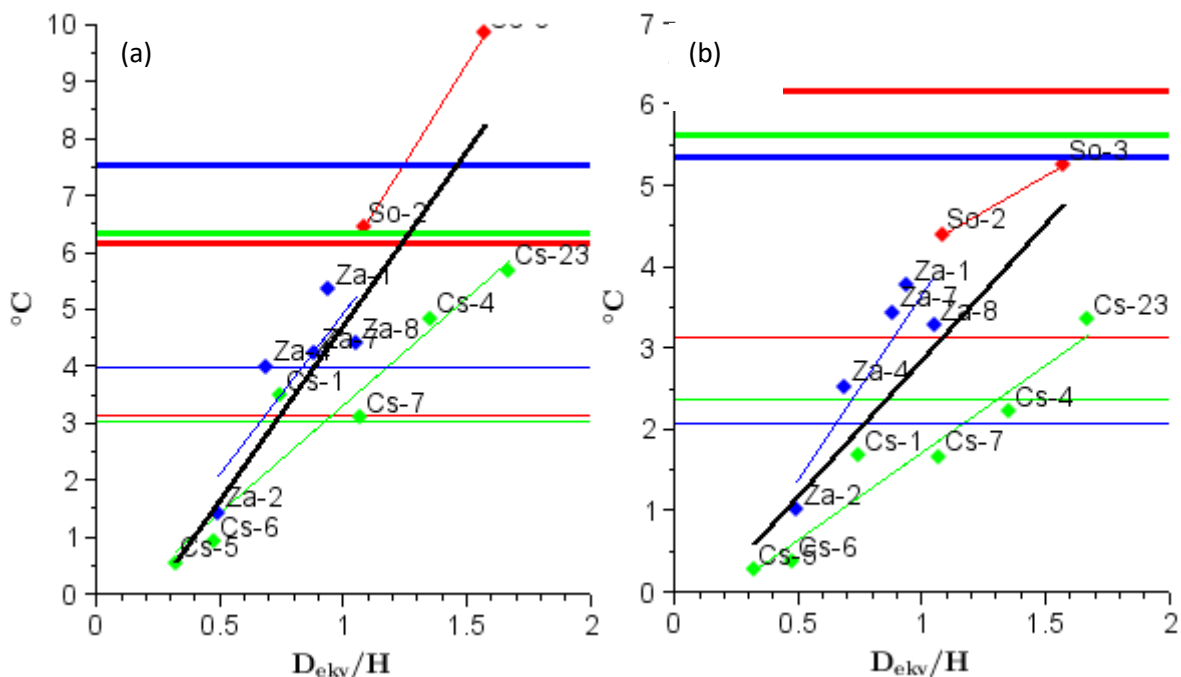
ahol $\left(\Delta(T_{napi\ max})\right)_{\max}$ a lécek legmelegebb pontján a mérési időszakban mért legmagasabb napi maximumhőmérséklet eltérés a zárt állománytól. A (3) egyenlet tehát azt adja meg, hogy a lécek legmelegebb pontja maximálisan hány fokkal lehet melegebb a zárt erdőnél.

A nyílt területek legnagyobb napi maximumhőmérséklete 6-8 °C-kal, az OMSZ állomásoké pedig 3-4 °C-kal magasabb a zárt állományoknál (1a. ábra vastag, ill. vékony vízszintes vonalak). Ebből az is látszik, hogy a nagyobb lécekben még a nyílt területnél is magasabb hőmérsékletek alakulhatnak ki, ami a szél korlátozott keverő hatásával magyarázható: a lécekben könnyebben megül a forró levegő (hókatlan), míg a nyílt területen már egy kisebb szellő is hatékonyabban hűti a felszínt.

Az előző összefüggések a lécek és a zárt állomány között a mérési időszakban valaha is észlelt legnagyobb hőmérsékleti különbséget írták le, de ilyen viszonylag ritkán fordul elő. Ha a napi maximum hőmérsékletek eltérésének nem az abszolút maximumát tekintjük, mint az előbb, hanem az átlagát, akkor arról kapunk képet, hogy átlagosan mennyivel melegebb a lécek legmelegebb pontja (1/b. ábra). A (4) egyenlet tehát a rendszeresen ismétlődő „hőterhelés” nagyságát jellemzi a lécekben:

$$\left(\Delta(T_{napi\ max})\right)_{\text{átlag}} = 3,35 \frac{D_{ekv}}{H} - 0,5 \quad R^2=0,61 \quad (4)$$

ahol $\left(\Delta(T_{napi\ max})\right)_{\text{átlag}}$ a lécek legmelegebb pontján a mérési időszakban mért napi maximumhőmérsékletek átlagának eltérése a zárt állomány napi maximumhőmérsékleteinek átlagától. A (4) egyenlet tehát azt adja meg, hogy a lécek legmelegebb pontja átlagosan hány fokkal melegebb a zárt erdőnél.



1. ábra. A lékek legmelegebb pontjának maximális (a) és átlagos (b) napi maximumhőmérséklet eltérése a zárt állományhoz képest, a lékméret függvényében. Piros: Sopron, zöld: Csörötnek, kék: Zánka. A színes regressziós egyenesek a 3 mérési hely trendjét szemléltetik. A fekete regressziós egyenes az összes lékre (kivéve Cs-23) illesztett trendvonal. A vastag vízszintes vonalak a nyílt területi referencia, a vékony vízszintes vonalak pedig az OMSZ referencia pont adatait ábrázolják.

3. táblázat. A különböző meteorológiai változók átlagos és maximális eltérése az erdei referencia ponttól: a (2) egyenlet szerinti lineáris regresszió a és b paramétere, ill. R^2 határozottsági foka, vagy átlagos eltérés konstansként $\pm 90\%$ -os konfidencia intervallum.

Meteorológiai változó (eltérése a zárt állománytól)	Lékek pontjai			Nyílt ref. konstans- ként	OMSZ ref. konstans- ként
	lékméret függvényében				
	a	b	R^2		
maximális eltérés					
napi átlaghőmérséklet				$0,5 \pm 0,2$	$0,3 \pm 0,2$
napi maximumhőmérséklet	6,13	-1,43	0,78		$6,7 \pm 1,3$
napi maximális hőingás	6,69	-1,76	0,74		$9,1 \pm 2,7$
napi minimális páratartalom	-12,53	1,95	0,69		-22 ± 15
átlagos eltérés					
napi átlaghőmérséklet				$0,3 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,1$
napi maximumhőmérséklet	3,35	-0,50	0,61		$5,7 \pm 0,7$
napi maximális hőingás	3,46	-0,49	0,64		$8,3 \pm 1,8$
napi minimális páratartalom	-6,76	0,07	0,49		-17 ± 9

A nyílt területek átlagos napi maximumhőmérséklete 5-6 °C-kal, az OMSZ állomásoké pedig 2-3 °C-kal magasabb a zárt állományoknál (1b. ábra vastag, ill. vékony vízszintes vonalak). Ezek alapján megállapítható, hogy a napi maximumhőmérsékletek átlagos eltérése a zárt erdőből a nyílt területen a legnagyobb, és nem a lékekben.

A relatív páratartalom értékeiről megállapítható, hogy a várakozásoknak megfelelően a hőmérséklettel fordítottan arányosan változnak, vagyis a magasabb hőmérsékletekhez alacsonyabb relatív páratartalmak tartoznak. Az adatok elemzésével kapott összefüggéseket a 3. táblázat foglalja össze. Azokban az esetekben, ahol a lékek pontjaira a lékméret függvényében nem lehetett magas határozottsági fokú összefüggést felírni, illetve az adott változó értéke nem függ a lék méretétől, ott a különbséget egy átlagos konstanssal és a 90%-os konfidencia intervallum feltüntetésével jellemeztük.

Összefoglalás

A körhöz hasonló alakú lékekben a legmelegebb részeket (É-i és K-i oldal) a nap pályája határozta meg az elméleti várakozásoknak megfelelően. A szabálytalan alakú és/vagy hagyásfákkal tarkított lékekben a meteorológiai változók eloszlása jobb korrelációt mutatott a D_{ekn}/H aránnyal, mint a D_{ait}/H aránnyal, vagyis a mikroklíma alakulása pontosabban becsülhető a lécek nyílt felszínének nagysága alapján, mint a két léktengely átlagos átmérője alapján.

A zárt állomány mikroklímája a legkiegyenlítettebb. A nagyobb lékekben *időnként* még a nyílt területnél is magasabb hőmérsékletek alakulhatnak ki (hőkatlan), de az *átlagos* napi maximumhőmérsékletek a nyílt területen a legnagyobbak, és nem a lékekben. A relatív páratartalom minimális értékei a maximumhőmérséklettel összhangban, de azzal fordítottan arányosan változnak, ami fokozza a szélsőséges időjárási helyzetek párolgást kényszerítő (szárító) hatását.

A mérési adatok alapján a többé-kevésbé kerek, vagy szabálytalan alakú (de nem nagyon elnyúlt) lékekben, melyek ekvivalens átmérője a $0,3 \leq D_{ekn}/H \leq 1,7$ tartományba esik, számszerűsítettük a lékméret hatását a napi átlag- és maximumhőmérsékletre, hőingásra és minimális páratartalomra, valamint meghatároztuk a zárt állomány, a nyílt terület és a legközelebbi OMSZ állomás meteorológiai viszonyai közötti különbségeket (3. táblázat). Az összefüggések segítségével a vizsgált állománytípusokra egy közeli meteorológiai állomás mérési adatai alapján becslést készíthetünk a zárt állományok, különböző méretű lécek, ill. nyílt területek várható viszonyaira, azokon a nyári napokon, melyeken a hőmérséklet a 8-33 °C tartományban, a napi átlaghőmérséklet pedig a 17-24 °C tartományon belül változik.

A kapott eredmények felhasználhatók a mikroklíma finomabb léptékű, és akár a lécek fejlődését is figyelembe vevő modellezésére, és az evapotranspiráció pontosabb becslésére. Ez segítheti a változó klíma hatásainak pontosabb modellezését, és így a gazdálkodók megalapozottabb döntéseket hozhatnak a jövő állományairól és azok optimális szerkezetéről.

Köszönetnyilvánítás: Szeretnénk köszönetet mondani a lécek, ill. a mérőhálózat kialakításához nyújtott segítségért Köveskúti Zoltánnak és Schiffer Sándornak. A kutatást a VKSZ_12-1-2013-0034 „Agrárklíma 2” projekt támogatta.

Irodalomjegyzék

- COLLINS, B. S. – DUNNEAND, K. P. – PICKETT, S. T. A. (1985): Responses of forest herbs to canopy gaps. In: PICKETT, S. T. A. – P. S. WHITE (eds.) 1985. The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press. Orlando, Florida. pp. 217-234.
- COLLINS, B. S. – PICKETT, S. T. A. (1987): Influence of canopy opening on the environment and herb-layer in a northern hardwoods forest. *Vegetatio*70: 3-10.
- EREDICS A. (2014): Mikroklimatikus viszonyok vizsgálata. *Silva naturalis* Vol. 6: pp. 10-34. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- MINCKLER, L. S. – WOERHEIDE, J. D. (1965): Reproduction of hardwoods 10 years after cutting as affected by site and opening size. *Journal of Forestry*. 63: 103-107.
- NOAA NCEI (2017): National Oceanic and Atmospheric Administration, National Centers for Environmental Information. Elérés: www.ncei.noaa.gov
- SCILAB ENTERPRISES (2012): Scilab: Free and Open Source software for numerical computation (OS, Version 5.XX) [Szoftver]. Elérés: www.scilab.org

TALAJ SZERVES SZÉNKÉSZLETÉNEK FELMÉRÉSE NÉHÁNY CSER-, KOC SÁNYTALAN TÖLGYES ÉS BÜKKÖS ÁLLOMÁNYBAN

HORVÁTH ADRIENN – BENE ZSOLT – BIDLÓ ANDRÁS
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
horvath.adrienn@uni-sopron.hu

Bevezetés

Hazánkban több őshonos fafajunk éri el elterjedési területének szélét, az úgynevezett "alsó szárazsági határt", miközben az éghajlatváltozás hatásainak egyre több látható jele mutatkozik (MÁTYÁS 2010). A melegebb és szárazabb nyári körülmények növelhetik az aszályok és a szélsőségek előfordulását (GÁLOS *et al.* 2015), melyek egyre gyakrabban idéznek elő „vízstresszt” a hazai talajokban (BIDLÓ *et al.* 2017). Főbb fafajaink közül a bükk érzékeny ezen hatásokra, de a változó termőhely miatt rövid időn belül a kocsánytalan tölgy is azzá válhat. Ezeket a fafajokat várhatóan a szárazságra kevésbé érzékeny fafajok (pl. csertölgy) fogják felváltani a 21. század végéig, mely változást eredményezhet az erdőtalajok szénkészletében is.

Kutatásunk kezdeti lépéseiben 3 kérdésre keressük a választ:

1. Napjainkban mekkora a szerves szénkészlet a bükk és cser, illetve kocsánytalan tölgy állományok talajában?
2. Mely termőhelyi tényezők határozzák meg, befolyásolják elsősorban a magyar erdők talajának szénkészletét?
3. Hogyan befolyásolja az éghajlatváltozás a fafajok elterjedését és ez által a széntárolást?

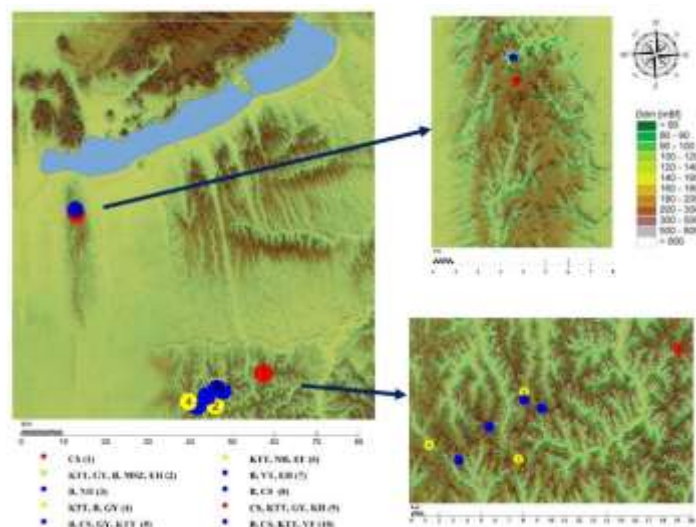
Ahol nincs emberi beavatkozás, ott a szénforgalmában egyensúly alakulhat ki, amit jelentősen befolyásol a fafajok összetétele is. Mivel egy nagyobb átfogó vizsgálat elején vagyunk, célunk volt, hogy megvizsgáljuk ezen állítást tölgyes és bükkös, valamint elegyes állományokban.

Vizsgálati módszer

Munkánk során összesen 10 egymáshoz közeli tölgyes és bükkös állomány talajának szénkészletét, avartakaróját vizsgáltuk meg dendrometriai felméréssel kiegészítve azonos klimatikus körülmények és talajadottságok (löszön kialakult talajok) között.

A kutatási helyszínek – a Marcali-hát és a Zselicség – egymáshoz hasonló termőhelyi adottságai lehetőséget nyújtanak a vizsgált állományok összehasonlítására (1. ábra). Meg kell azonban jegyezni, hogy klimatikus szempontból a Zselicség kedvezőbb viszonyokkal rendelkezik, melyen így jobbára agyagbemosódásos barna erdőtalajok alakultak ki. Míg a Marcali-hát kicsit szárazabb terület és inkább barnaföldek jellemzik. A kiválasztott erdőrészek – egy adott területen belül – egymáshoz képest 1-2 km távolságra helyezkedtek el. Emellett a Magyarországra oly jellemző lösz alapközetet választottuk, mely gyakorlatilag az egész ország területén megtalálható. Mindkét mintavételi helyszín 150-250 tengerszintfeletti magasságon található, közel azonos éves átlagos csapadékösszegek (650-710 mm) és éves átlagos hőmérsékleti értékek (10-10,4 °C) jellemzik a területeket. A Soproni Egyetem által kifejlesztett Agárklíma Döntéstámogató Rendszer (DTR) szerint, mely az Erdészeti szárazsági mutató (FAI) alapján az általunk vizsgált állományok jelenleg gyertyános-tölgyes (GYT) erdészeti klímakategóriába tartoznak (FÜHRER 2010; FÜHRER és JAGODICS 2011). Az azonos alapközeten (löszös) kívül pedig a vályog fizikai féleségű talajok vizsgálatára törekedtünk. Egy-egy mintavételi helyszínen talaj- és avarminta begyűjtése mellett dendrometriai felmérés történt, melynek módszerét a következőkben részletezzük.

A megfelelő állomány kiválasztása után, egy az állományra jellemző ponton letakarítottuk a talajfelszínt, majd motoros talajfúróval 1,1 méteres talajmélységig lefúrtunk. Ezután a kiemelt talajoszlopot 10 centiméteres talajegységekre osztottuk fel (0-10, 10-20, ..., 100-110 cm), ennek eredményeként 11 mintát kaptunk. Majd mind a 11 mintából Vér-féle hengerrel 100 cm³-es bolygatatlan talajmintát gyűjtöttünk térfogattömeg-mérésekhez, a fennmaradó talajt pedig szintén begyűjtöttük további elemzésre (pH, CaCO₃, textúra, H%, szerves C).



1. ábra: Mintavételi pontok elhelyezkedése a Marcali-báton és a Zselicségben

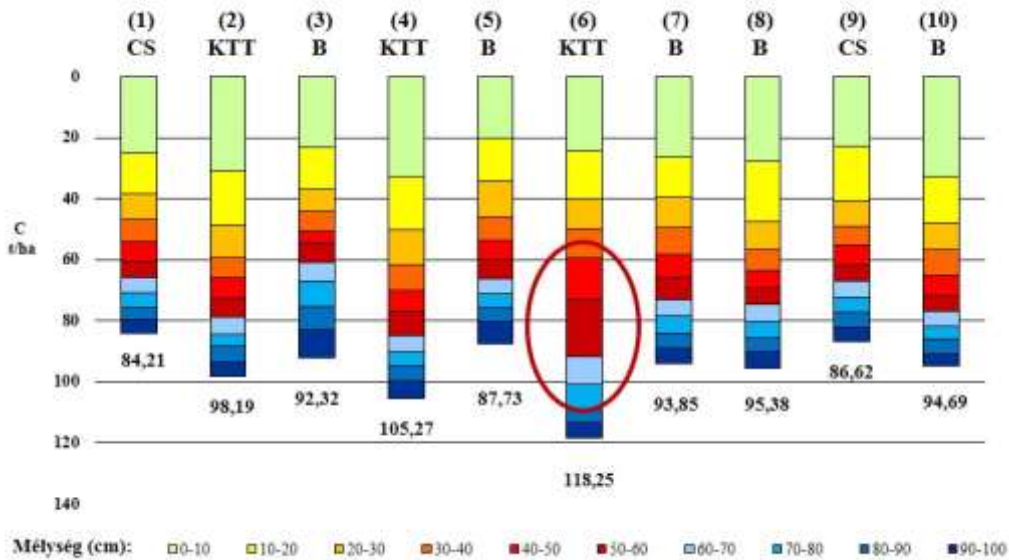
Avarminták – A_0 avarszint – begyűjtése is történt az egyes helyszíneken, 3 véletlenszerűen kiválasztott $30 \times 30 \text{ cm}^2$ -es talajfelületen a fúrás helyének 5 méteres körzetéből. Az avarminták széntartalmának meghatározásánál a 2009/28/EK irányelv V. mellékletében foglaltakat alkalmaztuk. Ezen kívül dendrometriai felmérés keretében feljegyeztük talajmintavételi pont – azaz a fúrás helyét középpontnak tekintve – 10 m-es sugarú körben található faegyedeket. Megtörtént a távolságok lemérése az adott fatörzs és a mintavételi pont között, valamint feljegyzésre került az adott fafaj törzsmérete. Ezen felmérésekkel a különböző állománytípusok talajszén-készletre gyakorolt hatásának meghatározása volt a célunk.

Eredmények

A pH értékek a savanyú, gyengén savanyú és semleges tartományokban voltak, mindössze két esetben mértünk lúgos kémhatást a meszes lösz alapkőzet közelsége miatt. Ez utóbbi helyeken szükség volt a szénsavas mésztartalom mérésére is azért, hogy a CaCO_3 széntartalom ne befolyásolja az eredményeket. A kémhatás eredményei jellegzetes lefutást mutattak. A felsőbb szintek savanyúságát a humuszsavak magasabb koncentrációja okozza. A kilúgozás hatásának csökkenése miatt a mélyebb szintek ezekből kevesebbet tartalmaznak, így a kémhatás is a semleges tartomány felé tolódik.

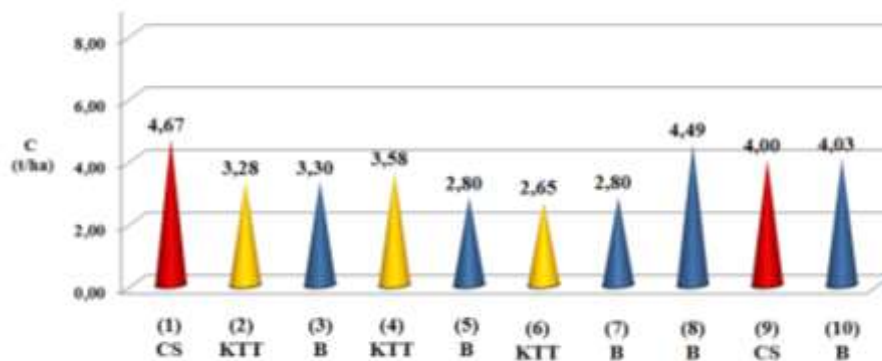
A Vér-féle hengerekben mért térfogattömegek szintenkénti átlagai alapján a felsőbb szintek lazább szövetűek. Az alsóbb szintek tömöttebbek, viszont a 70-80, 80-90, 90-100 cm-es talajrétegek átlagosan alacsonyabb térfogattömegűek voltak. Ennek oka, hogy néhány minta esetében kevésbé tömör homokos vályog szövetű rétegeket is találtunk.

A legfelső rétegekben a humusztartalom mindenhol meghaladta a 3%-ot, majd a mélységgel fokozatosan csökkent egészen az alsóbb szintekre jellemző 0-0,5% körüli értékig. Kiemelnénk a 6. oszlop – Zselickislak 7/A erdőrészlet – eredményeit, ahol egy eltemetett humuszos szintre bukkantunk (2,45%), mely jelentősen megnövelte a talajban tárolt szerves széntartalmat. A talajban tárolt szerves széntartalom értékeit az egyes talajszegmensekben a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A talaj szerves széntartalma a vizsgált erdőállományokban

Az ábrán jól látszik a rejtett humuszos szint hatása az 50-70 cm-es talajszegmensben és az 1 m-es fúrásoszlopra vonatkoztatott szerves széntartalom értékek. Itt már az egyes állománytípusok jobb összehasonlíthatósága érdekében az eredményeket hektárra vetítve, tonna mértékegységben adtuk meg az egyes szintekre nézve. A legalacsonyabb értékeket az 1. és 9. állomány alatt mértük, amelyek állományalkotó fafaja közel 100%-ban csertölgy volt. A legmagasabb széntartalmat a teljes szelvényre nézve a korábban már említett 6. állományban végzett fúrásnál találtuk (átlagosan 99.1 C t/ha), ahol a vöröstölgy (24%) és az ezüsthárs (32%) magas elegyarányban fordult elő. Az itt mért eredmény esetében nem szabad figyelmen kívül hagyni az eltemetett humuszos réteget. Az avar szénkészletének vizsgálata alapján a legmagasabb értékeket az 1. és 8. állomány mintáinál találtunk (3. ábra).



3. ábra: Az avar szerves szénkészlete a mintaterületeken

Az ábra jól szemlélteti, hogy az 1. mintavételi ponton, melynek környezetében magas arányban fordul elő a csertölgy és a 9. mintánál is, ahol a cser domináns, egy kicsivel nagyobb mennyiségű szerves szén raktározódott az avarban, mint a többi fafajnál, amiből viszont jóval kevesebb jelenik meg a talajban, mivel a csertölgyes állományokban az avar lebomlása jóval lassabb folyamat (JÁRÓ 1963).

Következtetések

Termőhelyi adottságai alapvetően meghatározzák az egyes faállományok tulajdonságait, de emellett az állomány is visszahat a termőhelyre. Kicsit távolabb, de még mindig ugyanabban az erdőrészletben maradva, homogén termőhelyi és geomorfológiai viszonyokat feltételezve, az állományszerkezet kisebb-nagyobb eltéréseinek köszönhetően az előzőhöz csak nagyon hasonló, de soha sem egyenlő széntartalmakat kapnánk. Ezen tény figyelembe vételével viszont mégis lehet a fafajnak a talaj széntartalmát befolyásoló hatásáról beszélni. Természetesen érdemes lenne több mintát vizsgálni, hogy biztosabb következtetéseket lehessen levonni, de az eredmények alapján annyi megállapítást megengedhetünk, hogy hasonló termőhelyi viszonyok között lehet különbséget tenni egy bükkös, vagy éppen egy cseres állomány talajának szénmegkötése között.

Megfigyeléseink alapján azokban az állományokban, amelyekben a kocsánytalan tölgy, mint főfafaj jelent meg, vagy magasabb elegyarányt képviselt, ott nagyobb mennyiségű szén raktározódott a talajban, mint a bükkösökben. Bár nem egykorú állományokat vizsgáltunk, a kapott széntartalom-értékek jól reprezentálják az adott állománytípusokat, mivel azok hosszú ideig fennálló egyensúlyi állapot eredményei. Azokban a cseres kocsánytalan tölgyesekben, ahol a cser dominált, ott átlagon aluli értékeket tapasztaltunk. Valószínűnek tartjuk, hogy a kor önmagában véve kevésbé bír nagy jelentőséggel a talaj széntartalmának vonatkozásában. Szelvényeink talajai kivétel nélkül löszön képződtek. A legtöbb esetben típusos agyagbemosódásos barna erdőtalajok, valamint egy-egy helyszínen rozsdabarna erdőtalaj és lejtőhordalék erdőtalaj volt a jellemző genetikai talajtípus, mély termőréteg és vályog fizikai talajfeleség mellett, melyek minden esetben savanyúaknak bizonyultak a csapadék kilúgzó hatása miatt. A klimatikus viszonyokat tekintve előfordultak különbségek az egyes erdőrészletek között. A mért tengerszint feletti magasságok esetén is voltak kisebb-nagyobb eltérések, bár ez önmagában nem elegendő a klímakategóriában tapasztalt eltérések magyarázatára. Egyes kitétségeknek köszönhetően azonban már a bükk számára is az optimális közeli viszonyok alakultak ki. Jellemzően ilyen helyeken találtuk meg ezt a fafajt. De mivel a klímát tekintve egymáshoz közeli termőhelyeket vizsgáltunk, nem egyértelmű ennek hatása a széntartalomra vonatkozóan.

Más vizsgálatokkal való összehasonlítást tekintve a szénkészlet az általunk vizsgált szegmensekben lefelé haladva fokozatosan csökkent, mely megfelelően követi a humusztartalom eloszlását a talajszelvényben. Ezt a megállapítást utoljára HORVÁTH és munkatársai (2016) igazolták. A legmagasabb értékeket a 0-10 cm-es szintben találtuk minden fúrás esetében, melyek megerősítik FÜHRER (2005) méréseit. Kapott adataink nagyságrendileg azonosak a FÜHRER és JAGODICS (2009) által vizsgált erdőállományok értékeihez. Jelen cikk szerzői is végeztek már korábban kocsánytalan tölgy és akác erdőtelepítések hatását vizsgáló szénkészlet felmérést, bár csak a talaj felső 30 cm-ében (BIDLÓ *et al.* 2014). Ezen vizsgálat kocsánytalan tölgyre vonatkozó adatai magasabbnak bizonyultak az általunk ugyanezen rétegben mértetekhez képest, annak ellenére, hogy ott mindössze 24 éves volt a legidősebb állomány.

A jövő nagy kérdése, hogy a klímaváltozás hogyan érinti fafajaink elterjedését. Az érzékenyebb bükköt, de még a kocsánytalan tölgyesek egy részét is várhatóan felváltja majd a szárazodásra kevésbé érzékeny csertölgy vagy más fafaj. Amennyiben méréseink helyesek a cseres állományok szénmegkötését illetően, a jövőben esetlegesen számíthatunk arra, hogy csökkenni fog a faállományok talajának szénkészlete, melyet vizsgálataink ebben a formában alátámasztottak. Eredményeink alapján úgy véljük, hogy további nagyszámú fúrásra lenne szükség, pontosabb következtetések levonásához. Mindazonáltal méréseink alátámasztani látszanak az alapfeltevést, miszerint hasonló ökológiai adottságok mellett a fafajok és az erdőművelési beavatkozások okoznak a talajok széntartama tekintetében különbségeket.

Összegzés

Kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy jelentős különbség van-e a cseres, illetve kocsánytalan tölgyesek és bükkösök talajának szénkészletében. Más kutatások eredményeihez hasonlóan a talajok felső 40 cm-es mélységében mértünk kiemelkedő értékeket és találtunk különbséget az állományok között. A különböző erdőhasználat és fafajok összetétele hatással vannak a szénkészletre, ahogy az avar mennyisége illetve összetétele is.

A legmagasabb szerves szénértékeket a kocsánytalan tölgy állományok talajában (átlagosan 99,1 C t/ha), míg a legkevesebbet a csertölgy állományok talajában (átlagosan 85,4 C t/ha) találtuk. A jövőben a 3. kérdés megválaszolása lesz a fő cél, mivel az aszályra és szélsőségekre érzékeny bükk és kocsánytalan tölgy várhatóan a kevésbé érzékeny csertölgygel kerül helyettesítésre. Az előzetes vizsgálatok alapján, amennyiben a jövőben a cseresek nagyobb elterjedése valószínűsíthető, akkor számíthatunk az erdőtalajok szénkészletének csökkentésére.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást a VKSZ-Agrárklíma-2 (VKSZ 12-1-2013-0034) projekt, valamint a Felsőoktatási Struktúrátalakítási Alap (FSA) támogatásával valósult meg. Dr. Horváth Adrienn kutatása az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Felhasznált irodalom

- BIDLÓ A. – SZÚCS P. – HORVÁTH A. – KIRÁLY É. – NÉMETH E. – SOMOGYI Z. (2014): Telepített kocsánytalan tölgy és akác fiatalosok hatása a talaj szénkészletére néhány dunántúli erdőtelepítés példáján. Erdészettudományi közlemények 4(2):121-133.
- BIDLÓ A. – GULYÁS K. – GÁLOS B. – HORVÁTH A. (2017): Observed response of vulnerable forest ecosystems to ongoing site condition changes Geophysical Research Abstracts Vol. 19. EGU2017-5087.
- FÜHRER E. 2005: Az erdőgazdálkodás talajtani vonatkozásai. In: STEFANOVITS P. – MICHÉLI E. (szerk.): Talajok jelentősége a 21. században. MTA Társadalomkutató Kp, Budapest, 97-117.
- FÜHRER E. – JAGODICS A. (2009): A klímajelző fafajú állományok szénkészlete. „KLÍMA-21” Füzetek, 57:43-55.
- FÜHRER E. (2010): A fák növekedése és a klíma. „KLÍMA-21” Füzetek, 61: 98–107.
- FÜHRER E. – HORVÁTH L. – JAGODICS A. – MACHON A. – SZABADOS I. (2011): Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. Időjárás, 115(3):103-118.
- GÁLOS B. – FÜHRER E. – CZIMBER K. – GULYÁS K. – BIDLÓ A. – HÄNSLER A. – JACOB D. – MÁTYÁS CS. (2015): Climatic threats determining future adaptive forest management. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service 119(4):425-441.
- HORVÁTH A. – BENE ZS. – BIDLÓ A. (2016): Comparison of the carbon stock in forest soil of sessile oak and beech forests. EGU 2016. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-14487.
- JÁRÓ Z. (1963): A lomb bomlása különböző állományok alatt. Erdészeti kutatások 59(1-2):95-105.
- MÁTYÁS CS. (2010): Forecasts needed for retreating forests. Nature 464:1271.
- 2009/28/EK irányelv V. mellékletének alkalmazásában a talajban lévő kötött szén-készletek kiszámításával kapcsolatos iránymutatásról

KOCSÁNYTALAN TÖLGY SZÁRMAZÁSOK KLÍMAÉRZÉKENYSÉGÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA EGY NEMZETKÖZI KÍSÉRLETBEN

KÓCZÁN-HORVÁTH ANIKÓ¹ – MÁTYÁS CSABA¹ – CUAUHTÉMOC SÁENZ-ROMERO²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

²Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, México

horvath.aniko@uni-sopron.hu

A fajok melegedő és szárazodó klímához való alkalmazkodásának mértéke nem ismert, jövőbeni vitalitásukat és termelésüket bizonytalanság övezi. Számos kutatásban előrejelzték már a vitalitás csökkenését, az elterjedési terület eltolódását, a különböző kártevők elszaporodását. Különösen fontos lenne a domináns, klímazonális, erdőtársulásainkat meghatározó fő fajok várható viselkedésének előrebecslése, mint amilyen a kocsánytalan tölgy is. Széles termőhelytűrése a klímaváltozásra felkészülés egyik fontos fájává emeli.

Kísérleteink során bükk származásokra kimutattuk az előrebecslés lehetőségeit (HORVÁTH – MÁTYÁS 2016), kocsánytalan tölgyből azonban nem rendelkezünk megfelelő hazai kísérlettel. Egy EU-s projekt (FORGER) keretében lehetőség nyílt a francia INRA (Bordeaux) által koordinált nemzetközi tölgy kísérlet tanulmányozására, és a magyar származások adatainak elemzésére.

Vizsgáló módszer

A klímaváltozás által kiváltott vitalitás reakciók előrejelzésére alkalmazzuk a származási kísérleteket. A megváltozott klímát eltérő klimatikus környezetbe áttelepítéssel szimuláljuk. Jelen vizsgálatban az INRA tölgy kísérletsorozat eddig nem publikált adatbázisából hét, eltérő klímazonákat képviselő származás reakciónormáját elemeztük részletesen, köztük három magyar származását is, fiatalkori (10 éves) adatok alapján (1. táblázat). A klímazona besorolás az *European Environmental Stratification* térképe alapján történt. A két magyar származás sajnos csak kevés helyszínen lett tesztelve (Pilis 2, Nagybátony 3 helyen), ezért a klímaosztály besorolás alapján egy ausztriai származást is bevonva (Borsmonostor/Klostermarienburg) létrehoztunk egy pannon csoportot. A reakciónormák megszerkesztésekor ennek átlagával számoltunk. Az elemzéshez magassági és megmaradási adatokat használtunk fel. A reakciónormák alapján elkülöníthetők az általában jól teljesítő, plasztikus származások, de a faj romló klimatikus viszonyok irányában mutatott válaszreakciójáról is képet kaphatunk. A teszthelyszínekre és a származásokra vonatkozó klímaadatok a WORLDCLIM adatbázisból származnak. A magassággal és a megmaradással legszorosabb összefüggést mutató klímáparamétereket SAENZ-ROMERO és munkatársai (2016) már meghatározták, az elemzésben mi is ezeket alkalmazzuk. A megmaradási adatok esetében, az éves csapadékösszeg és az évi 5 °C-nál magasabb hőmérsékletű napok hőösszegeiből számolt, **éves aszály index** (ADI – annual dryness index), míg a magassági adatoknál a vegetációs időszak csapadékösszege (áprilistól szeptemberig) és a vegetációs időszakban az 5 °C-nál magasabb hőmérsékletű napok hőösszegeiből számolt **vegetációs aszály index** (GSDI – growing season dryness index) mutatta a legszignifikánsabb összefüggést. A kísérleti helyszínenként meghatározott ökológiai (klimatikus) távolságot használtuk fel a populációk reakciónormái független változójaként.

Eredmények

A származások összevont reakciónormája (1. és 2. ábra) mind a magassági növekedés, mind a megmaradás tekintetében, a szárazodással csökkenő tendenciát mutat. Mivel azonban fiatalkori, 10 éves adatokról van szó, ezért biztosabb eredményeket a megmaradási adatok szolgáltatnak. A kísérletek elhelyezkedése a melegebb/szárazabb irányban ad megbízhatóbb eredményt, a negatív (hűvösebb/nedvesebb) tartományban a regresszió iránya bizonytalan, magasságra csak lineáris összefüggés adható meg.

1. táblázat: Az adatbázisból kiválasztott származások és megállapított klímaadataik

Származás neve	Származási ország	db	Földrajzi sz.	Földrajzi h.	Tszfm	Éves aszály index	Vegetációs aszály index	Éves csapadék (mm)	Éves hőm. (°C)	Klímaosztály*
Syców	Lengyelország	20	51.18	17.93	210	0.0706	0.1118	577	8	CON
Bolu	Törökország	16	40.92	31.67	1200	0.0481	0.1198	788	7.6	MDM
Silke	Dánia	18	56.13	9.40	250	0.0468	0.0960	766	7.2	ATN
Pilis	Magyarország	2	47.72	18.87	500	0.0641	0.1123	665	8.6	PAN
Nagybátony	Magyarország	3	47.94	19.85	400	0.0715	0.1181	605	8.7	PAN
Klosterm.	Ausztria	9	47.41	16.55	310	0.0642	0.1002	669	8.8	PAN
Berce	Franciaország	20	47.81	0.39	157	0.0628	0.1330	712	10.6	ATC

*A táblázatban szereplő klímaosztályok:

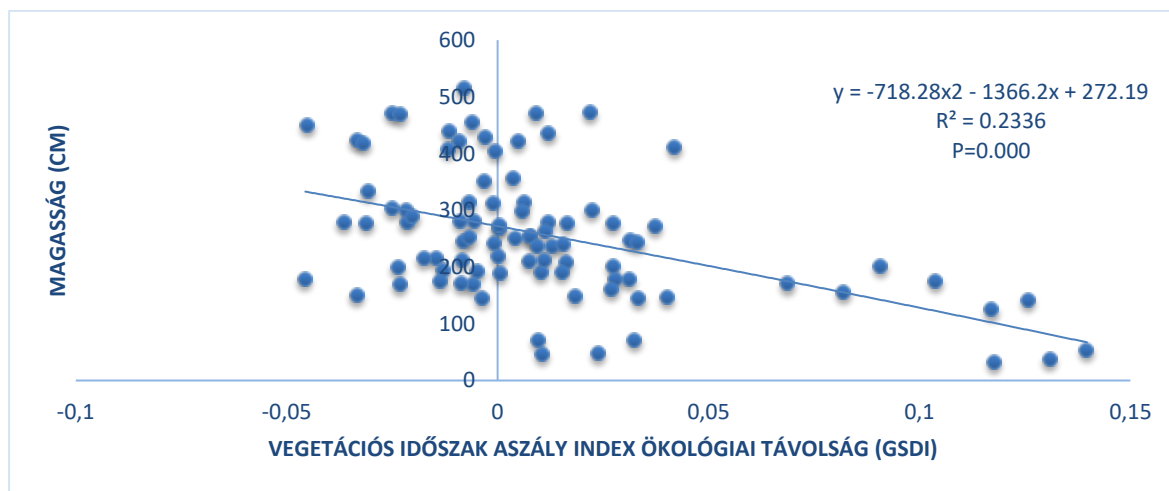
Continental (CON): meleg nyárral és zord téllal jellemzett kontinentális klíma

Mediterranean Mountains (MDM): a hegységi klíma mellett a Földközi tenger hatása is nagyban érvényesül, téli csapadékmaximummal.

Atlantic North (ATN): az Atlanti óceán és az Északi tenger hatása miatti csapadékos, inkább hűvös nyár, hideg, de nem zord tél.

Pannonian-Pontic (PAN): hideg tél és a forró száraz nyár a jellemző. A legtöbb csapadék a tavaszi-nyári hónapokban van.

Atlantic Central (ATC): mérsékelt klíma jellemző, a téli átlaghőmérséklet nem megy 0°C alá és a nyári középhőmérséklet viszonylag alacsony.

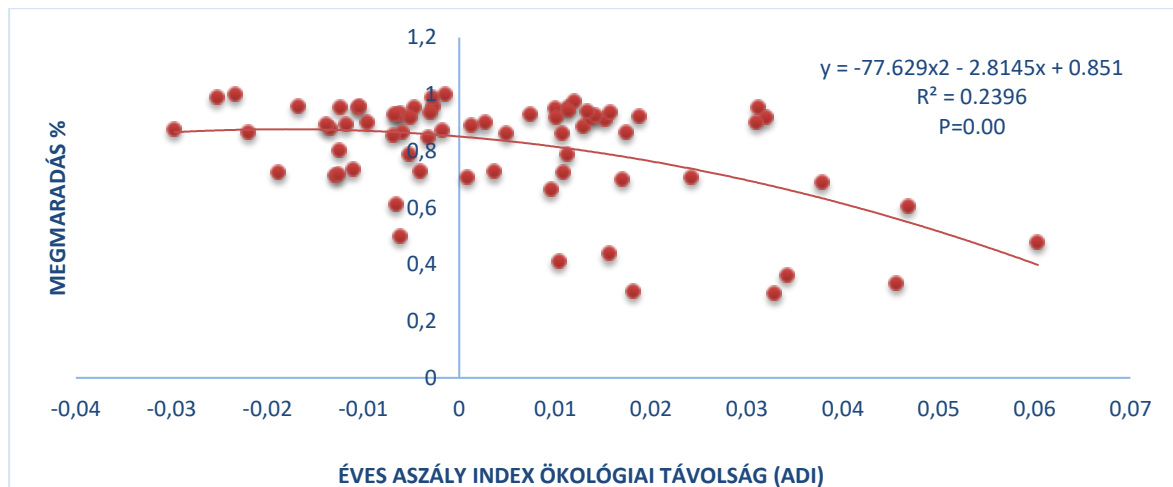


1. ábra: A kiválasztott tölgy származások összesített magassági reakciónormája a GSDI aszály-index változása függvényében

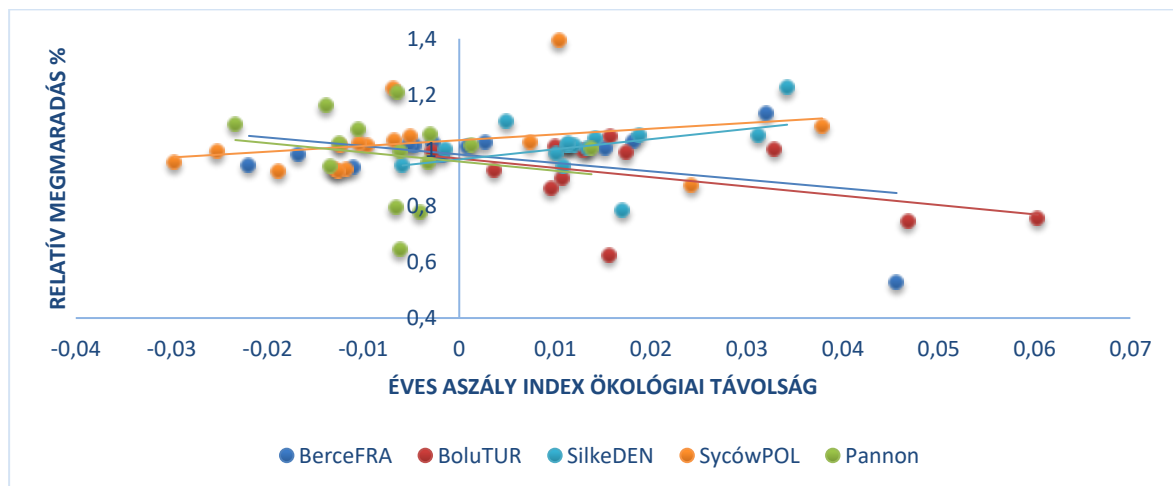
A származások többségének az eredeti származási helyüknél hűvösebb klímán a legmagasabb a megmaradási értéke, a görbe maximuma -0,018 értéknél tetőzik. A görbe lefutása főként a törökországi helyszínek meleg, száraz klímája és a lengyelországi helyszín telepítést követő aszályos időjárásának következménye, ahol a fafaj már elérte ökológiai szárazsági határát.

A származások relatív reakciónormája (3. ábra) a származások közti különbségeket mutatja, tehát a termőhelyi potenciált kizárva a genetikai különbségek feltárására alkalmas. A relatív reakciónorma az adott származás teljesítményét az adott helyszín összes származása átlagához képest adja meg. A lengyel és dán származás (Syców és Silke) a melegebb és szárazabb kísérlet helyszíneken

a többi származáshoz képest jobb megmaradást mutatnak, ezek a legplasztikusabb származások. A Pannon csoport teljesítménye csak a közepes mezőben értékelhető, ott átlagos teljesítményt mutatnak.



2. ábra: A kiválasztott tölgy származások összesített megmaradása (%) az ADI aszályindex-változása függvényében.



3. ábra: A kiválasztott tölgy származások egyenkénti relatív megmaradása (%) az ADI aszályindex-változása függvényében

Összefoglalás

Mind a magassági, mind a megmaradási adatok esetében általánosan kimutatható, hogy az aszályosság növekedésével gyengül a kocsánytalan tölgy populációk megmaradása és magassági növekedése is. A vizsgált származások termőhelyi változásra adott válaszreakciói között szignifikáns különbségek mutathatók ki, ami megerősíti, hogy származás-szelekcióval a tolerancia és stabilitás javítható. A kísérletbe vont Pannon származások (Borsmonostor/Klostermarienburg (A), Nagybátony, Pilis) az atlanti, kontinentális és mediterrán származásokkal összehasonlítva, átlagos teljesítményt mutatnak. Az ismertetett adatok első eredmények a hazai tölgy populációk nemzetközi összehasonlításban mért teljesítményéről.

Irodalomjegyzék

- HORVÁTH A. – MÁTYÁS Cs. (2016): The decline of vitality caused by increasing drought in a beech provenance trial predicted by juvenile growth. *South-East European Forestry* 7, 1-8.
- SÁENZ-ROMERO, C. – LAMY, J. B. – DUCOUSSE, A. – MUSCH, B. – EHRENMANN, F. – DELZON, S. – CAVERS, S. – CHALUPKA, W. – DAĞDAŞ, S. – HANSEN, J. K. – LEE, S. J. – LIESEBACH, M. – RAU, H. M. – PSOMAS, A. – SCHNECK, V. – STEINER, W. – ZIMMERMANN, N. E. – KREMER A. (2016): Adaptive and plastic responses of *Quercus petraea* populations to climate across Europe. *Global Change Biology*. 23(7):2831–2847

MESTERSÉGES ÉS TERMÉSZETES FELÚJÍTÁSÚ VÖRÖS TÖLGYESEK ÖKONÓMIAI ÖSSZEVETÉSE A NYÍRSÉGBEN

MARCSISIN TAMÁS MÁTÉ – KIRÁLY GERGELY

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

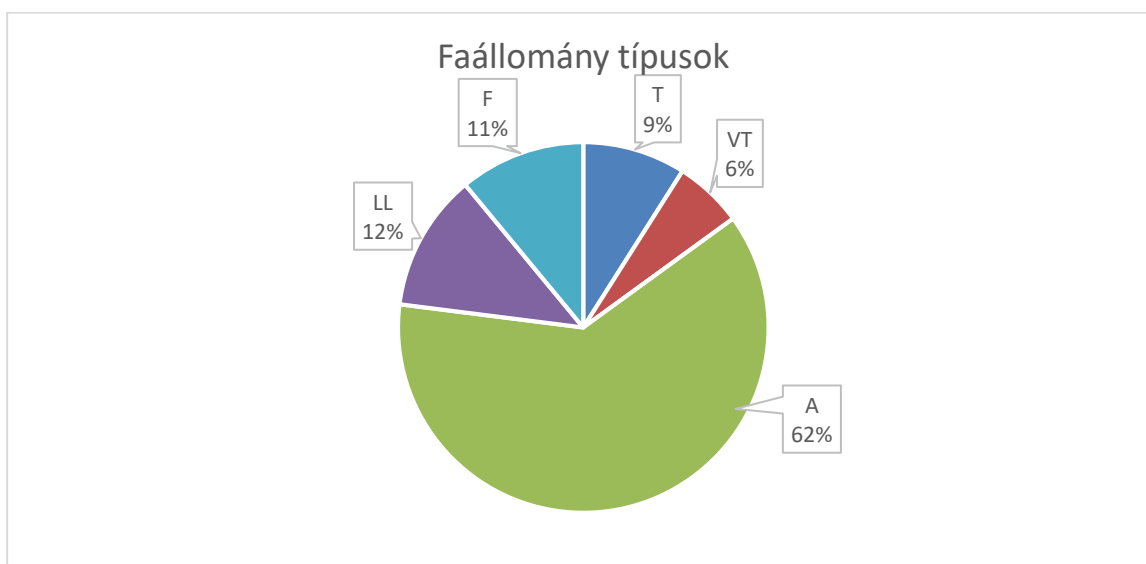
Marcisin.Tamas.Mate@phd.uni-sopron.hu

Az atlantikus Észak-Amerikából származó Vörös tölgy (*Quercus rubra* L.) aktuális részaránya a hazai erdőkben csak 1%, ez egyes régiókban (elsősorban savanyú homokon a Nyírségben és Belső-Somogyban), mégis jelentősnek nevezhető. Bő és rendszeres makktermése kiaknázatlan lehetőségeket nyújt a természetes felújítására, emiatt több helyen alternatívaként tekintenek a fajra, akár erdőtelepítésekben, akár meglévő állományok cseréje során. Mivel nem őshonos faj, természetvédelmi okokból számos területen korlátozott, vagy nem megengedett az alkalmazása.

A vörös tölgy erdőművelésének és erdőhasználatának ökonómiai kérdéseivel eddig kevés hazai kutatás foglalkozott. Kutatásunk során egy természetes és egy mesterséges felújítású részletre vonatkozó kiadásokat és bevételeket hasonlítottunk össze a Nyírlugosi Erdészet területén az erdősítés kezdetétől a véghasználatig. Az Erdészet területén a faj mesterséges felújítása teljes talajelőkészítés utáni makkvetéssel történik, a kísérleti fázisban lévő természetes felújítás során pedig több lépésben elvégzett fokozatos felújítógáccsal. A bevált gyakorlat az Erdészetnél, hogy egy bontóvágást (FVB) követően még egy lépcsőben az úgynevezett végvágás (FVV) során teljesen letermelik az állományt.

Vizsgálati módszerek

Vizsgálatunkat a Nyírerdő Zrt. Nyírlugosi Erdészetének területén végeztük, amely a Délkelet-Nyírséghez tartozik. A kistáj Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében található, területe 55 300 ha erdősültsége 36,2%. A Nyírlugosi Erdészet hét község határában (Ömböly, Bátorliget, Nyírbétek, Encsencs, Nyírlugos, Penészlek és Nyírmihálydi) 5508,95 hektáron folytat erdőgazdálkodást a Nyírerdő Zrt. területén. A térség talajain futóhomok (37%), humuszos homok (16%), kovárányos barna erdőtalaj (26%), réti talaj (6%), öntés réti talaj (11%) és lápos réti talaj (4%) található. A termőhelyi adottságok változatosságából fakadóan a gondos gazdálkodás elvét szem előtt tartva az erdőterületek igen mozaikos képet mutatnak.



1. ábra: Faállomány-típusok százalékos megoszlása a Nyírlugosi Erdészet területén (Forrás: Nyírerdő ZRT, Nyírlugosi Erdészet 2016)

A Nyírlugosi Erdészet kezelésében 121 erdőrészleten 322,87 hektáron található vörös tölgyes állomány. Ezek közül természetes felújítási kísérletre 9 részlet került kijelölésre.

Vörös tölgy esetén a mesterséges felújítás a Nyírlugosi Erdészet területén általában teljes talaj-előkészítés utáni makkvetéssel történik. A költségeket ez alapján fogjuk számítani és az összehasonlítási alapot is ez szolgáltatja az Erdészet természetes felújítású részleteinek költségeivel szemben.

Terület és talajelőkészítés költségei

A makkvetés megkezdése előtt gondoskodnunk kell a terület és a talaj megfelelő állapotba hozásáról. Ezeket a munkákat összefoglalóan terület- és talaj-előkészítésnek nevezzük. A tuskókat egy erőgép emeli ki a földből, majd tololappal felszerelt traktor a vágástér széleire, úgynevezett tuskó-sorokba rendezi azokat. Ezzel egy menetben történik meg a tuskók kiszedése után visszamaradt gödrök betemetése a további munkálatok zavartalan elvégzése érdekében. A következő munkafolyamat a mélyforgatás vagy a mélyszántás (2. ábra). Ekkor a talaj rétegeit 30-70 cm mélyen forgatják figyelve az esetleges talajhibákra. A forgatás vagy a szántás során a talajfelszínre kerülő gyökérdarabokat a vetés egyenletességét biztosítandó, egy gyökérfésűvel szerelt univerzális traktorral a területről eltávolítják. A gyökérfésű 2 irányban pásztázza végig az érintett részt. A talajkiszáradást megelőzendő a területet átlós irányba simítózzák, ekkor a talaj felső rétege tömörödik, lezárásra kerül. Azért, hogy a makk megfelelő talajba kerüljön elvetésre, elengedhetetlen a föld porhanyítása, amelyet általában a Nyírlugosi Erdészetnél tárcsával oldanak meg. A terület- és talaj-előkészítés együttes költsége 355 000 Ft/ha (nettó érték, a továbbiakban is mindenhol ez szerepel).



2. ábra: Láncotlappal erőgéppel végzett mélyszántás (Forrás: Saját kép)

Erdősítés költsége

A vetés egy univerzális traktor által vontatott nagymag vetőgéppel kerül végrehajtásra. A vetés során a makkok közé rozst kevernek, ami az ápolási munkák alkalmával sorjelölőként funkcionál. Hektáronként 350-500 kilogramm makk illetve megközelítőleg 100 kilogramm rozst kerül elvetésre, 8-10 cm mélyen. Az Erdészet a vetésre szánt makkokat saját, kijelölt magtermő állományából szerzi be, így a szaporítóanyag költségével nem számoltunk. Így a vetés együttes költsége 45 000 Ft/ha.

Ápolási költségek

Az erdősítésekben a csemetekerti tisztaságot megközelítő állapot fenntartásához az erdősítés sor-kozeit évente ötször tárcsázzák, míg a sorokat háromszor kapálják. A tárcsázást külső vállalkozó végzi, így felmerülő költségekkel kell számolni, a kapálásokat közfoglalkoztatottak hajtják végre, tehát plusz költség itt nem merül fel. Az erdősítés évét követően az állomány 4 éves koráig évente egyszer vegyszeres gyomkorlátozásban, és kétszeri kapálásban merül ki az ápolási munka. A tárcsázás költsége 6500 Ft/ha/alkalom, míg a vegyszeres gyomkorlátozás ára 12 000 Ft/ha/alkalom.

Erdőnevelési költségek és bevételek

A 80 éves vágáskorú vörös tölgyesekben a Nyírlugosi Erdészet egy tisztítást, egy törzskiválasztó gyérítést, és egy növedékfokozó gyérítést alkalmaz. A 10 éves korban elvégzett tisztítás során 5 m³/ha faanyag kerül ki az erdőből. A 35 éves korban esedékes törzskiválasztó gyérítés következtében 20 m³/ha faanyagra számíthatunk. 60 m³/ha faanyagra teszünk szert a 65 éves korban elvégzett növedékfokozó gyérítés után. A tisztítás költsége 30 000 Ft/ha, bevétel belőle csak a gallyfaként értékesített fa után származik, aminek értéke 3000 Ft/m³. A törzskiválasztó gyérítés során már tűzifa minőségű választékra számíthatunk, értéke 16 000 Ft/m³. A munkálatok elvégzéséért a vállalkozó 3800 Ft/m³ vállalkozói díjat kér. A növedékfokozó gyérítés esetén a választékok alakulása 30% rönk, 50% kivágás, 20% tűzifa. A választékok ára rönknél 32 000 Ft/m³, kivágásnál 22 000 Ft/m³, tűzifa esetén 16 000 Ft/m³. A munkálatok elvégzéséért szintén 3800 Ft/m³ árat kér a vállalkozó. A hektáronkénti kitermelhető m³ adatok területenként változhatnak, ezek csak jó közelítő értékek.

Véghasználat költségei és bevételei

A vörös tölgyről elmondható, hogy magas ipari kihatással számolhatunk véghasználatánál. Ez az érték a Nyírlugosi Erdészetnél 70% iparifa és 30% tűzifa választékot jelent. Az átlagosnak tekinthető 400 m³/ha fatérfogatú vörös tölgyesek esetén 280 m³/ha iparifát és 120 m³/ha tűzifát jelent. A vállalkozónak kifizetett összeg iparifa választék esetén 3050 Ft/m³, sarangolt választék esetén 2700 Ft/m³. A választékok értékesítési ára tűzifa esetén 16 000 Ft/m³, rönk esetén 32 000 Ft/m³.

Természetes felújítás esetén nagyobb eredményt várhatunk az erdőgazdálkodástól a kevesebb elvégzendő munkák miatt. Napjainkban még nem tisztázott, hogy a hosszú termelési időszak pénzbeli és természetes hozamai milyen kapcsolatban állnak az ökológiai tényezőkkel és a termelési előírásokkal. Az első bontást követő fatermés kiesés ökonómiai vonatkozásainak meghatározásához további vizsgálatok szükségesek. A teljes bevételt a fakitermelések adják, a fakitermelés kiadását viszont növeli az újulat kímélő faanyag mozgatás, a többszöri visszatérés és a megnövelt vállalkozói díjak.

Erdőnevelési költségek és kiadások

A mesterséges felújítással megegyező erdőnevelési eljárásokat alkalmaznak a természetes felújítású részletekben is. Tehát egy tisztítást, egy törzskiválasztó gyérítést és egy növedék-fokozó gyérítést. A tisztítás és a gyérítések költségei és bevételei megegyeznek a mesterséges felújítású részleteknél leírtakkal. Azaz a tisztítás 30 000 Ft/ha kiadással jár és 15 000 Ft/ha bevétellel. A törzskiválasztó gyérítés költsége 76 000 Ft/ha, a belőle származó bevétel 320 000 Ft/ha. Növedékfokozó gyérítés költsége 228 000 Ft/ha, míg 1 428 000 Ft/ha bevételünk származik belőle.

Véghasználat költségei és bevételei

A mesterséges felújítástól eltérően ebben az esetben nem egy lépcsőben termelik le az anyaállományt. Bontáskor a területen lévő fatérfogat 75%-át termelik le, már ekkor is figyelnek a kíméletes fakitermelésre és anyagmozgatásra a meglévő újulat védelme érdekében. Ez a kíméletesség a vállalkozói díjakat is megemeli, a bontás során a korábban ismertetett véghasználati díjazást alkalmaznak. Ezek a költségek iparifa választék esetén 3050 Ft/m³, sarangolt választék esetén 2700 Ft/m³-t érnek

el A bevételek rönkből 32 000 Ft/m³, míg tűzifából 16 000 Ft/m³ értéket érnek el. A végvágás során az értékesítés ára nem változik azonban a vállalkozói díjak iparifa estén 3300 Ft/m³, míg sarangolt választék esetén 2950 Ft/m³-re nőnek.

1. táblázat: 1 hektárra vetített költségek és bevételek a vörös tölgy mesterséges felújítása esetén

Elvégzett munkafolyamat	Költség (Ft)	Bevétel (Ft)
Terület és talaj-előkészítés	355 000	
Vetés	45 000	
Tárcsázás	39 000	
Vegyszeres gyomkorlátozás	48 000	
Tisztítás	30 000	15 000
Törzskiválasztó gyérités	76 000	320 000
Növedékfokozó gyérités	228 000	1 428 000
Véghasználat	1 178 000	10 880 000

2. táblázat: 1 hektárra vetített költségek és bevételek a vörös tölgy természetes felújítása esetén

Elvégzett munkafolyamat	Költség (Ft)	Bevétel (Ft)
Terület és talaj-előkészítés		
Vetés		
Tárcsázás		
Vegyszeres gyomkorlátozás		
Tisztítás	30 000	15 000
Törzskiválasztó gyérités	76 000	320 000
Növedékfokozó gyérités	228 000	1 428 000
Véghasználat	1 203 000	10 880 000

Eredmények

Vizsgálatunk során arra a megállapításra jutottunk, hogy a mesterséges felújítás vörös tölgy esetén az eredmény 10 644 000 Ft/ha, természetes felújítás esetén pedig 11 106 000 Ft/ha. A természetes felújítás tehát megközelítően 500 000 Ft/ha nagyobb eredményt keletkeztet, mint a mesterséges felújítás. Azonban itt elsősorban nem az eredmény növekedése a legfontosabb tényező, hanem a jelentősen kevesebb munkafolyamat.

Összefoglalás

A természetes felújítás mellett való állásfoglalás a fent említett kiadás csökkentésén túl, további előnyökkel is jár. Nem lehet elégszer hangsúlyozni, hogy természetvédelmi és ökológiai szempontból is előnyösebb a természetes erdőfelújítás, gondoljunk például a talaj védelmére, vagy az erdőben élő egyéb fajok védelmére. Fontos tényező továbbá, hogy természetes felújítás esetén a végvágást követően az újulat eléri a műszaki átvételhez szükséges paramétereket, úgy hogy semmilyen további munkát illetve költséget nem igényel. A természetes felújításból következő, elnyújtott felújítás folyamat jobban kielégíti a jelenkor társadalmi igényeit.

Felhasznált irodalom

- BÉKY A. (1989): A tölgy termesztése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
 BONDOR A. (1980): Erdőtelepítés, erdőfelújítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
 DÖVÉNYI Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajzkutatói Intézet, Budapest, 220-234
 SOMKUTI E. (1982): Vizsgálatok az erdőérték-számítás körében. Erdészeti és Faipari Tudományos közlemények, Sopron
 STARK M. – SCHIBERNA E. (2008): Faértékesítési ismeretek – erdőtulajdonosoknak. Magán-erdőgazdálkodási Tájékoztató Iroda, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 5-9

- SZAPPANOS A. – NAGY S. (1978): Faállomány-szerkezeti vizsgálatok tisztítási korú vöröstölgyesekben. Erdészeti és Faipari Tudományos közlemények, Sopron
- TÁCSIK M. (1985): A felsőtiszai vöröstölgy állományok természetének tapasztalatai. Az Erdő, Budapest, 34.4. 169-171

FÁS SZÁRÚ TAXONOK AKTUÁLIS ÉS POTENCIÁLIS ELTERJEDÉSI MINTÁZATÁNAK ELEMZÉSI LEHETŐSÉGEI

TIBORCZ VIKTOR¹ – LENGYEL ATTILA² – ZAGYVAI GERGELY¹ – BARTHA DÉNES¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növénytani és Természetvédelmi Intézet

²MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

tiborc.viktor@uni-sopron.hu

Bevezetés

A Magyarországi Flóratérképezési Program (KIRÁLY 2003) eredményeként megjelent Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza (BARTHA *et al.* 2015), melyre alapozva lehetőség nyílik a hazánkban előforduló növénytaxonok elterjedési mintázatának elemzésére. A jelenlegi elterjedés vizsgálatával, információhoz juthatunk az adott faj ökológiai paramétereiről, ezt felhasználva lehetőség nyílik a potenciális és jövőbeli feltételezhető elterjedési mintázat megjelenítésére. A hazai fás szárú növényeink elterjedéséről már korábbi publikációkból (BARTHA & MÁTYÁS 1995; BARTHA 2012) is rendelkezünk adatokkal. A fás szárú taxonok erdészeti szempontból kiemelt jelentőségűek, ezért az elemzések szempontjából prioritást élveznek a kutatásunk során. Az erdei fás növények klímaeltolódás okozta areaváltozás veszélyére és annak modellezési lehetőségeire már korábbi publikációkban is olvashatunk (MÁTYÁS & CZIMBER 2000). A közönséges bükk jövőbeli elterjedési mintázatában történő lehetséges változások már elemzésre kerültek (RASZTOVITS *et al.* 2012 2014). Jelen tanulmány célja, hogy a korábbi modellezésektől eltérő, általunk alkalmazott módszert bemutassuk egy példa taxon a közönséges csarab (*Calluna vulgaris*) segítségével.

Vizsgálati anyag és módszer

A magyarországi flóratérképezés alapegysége a közép-európai flóratérképezés (NIKLFIELD 1971) által használt hálórendszer, mely a földrajzi fokhálózatra támaszkodik. Az alapmezők nagysága 10 földrajzi hosszúsági perc és 6 földrajzi szélességi perc, azaz megközelítőleg 12,5 km × 11,1 km. A felmérési egység az alapmezők negyedelésével jött létre, az alapmezőnegyedek (kvadrátok) mérete így 5 földrajzi hosszúsági perc és 3 földrajzi szélességi perc, azaz 6,25 km × 5,55 km (KIRÁLY & HORVÁTH 2000). Ezek a kvadrátok képezték a felmérés alapegységét, ezért a többi vizsgálandó háttértényezőt ezekre az alapmező negyedekre kellett vonatkoztatnunk. A domborzat, talaj, klíma paraméterek és az aktuális elterjedés között kerestünk összefüggéseket. A domborzat esetében a kvadrátokhoz rendeltük a magasságkülönbségeket, és a magassági adatok középértékét. A talajtani tényezők hozzárendelése a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete által összeállított AGROTOPO adatbázis alapján történt. A talajtani tényezők közül a talaj kémhatása és mésztartalma befolyásoló tényező az egyes növényfajok elterjedésében, ezért kvadrát szinten határoztuk meg a különböző kémhatású és mésztartalmú talajok (erősen savanyú, gyengén savanyú, felszíntől karbonátos, szikes talajok) terület arányát. A limitáló környezeti tényezők megállapításához további klíma adatokat vontunk be az elemzésbe: erdészeti aszályossági index (FAI) (FÜHRER 2010), éves csapadékösszegek átlaga ($P_{\text{éves}}$), nyári hónapok csapadékösszegének átlaga ($P_{\text{nyári}}$), éves hőmérsékletek átlaga ($T_{\text{éves}}$), nyári hónapok hőmérsékletének átlaga ($T_{\text{nyári}}$).

Az abiotikus tényezőkön túl az elemzés során figyelembe vettük a biotikus tényezőket is. Az általunk kiválasztott legalkalmasabb módszernek az R statisztikai programcsomagban található beals smoothing elemzés (DE CÁCERES & LEGENDRE 2008) bizonyult. A flóratérképezési adatok mélyebb elemzésekor a kvadrátok felmértségi fokának különbözősége több esetben torzíthatja az eredményeket. Hasonló környezeti háttértényezőkkel rendelkező szomszédos kvadrátok fajszáma és fajkészlete jelentősen eltér bizonyos esetekben, ami a felmértségi hiányosságára enged következtetni. A felmérést alapvetően befolyásolta a felmérő fajtudása és a terepen töltött napok száma, viszont ezekről nem rendelkezünk objektív információkkal, tehát erről az oldalról nem tudtuk megközelíteni a problémát. A fajkészlet oldaláról közelítve kiválasztottuk a flóratérképezési adatbázisban szereplő 32 leggyakoribb taxont, majd leválasztottuk azon kvadrátokat, melyekben a leggyakoribb

taxonok 90 %-a előfordul, ezen módszer segítségével szűrtük le a kontroll kvadrátokat. A leggyakoribb fajokat a felmérők ismerik, így a heterogén fajtudás ezzel a módszerrel többé-kevésbé kizárható. A leggyakoribb fajok potenciálisan a kvadrátokban nagy valószínűséggel fordulnak elő, tehát feltételezhetjük, hogy bizonyos mértékben függetlenek a környezeti háttérváltozóktól. A módszer tesztelése során több torzító tényező is előkerült, melyek kizárása csak bizonyos szintig volt megvalósítható. Az első elemzéseknél nem vettük figyelembe a kvadrátok területarányát, amennyiben egy töredék kvadrát a kontroll kategóriába került, ez torzíthatja az elemzést. A töredék kvadrátoknak kevesebb mint 2/3 része található az országhatáron belül, amiből adódik, hogy nagy valószínűséggel az élőhelyek alacsonyabb száma és kisebb változatosság miatt a fajlistájuk nem tekinthető teljesnek a környező kvadrátokhoz képest. Ugyanez a megállapítás vonatkozik azon kvadrátokra, melyeknek csak kisebb része található szárazföldön, nagyobb részét pedig vízfelület foglalja el. A következő elemzésnél ezeket a kvadrátokat már kivettük a referencia csoportból, ezzel is csökkentve a torzítást. Az elemzés a taxonok asszociáltságán alapul, tehát a kontroll kvadrátokban kiszámoltuk, hogy az egyes taxonok milyen valószínűséggel fordulnak elő egymáshoz viszonyítva. Ezekből a valószínűségek közül lehetett vonatkoztatni a jósolt fajkészletre, illetve a taxonok jósolt előfordulására. Az elemzésnél azon kvadrátokban fogadtuk el a jósolt előfordulást, ahol legalább 90%-os valószínűséggel fordulhat elő az adott taxon. Eredményként minden egyes taxonra kaptunk egy jósolt előfordulást, a kvadrátokra egy jósolt teljes fajkészletet.

A kiválasztott fás szárú taxonokra ökológiai limitáló faktorokat állapítottunk meg, melyek meghatározó szerepet játszhatnak az elterjedésben. Egy döntési fa segítségével a limitáló tényezők között prioritási sorrendet állítottunk fel, majd így szűrtük le azon kvadrátokat, melyek potenciálisan alkalmasak lehetnek az adott faj megjelenésére.

Eredmények és következtetések

Az aktuális elterjedés ismerete elősegíti a feltételezhetően limitáló környezeti tényezők körének megállapítását. Jelen kutatásban egyetlen példafaj, a közönséges csarab (*Calluna vulgaris*) bemutatásával ismertetjük a fentebb említett módszerek eredményeit. A közönséges csarab ökológiai paraméterei jól feltártak, elterjedési területe ismert, ami indokolja a módszer tesztelésére való alkalmaságát. A faj elterjedési térképéről előzetes vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a nedvesebb, alacsonyabb hőmérsékletű klímán jellemző az előfordulása.

A magassági középértékek szerint a közönséges csarab előfordulási kvadrátjainak 94%-a 400 m tengerszint alatti magasságon fordul elő. Ez a statisztikai adat a dombvidéki, kollin jellegét támasztja alá a fajnak. A magashegységi régiókban nem fordul elő hazánkban, tehát a magasságot limitáló tényezőként kell figyelembe vennünk a potenciális előfordulási térkép megrajzolásánál.

A fajnál, mint környezeti háttértényezőt vizsgáltuk a talaj kémhatását. A Borhidi-féle ökológiai mutatószámok (BORHIDI 1993) szerint a közönséges csarab az erősen savanyúságkedvelő fajokhoz tartozik, tehát ezt a környezeti háttértényezőt a faj elterjedésénél szintén limitáló tényezőnek tekintettük. Az előfordulási kvadrátok 85%-a erősen savanyú talajon fordul elő, ami teljes mértékben alátámasztja a faj savanyú talajhoz való kötődését. Összesen 13 előfordulási kvadrátban volt 0% az erősen savanyú talajok aránya, azonban a gyengén savanyú kategória jelentős területarányal volt jelen ezekben a mintanegyzetekben. A közönséges csarab kifejezetten a savanyú talajokhoz kötődik, így potenciális előfordulásként a talaj szempontjából azon kvadrátokat szűrtük, ahol az erősen savanyú talajok jelen vannak.

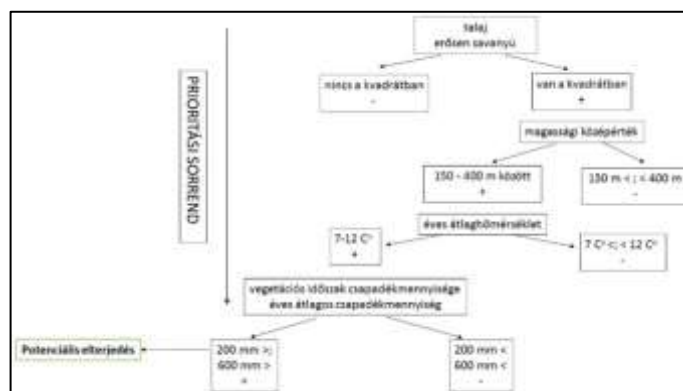
A klíma paraméterek közül az 1981-2010 közötti éves átlagos csapadék adatokat vizsgálva az aktuális előfordulási kvadrátok a 600-800 mm értékek közé esnek. Az alsó határ a 600 mm-es csapadékmennyiség, ami a fajra nézve jövőbeli klímamodelleknél limitáló tényezőként állapítható meg. A klímamodellek szerint a jósolt éves átlagos csapadékmennyiség nem csökken, viszont a hónapok közti eloszlása változni fog. A nyári hónapok átlagos csapadékmennyisége alacsonyabb lesz, ami a növényzet szempontjából fontos tényező lehet. A közönséges csarab előfordulási kvadrátjai 200 mm-nél nagyobb nyári átlagos csapadékmennyiségnél találhatóak, ezt az értéket vehetjük elterjedési határnak. A faj aktuális előfordulási kvadrátjai közül a jövőbeli klímamodellek szerint megnövekszik

azok száma, melyek a 200 mm-es határ alá kerülnek, ami a faj potenciális elterjedési területcsökkenéséhez vezet.

A faj aktuális előfordulási kvadrátjai 12 °C alatti és 7 °C feletti éves átlagos hőmérséklet értéknél fordul elő, tehát ezt a tartományt állapítottuk meg optimálisnak az előfordulás szempontjából.

A közönséges csarab aktuális elterjedési mintázata szerint a FAI értékek 3.24-6.52 között változnak. Feltételezhetően a klímamodellek szerinti melegebb, szárazabb klíma a faj hazai elterjedésére kedvezőtlen hatást fog gyakorolni. A csarab esetében a FAI értékek eloszlását vizsgálva 4.20-as érték után ellaposodik a görbe, ezért ez a pont vehető alsó limitáló határértéknek. A felső limitáló határérték esetében 6.20-as értéknél tapasztalható egy törés, ezért ezt választottuk felső limitáló értéknek. A FAI egy származtatott index, ezért a klíma változók hatását a faj elterjedésénél külön-külön egyaránt vizsgáltuk (1. táblázat).

	limitáló faktorok
FAI	4.20-6.20
P _{éves}	> 600 mm
P _{nyári}	> 200 mm
T _{éves}	7-12 °C
magassági középérték	150-400 m
talajkémhatás	erősen savanyú



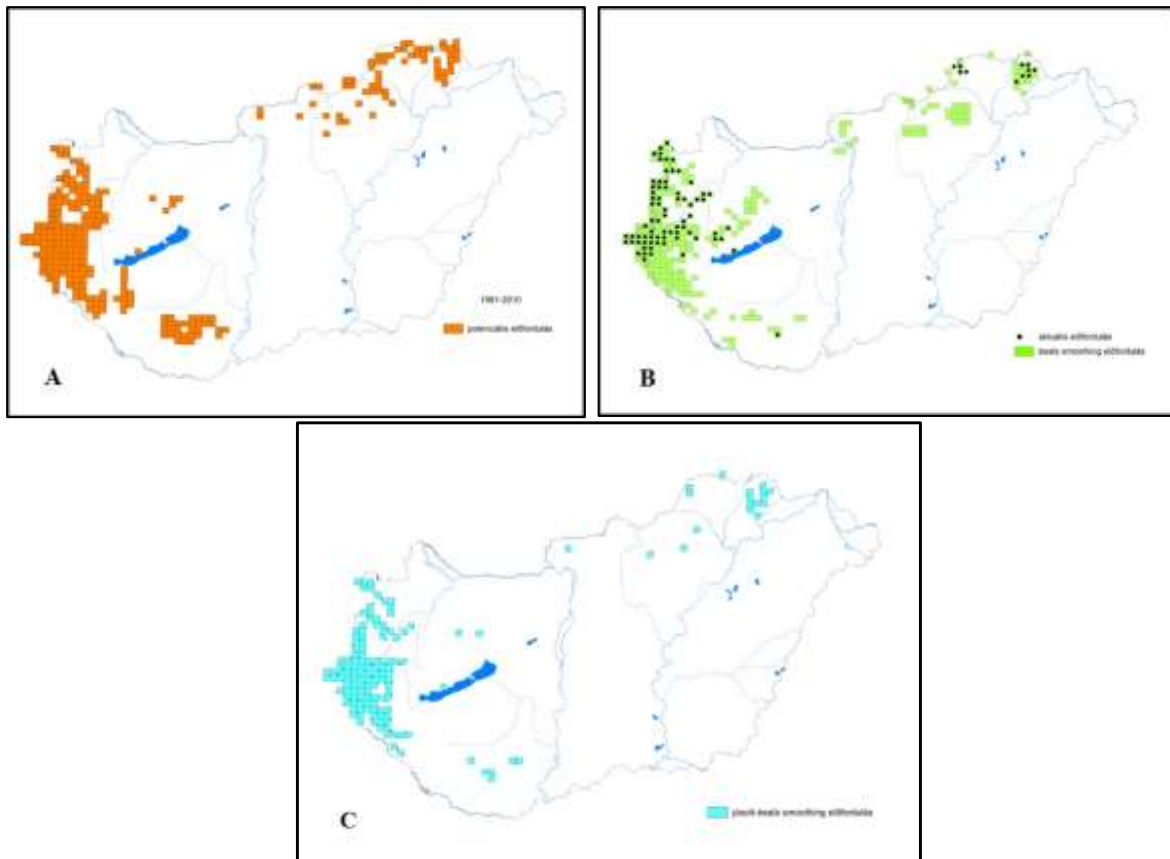
1. ábra: A közönséges csarab (*Calluna vulgaris*) elterjedését limitáló faktorok és a döntési fa

A limitáló környezeti faktorok szerint felrajzoltunk egy döntési fát, amely alapján megrajzoltuk a közönséges csarab potenciális elterjedését (1. ábra, 2A. ábra).

A közönséges csarab jelenlegi potenciális előfordulási területe nagyobb az aktuális előfordulásnál. Az általunk elemzett faktorokon túl természetesen több más tényező is befolyásolhatja az előfordulását, példaként említve az emberi hatást, kompetíciós nyomást, azonban ezen tényezőket kvadrát szinten jelen elemzés során nem tudtuk figyelembe venni. A limitáló faktorok megállapítása alkalmas lehet arra, hogy a prognosztikus klímamodellek szerint az adott faj prognosztikus potenciális elterjedését megrajzoljuk.

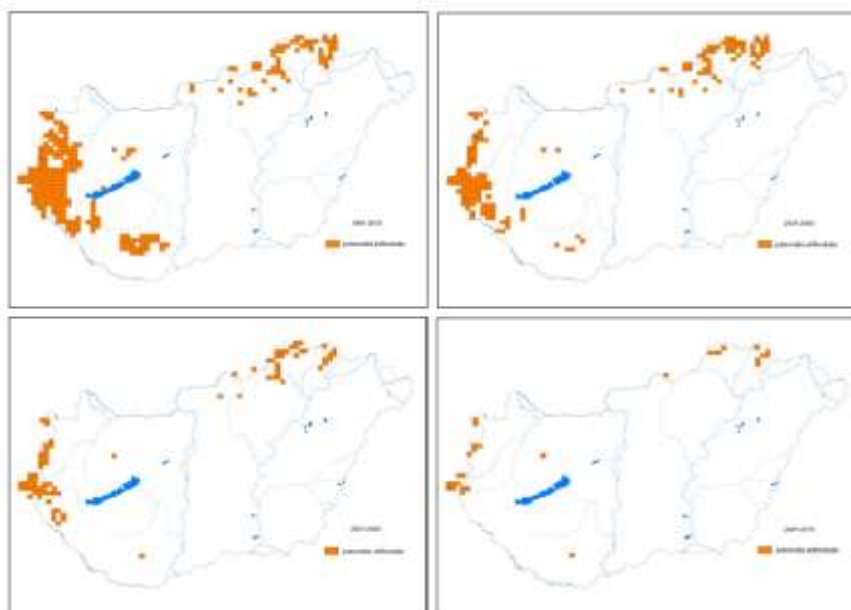
A 2B. ábra a közönséges csarab beals smoothing elemzés alapján megrajzolt előfordulását mutatja. A 2C. ábra a beals smoothing és a környezeti faktorok által szűrt térkép metszetét mutatja, amit potenciális előfordulásnak tekinthetünk. A Nyugat-dunántúli régióban a faj potenciális elterjedése nagyobb kiterjedésű, mint az aktuális elterjedés. Itt több olyan kvadrát található, melyekben a környezeti faktorok és a fajok asszociáltsága alapján jelen lehet a faj, nagy valószínűséggel itt az emberi hatások szabnak határt a faj megjelenésének. A jósolt előfordulás a Keleti- és Nyugati-Mecsekben is jelez pontokat, illetve a Dunántúli-középhegységben Bakonybél és Zirc környékén, az Északi-középhegységben pedig a Mátrában és a Bükkben, melyek eltérnek a jelenlegi aktuális előfordulástól.

A megállapított limitáló klímaadatok szerint, a klímaszenáriók által számolt paraméterek alapján megrajzolható a faj prognosztikus elterjedési térképe. A klímamutatók változásait figyelembe véve, 30 éves periodusokra bontva rajzoltuk meg a faj elterjedését. Leginkább az elterjedésben történő változások dinamikájára tudunk következtetni, láthatóan a klímaváltozás negatív hatással lesz a fajra, vagyis az elterjedési terület csökkenése figyelhető meg a térképeken (3. ábra).



2. ábra: A közönséges csarab potenciális elterjedése a környezeti tényezők (A), a beals smoothing módszer (B) és a két térkép metszete alapján (C)

Összességében a módszer alkalmas lehet a fás szárú taxonok elterjedési mintázatban történő változások prognosztizálására, viszont néhány tényezőt, mint például az emberi hatás, nem vesz figyelembe, ami fontos lehet bizonyos fajok esetében. A kutatás folytatása során további fás szárú erdészetileg fontos fajokra is elvégezzük az elemzést.



3. ábra: A közönséges csarab elterjedési mintázatának változása a klímaszenáriók által számolt paraméterek szerint

1. táblázat: A közönséges csarab előfordulási kvadrátjainak eloszlása a környezeti faktorok szerint.

FAI 1981-2010	kvadrát (db)	P _{nyár} (mm) 1981-2010	kvadrát (db)	P _{éves} (mm) 1981-2010	kvad- rát (db)	T _{éves} (°C) 1981- 2010	kvadrát (db)
3.20-3.40	1	140-160	0	500-550	0	6.00-7.00	1
3.41-3.60	1	161-180	0	551-600	0	7.01-8.00	4
3.61-3.80	0	181-200	0	601-650	25	8.01-9.00	4
3.81-4.00	1	201-220	13	651-700	35	9.01-10.00	24
4.01-4.20	1	221-240	27	701-750	18	10.01-11.00	48
4.21-4.40	7	241-260	25	751-800	6	11.01-12.00	3
4.41-4.60	3	261-280	12	801-850	0	12.01-13.00	0
4.61-4.80	9	281-300	6			13.01-14.00	0
4.81-5.00	12	301-320	1			14.01-15.00	0
5.01-5.20	11						
5.21-5.40	10						
5.41-5.60	9						
5.61-5.80	7						
5.81-6.00	5						
6.01-6.20	2						
6.21-6.40	4						
6.41-6.60	1						

Magassági közéérték (m)	kvadrát (db)	Talaj kémhatása	kvadrát (db)
50-100	0	erősen savanyú	71
101-150	3	gyengén savanyú	67
151-200	14	karbonátos	20
201-250	32	szikes	0
251-300	15		
301-400	15		
401-500	4		
501-600	1		
601-700	0		
701-800	0		

Köszönetnyilvánítás: Kutatásunkat a „VKSZ_12-1-2013-0034 - Agrárklíma.2” projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BARTHA D. (szerk.) (2012): Magyarország ritka fa- és cserjefajainak atlasza. Kossuth Kiadó. Budapest.
- BARTHA D. – KIRÁLY G. – SCHMIDT D. – TIBORCZ V. – BARINA Z. – CSIKY J. – JAKAB G. – LESKU B. – SCHMOTZER A. – VIDÉKI R. – VOJTKÓ A. – ZÓLYOMI SZ. (2015): Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron.
- BARTHA D. – MÁTYÁS CS. (1995): Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon. Sopron.
- BORHIDI A. (1993): A Magyar Flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai érték-számai. Janus Pannonius Tudományegyetem. Pécs.
- DE CÁCERES, M. – LEGENDRE, P. (2008): Beals smoothing revisited. *Oecologia* 156. (3): 657-669.

- FÜHRER E. (2010): A fák növekedése és a klíma. „Klíma 21” füzetek 61: 98-107.
- KIRÁLY G. (2003): A magyarországi flóratérképezés módszertani alapjai. *Flora Pannonica* 1.(1). 3-20.
- KIRÁLY G. – HORVÁTH F. (2000): Magyarország flórájának térképezése: lehetőségek a térképezés hálórendszerének megválasztására. *Kitaibelia* 5.(2): 357-368.
- MÁTYÁS CS. – CZIMBER K. (2000): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: lehetőségek a klímaváltozás hatásainak előrejelzésére. In: TAR K. (ed.): III. Erdő és Klíma Konferencia. – Debreceni Egyetem Természettudományi Kar Meteorológia Tanszék, Debrecen, pp. 83-97.
- NIKLFIELD, H. (1971): Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. *Taxon* 20:545-571.
- RASZTOVITS E. – MÓRICZ N. – BERKI I. – PÖTZELSBERGER E. – MÁTYÁS CS. (2012): Evaluating the performance of stochastic distribution models for European beech at low-elevation xeric limits. *Időjárás* 116. (3): 173-194.
- RASZTOVITS E. – BERKI I. – MÁTYÁS CS. – CZIMBER K. – PÖTZELSBERGER E. – MÓRICZ N. (2014): The incorporation of extreme drought events improves models for beech persistence at its distribution limit. *Annals of Forest Science* 71.(2): 201-210.

LÉKEK NÖVÉNYZETÉT ÉS ÚJULATÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ ERDŐTÁRSULÁSOKBAN

ZAGYVAI GERGELY¹ – CSISZÁR ÁGNES¹ – KORDA MÁRTON¹ – LENGYEL ATTILA² –
TIBORCZ VIKTOR¹ – BARTHA DÉNES¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet

²MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet
zagyvai.gergely@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben hazánkban is egyre kifejezettebbé vált az igény a társadalom részéről a folyamatos erdőborítás fenntartása mellett megvalósuló erdőgazdálkodás iránt. A gyakorlati megvalósítást támogatva az elmúlt időszakban megélnékült a témával kapcsolatos kutatói aktivitás (TÖRÖK 2000, TOBISCH – STANDOVÁR 2006, 2005, CSÉPÁNYI 2008, GÁLHIDY 2008, KENDERES és mtsai 2007, 2008, BARTHA – PUSKÁS 2013, CSISZÁR *et al.* 2014). A korábban vágásos üzemmódban kezelt, homogén, egykorú állományok örökerdőkkel alakítása lékek nyitásával lehetséges. A Magyarországon üzemszerű léptékben bevezetett átalakító üzemmód lehetőséget adott a korábban részletesen tanulmányozott bükkösöktől eltérő erdőtársulás-csoportba tartozó állományok lékjeinek vizsgálatára is. Célunk volt a felújulási viszonyokat meghatározó ökológiai tényezők, valamint a kompetíciós viszonyok minél szélesebb körű feltárása, annak érdekében, hogy az erdőgazdálkodási gyakorlatban is használható, természetvédelmi vonatkozásokkal is bíró eredményekkel járjunk hozzá a folyamatos erdőborítás sikeres megvalósításához.

Anyag és módszer

Összesen 109 db léket vettünk fel, melyek Bejczygyertyános, Budapest (II. kerület), Csörötnek, Fenyőfő, Pécsely, Sopron, Vállus, Vép és Zánka községhatárokon helyezkedtek el. Erdőtársulás-csoport szerint cseres-kocsánytalan tölgyesben, gyertyános-kocsánytalan tölgyesben, fenyőlegyes tölgyesben, mész- és melegkedvelő tölgyesben és sziklaerdőben dolgoztunk. A lékek felvételezését két léptékben végeztük: először rögzítettük a lék paramétereit és az egyes növényfajok borítását a lék egészére vonatkozóan, majd a lék átlóira fektetett mintakörökből álló transzkek segítségével részletes cönológiai felvételeket készítettünk. A léteken belüli mintakörökben az újulat fajonkénti egyedszámát és magasságát szintén rögzítettük. Az adatok kiértékelése során minden mintaléket tartalmazó erdőrésztletre lekérdeztük a terület klimatikus adottságait jellemző erdészeti aszályossági index (FAI) értékét (FÜHRER *et al.* 2011).

A lékek összehasonlító vizsgálata során Spearman-féle rangkorrelációs tesztekkel megvizsgáltuk, hogy a lékek kora, területe, az erdőrésztlet FAI indexe és a lék alakját jellemző lékindex hogyan áll összefüggésben a cserje- és gyepszint fajszámával, fajsűrűségével (mintakörönkénti átlagos fajszámával), egyenletességével, az újulat egyed- és fajsűrűségével valamint az újulat magasságával. Az utóbb felsorolt függő változókat a lék tényleges területére és a lék szegélyére vonatkozóan is vizsgáltuk. A lék és a szegély fajsűrűsége korrelálhat egymással, hiszen (legalább részben) azonos regionális fajkészletből „táplálkoznak”: fajgazdag tájban a lékek és a szegélyek is gazdagabbak, míg fajszegély tájban mindkettő szegényebbek lehetnek. Fontos többletinformációt rejtethet azonban a lék fajsűrűségének a regionális fajkészlettel független komponense, vagyis a táji léptékű fajgazdagság alapján várt fajsűrűségtől való eltérés mértéke. Mivel a regionális fajkészlet méretére vonatkozóan nem végeztünk felmérést, helyette a szegély fajsűrűségét használjuk közelítő értéként. A keresett eltérést leíró változó pedig nem más, mint annak az általános lineáris modellnek a reziduálisai, amelyben a függő változó a lék fajsűrűsége, a magyarázó változó pedig a szegély fajsűrűsége. Az összefüggések szignifikanciáját permutációs tesztekkel állapítottuk meg. A tesztek elvégeztük a teljes fajkészletre és külön-külön szociális magatartás típusokra bontva is (BORHIDI 1993).

A léteken belüli előfordulási mintázatok kiértékelése során a léken belüli mintakörök sorszámait 0 és 1 közé standardizáltuk úgy, hogy a transzekt északi és keleti végén lévő mintakörök értéke

0 lett, a déli és nyugati végén lévőké 1, a középén lévőé 0,5. Ezzel a lékméret hatásától függetlenítettük az elemzést. A keleti és a nyugati oldalt elvileg azonos ideig süti a nap (amennyiben a kitettségnek nincs jelentős módosító hatása), viszont a nyugati oldalt érő délelőtti napsütés hatása gyengébb, mivel az éjszakai harmat még üdőbb mikroklímát biztosít a növényeknek. Emiatt feltételezhető, hogy a léken belüli szárazsággrádiens az ÉK-DNy irány mentén változik a legerősebben. A standardizált pozíció függvényében kvantilis regresszió (CAPE – NOON 2003) segítségével modelleztük egyedi fajok, areatípusok, valamint a teljes fajszám, a teljes egyedszám és az effektív fajszám (a Shannon-féle entrópia exponense; HILL 1973) változását.

Eredmények

A lécek összehasonlító elemzése során vizsgáltuk a magyarázó változók (terület, lékindex, kor, FAI) és a fajdiverzitására vonatkozó függő változók összefüggéseit az összes felvett fajra vonatkozóan. Magas korrelációs értékeket kaptunk a lék és szegélyének fajsűrűsége, fajszáma, valamint az erdészeti aszályossági index (FAI) között. A léken belüli fajsűrűség reziduálisa és a FAI között azonban nem áll fenn szignifikáns összefüggés, ami arra utal, hogy magasabb fajsűrűség és fajszám a nyíltabb, fényben gazdag, szárazabb erdők sajátja, tehát inkább táji adottság, mint a lécek nyitásával összefüggő sajátosság (1. táblázat).

1. táblázat: A lécek magyarázó és függő változóinak korrelációs mátrixa az összes fajra vonatkozóan ("+++" vagy "---": $p < 0,001$, "++" vagy "--": $p < 0,01$, "+" vagy "-": $p < 0,05$, "=": nincs hatás).

	Terület	Lékindex	Kor	FAI
Cserje- és gyepszintben a lék teljes fajszáma	=	=	=	+++
Cserje- és gyepszintben a lék fajsűrűsége	=	+	=	+++
Cserje- és gyepszintben a szegély fajsűrűsége	=	=	=	+++
Cserje- és gyepszintben a lék egyenletessége	=	=	+++	+++
Cserje- és gyepszintben a szegély egyenletessége	=	=	+++	=
Cserje- és gyepszintben a fajsűrűség reziduálisa	=	++	=	=
Az újulat fajsűrűsége a lékben	=	++	=	+++
Az újulat fajsűrűsége a szegélyben	=	+	=	+++
Az újulat egyedsűrűsége a lékben	+	=	=	=
Az újulat egyedsűrűsége a szegélyben	=	=	=	=
Az újulat magassága a lékben	=	+	+++	++
Az újulat magassága a szegélyben	=	=	++	+++

Az összes fajt vizsgálva megállapítható, hogy az egyenletesség értéke a lécek korának előrehaladtával nő a lécekben és közvetlen szegélyükben egyaránt. A lék formájának kiegyenlítetttsége közepesen erős pozitív összefüggést mutat az újulat fajsűrűségével (mintaköreinek fajszámával). Valószínűsíthetően a körhöz hasonló lécek adottságai kedveznek az erdőállományok állományalkotó fafajai mellett az elegyfajok nagyobb számú megjelenésének is.

A fentihez hasonló korrelációs vizsgálatot úgy is elvégeztük, hogy a teljes fajlistát szociális magatartás típusok (SBI) szerint csoportosítottuk, melyek közül a legfontosabb eredményeket emeljük ki. A természetes kompetitorok (C) fajszámával és fajsűrűségével a lék nyitása óta eltelt időtartam mutat erős összefüggést a cserje- és gyepszintre vonatkozóan. A kor összefüggése a vonatkozó reziduális értékkel szintén erős, így megállapítható, hogy a jelenség a léceket a táji sajátosságoktól függetlenül jellemzi (pl. *Carex pilosa*, *Luzula luzuloides*, *Stellaria holostea*, *Poa nemoralis*, B, MK, VK, KTT, KST, CS, NH).

A szárazabb klímájú lécek és szegélyeik egyaránt gazdagabbak generalista fajokban (G) a vizsgált növényzeti szintek mindegyikében, mint a nedvesebb állományok mintaterületei. Az újulat ese-

tében az erős pozitív összefüggés az újulat egyedszámára és magassági értékeire is vonatkozik, nemcsak az erdészeti aszályossági index (FAI), hanem a lék korának függvényében is (pl.: *Ajuga reptans*, *Brachypodium sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, MJ, KJ, KH, MSZ, BABE, KT).

Eredményeink szerint a specialista fajoknak (S) kedvez a dinamikai folyamatok léknyitást követő iránya, a specialisták nagyobb fajszámában az idősebb lékekben fordulnak elő (pl.: *Lathyrus vernus*, *Galium rotundifolium*, *Dryopteris carthusiana*, *Cotinus coggygria*, HJ, TJ, CSNYE, HÁBE, ZSM). E megállapítás természetesen a vizsgált lékek korának léptékére (2-13 év) vonatkozik, a felújulás ciklusának ezt követő, nagyobbik szakaszáról nincsenek információink.

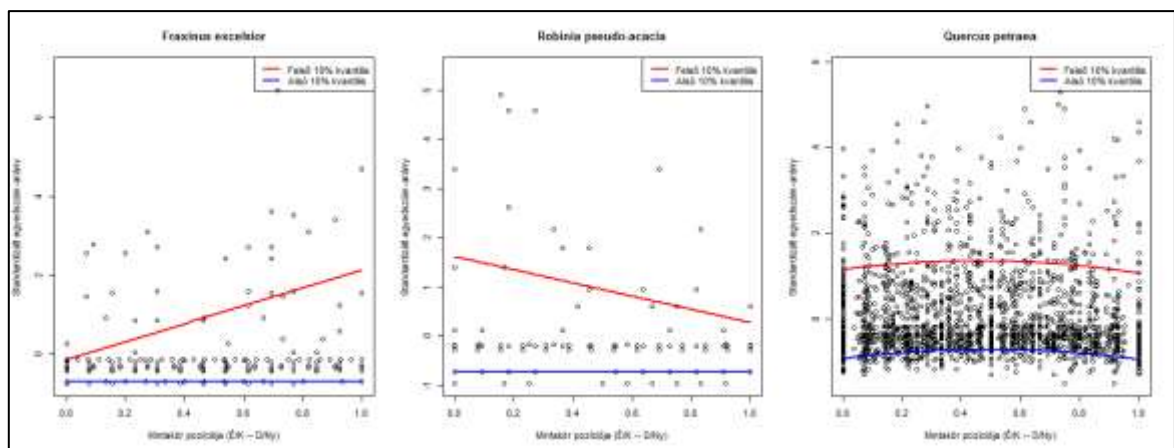
A léknyitással járó bolygatáshoz erősen kötődő honos gyomfajok (W) és különösen a ruderális kompetitorok (RC) fajszámra vonatkozó változói a lék korával negatív összefüggést követnek, tehát az idő előre haladtával „kikopnak” a lékekből, miközben a természetes kompetitorok és specialisták fajszáma növekszik. A ruderális kompetitorok (RC) a nagyobb területű lékekben nagyobb számban jelennek meg (W - pl.: *Ballota nigra*, *Chelidonium majus*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Sambucus nigra*; RC - pl.: *Calamagrostis epigeios*, *Chenopodium album*, *Taraxacum officinale*, *Bromus sterilis*).

2. táblázat: A lékek magyarázó változóinak és a szociális magatartás típusok csoporttömeg értékeinek korrelációs mátrixa az összes fajra vonatkozóan ("+++" vagy "---": $p < 0.001$, "++" vagy "--": $p < 0.01$, "+" vagy "-": $p < 0.05$, "=": nincs hatás, ".": nem végezhető el az összehasonlítás).

	Terület	Lékindex	Kor	FAI
C - természetes kompetitorok	=	=	-	+++
G - generalisták, tág ökológiájú stressztűrők	=	=	=	+++
S - specialisták, szűk ökológiájú stressztűrők	=	=	=	+++
DT - zavarástűrő növények	=	=	+++	---
AC - tájidegen, agresszív kompetitorok	-	=	=	=
W - honos gyomfajok	=	=	=	=
RC - a honos flóra ruderális kompetitorai	++	++	=	=
Su - unikális specialisták	=	=	--	--
I - meghonosított és kivadult haszonnövények	=	=	+	=
A - adventív elemek	-	-	+++	+++
NP - természetes pionírok	=	=	=	=

A magyarázó változók hatását a szociális magatartás-típusok csoporttömegére vonatkozóan is vizsgáltuk. A szárazabb klímájú erdőállományokban nyitott lékekben a természetes kompetitorok (C), generalisták (G), specialisták (S) és idegenhonos gyomok (A) nagyobb borításértékekkel vannak jelen. Nedvesebb klímában a zavarástűrő fajok (DT) szerepe kiemelkedő. A zavarástűrők (DT) tömege az idősebb lékekben növekszik, hasonlóan az idegenhonos gyomokhoz (A). A ruderális kompetitorok (RC) definíciójából logikusan magyarázható az az összefüggés, hogy a típusba tartozó fajok a nagyobb és körhöz hasonló alakú lékekben találják meg azokat a bolygatott felszíneket, melyek kedveznek nagyobb mértékű terjedésüknek (2. táblázat).

A vizsgálat során arra is választ kerestünk, hogyan indikálhatja az újulat a lékeken belüli mikroklíma grádienseket. A tesztek eredményei szerint a fajszám, az egyedszám és az effektív fajszám kicsivel magasabb volt a lék közepén, mint a szélein, és valamivel magasabb a déli és nyugati részen, mint az északi és keleti részen. Unimodális válaszgörbét mutatott a *Betula pendula*, a *Quercus cerris*, a *Quercus petraea* és a *Carpinus betulus*. A *Robinia pseudoacacia* egyedszáma a lék széleihez közel, de inkább az északi és keleti oldalon ért el magasabb értékeket. Jobbára a lék hűvösebb, déli és nyugati oldalát preferálta a *Fagus sylvatica*, az *Acer pseudoplatanus* és a *Fraxinus excelsior* (1. ábra).



1. ábra: Három jellegzetes élőhelyigényű faj standardizált egyedszámának eloszlása a léken belüli pozíció függvényében, 10% és 90%-os kvantilisre illesztett regresszióval.

Az adventív fajok a lékek északi és keleti részén magasabb részesedést mutattak (ez gyakorlatilag az akác mintázatából ered), míg a többi areatípus egyenletesen oszlott el a léken belül.

Következtetések

A különböző erdőtürsulásokban kialakított lékek elemzésének gyakorlati vonatkozású eredményeit a magyarázó változók szerint foglaljuk össze.

- Az újulat érdekében minden esetben fontos az ideális **lékméret** meghatározása, azzal azonban számolni kell, hogy a lék méretének növelésével a ruderális kompetitor fajok száma és borítása egyaránt emelkedik.
- A körhöz hasonló kiegyenlített **lékforma** pozitívan befolyásolja az újulat fajsűrűségét. Az egy-egy területre jutó magasabb fajszám a lékek újulatában esélyt ad arra, hogy elegyesebbé váljon az erdőállomány. Az újulat magasabb fajdiverzitása a vizsgált korai felújulási stádiumokban szükséges, de nem elégséges feltétele az állomány ilyen irányú átalakulásának.
- Erdőművelési és természetvédelmi szempontból is pozitív eredmény, hogy a **lékek korának** növekedésével a felújulást is akadályozó ruderális és adventív kompetitorok és gyomfajok száma csökken, a természetközeli erdőtürsulásokra jellemző kompetitorok, generalisták és specialisták száma növekszik.
- A háttérváltozóként használt **erdészeti aszályossági index** (FAI) és a diverzitást jellemző változók között pozitív összefüggés mutatható ki, mely elsősorban a klíma által befolyásolt táji különbségekre vezethető vissza.
- Az újulat **léteken belüli** diverzitási mutatói és a legtöbb fafaj csemeteszáma a lékek közepén éri el maximumát. Kivételt jelent a mezofil bükk (*Fagus sylvatica*), tipikus bükkös elegyfajként a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior*). E fajok jól indikálják a lékek árnyékosabb, üdőbb részeit.

Köszönetnyilvánítás: Kutatásunkat a „VKSZ_12-1-2013-0034 - Agrárklíma.2” projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BARTHA D. – PUSKÁS L. (2013): *Silva naturalis* Vol.1. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron.
- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, Természetességi és relatív ökológiai érték-számai. – A Környezetvédelmi és terület fejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem Kiadványa. Pécs, pp. 93.
- CADE, B. S. – NOON, B. R. (2003): A gentle introduction to quantile regression for ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 1 (8): 412–420.
- CSÉPÁNYI P. (2008): A tölgy és folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok*. 143 (10): 294–297.

- CSISZÁR Á. – KORDA M. – ZAGYVAI G. – TIBORCZ V. – SÜLE P. – ŠPORČIČ D. – BARTHA D. (2014): Gyertyános-tölgyesben kialakított lékek újulatának vizsgálata a Soproni-hegység területén. – Erdészettudományi Közlemények. 4(1): 23-35.
- FÜHRER E. – MAROSI GY. – JAGODICS A. – JUHÁSZ I. (2011): A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. – Erdészettudományi Közlemények. 1(1): 17-28.
- GÁLHIDY L. (2008): Az aljnövényzet fajösszetételének és tömegességének változásai középhegységi bükkösök mesterséges és szeldöntés nyomán létrejövő lékjeiben. Doktori értekezés. ELTE. Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék. Budapest.
- HILL, M. O. (1973): Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54 (2): 427–432.
- KENDERES K. – TÍMÁR G. – ÓDOR P. – BARTHA D. – STANDOVÁR T. – BODONCZI L. – BÖLÖNI J. – SZMORAD F. – ASZALÓS R. (2007): A természetvédelem hatása középhegységi erdeinkre. *Természetvédelmi Közlemények*. 13: 69-80.
- KENDERES K. – MIHÓK B. – STANDOVÁR T. (2008): Thirty years of gap dynamics in a central european beech forest reserve. *Forestry*. 81 (1): 111-123.
- STANDOVÁR T. (2006): Biológiai megfontolások az erdei életközösségek hatékony védelméhez. *Magyar Tudomány*. 2006/6: 656-662.
- TOBISCH T. – STANDOVÁR T. (2005): A comparison of vegetation patterns in the tree and herb layers of a hardwood forest. *Community Ecology*. 6 (1): 29-37.
- TÖRÖK A. (2000): Égtájorientált, erdőtípus-érzékeny természetes felújítási rendszer. *Erdészeti Lapok*. 135: 170-171.

KÜLÖNBÖZŐ FELSZÍNBORÍTÁSÚ TERÜLETEK VÍZHÁZTARTÁSA 2000–2008 KÖZÖTT, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ERDŐKRE

CSÁKI PÉTER – ALBERTO M. L. PEIXOTO NETO – ZAKOTA TAMÁS ZOLTÁN – CZIMBER KORNÉL – KALICZ PÉTER – GRIBOVSZKI ZOLTÁN
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
csaki.peter@student.nyme.hu

Bevezetés

Különböző felszínborítású területek vízháztartásának vizsgálatára korábban csak pontszerű mérésekből származó adatok összehasonlításával nyílt lehetőség. A távérzékelési technológiák fejlődése új távlatokat nyit a hidrológiával kapcsolatos vizsgálatok vonatkozásában is.

A kutatás célja egy módszer kifejlesztése, amely segítséget nyújt különböző felszínborítás típusok vízháztartásának elemzésére, műholdas adatokon alapuló párolgástérképek segítségével. Jelen tanulmányban a felszínborítási kategóriák mellett az erdőterületek vízháztartásának nagytájankénti összehasonlítása kerül ismertetésre.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálat alapját jelentő párolgásadatokat a 2000 és 2008 közötti időszakra előállított raszteres CREMAP párolgástérképből nyertük ki (KOVÁCS 2011). A CREMAP modell a Terra és az Aqua műholdak MODIS felszíni hőmérséklet-adatait használja fel, így biztosítva az 1 km²-es térbeli felbontást (SZILÁGYI és KOVÁCS 2011). A többéves párolgástérkép és a kutatás során rendelkezésre álló csapadéktérkép („CarpatClim”, LAKATOS *et al.*, 2013) felhasználásával többéves lefolyástérképet (2000-2008) is előállítottunk az egyszerűsített hidrológiai egyenlet alapján:

$$R = P - ET \quad (1)$$

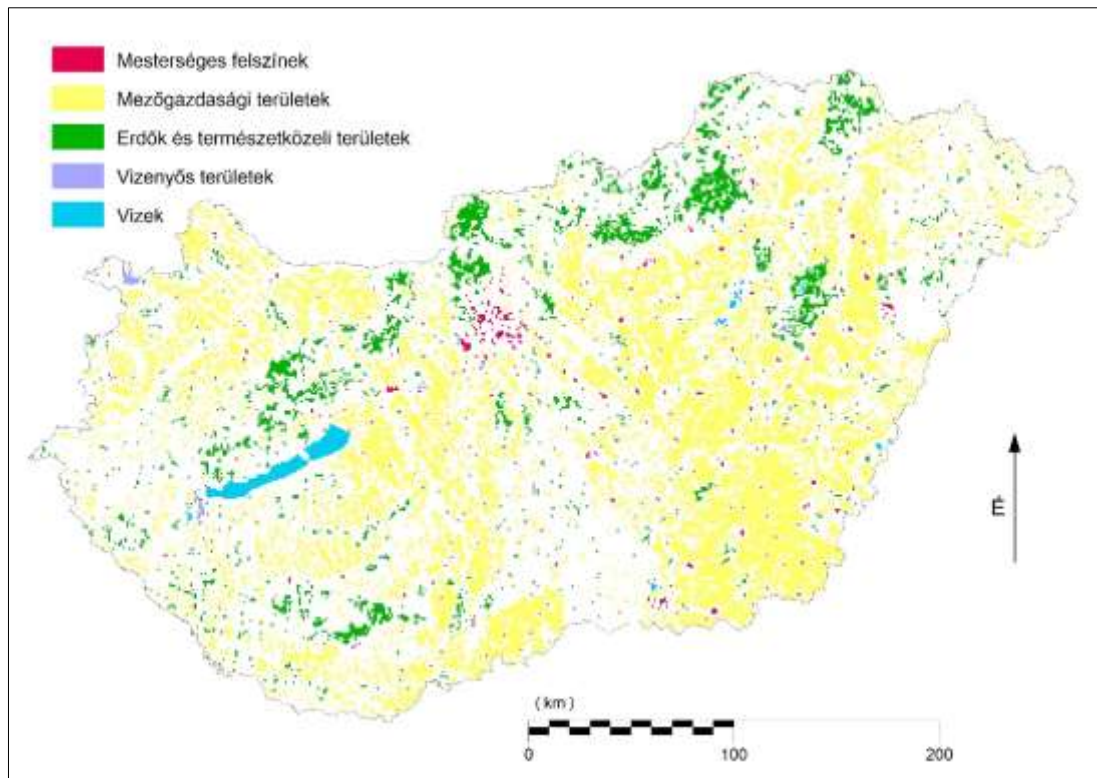
ahol R a lefolyás, P a csapadék, ET a párolgás. Minden tag mm/év-ben értendő.

A Corine Land Cover (CLC 2006) vektoros adatbázis segítségével a következő felszínborítás típusokat különítettük el: CLC 1. „Mesterséges felszínnek” (az ország területének 6%-a), CLC 2. „Mezőgazdasági területek” (67%), CLC 3. „Erdők és természetközeli területek” (24%), CLC 4. „Vizenyős területek” (1%) és CLC 5. „Vizek” (2%).

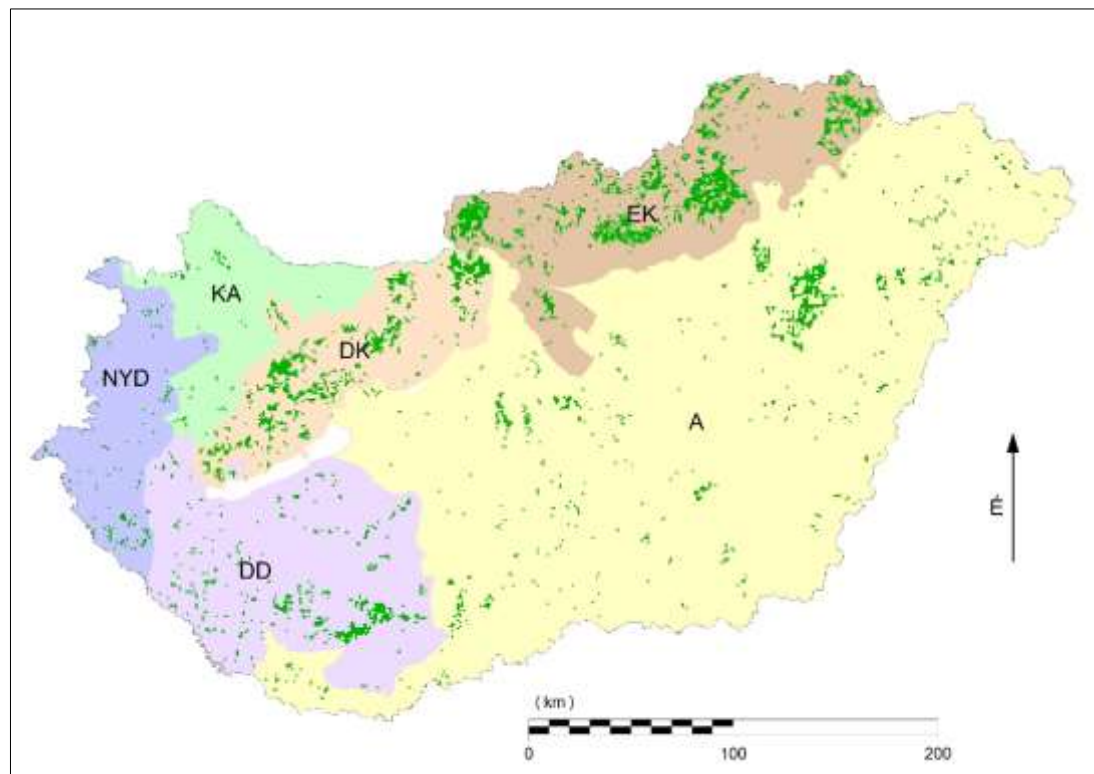
Az egyes felszínborítás típusok vízháztartásának összehasonlítására a raszteres párolgás- és lefolyástérképeket a vektoros Corine adatbázissal metsztük. Egy 1 km²-es párolgás vagy lefolyás pixelhez több felszínborítási kategória is tartozhat. A statisztika során az ilyen „kevert pixelek” értéke beszámításra kerülne több kategóriába is, tompítva ezzel a felszínborítás típusok között jelentkező különbségeket. E probléma kiküszöbölésére a vizsgálat során csak a legalább 90%-ban (0,9 km²) homogén felszínborítással rendelkező területeket vettük figyelembe. Ez 30863 „tisza pixel”-t jelent, ami Magyarország teljes területének közel egyharmada (1. ábra). Az „Erdők és természetközeli területek” kategória tekintetében 4424 „tisza pixel” áll rendelkezésre a vizsgálathoz, melyeknek erdészeti nagytájankénti elhelyezkedését mutatja a 2. ábra.

Vizsgálati eredmények

A vizsgált többéves időszakban (2000-2008) az országban 590 mm volt az átlagos éves csapadékösszeg és 11 °C az átlagos évi középhőmérséklet. Az átlagos éves párolgás 530 mm (a csapadékösszeg 90%-a), míg az átlagos éves lefolyás 60 mm (mindössze a csapadékösszeg 10%-a) volt.



1. ábra: A „tisztá pixelek” (min. 0,9 km²-en homogén felszínborítással rendelkező területek) Corine felszínborítás típusonként



2. ábra: A CLC 3. „Erdők és természetközeli területek” felszínborítási kategória „tisztá pixelei” erdészeti nagytájanként.
A: Nagyalföld, DD: Dél-Dunántúl, DK: Dunántúli-középhegység, EK: Északi-középhegység, KA: Kisalföld, NYD: Nyugat-Dunántúl.

A „tisza pixelek” többéves párolgásának felszínborítási kategóriánkénti eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. A legalacsonyabb átlagos éves párolgással a „Mesterséges felszínnek” kategória jellemezhető (475 mm), majd a „Mezőgazdasági területek” következnek 495 mm-rel. A „Erdők és természetközeli területek” esetében magasabb, 581 mm az átlagos éves párolgás. Ehhez a felszínborítási kategóriához magas szórás érték tartozik (66 mm), ez részben annak köszönhető, hogy ide tartoznak a természetes gyepek és természetközeli rétek, melyek alacsonyabb párolgással jellemezhetők, mint az erdőterületek. A „Vizenyős területek” kategória átlagos éves párolgása 668 mm, míg a legmagasabb átlagos érték a „Vizek”-hez tartozik (808 mm), de ez a kategória jellemezhető a legnagyobb szórással is (72 mm).

1. táblázat: Párolgás (mm) a felszínborítási kategóriák szerint.

MF: CLC 1. „Mesterséges felszínnek”, MG: CLC 2. „Mezőgazdasági területek”, ETK: CLC 3. „Erdők és természetközeli területek”, VT: CLC 4. „Vizenyős területek”, V: CLC 5. „Vizek”.

Felszínborítási kategória	MF	MG	ETK	VT	V
Átlag	475	495	581	668	808
Medián	471	490	589	677	846
Szórás	51	43	66	61	72
Minimum	357	316	228	517	518
Maximum	735	719	735	842	880
Pixelszám (db)	542	25186	4424	114	597

A többéves lefolyás felszínborítási kategóriánkénti eredményei a 2. táblázatban találhatók. Az átlagos éves lefolyás a „Mesterséges felszínnek” esetében a legmagasabb (93 mm), ennél a „Mezőgazdasági területek” átlagos lefolyása mindössze 10 mm-rel alacsonyabb.

Az „Erdők és természetközeli területek” alacsonyabb lefolyással jellemezhetők (49 mm).

A „Vizenyős területek”-hez és „Vizek”-hez tartozó negatív értékek annak köszönhetőek, hogy ezeken a területeken a párolgás általában nagyobb, mint a csapadék.

2. táblázat: Lefolyás (mm) a felszínborítási kategóriák szerint.

MF: CLC 1. „Mesterséges felszínnek”, MG: CLC 2. „Mezőgazdasági területek”, ETK: CLC 3. „Erdők és természetközeli területek”, VT: CLC 4. „Vizenyős területek”, V: CLC 5. „Vizek”.

Felszínborítási kategória	MF	MG	ETK	VT	V
Átlag	93	83	49	-88	-239
Medián	91	80	46	-89	-258
Szórás	63	49	65	60	76
Minimum	-193	-180	-189	-313	-315
Maximum	448	319	441	48	77
Pixelszám (db)	542	25186	4424	114	597

Az „Erdők és természetközeli területek” többéves párolgásának erdészeti nagytájankénti eredményeit a 3. táblázat tartalmazza. A legalacsonyabb az alföldi erdők átlagos éves párolgása (537 mm), ezt követi a Dunántúli-középhegység és a Dél-Dunántúl. A legmagasabb átlagos értékkel a Kisalföld erdőterületei jellemezhetők (633 mm) – melynek az ártéri erdők magas párolgása lehet az oka –, de itt figyelembe kell venni az alacsony pixelszámot is (57 db).

3. táblázat: „Erdők és természetközeli területek” párolgása erdészeti nagytájak szerint (A: Nagyalföld, DD: Dél-Dunántúl, DK: Dunántúli-középhegység, ÉK: Északi-középhegység, KA: Kisalföld, NYD: Nyugat-Dunántúl)

Erdészeti nagytáj	A	DD	DK	ÉK	KA	NYD
Átlag	537	588	564	612	633	597
Medián	524	589	576	619	635	599
Szórás	64	42	71	53	52	40
Minimum	332	366	228	402	531	487
Maximum	735	702	697	710	727	671
Pixelszám (db)	1014	574	961	1676	57	142

A 4. táblázatban található az „Erdők és természetközeli területek” többéves lefolyásának erdészeti nagytájankénti eredményei. A legmagasabb átlagos éves lefolyással a Dél-Dunántúl erdőterületei jellemezhetők (106 mm), ami részben annak köszönhető, hogy a vizsgált időszakban ez az ország-rész volt a legcsapadékosabb. Ezt követi a Nyugat-Dunántúl és Dunántúli-középhegység. A legalacsonyabb átlagos lefolyásérték a Kisalföld erdeihez tartozik, ami az ártéri erdők magas párolgásértékeinek köszönhető.

4. táblázat: „Erdők és természetközeli területek” lefolyása erdészeti nagytájak szerint. A: Nagyalföld, DD: Dél-Dunántúl, DK: Dunántúli-középhegység, ÉK: Északi-középhegység, KA: Kisalföld, NYD: Nyugat-Dunántúl)

Erdészeti nagytáj	A	DD	DK	ÉK	KA	NYD
Átlag	34	106	61	35	-56	65
Medián	41	100	56	34	-56	70
Szórás	56	67	72	49	63	61
Minimum	-189	-125	-95	-125	-166	-78
Maximum	260	441	395	284	62	188
Pixelszám (db)	1014	574	961	1676	57	142

Összefoglalás

A bemutatott módszer („tisza pixelek”) segítséget nyújt a vízháztartás pontosabb vizsgálatára nagy térbeli felbontású párolgás adatok esetén. Használatával összehasonlíthatók különböző felszínborítás típusok hidrológiai viszonyai, vagy akár az erdőterületek vízháztartása tovább elemezhető például nagytájak, levélfelületi index vagy talajvízmélység függvényében. A vizsgálatok eredményei hozzájárulhatnak pontosabb vízgazdálkodási tervek kidolgozásához.

A vizsgált időszakban (2000-2008) az átlagos éves párolgás a 90%-a, a lefolyás pedig a 10%-a volt a csapadékösszegnek. Az „Erdők és természetközeli területek” felszínborítási kategória magasabb átlagos párolgással volt jellemezhető, mint a „Mesterséges felszínek” és a „Mezőgazdasági területek”. A legnagyobb lefolyás a „Mesterséges felszínek”-en jelentkezett, míg a legalacsonyabb a „Vizek” esetén (ahol a párolgás fokozott mértékű).

Az erdőknél a Kisalföld volt jellemezhető a legmagasabb átlagos párolgással (633 mm), míg a Dél-Dunántúl a legmagasabb átlagos lefolyással (106 mm).

A kutatás következő célja a jelenleg elérhető 1 km²-es párolgástérképek leskálázása lesz nagyobb felbontásra, amellyel erdőállomány-szintű hidrológiai vizsgálatok lesznek végezhetőek.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-III kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja, valamint a Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alap (FSA) támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- CLC (2006): Corine Land Cover. European Environment Agency, European Topic Centre for Spatial information and Analysis, Copenhagen, Denmark. Online: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version>
- KOVÁCS Á. (2011): Tó- és területi párolgás becslésének pontosságának és magyarországi alkalmazásai. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- LAKATOS M. – SZENTIMREY T. – BIHARI Z. – SZALAI S. (2013): Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. *Időjárás*, 117, 143-158., www.carpatclim-eu.org
- 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.

EGYVÁLTOZÓS FATÉRFOGATBECSLÉSI RENDSZER KIDOLGOZÁSA A MECSEKERDŐ ZRT. TERÜLETÉRE

KOLOZS LÁSZLÓ¹ – SOLTI GYÖRGY¹ – VARGA TAMÁS² – VEPERDI GÁBOR³

¹NÉBIH Erdészeti Igazgatóság

²Mecsekerdő Zrt.

⁴Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet

veperdi.gabor@uni-sopron.hu

A Mecsekerdő Zrt. kezdeményezésére egyváltozós függvényen alapuló, magasságmérést nem igénylő vágásbecslési rendszert dolgoztunk ki a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága FNM (Faállományok Növedékének Megfigyelése), illetve az NFI (Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár) adatainak felhasználásával, a Mecsekerdő Zrt. által meghatározott öt területi egységre, valamint a területi egységeken belül az adott körzetre leginkább jellemző 5–7 meghatározó fafajra és fafajcsoportra.

A módszer a már régóta használt, ún. „fatömeg-görbés” köbözési módszeren alapul (FEKETE, 1951). Egy meghatározott szempontok szerint kiválasztott mintafa-csoport mintafáinak térfogatát kell függvényesíteni azok mellmagassági átmérőinek függvényében. Az álló fák köbözéséhez e módszer alkalmazásával elegendő a terepen csak a fák mellmagassági átmérőjét mérni, és ebből kiszámítható azok térfogata.

A magasságmérés elhagyása jelentős mértékben csökkenti a terepi adatfelvételi munkákra fordított időt (és ennek következtében: a költségeket), valamint kiküszöböli a téves magasságmérésekből fakadó hibákat (PALOTAY 1958, 1965, VEPERDI 2008, 2010).

Az utóbbi időben az egyváltozós függvénnyel történő becslés – PALOTAY István nyomdokait követve – elsősorban az örökerdő, illetve az átmeneti üzemmódú faállományok, erdőtömbök esetén terjedt el, az Erdészettudományi Közlemények 2012/1. számában közölt cikkben ismertetett, erdészeti nagytájakra kidolgozott tarifa-rendszer alapján (KOLOZS – VEPERDI 2012). Az örökerdő, illetve az átmeneti üzemmódok esetén nem annyira az élőfakészlet, mint inkább a növedék meghatározása a fontosabb. Erre a célra mindenképpen alkalmas az egyváltozós becslési eljárás.

A vágásos üzemmódú erdők esetén a gazdálkodó az előhasználatokat, illetve a véghasználatot megelőzően vágásbecslést végez, amelynek során meghatározásra kerül a használat során kikerülő bruttó fatérfogat. E munkák során magasságmérés szükséges, mivel a köbözés kétváltozós módszerrel (Sopp-tábla, Király-függvény) történik. Pontos magasságmérés esetén e módszer kétségkívül kisebb hibaszázalékkal adja meg a bruttó fatérfogatot, ám a magasságméréskor ejtett esetleges hibák viszont jelentős hibához vezethetnek az élőfakészletben. Részint ezeknek az esetleges hibáknak a kiküszöbölése, részint pedig a vágásbecslésre fordított terepi munka csökkentése vetette fel az igényt a vágásos üzemmódban is alkalmazható olyan vágásbecslési módszer kidolgozására, amely nem igényel magasságmérést.

Az előzetes egyeztetések során a közreműködők közötti megbeszélés eredményeként az alábbi – szakmailag részletezett – csoportosítási szempontok kerültek megfogalmazásra:

Területi felosztás:

A Mecsekerdő Zrt. 5 területi egységre osztotta a működési területét

1. Kelet dombvidék
2. Kelet-Mecsek
3. Közép és Nyugat-Mecsek
4. Nyugati dombvidék
5. Síkvidék

További igényként merült fel az „Összesre együttesen” valamint a „Síkvidék kivételével együttesen” területi csoportosítás.

Fafajsorok fatermési csoportok szerinti leválogatása

1. fatermési csoport (I. és II. FTO)
2. fatermési csoport (III. és IV. FTO)
3. fatermési csoport (V. és VI. FTO)

1. táblázat A fatermési csoportokba sorolt egyedek besorolása területi kategóriákba

Keleti dombvidék	Kelet-Mecsek	Nyugati dombvidék	Közép- és Nyugat-Mecsek	Síkvidék	Összesre együttesen	Síkvidék kivételével együttesen
KTT	KTT	KTT	KTT	GY	VT	KST
CS	CS	CS	CS	A	EF	
GY	GY	GY	GY	KST	MJ	
EH	EH	EH	EH	MAK	É	
B	B	B	B	FŰZ	KH + NH	
A		A		HNY	FF	
					KJ + HJ	
					EKL	
					ELL	

A NÉBIH Erdészeti Igazgatósága FNM, valamint az NFI adataiból – a Megbízó által definiált területi, faterméstani és fafajok szerinti csoportosítást alapul véve – az adatok első szintű tisztítása után mintegy 18 000 db mintafa adata (átmérő, vastagság, magasság, kor stb.) került legyűjtésre és a későbbiekben felhasználásra az egyedi fatérfogat tarifák kidolgozásához.

Az adatok tisztítását a torzító pontok vizsgálatával, kiszűrésével, azok elhagyásával végeztük el. Ennek egyik módja a szakirodalom szerint a Cook-távolság vizsgálata. Ennek alapján azokat a pontokat hagytuk el, melyekre a számított Cook-távolság nagyobb, mint 1 volt. Ezt követően ismételt vizsgálat történt. Előfordult olyan eset, amikor több lépésben is meg kellett ismételnünk az eljárást, mert az első lépésben elhagyott torzító pontok után újabbak keletkeztek a megváltozott regressziós függvény esetén.

Az összes közel 18000 mintafából mindössze 120 darabot kellett elhagyni, ami az adatok 0,67%-a.

A Mecsekerdő Zrt. igénye alapján az FNM mintafákra a fatermési táblák alapján kiszámítottuk, hogy azok elméletileg melyik fatermési csoportba tartoznak. A fatermési csoportok a fatermési osztályok szerint kerülnek meghatározásra: I. és II. FTO = jó (1 fctcs); III. és IV. FTO = közepes (2 fctcs); V. és VI. FTO = gyenge (3 fctcs).

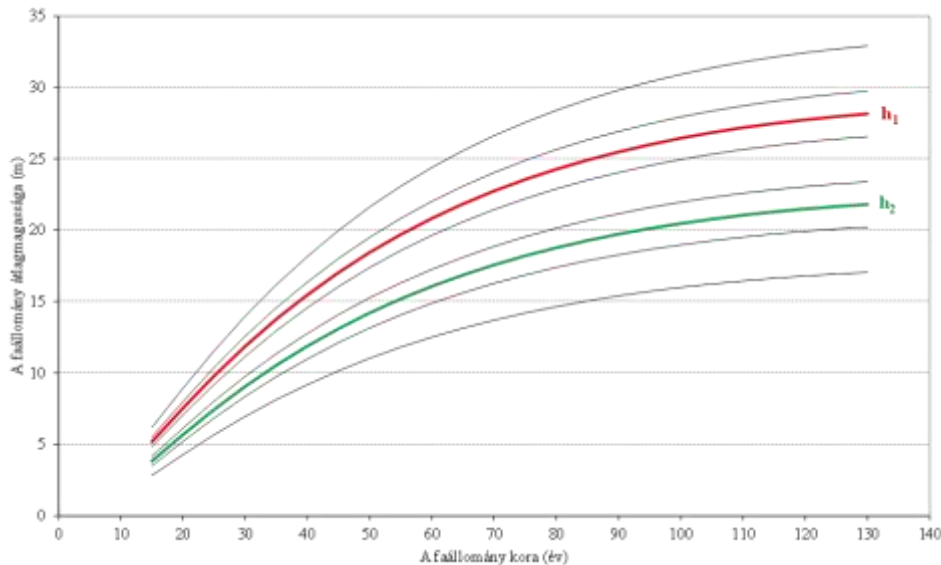
A számításokhoz a legújabb fatermési táblákat használtuk fel: KST (KISS, SOMOGYI, JUHÁSZ 1986); KTT (BÉKY 1981); CS (KOVÁCS 1983); B (MENDLIK 1983); GY (BÉKY 1983); AKÁC (RÉDEI, GÁL 1985); KŐRIS (KOVÁCS 1986); HÁRS (HAJDU 1995, PESZLEN, VEPERDI 2012); EF (SOLYMOS 1993).

Az egészállomány átlagmagasságát a hat fatermési osztály szerint a faállomány életkorának függvényében ábráztuk, és kiszámítottuk a II. és III. fatermési osztályt (h1), valamint a IV. és V. fatermési osztályt elválasztó (h2) magasság-adatsort. Ezt a két adatsort Chapman-Richards féle aszimptotikus függvényként függvényesítettük az életkor függvényében.

A fatermési csoportok alkalmazásánál fel szeretnénk hívni a figyelmet a következőkre:

- a) A terepi munkáknál meg kell határozni az adott faállományrész pontos életkorát, illetve átlagmagasságát.
- b) Ebben az esetben a fatermési táblák faállományokra vonatkoztatott fatermési csoportjait alkalmaztuk egyes faegyedekre.
- c) Az 1 és 2 magassági osztályú faegyedek kor-magasság adatköréből becsült fatermési csoport alkalmazása leginkább a **véghasználatra kijelölt állományok** esetében alkalmazható. **Nevelővágások kikerülő faegyedeinek becslésekor** ajánlott legalább egy fatermési csoporttal alább becsülni, mivel ezek a faegyedek (lévén vágásos üzemmódról szó) ugyanabban a korban alacsonyabb méreteket érnek el.

- d) *Opcionális megoldásként felmerülhet, hogy a mérést végző – ilyen irányú gyakorlattal rendelkező – szakember **szemre megbecsüli**, hogy jó, közepes, vagy gyenge fatermési csoportba tartozik az adott faállomány. Ebben az esetben csökkenthető a terepi munka az átlagmagasság mérésének kiküszöbölésével.*



1. ábra: Kocsánytalan tölgy egészállomány átlagmagassága a faállomány életkorának függvényében, a fatermési csoportokat elválasztó görbékkel.

A mintafák fatérfogatát a mellmagassági átmérő függvényében egyváltozós függvénnyel számítottuk ki. A függvény kiválasztásakor a fatömeg-görbés becslési eljárást vettük alapul. A fatömeg-görbés módszert már az 1840. évi bajor erdőrendezési utasítás leírta. 1891-ben Kopeczky Richárd írta le, mint saját módszerét, majd más alakban Speidel Emil ismertette 1893-ban (FEKETE 1951). Az eljárás lényege az, hogy az átmérők felvétele után a kiválasztott és ledöntött próbatörzsek mellmagassági átmérője és a kétváltozós fatérfogat-függvénnyel kiszámított köbtartalma alapján megszerkesztjük a fatérfogat kiegyenlítő görbéjét. (A független változó tengelyén: az átmérő, a függő változó tengelyén: a fatérfogat.) Az adatpárok eloszlása is másodfokú függvényre utal, de ez természetes, mivel a fatérfogat értékében az átmérő négyzetesen szerepel.

Első megközelítésben csak másodfokú polinomiális függvényt alkalmaztunk, az alacsonyabb mérettartományokban azonban ez esetenként negatív értékeket számított. Ezt elkerülendő, az alacsony átmérő mérettartományokra hatványfüggvényt illesztettünk, majd milliméter pontossággal meghatároztuk a két függvény váltásához tartozó átmérőt (q_2). Mindezt a 2. ábrával szemléltetjük.

Alapvetően tehát két függvényt alkalmaztunk.

Egy területi egységre, fafajra és fatermési csoportra meghatározott átmérőig (q_2) hatványfüggvényt, ezen felül pedig másodfokú polinomiális függvényt (parabola-függvényt). Az alacsonyabb mérettartományokban ugyanis inkább a hatványfüggvény, a magasabb méretcsoportokban pedig a másodfokú polinomiális függvény fejezi ki jobban az összefüggés jellegét:

$$Szilv = q_0 \cdot d^{q_1}$$

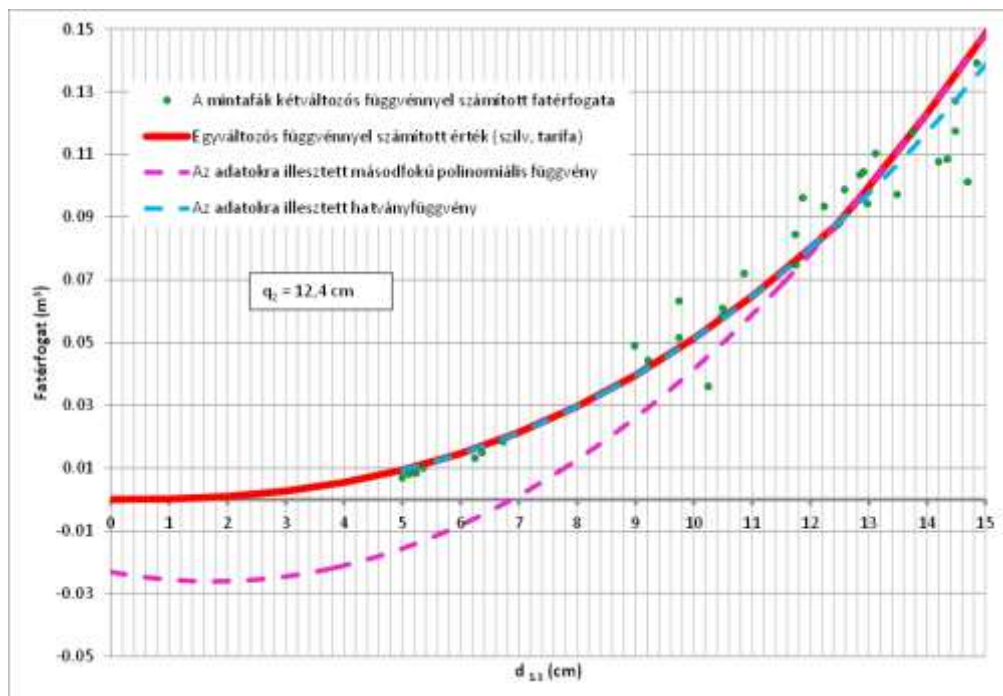
illetve:

$$Szilv = a \cdot d^2 + b \cdot d + c$$

ahol: d – mellmagassági átmérő;

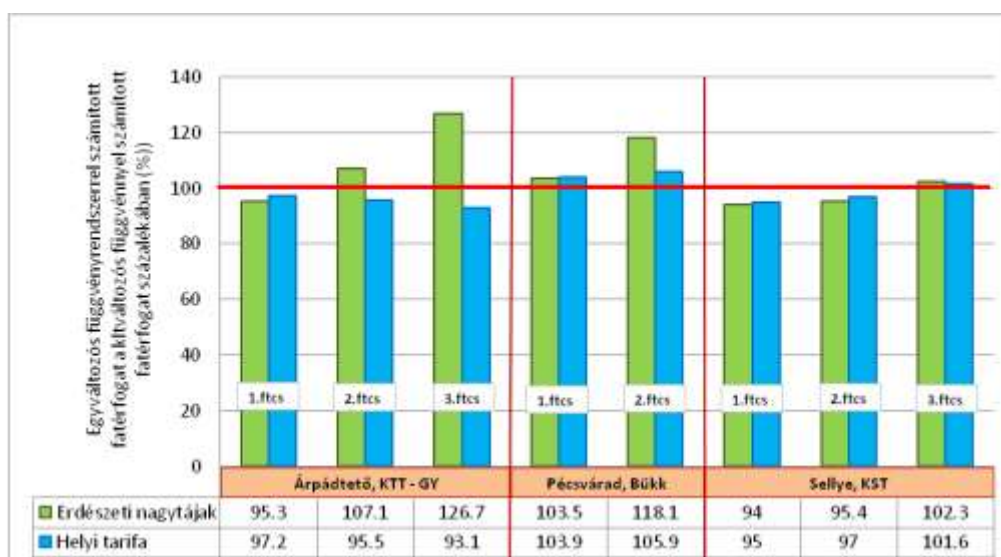
q_0, q_1, a, b, c – számított paraméterek

A paramétereket területi egységenként, fajonként (fafajcsoportonként), valamint fatermési csoportonként (és egységesen) számítottuk ki.



2. ábra: Példa a másodfokú, illetve a hatványfüggvény metszéspontjának meghatározására. (Az adott esetben a két függvény metszéspontja (q_2) 12,4 cm-nél található.)

A Mecsekerdő Zrt. munkatársai nyolc erdőrészletben kijelölt mintaterületeken teljes felvételt végeztek. A felvett átmérő és magassági adatok alapján kiszámítottuk a mintafák térfogatát a Király-féle kétváltozós függvénnyel, majd az erdészeti nagytájankénti (általánosabb), illetve a helyi (konkrétabb) egyváltozós függvényekkel. Az alábbi ábrán szemléltetjük, hogy a kétféle egyváltozós függvényrendszerrel számított térfogat milyen százalékos mértékben tér el a kétváltozós függvénnyel számított térfogattól (vízszintes piros vonal).



3. ábra: Az erdészeti nagytájankénti, illetve a helyi egyváltozós függvényrendszerrel számított térfogat a kétváltozós függvényvel számított térfogat százalékában.

A 3. ábra jól szemlélteti, hogy a helyi tarifákkal (fatermési csoportok és területi egységek figyelembe vételével) számított térfogat-értékek általában kisebb mértékben térnek el a kétváltozós függvénnyel számított térfogat-értéktől. (Megjegyezzük, hogy a kétváltozós függvénnyel számított térfogat is *országos adatok alapján történő becslésnek* tekintendő.)

Az ismertetett függvény és paraméterkészlet alapján MS Excel táblázatkezelő programmal használható algoritmust készítettünk.

Irodalomjegyzék

- BÉKY A. (1981): Mag eredetű kocsánytalantölgyesek fatermése. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol. 74:309-320.
- BÉKY A. (1983): Országos fatermési tábla gyertyánállományokra. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol. 75:199-207.
- FEKETE Z. (1951): Erdőbecsléstan a faállomány szerkezetten és a faterméstán vázlatával. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- HAJDU G. (1995): Ezüsthárs (*Tilia tomentosa* Mönch.) fatermési táblázatok. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.85:113-124. Módosítva: PESZLEN R., VEPERDI G. (2012): Az ezüsthárs fatermési táblájának módosítása. Erdészettudományi Közlemények 2. évfolyam 1. szám 73–80 o
- KISS R. – SOMOGYI Z. – JUHÁSZ GY. (1986): Kocsányos tölgy fatermési tábla (1985). Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.78:265-282.
- KOLOZS L. – VEPERDI G. (2012): Élőfakészlet- és növedék-meghatározás a szálaló, illetve átalakító üzemmódú erdőkben egyváltozós fatérfogat-függvény alkalmazásával. Sopron. Erdészettudományi Közlemények, 2. évf. 1. sz. pp. 21-34.
- KOVÁCS F. (1983): A csertölgyállományok fatermése. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.75:179-188.
- KOVÁCS F. (1986): A mag eredetű kőrisek fatermése. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.78:225-240.
- MENDLIK G. (1983): Bükk fatermési tábla. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.75:189-198.
- PALOTAY I. (1958): Szálalóerdők erdőrendezési kérdései. Előadás, Zalaegerszeg, 1958. X. 19. (http://www.aesz.hu/pdf/szal_hazai.pdf)
- PALOTAY I. (1965): Fatömeg-tarifák. Az Erdő, XIV. évfolyam 9. szám.
- RÉDEI K. – GÁL J. (1985): Az akácok fatermése. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.76-77:195-204.
- SOLYMOS R. (1993): Új fatermési táblák erdeifenyőre. Bp. Erdészeti Kutatások, Vol.82-83/II:357-382.
- VEPERDI G. (2008): Erdőbecsléstan. Oktatási segédanyag, Sopron
- VEPERDI G. (2010): Mintakörös élőfakészlet-meghatározás a szálaló, illetve átalakító üzemmódú erdőkben egyváltozós fatérfogat-függvény alkalmazásával. in Múlt és jövő II. Tarvágásból a szálalásba. Szabó Vendel egyéni vállalkozó, Sopron. pp:50–70.

A LOMBKORONA, MINT KÖRNYEZETI KÖRÜLMÉNY INDIKÁTOR

NÉMETH ZSOLT ISTVÁN

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet
nemeth.zsolt@uni-sopron.hu

A lombzat visszatükrözi a növény fiziológiás állapotát. A szárazság, a túlzott fényintenzitás, növényi kórokozók, ill. kártevők, s általában a növényi stressz hatása tetten érhető a növények leveleinek mind morfológiai, mind biokémiai sajátosságainak a megváltozásában. A lombkoronának pl.: távérzékelésen keresztüli vizsgálata információt szolgáltat a növényzet aktuális vitalitási státuszáról. A növény az anyagcseréjének intenzitását a környezeti körülményhez igazítja. A környezeti körülmény, s annak változása befolyásolja a fotoszintézis által vezérelt anyagcserét. A növény a környezetével folyamatos kölcsönhatásban van. A környezet extrém körülményei, ill. azok megváltozásai a növények, mint bioindikátorok vizsgálatán keresztül érzékelhetők, feltérképezhetők. Az aszályos területekről vagy vegetációs periódusok sajátosságairól képet kaphatunk a növényzet hiperspektrális távérzékelési monitorozásával. A termőhelyek nehézfém-tartalma, vagy szennyeződése a növények bioremediációs képességének köszönhetően is jelezhető. A légszennyező anyagok hatása is nyomot hagy a növényi szövetekben.

A lombkorona leveleit a térbeli pozícióiktól, felületeik irányítottságaitól, a napszaktól és a meteorológiai körülménytől függően különböző fényintenzitások érik, így a fotoszintézis intenzitása az egyes levelekben eltérő. A fotoszintézis biokémiai változóinak (enzimaktivitások, metabolit koncentrációk) értékei a lombzaton belül valamilyen, az adott pillanathoz tartozó tapasztalati eloszlást határoznak meg. A lombzati tulajdonság eloszlások genetikailag és a környezeti körülmény által meghatározottak, azok a növény fenotípusos sajátosságainak tekintendők. A környezeti körülmény vegetációs időszakon belüli, akár napi ciklusú vagy néhány napos változásai visszatükröződnek a fenotípus stabilitási, vagy plaszticitási tartományában. A környezeti körülmény változása (benapozás, hőmérséklet, páratartalom, légszennyezők, víz- és tápanyag-utánpótlás, biotikus hatások stb.) megjelenik a lombzati tulajdonság eloszlások momentumainak (eloszlás terjedeleme, lokális szélsőérték, medián, módusz) módosulásaiban. A lombzat tulajdonságainak (pl. levélméret, enzymaktivitások, metabolit tartalmak, spektrális intenzitások, stb.) eloszlásai a növény-környezet kölcsönhatások potenciális információforrásai.

A környezetérzékeny tulajdonságváltozók eloszlásmomentumai (inflexió pont, módusz, medián), terjedelme, típusa módosulnak a környezeti körülmény változása során. Eloszlásfüggvényeik várható értékei, kiterjedései (szélességei) és alakjai megváltoznak. Egy tulajdonságváltozó skálatengelye mentén az eloszlásfüggvény eltolódhat, terjedelme keskenyebbé vagy szélesebbé válhat, típusában torzulhat vagy módosulhat.

A lombkorona eloszlásfüggvényeinek vizsgálata elméletileg lehetőséget teremt a növény-környezet kölcsönhatás mechanizmusainak megismerésére, feltárására. Az eloszlásfüggvények egzakt, kísérletes előállítása azonban szinte lehetetlen, mert nem vagyunk képesek a lombzat összes levelénél (levelében) a tulajdonságváltozók értékeit megállapítani (mérni) vagy, mert mindennek technikai kivitelezése túlságosan erőforrás (élőmunka, infrastruktúra) igényes. A lombzati eloszlások statisztikai mintavételezésének reprezentativitása pedig megkérdőjelezhető. A fák lombzatának mintázásakor szinte kivitelezhetetlen a torzítatlan mintavétel. A legtöbb esetben a mintafa lombkoronájából az elérhető ágakról szedünk leveleket, ezért gyakorlatilag a tulajdonságváltozónak az adott pillanatban fennálló eloszlása „megismerhetetlen”. A lombkorona eloszlásfüggvényeinek megismerhetőségi problémáját kerüli ki a tulajdonságváltozók lineáris korrelációs kapcsolataira alapozott „Állapotfüggő korreláció koncepció (ÁKK)” (NÉMETH és társai 2009a; NÉMETH 2009b). Az elmélet kulcseleme: a lombzat ugyan „ismeretlen-megismerhetetlen”, de típusaikban azonos eloszlásfüggvényei, amelyek a biológiai rendszer szabályozott jellegéből fakadóan, szükségszerűen lineáris regressziós összefüggéseket szolgáltatnak. Két tulajdonságváltozó regressziós egyenesének állapotfüggése a meredekségnek, a tengelymetszetnek és a határozottsági fokának környezeti körü-

ménytől való függésében nyilvánul meg. Az állapotfüggő regressziós egyenesek paraméterváltozásai leképezik a növényi stressz szindróma manifesztálódását, ill. a növényi alkalmazkodást. A heterogén bemenetű-lineárisan korreláló kimenetű (HB-LKK) rendszermodell alkalmazásával (NÉMETH 2009b; NÉMETH 2013a) a növény-környezet kölcsönhatást visszatükröző, állapotfüggő regressziós egyenesek paraméterváltozásai hozzárendelhetők az anyagcsere-szabályozás környezeti körülményfüggő rendszerjellemzőihez. Az ÁKK elmélet alkalmazásaiban a lombkorona a növény-környezet kölcsönhatás vizsgálatnak az indikátora. Egyedi levelek különböző tulajdonságváltozóinak regressziós egyensein keresztül pl.: a kiszáradás, a hideg sokk, biotikus stressz, légszennyezés, talajszennyeződés, stb. hatásai érzékelhetők. Az ÁKK szemléletmódú vizsgálatokkal a növény fiziológias állapotváltozások finom részletei is feltárhatók.

Állapotfüggő korreláció koncepció

A lombozatban a növényi tulajdonságokat döntően az egyedi leveleket érő fényintenzitások határozzák meg. Az egyedi levelek nitrogén tartalma pozitívan korrelál az őket érő foton-fluxussal (HIROSE – WERGER 1987). A nagy fényintenzitásokhoz kicsi levélfelületek és megnövelt biomassza produktum társulnak (WALTERS 2005; NIINEMETS 2007). A fényintenzitásnak és a hőmérsékletnek a növekedése a levél víztartalmának csökkenésével jár együtt (POPESCU – POPESCU 2014). A fotoszintetikus kapacitás lombozaton belüli eloszlása többé-kevésbé leképezi a levelekre jutó fényintenzitásnak az eloszlását (PONS 2016). A fényintenzitás, hőmérséklet, páratartalom, tápanyag-hozáférés, légszennyezés, biotikus tényezők, stb. együttes, időfüggő szinergikus hatása jelenik meg a biológiai rendszer tulajdonságainak – állapot-, ill. kimeneti változóinak – eloszlásaiban.

A biológiai rendszerek „Állapotfüggő korreláció koncepció”-jának az az alaptézise, hogyha két tulajdonságváltozó az anyagcsere-szabályozása lineárisan összehangolt, akkor a két tulajdonságváltozó eloszlásainak függvénytípusa szükségszerűen azonos (NÉMETH és társai 2009a; NÉMETH 2009b). Azonos típusú eloszlások lineáris transzformációval egymásba átalakíthatók. A tulajdonságváltozók értékeinek standardizálásával az eloszlások típusazonossága ellenőrizhető, mivel azonos eloszlástípusú tulajdonságváltozóknak a standardizált változói ekvivalensek egymással. Ez a felismerés vezetett az ÁKK elmélet kidolgozásához, ill. a statisztikai paraméterekkel kifejezett, elméleti alapegyenletéhez (NÉMETH és társai 2009a, NÉMETH 2009b). Az ÁKK elmélet statisztikai paraméterekkel kifejezett egyenletét az (1) összefüggés szolgáltatja.

$$y_1 = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} y_2 - \frac{\sigma_1 \cdot \mu_2 - \sigma_2 \cdot \mu_1}{\sigma_2}, \quad (1)$$

ahol y_i a lombozat i -dik tulajdonságváltozója, σ_i és μ_i az y_i változó eloszlásának terjedelme (szórása) és várható értéke.

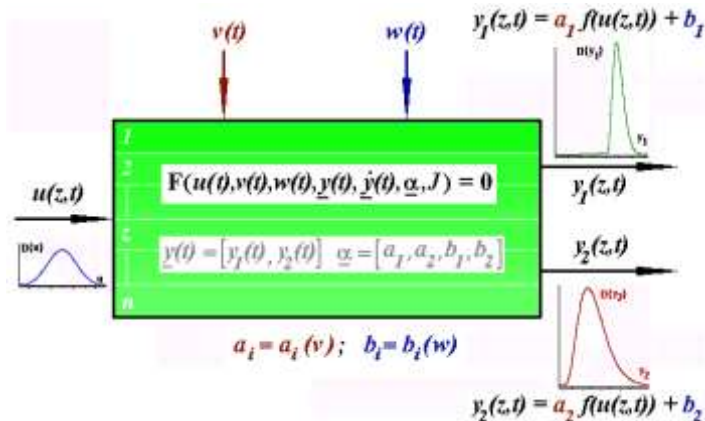
A lombozat tulajdonságváltozóinak mérési eredményeire illesztett regressziós egyenessel az (1) elméleti összefüggést becsüljük meg. Az (1) alapegyenletnek a jelentősége a következő:

- a tulajdonságváltozók regressziós egyenese magában foglalja, ill. kimutathatóvá teszi a lombozat eloszlásainak környezeti tényezőkre való érzékenységet,
- az állapotfüggő regressziós egyenes meredekségének változása a környezet-érzékeny, tulajdonságváltozók eloszlásainak egymáshoz viszonyított terjedelem (eloszlás-szélesség) változásáról ad tájékoztatást.
- a tengelymetszet változása visszatükrözi az eloszlások skálatengelyeik mentén való, környezeti körülmény változása által indukált eltolódását,
- a regressziós egyenes határozottsági foka (R^2) a tulajdonságváltozók összehangolt szabályozásának „jóságáról” (anyagcsere-szabályozási robusztusságról) informál,
- egy növény-környezet kölcsönhatási állapot regressziós egyenessel való jellemzése nem igényel nagyszámú egyedi levélvizsgálatot (elegendő: 5-9 db levél/regressziós egyenes).

HB-LKK rendszermodell

A lombzaton belüli fényintenzitás eloszlás, a környezeti körülmény, valamint a tulajdonságváltozók eloszlásai közötti kapcsolatok (növény-környezet kölcsönhatás) a rendszerelméleti ismeretek bázisán modellezhető. A levélsejtek szabályozott anyagcseréjéből kiindulva elképzelhető egy általános, a genetikai és biokémiai sajátosságokat, paramétereket magában foglaló elméleti rendszerfüggvény, amely a rendszer bemeneti változóinak (fényintenzitás, hőmérséklet, páratartalom, talajnedvesség, stb.) értékeit a rendszer tulajdonságváltozóinak (pl.: nitrogén- és víztartalmak, levél geometriai sajátosságok, enzimaktivitások, metabolit koncentrációk, stb.) értékeivé transzformálja. Rendszerelméleti megközelítésben a lombkorona egy heterogén biológiai rendszer, amelynek alrendszerei a lombzaton egyedi levelei. A levélsejtek génállományainak azonosságát a lombzaton általános, mindegyik egyedi levélre érvényesnek feltételezett rendszerfüggvénye fejezi ki. Egy ilyen modellrendszerben a primér bemeneti változó (fényintenzitás) alrendszerek (egyedi levelek) szerinti eloszlását a szekunder bemeneti változók (hőmérséklet, páratartalom, stb.) által transzformációs együtthatóiban hangolt rendszerfüggvény a tulajdonságváltozók lombzati eloszlásává fogja konvertálni. Ha az általános rendszerfüggvény a bemeneti változókból azonos függvénytípusú transzformációkkal állít elő különböző tulajdonságváltozókat, ill. azok eloszlásait, akkor azok szükségszerűen lineárisan fognak egymással korrelálni.

A környezeti körülmény által befolyásolt fotoszintézis lineárisan korreláló tulajdonságváltozóit modellezhető egy egyszerű, heterogén bemenetű-lineárisan korreláló kimenetű (HB-LKK) rendszerrel (1. ábra).



1. ábra: HB-LKK rendszer (u – helykoordináta (z , alrendszer azonosító) és időfüggő (t) primér bemeneti változó; v és w szekunder bemeneti változók; y_1 és y_2 lineárisan korreláló tulajdonságváltozók; F – rendszerfüggvény; a – szekunder bemeneti változók által befolyásolt rendszerfüggvény együtthatók; f – transzformációs függvény)

A tulajdonságváltozók (vagy kimeneti változók) és a bemeneti változók közötti azonos típusú függvény-transzformációknak köszönhetően felírható az ÁKK elmélet rendszerparaméterekkel kifejezett elméleti korrelációs összefüggése (2. egyenlet) is.

$$y_1 = \frac{a_1}{a_2} y_2 - \frac{a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1}{a_2}, \quad (2)$$

ahol a_i és b_i környezeti körülmény (v, w) által befolyásolt rendszerfüggvény együtthatók (1. ábra).

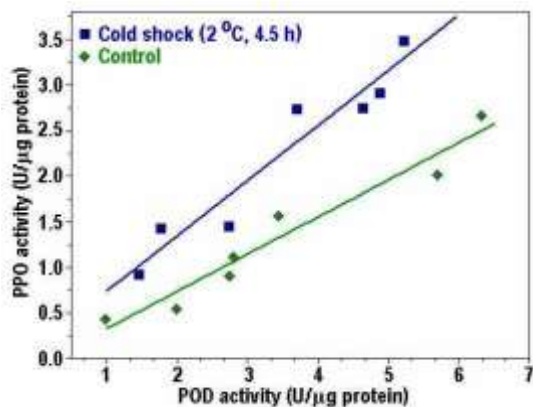
Az (1) és (2) elméleti egyenletek ugyanazoknak a lineárisan korreláló tulajdonságváltozóknak az elméleti korrelációs összefüggései. E két egyenlet ekvivalens egymással. Ekvivalenciájuk kifejeződik az összefüggések meredekségeinek, ill. tengelymetszeteinek azonosságaiban. Az (1) egyenlet statisztikai szemléletmódú, a (2) egyenlet rendszerelméleti megközelítésű matematikai absztrakciónak a következménye. A lombkorona HB-LKK modelljének rendszerfüggvénye genetikailag meghatározott (rögzített), továbbá a rendszerfüggvénynek az együtthatói a környezeti körülményhez vannak igazítva. A meredekségben és/vagy tengelymetszetben jelentkező környezeti körülményfüggés miatt az elméleti korrelációs egyenesek a lombkorona fenotípusos sajátosságainak tekinthetők,

ill. tekintendők. A fenotípusos jellegű tulajdonságváltozók, ill. azok eloszlásai alkalmassá teszik a fák lombkoronáját a növény-környezet kölcsönhatások indikálására.

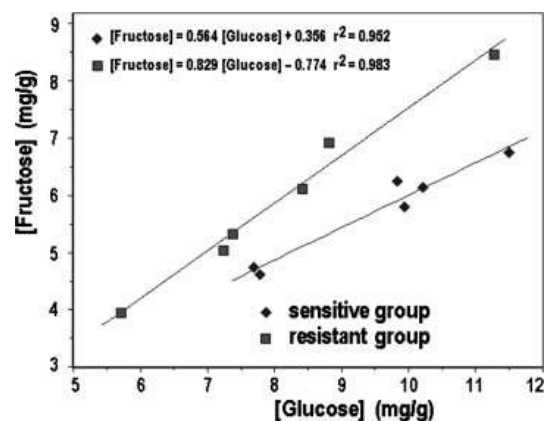
A koncepció alkalmazása

Az ÁKK elmélet alkalmazásának kritériumai: (i) azonos eloszlástípusú, környezeti körülmény érzékeny tulajdonságváltozók identifikálása, (ii) a mintavételezett levelek tárolási körülményének és a minta-előkészítési műveleteknek, valamint (iii) a tulajdonságváltozók vizsgálati módszereinek validálása. A tulajdonságváltozók regressziós egyenesei közötti szignifikancia megállapításához vagy elvetéséhez kovariancia (ANCOVA) analízist alkalmazunk. A környezeti tényezők mérési eredményeit az állapotfüggő regressziós egyenes paramétereire (meredekség, tengelymetszet, határozottsági fok) társítjuk, majd ezen eredmények egyesített bázisán sokváltozós (kemometriai) adatértékelési módszerekkel (korreláció analízis, PCA, DA, MLR, PLS, stb.) számszerűsíthetjük a növény-környezet kölcsönhatásokat.

Az ÁKK elmélet kidolgozását követő tíz évben lombozati tulajdonságváltozókként vizsgáltuk a peroxidáz (POD) és polifenol-oxidáz (PPO) aktivitásokat, totálfenol-tartalmat, antioxidáns kapacitást, glükóz (G) és fruktóz (F) koncentrációkat, valamint a reflexiós UV-VIS-NIR spektrum karakterisztikus hullámhosszaihoz tartozó abszorbanciákat. A POD-PPO regressziós egyenesek sorozatával erdei fák vegetációs periódusát jellemeztük. A POD-PPO állapotfüggő korrelációt felhasználtuk fagyhatásnak kitett kocsányos tölgy csemeték és babnövény állapotainak indikálására is (2. ábra; NÉMETH és társai 2009c). A G-F tartalmak állapotfüggő regressziói visszatükrözik a szőlőnövény *Botrytis cinerea* fertőzéssel szembeni fogékonyságát, ill. rezisztenciáját (3. ábra; NÉMETH és társai 2009a). A cukorrépa G-F regressziós egyenesének paraméter változásai már néhány nappal (2-3 nap) előre jelezik a *Cercospora beticola* fertőzés kialakulását (NÉMETH és társai 2010). Faágcsokrot indikátorként alkalmazva, a levelek totál-fenol tartalma és antioxidáns kapacitása közötti állapotfüggő regressziós egyenesekkel a talajvíz szennyeződését mutattuk ki (NÉMETH és társai 2013b). A közlekedési forgalomnak a korai juhar lombozatra gyakorolt hatását a levelek G-F állapotfüggő regresszióival és UV-VIS spektrumainak koncepció szerinti értékelésével is érzékeltük. A 2. és a 3. ábrák példaként egy abiotikus és egy biotikus környezeti tényezőnek a levelekre gyakorolt hatásait szemléltetik. Szinte változatlan POD aktivitás mellett, a hideg hatás megnöveli a levélanycserében a PPO aktivitást. A PPO szignifikáns aktivitás növekedése tükröződik vissza a POD-PPO korreláció meredekség változásában.



2. ábra. PPO-POD állapotfüggő korrelációk kontroll és stressz-hatás alatti bablevelekben (NÉMETH és társai 2009c)



3. ábra. *Botrytis cinerea* fertőzésre fogékonny és ellenálló szőlőfajták G-F regressziós egyenesei (NÉMETH és társai 2009a)

A *Botrytis cinerea* fertőzésre való fogékonyságot a szőlőültetvény levélzetének glükóz-fruktóz állapotfüggő korrelációja indikálja. A G-F regressziós egyenesek eltérő meredekségekkel jelzik a fertőzésre való fogékonyságot, ill. azzal szembeni rezisztenciát.

Összefoglalás

A lombkorona lineárisan korreláló tulajdonságváltozói visszatükrözik a faegyed vitalitási állapotát. A tulajdonságváltozók monitorozásával a környezeti körülményfüggő állapotváltozások feltérképezhetők. Az abiotikus és biotikus stressz-tényezők hatása az „Állapotfüggő korreláció koncepció” alkalmazásával már a stressz korai stádiumában is érzékelhető. Az állapotfüggő regressziós egyeneseink időbeli sorozatával a stressz-szindróma jellemezhető. A különböző genotípusoknak, ill. a kontrollhoz viszonyított fenotípusoknak az osztályokba sorolása vagy elkülönítése az állapotfüggő regressziós paraméterek értékelésével kivitelezhető.

Irodalomjegyzék

- HIROSE, T. – WERGER, M. J. A. (1987): Nitrogen use efficiency in instantaneous and daily photosynthesis of leaves in the canopy of a SOLIDAGO ALTISSIMA stand, *Physiologia Plantarum* 70 (2): 215-222.
- NÉMETH ZS. I. – SÁRDI É. – STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2009a): State-dependent correlations of biochemical variables in plants, *Journal of Chemometrics*, **23**, pp. 197-210.
- NÉMETH ZS. I. (2009b): A növényi stressz értelmezése szabályozásméleti analógiák alapján, MTA Bolyai János Ösztöndíj-kutatás (2006-2009), Zárójelentés, p. 38.
- NÉMETH ZS. I. – NÉMETH K. E. – BADÁCSY D. ZS. – POTYONDI L. (2010): Correlation between glucose and fructose for characterization of relationship between plants and environmental conditions, *Növénytermelés* 59: 551-554
- NÉMETH ZS. I. (2013a): Növényi anyagcsere alkalmazkodása a környezet tényezőinek módosulásaihoz, In: ALBERT L. – BIDLÓ A. – JANCsó T. – GRIBOVszKI Z. – KÁMÁN O. (szerk.) *Városok öko-környezetének komplex vizsgálata a nyugat dunántúli régióban*, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 237-260.
- NÉMETH ZS. I. – RÁKOSA R. – KOCSIS R. – BADÁCSY D ZS. (2013b): Detection of pollution in groundwater with correlations of plant physiological variables, *Conferentia Chemometrica (CC2013)* 2013 September 8-11. – Sopron
- NIINEMETS, U. (2007): Photosynthesis and resource distribution through plant canopies, *Plant Cell Environment* 30: 1052-1071.
- PONS, T. L. (2016): Regulation of leaf traits in canopy gradients, in: HIKOSAKA, K. – NIINEMETS, Ü. – ANTEN N. P. R. (ed.): *Canopy photosynthesis: From basics to applications* (chapter 5; pp. 143-163), Springer ISBN 978-94-017-7291-4
- POPESCU, M. – POPESCU, G. C. (2014): Diurnal changes in leaf photosynthesis and relative water content of Grapevine, *Current Trends in Natural Sciences* 3 (6): 74-81.
- WALTERS, R. G. (2005): Towards an understanding of photosynthetic acclimation, *Journal of Experimental Botany* 56: 435-447.

MIKROKÖRNYEZET VIZSGÁLATA KISVÍZFOLYÁSOKBAN KLIMATIKUS GRADIENS MENTÉN

SZITA RENÁTA¹ – AMBRUS ANDRÁS¹ – GRIBOVSZKI ZOLTÁN²

¹Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai-, Erdőfeltárási- és Vízgazdálkodási Intézet
szita.reni@gmail.com

Bevezetés

A vízi makrogerinctelenek jelenlétét, közösségeik összetételét jelentősen befolyásolják a klimatikus változások, még mérsékelt, erdővel borított területeken is. A klímaváltozás potenciális hatásai, mint például a növekvő víz hőmérséklet, a csapadék szezonális eloszlása és intenzitása, továbbá a lefolyás változása befolyásolhatják a vízi ökoszisztémák hidrológiai jellemzőit. Az extrém csapadékesemények okozta hirtelen változásai a hidrológiának megváltoztathatják a hidromorfológiát, újra rendezhetik a medret vagy megváltoztathatják a vízfolyás nyomvonalát (HARVEY and WATSON 1986). Jelen kutatás célja hasonló jellegű, de az ország különböző pontjain található hegyvidéki kisvízfolyások fajösszetételének vizsgálata, abban fellelhető különbségek, hasonlóságok, tendenciáknak a leírása. A hasonló jellegű, de különböző klimatikus jellemzők által befolyásolt kisvízfolyások mezo-habitat (medence, gázló) előhelyein található karakterfajok meghatározása, azok egyezésének, eltérésének, komplementaritásának definiálása. A kutatás során alkalmazott módszertan mintavételi egységeinek optimalizálása, lépték meghatározása a ráfordítás-haszon pozitív arányának elérésével.

Vizsgálati módszerek

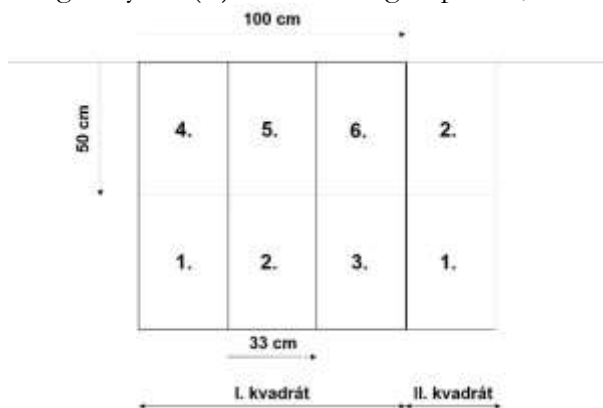
A mikrokörnyezet vizsgálatára három hasonló fajösszetételű, erdővel borított hegyvidéki kisvízfolyásban került sor 2016 tavaszán, az ország három különböző pontján, a Mecsekben (Petőczy-árok), a Kőszegi-hegységben (Kőbányai-patak) és a Soproni-hegységben (Rák-patak) egy klimatikus gradiens mentén (amíg a Petőczy-árok környezetének napi középhőmérséklete és a vegetációs időszak átlag hőmérséklete a magasabb, addig a Soproni-hegység érintett szakaszának éves csapadék mennyisége és a vegetációs időszakban lehulló csapadék mennyisége a magasabb (1. táblázat)). Mindhárom kisvízfolyás természetes medrében folyik, meanderezik, árnyékolt, környezetük tiszta, emberi hatásoktól mentes.

1. táblázat Egyes mintavételi pontokhoz tartozó klimatikus jellemzők

Név	Mintavételi szakaszok elhelyezkedése	Napi középhőmérséklet [oC]	Vegetációs időszak átlag hőmérséklete [oC]	Éves csapadék [mm]	Vegetációs időszak átlag csapadék mennyisége [mm]
Petőczy-árok	Mecsek	10.0	16.5-16.8	720-760	400
Kőbányai-patak	Kőszegi-hegység	8.5-9.2	14.5-15.6	750-800	450-470
Rák-patak	Soproni-hegység	8.5	15.0-16.0	700-750	450-480

A biológiai mintavétel speciális mikrohabitat alapú ún. kvadrát módszerrel (1. ábra) valósult meg a kijelölt patakszakaszokon, mely mikroléptékű hidrológiai és hidraulikai mérésekkel egészült ki (SZITA et al 2016). A Petőczy-árok és a Kőbányai-patak esetében 3-3 keresztaszvályban végeztünk vizsgálatokat, míg a Rák-patakban 5 keresztaszvály mentén. A mintavétel alapját képező kvadrát 1 × 1 m² nagyságú, mely további hat (egyenként 50 × 33 cm² nagyságú) almintára bontható (1. ábra). A mintavétel során minden almintából mennyiségi adatgyűjtés történt. A vízmélységek megállapítására egy keresztaszvály mentén 10 cm-ként, míg a vízmélység mérésekre függőlegesenként 2 cm-ként került sor. Biológiai mintavétel a Mecsekben március elején, míg a Soproni-hegységben március végén történt. A meder környéki hidraulikai viszonyok megállapítására a felvételezett ada-

tokból a sebesség profil, a csúsztató sebesség (V^*), a nyírófeszültség (τ), az elragadó erő, a Reynolds- (Re) és Froude (Fr) szám, továbbá névleges szemátmérők (D_{10} , D_{60}), érdességi együttható ($k=D_{50}$) és az egyenlőtlenségi tényező (U) kerültek megállapításra, kiszámításra.

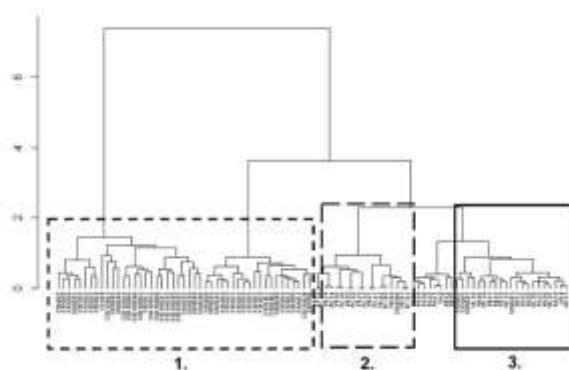


1. ábra Rák-patak 18.0 számú keresztmetszvény kvadrát hálójá

Eredmények

A vizsgálat során összesen 97 alminta került feldolgozásra, melyből 3 almintában nem volt vízi makrogerinctelen, így az elemzéseket 94 alminta jellemzőin végeztük. Minden alminta estében meghatároztuk a vízi makrogerinctelen közösség összetételét (faj és egyedszám), a jellemző szemátmérőket, átlagos vízmélységet, vízsebességet, csúsztató sebességet, az ott élő állatokra ható nyíró feszültséget és az áramlás típusát (Re , Fr számok).

Az Petőczy-árok ösztaxonszáma 40, a Kőbányai-pataké 36, míg a Rák-pataké 64 volt. A Shannon-Weaver diverzitás (H') érték a Rák-patak és a Petőczy-árok esetében közel azonos volt (1,96 és 1,68), a Kőbányai-patak H' értéke alacsonyabb, 0,76 volt. A négyzetméterre eső egyedszám a Petőczy-árokban 507 egyed/ m^2 , a Kőbányai-patakban 622 egyed/ m^2 , míg a Rák-patakban 895 egyed/ m^2 volt. A faunisztikában alkalmazott, közösségek összehasonlítására alkalmas Rogers-Tanimoto indexet alapul véve, annak eredményeit klaszter-fával ábrázolva a három vízfolyás makrogerinctelen közösségeinek összetétele elkülönül a 2. ábrán látható módon.



2. ábra Klaszter-fa Rogers-Tanimoto index alapján (1. Rák-patak, 2. Kőbányai-patak, 3. Petőczy-árok)

A 2. táblázat tartalmazza a vizsgálati szakaszok átlagos hidrológiai, hidraulikai paramétereit. Az átlagos vízmélység, az átlagos vízsebesség, az átlagos vízhozam és a nyírófeszültség a Petőczy-árok esetében volt a legmagasabb, míg a Re -szám és a csúsztató sebesség a Kőbányai-pataknál.

2. táblázat Átlagos hidrológiai és hidraulikai paraméterek a vizsgált vízfolyásokon

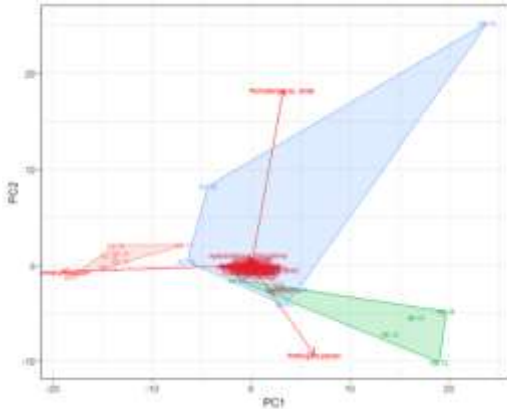
Név	Átlag vízmélység [m]	Átlag vízsebesség [m/s]	Hozam [m ³ /s]	Csúsztató sebesség [m/s]	Nyírófeszültség [N/m ²]	Reynolds szám	Froude szám
Petőczy-árok	0.0986	0.1986	0.0040	0.0446	4.3991	167.3662	0.0262
Kőbányai-patak	0.0588	0.1743	0.0027	0.0510	4.9733	254.3275	0.0256
Rák-patak	0.0803	0.1340	0.0031	0.0153	0.8948	139.2739	0.1162

A vizsgált 94 alminta biológiai és hidrológiai, hidraulikai, hidromorfológiai jellemzőit külön-külön főkomponens elemzésnek (PCA) is alávetettük, vizsgálva azok csoportosulását. Mind a háttérváltozók, mind a biológiai adatok alapján 3 fő csoportot alkottak az alkvadrátok az összes vízfolyás esetében: medence, gázló és átmeneti mezohabitat típusokba rendeződtek.

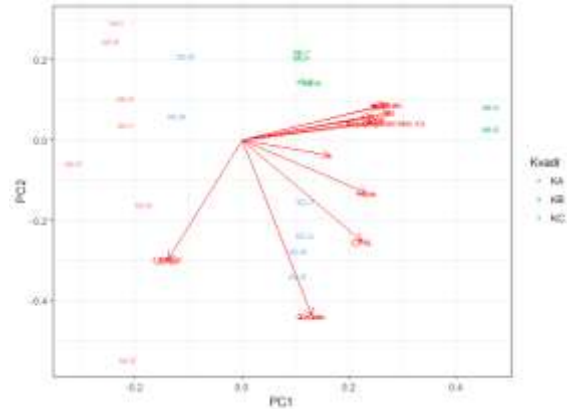
A Petőczy-árok esetében a medence típusú mezohabitatok karakterfaja az *Electrogena ujhelyii* Sowa 1981, a gázló mezohabitatok karakterfaja pedig a *Gammarus fossarum* Koch 1836 és a *Baetis vernus* Curtis 1834 volt. A háttérváltozók közül a gázlókat a Fr szám, a nyírófeszültség és a csúsztató sebesség, továbbá a szemcseátmérők növekedése határozta meg, míg a medencéket a felsorolt paraméterek értékeinek csökkenése.

A Kőbányai-patak esetében a medence jellegű élőhelyek karakterfaja a *G. fossarum* volt (3. ábra), az átmeneti élőhelyek meghatározó taxonja a Ptychopteridae lárva, míg a gázlóké a *Rhytrogena puytoraci* Sowa & Degrande 1987 volt. A háttérváltozók közül, a Petőczy-árokhoz hasonlóan a Fr szám, a csúsztató sebesség, az átlagsebesség és a mederanyag jellemzői határozták meg a gázló jellegű élőhelyeket, míg ezen paraméterek értékeinek csökkenése a medencéket (4. ábra).

A Rák-patak mintáiban a medence jellegű élőhelyek karakterfaja a *G. fossarum* volt, az átmeneti élőhelyeké pedig az *Ephemera danica* Müller 1764, míg a gázlóké a *R. puytoraci*. A háttérváltozók hatása az alminták csoportosulására az előző két vízfolyáshoz hasonlóan alakult.



3. ábra Kőbányai-patak biológiai adatainak főkomponens elemzése (PC1, PC2 az összvariancia 82,29 %-át magyarázza)



4. ábra Kőbányai-patak környezeti paramétereinek főkomponens elemzése (PC1, PC2 az összvariancia 78,5 %-át magyarázza)

Összefoglalás

Az alkalmazott mintavételi lépték mellett az eltérő jellegű mezohabitat típusok fajkészlete jól elkülöníthető, további, finomabb eloszlás is kirajzolódik az „átmeneti” mezohabitat típus megkülönböztetésével. A vizsgált vízfolyások fajkészlete szintén jól elkülöníthető a Rogers-Tanimoto index alapján, annak ellenére, hogy hasonló jellegű élőhelyekről, erdei kisvízfolyásokról van szó. A legfajgazdagabb mintavételi pontnak a Rák-patak bizonyult a Shannon-Weaver diverzitás, az osztaxonszám és az 1 m²-re eső egyedszám alapján egyaránt. Mindhárom patak esetében a gázló jellegű mezohabitat típusok karakterfaja kérész volt (*B. vernus*, *R. puytoraci*). Azon vízfolyásban, ahol az „átmeneti” mezohabitat típus egyértelműen elkülönült, az *E. danica* volt az uralkodó bentosz az átmeneti típusban, míg medence jellegű élőhelyeken a *G. fossarum* taxon

jelenléte volt a legmagasabb a Rák-patak és a Kőbányai-patak esetében. A mezohabitat típusok meghatározó környezeti paraméterei mindhárom vízfolyás esetében a Froude szám, a csúsztató sebesség, az átlag vízsebesség, a nyírófeszültség és a mederanyag szemcseeloszlása volt.

Összességében kijelenthető, hogy az eltérő klimatikus viszonyok alatt található erdei kisvízfolyások fajösszetétele jól elkülöníthető egymástól, a komplementer fajok és egyes vízi makroinvertebrátumok kiemelkedően magas egyed és taxon száma miatt, azonban a vizsgált lépték élőhelytípusainak (medence, gázló, átmeneti) karakterfaja és a környezeti paraméterek, melyek befolyásolják a mezohabitatok kialakulását megegyeznek.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az Emberi Erőforrás Minisztériuma ÚNKP-17-3-III kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával és a VKSZ-Agrárklíma.2 (VKSZ 12-1-2013-0034) projekt keretében valósult meg.

Irodalomjegyzék

- SZITA R. – AMBRUS A. – GRIBOVSKI Z. (2016): Development of a complex new method for a micro-environmental analysis. Hydrocarpath International Conference, Vienna, Austria, 27 October 2016 (poster)
- MICHAEL, D. – HARVEY, CHESTER – WATSON, C. (1986): Fluvial Process and morphological threshold in incised channel restoration Journal of the American Water Resources Association Volume 22, Issue 3 June 1986 Pages 359–368

AZ AGROERDÉSZET HAZAI HELYZETE, POTENCIÁLJA ÉS KORLÁTOZÓ TÉNYEZŐI

VITYI ANDREA – MAROSVÖLGYI BÉLA - KISS SZIGETI NÓRA
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
vityi.andrea@uni-sopron.hu

Az utóbbi években egyre többször tapasztalhatjuk a klímaváltozás kedvezőtlen hatásait, melyek időjárási szélsőségek, vízhiány, árvizek, belvizek gyakoribb előfordulásában nyilvánulnak meg. Ezek a hatások kedvezőtlenül befolyásolhatják a természetes vegetációt, az erdők állapotát, és nem utolsósorban a mezőgazdasági termelés minőségi és mennyiségi paramétereit, az agrárágazat termelésbiztonságát.

Mára már tudományosan igazolt tény, hogy a növénytakaró és az éghajlat között szoros kapcsolat áll fenn. A fás vegetáció nemcsak klímaindikátor, hanem globális klímabefolyásoló tényező is. MÁTYÁS Cs. (2004) Magyarország területének 21%-át, a teljes termőterület 26%-át borítja erdő. (KSH Statisztikai Tükör, 2016). Mivel az erdőterületek növelési lehetősége korlátozott, ugyanakkor jelentős mezőgazdasági területtel rendelkezünk (ez 2015-ben 5,3 millió hektár), érdemes keresni olyan lehetőségeket is, melyek a klímaváltozás hatásainak csökkentését mezőgazdasági és/vagy agroerdészeti (agrárerdészeti) technológiákkal illetve azok kombinációjával segíthetik.

Az „agroerdészet” mint fogalom Magyarországon még nem általánosan ismert, annak ellenére, hogy az agráriumban évszázadok óta alkalmazott, hagyományokhoz kötődő tevékenység.

Az agroerdészeti gyakorlatban egyazon területen a fás vegetációt (fák, bokrok) tudatosan kombinálják mezőgazdasági haszonnövény kultúrákkal és/vagy állattartással. Az így nyert multifunkcionális rendszer - megfelelő technológia alkalmazása mellett - kedvező gazdasági megtérülési mutatókkal rendelkezik, ugyanakkor olyan fontos ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújt, mint például a karbon-megkötés, víz-és talajvédelem, és a biodiverzitás megőrzése.

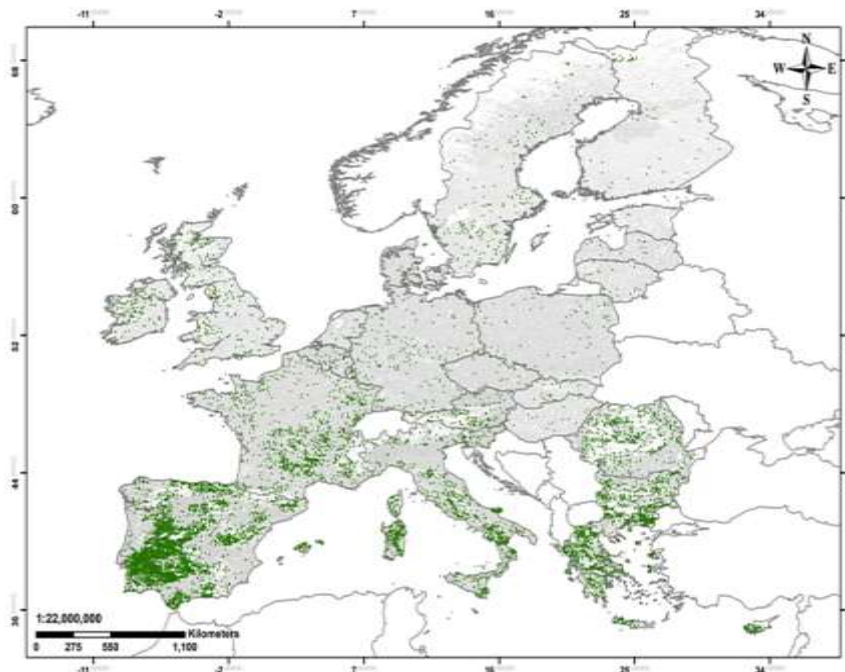
Agroerdészeti rendszerek közé sorolhatók az alábbiak (MOSQUERA-LOSADA *et al.* (2015) felosztása alapján, a szerzők kiegészítésével):

- növényi védősávok (pl. part menti és mezővédő erdősávok, sövények)
- fás legelők
- legeltetett erdők, faültetvények
- haszonnövény termesztéssel kombinált erdők, faültetvények
- fasorokkal kombinált köztestermesztéses rendszerek
- fás ligetek
- erdőkertek
- egyéb települési zöld infrastruktúra elemek (pl. köztéri gyümölcsösök, fákkal kombinált konyhakertek)
- javított ugar

Az Európai Unió 7. Kutatási és fejlesztési keretprogramjának támogatásával megvalósult AGFORWARD projektben a LUCAS felszínborítottsági adatbázis felhasználásával megtörtént az agroerdészeti rendszerek kontinentális elterjedésének felmérése. A szakértők 15,4 millió hektárra becsülik az agrárerdészeti területek jelenlegi kiterjedését az EU-27 országaiban. Ez a teljes terület 3,6%-át, a mezőgazdasági célra hasznosított területek 8,8%-át teszi ki. (1. ábra) (DEN HERDER *et al.* 2016).

Az agroerdészeti területek magyarországi arányáról viszonylag kevés információ áll rendelkezésre. A történelem korábbi időszakaiban a hagyományos agroerdészeti tevékenység a paraszti élet természetes velejárója volt, aminek alapja az, hogy a gazda önellátottságra törekedett, és a növénytermesztéshez, valamint az állattartáshoz a szerszámokat is igyekezett önmaga előállítani. Ezekhez, valamint az épületek létrehozásán, bútorainak előállításán kívül még a fűtés/főzés

energiahordozóját is elő kellett állítania. Mindezekhez jelentős mennyiségű fát használt, melyet saját maga termesztett.



1. ábra: Agroerdészeti területek kiterjedése az EU-27 országokban (Forrás: Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable 1.2: AGFORWARD (613520))

Az agroerdészet a gyakorlatban mindig annak függvényében terjedt vagy szorult vissza, hogy a gazdálkodó a termesztett faanyaggal jutott-e többletbevételhez, vagy saját felhasználási előnyhöz. A járulékos előnyöket ugyan élvezte, de ritkán tekintette értéknek.

A nagyléptékű, kutatási eredményekre is támaszkodó agroerdészeti fejlesztések az Alföldön jellemzően valamilyen jelentős állami célhoz kapcsolódva és központi irányítás mellett folytak.

Az első agroerdészeti fejlesztést 1742-ben Mária Terézia egy átfogó, és mindenek előtt katonai célokat szolgáló céllal indította el azért, mert a bánsági területen intenzív agrár- és erdészeti gazdálkodást akart megalapozni. Ehhez megtervezte és elindította az intenzív fásítást, amihez a szarvasi kutatási eredményeiket is hasznosították. Ezek a jelentős munkák nagy mértékben javították a helyi lakosság gazdálkodási ismereteit is.

A második nagy fásítási programot a bánsági katonai program alapozta meg. A kiterjedt felmérések alapján felismerték azt, hogy a Duna-Tisza közén levő terület hatalmas homokpusztái megnehezítették a fásítási tevékenységet, emellett a gyenge fűtakarás nem gátolta meg a homokeróziót, aminek következménye nem csak a homokpuszták létrejötte volt, hanem a pusztákkal határolt művelt területek is nagymértékben károsodtak a homokhordástól, ezért védősávok létesítését rendelték el, amibe a földtulajdonosokat is (kötelezéssel, illetve anyagi támogatással) bevonták. Ekkor jutott nagy szerephez az akác fafajjal folyó kutatás, és vált ez a faj a homokmegkötés meghatározó fás növényévé, amely gyors növekedésével, jó minőségű anyaggal kielégítette az agroerdészeti igényeket.

Az agroerdészettel kapcsolatos fellendülések újabb fontosabb időszakai:

- 1945 után a háborút követő újjáépítés nagy faigényének kielégítéséhez igen jelentős mértékű fásítások folytak, és kiemelkedő szerep jutott a mezőgazdasági területeken folyó, utak menti, és mezővédelmi célokkal létesített fásítások végzésének, amelyekkel a lakosság egy részének tüzelőanyagát, emellett az állatállomány növeléséhez szükséges istállók építésének építőanyagát (szerfa) kívánták előállítani.

- A legutóbbi nagy agrordészeteti állami akció az 1960-as években indult. Lényege a mezővédő erdősáv-rendszer országos méretű megtervezése és létrehozása (telepítés). A végső cél egy olyan alapanyagtermesztő bázis létrehozása volt, amelyről az akkori Jugoszláviával létrejött cellulózgyártási szerződésben vállalt feladatok teljesítése történhetett meg. Ez évente 1 millió m³ nyár papírfa exportot jelentett. Ebben az időszakban a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kara is nagy szerepet vállalt, mert az Erdőtelepítési tanszék akkori kutatási eredményeit felhasználva a Kar hallgatói és oktatói – Dr. GÁL JÁNOS rektor irányításával – igen nagy számban dolgozva elkészítették Győr-Moson-Sopron megye teljes fásítási tervét (ma már ezt agroerdészeteti terveknek neveznénk) az akkori állami gazdasági és az egyéb közösségi (TSZ) valamint a települési földterületekre. SZABÓ (2010) közlése szerint 1960-ban a mezővédő erdősávok hossza az Alföldön 1500, a Dunántúlon 1000 kilométer volt. A következő évtizedben közel 35 000 ha erdősávot telepítettek.

A magyarországi rendszerváltozást (1990) követő változások a mezőgazdaságban az állami gazdaságok jelentős részének megszűnésével illetve a TSZ-ek megszűnésével a mezőgazdasági földtulajdon-viszonyok alapvetően megváltoztak. A privatizációs folyamatok a mezőgazdasági fásítások jelentőségét alulértékelték. A mezővédő erdősávok, a kisebb mezőgazdasági fásítások nagy része felszámolásra került. Jelenleg az útfásítások előregedése és pusztulása a jellemző, felújításuk csak ritkán történik meg. A mezővédő erdősávok kiterjedését 2001-ben közel 16 000 hektárra becsülték (FRANK és TAKÁCS, 2012). Az elmúlt 100 évben más hagyományos agroerdészeteti rendszerek jelentősége és mértéke is csökkent. A fás legelők összterületét jelenleg 8 000 hektárra becsülik, melyből 5 500 ha az öregfás legelők területe. Egyes típusok, mint például a közösségi tulajdonú legelők szinte teljesen eltűntek. (BÖLÖNI *et al.* 2008, BÖLÖNI *et al.* 2014, VARGA és VITYI 2015).

Új helyzet, hogy az erdősávok szerepének felértékelődése megkezdődött. Egy tanulmányban CEBE Z. (2003.) főerdőfelügyelő prognózisa szerint a mezővédő erdősávok szerepe és jelentősége már a közeli jövőben is növekedhet. Körültekintő tervezéssel és kivitelezéssel a sávok védelmi feladatokat (szél elleni védelem, hótakaró megtartás, helyi mikroklíma javítása, infrastruktúra takarása és védelme, stb.) és közjóléti feladatokat (szabadidő eltöltésének lehetősége, esztétika, kerékpár és sétaút, oktatás, természet szeretetre való nevelés, stb.) (SZABÓ, 2010). A Soproni Egyetem Erdőművelési és Erdővédelmi Intézetének oktató-kutató gárdája jelenleg is foglalkozik a teljes erdősávrendszer megújításának elveivel, irányelveket-, ajánlásokat fogalmaznak meg a hazai még meglévő erdősávok fenntartására, a birtokrendezéssel kapcsolható bővítés lehetséges megoldásaira (FRANK és TAKÁCS 2003.).

A legújabb, LUCAS adatbázison alapuló felmérések szerint jelenleg Magyarországon 38 100 hektárra tehető az agrár-erdészeteti rendszerekkel fedett összterület, mely az ország területének 0,4%-a, a mezőgazdasági művelés alá eső területek 0,8%-a. A hazai agroerdészeteti területek közel 95%-a állattartással kombinált rendszer, többségében fás legelő. A fennmaradó közel 2 000 ha területet elsősorban minőségi faanyag előállítását szolgáló köztestermesztéses rendszerek teszik ki. (1. táblázat) (DEN HERDER *et al.* 2016)

Napjainkban az agroerdészet ismét az agrárgazdálkodás részévé válik. A kedvező támogatások hatására terjed a legelőfásítás, és azzal is számolunk, hogy az EU agroerdészeteti prioritásának hatására ismét létesülnek vonalas létesítményeket követő fásítások, mezővédő erdősávok, zöldfolyosókat eredményező fásítások, és fasorokkal kombinált köztestermesztéses rendszerek, majd megjelenhetnek a vetésforgóba illesztett fásítások is.

Ahhoz azonban, hogy az agrár-erdészet hazánkban is számottevően hozzá tudjon járulni a vidékfejlesztési, környezetgazdálkodási és klímaadaptációs célkitűzésekhez, még számos akadályt kell elhárítani e termelési rendszerek gyakorlati alkalmazása előtt.

1. táblázat: Agroerdészeti rendszerek kiterjedése Magyarországon

Agroerdészeti rendszer típus	Terület (ha)
Értékes faanyagot szolgáltató rendszer: köztestermesztéses gyümölcsösök (beleértve a csonthéjasokat is)	2 000
Állattartással kombinált agrár-erdészeti rendszer, ebből:	36 100
fásítás	2 000
fás legelő, fákkal elegyes rét	22 100
fákkal elegyes cserjés	2 000
Összesen	38 000

(Forrás: DEN HERDER *et al.* (2016) alapján saját szerkesztés)

Az utóbbi években hazai kutatók és szakemberek tevékenysége eredményeként létrejött az agroerdészeti innovációs hálózat. A hálózat tagjainak - gazdálkodók, döntéshozók, szaktanácsadók és kutatók – közös munkája során szerzett tapasztalatok alapján az agrár-erdészeti rendszerek létrehozásának akadályait elsősorban az alábbiakban látjuk:

- az agroerdészet jogi háttere ill. annak hiánya (az agroerdészet ex-lex földhasználati kategória, problémás a jogszabályok értelmezése, művelési ágak közötti váltás sok esetben akadályokba ütközik)
- földtulajdonviszonyok (pl. a közös tulajdonból adódó problémák)
- bonyolult támogatási (feltétel)rendszer
- műszaki-technológiai akadályok (eszköz-és gépigény; optimális növénytársítás, telepítési struktúra és fenntartási gyakorlat; fák és fasorok ápolása; facsometék védelme, stb.)
- tudás- és információhiány, a hagyományos tudás elvesztése, vállalkozói kedv hiánya
- magasabb kezdeti beruházási költségek, hosszú távú megtérülés

A fenti akadályozó tényezők megszüntetéséhez sok esetben további műszaki, gazdasági, és természettudományi témájú kutatások elvégzése, továbbá intenzív oktatási, kommunikációs tevékenység szükséges. A javasolt kutatási területek között szerepel:

- agroerdészeti rendszerek hatékony integrálásának lehetőségei a mezőgazdasági termelésbe és az erdőgazdálkodásba
- optimális növénytársítások és technológiai megoldások kikísérletezése és a legjobb külföldi gyakorlatok hazai adaptációjának tesztelése
- agroökológiai összefüggések, biodiverzitásra gyakorolt hatások, fenntartható termésnövelési lehetőségek vizsgálata
- termelésbiztonság növelésének gazdasági vonatkozásai.

Összefoglalás

Az utóbbi évtizedekben Európa-szerte terjedő agroerdészeti gyakorlat nagy hagyományokkal rendelkező és modern technológiai változatai immár Magyarországon is (újra) terjedőben vannak. E gazdálkodási rendszerek - megfelelő technológia alkalmazása mellett - diverzifikálják és növelik a termést, miközben szociális, gazdasági és környezeti hasznat közvetítenek a gazdálkodók felé. Így hazai elterjedésük kedvezően befolyásolhatja a természetes vegetációt, az erdők állapotát, és nem utolsósorban a mezőgazdasági termelés minőségi és mennyiségi paramétereit,

az agrárágazat termelésbiztonságát. Ehhez azonban az agroerdészet hazai elterjedését akadályozó tényezők felszámolása és az ezt megalapozó kutatások elvégzése szükséges.

Az agroerdészet hazai terjedésének rövid történelmi áttekintése alapján megállapíthatjuk, hogy a technológia Magyarországon természetes körülmények között csak az önellátásra törekvő paraszti gazdaságokban fejlődött. Terjedésének és időszakonkénti jelentős fejlődésének minden esetben külső kiváltó oka volt, ami a területen termesztett faanyag iránti kereslettel függött össze. Bár már korábban is felismerték a technológia nem közvetlenül gazdasági előnyeit (szél elleni védelem, hófogás, stb), ám akkor, ha az agrotechnológiából származó faanyag iránti igény (pl. a papírfaexport) csökkent vagy megszűnt, a technológia is elhalt.

Jelenleg az EU fejlesztési célkitűzéseiben igen nagy szerephez jut a klímaváltozással kapcsolatban a szén-dioxid levegőből történő kivonása és a lehetséges karbon-megkötés, melynek sok szempontból a legelőnyösebb eszköze a fatermesztés. Ezzel megjelenik az agroerdészeti technológiákkal történő fatermesztés igénye is, és mivel globális problémákat kell megoldani, az ilyen célú technológiákat a gazdálkodók számára (ha ez szükséges) központi alapok felhasználásával kell gazdaságossá tenni.

Köszönetnyilvánítás: A munka az AGFORWARD (613520) pályázat és az EFOP 362-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a természettel – Az agrárerdészet, mint új kitörési lehetőség” című pályázat támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- BÖLÖNI J. – MOLNÁR ZS. – BIRÓ M. – HORVÁTH F (2008): Distribution of the (semi-) natural habitats in Hungary II. Woodlands and shrublands. *Acta Botanica Hungarica*. 50,107–148.
- BÖLÖNI J. – SZMORAD F. – VARGA Z. – KUN A. – MOLNÁR ZS. – BARTHA D. – TÍMÁR G. – VARGA A. (2011): P45 – Fáslegelők, fáskaszálók, legelőerdők, gesztenyeligetek. (Wood pastures, wooded meadows and chestnut orchards) In: Bölöni J, Molnár Zs, Kun A (szerk.) Magyarország Élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója: ÁNÉR 2011. Vácrátót: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, 2011. pp. 359-362.
- CEBE Z. (2003): Mezővédő erdősávok közjóléti hasznosítása; mmg melléklet; 2003/február, Bp. 2003
- DEN HERDER, M. – MORENO, G. – MOSQUERA-LOSADA, R. – PALMA, J. – SIDIROPOULOU, A. – SANTIAGO FREIJANES, J. J. – CROUS –DURAN, J. – PAULO, J. – TOMÉ, T. – PANTERA, A. – PAPANASTASIS, V. – MANTZANAS, K. – PACHANA, P. – PAPADOPOULOS, A. – PLIENINGER, T. – BURGESS, P. J. (2016): Current extent and trends of agroforestry in the EU27. Deliverable 1.2: AGFORWARD (613520)
- FRANK N. – TAKÁCS V. (2003): Alternatív földhasználat: mezővédő erdő; Földhasználati és Területfelhasználási Fórum kiadványkötete; NyME GEO, Szfvár. 2003.
- FRANK N. – TAKÁCS V. (2012): Hó- és szélfogó erdősávok minősítése szélesebbécsökkentő hatásuk alapján / Windbreaks and shelter-belts examination by their effect on decreasing the windspeed. *Erdészettudományi Közlemények* 2(1): 151-162.
- KSH (2016): A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2015
- MÁTYÁS CS. (2004): Erdészet és klimatológia: két tudományterület évszázados kapcsolata (bevezető helyett) *Forest and climatology: centuries of interaction*. *Erdő és Klíma* IV. (2004) p.: 5-12
- MOSQUERA-LOSADA, R. M. – SANTIAGO FREIJANES, J. J. – PISANELLI, A. – ROIS, M. – GARNETT, K. – LAMERSDORF, N. – FERREIRO, N. – BALAGUER, F. – SMITH J. – DEN HERDER, M. – PANTERA, A. – MORERO, G. – RIGUEIRO, A. – GONZALEZ, P. – FERNANDEZ, J. – ROMERO, R. – BURGESS, P. J. (2015): Extent and Success of Current Policy Measures to Promote Agroforestry across Europe. D8.1, AGFORWARD project.
- SZABÓ GY. (2010): Föld- és területrendezés 13., Erdőstratégia, erdőprogram, tulajdonosi és birtokstruktúra változások. Digitális Tankönyvtár. NyME, 2010
- VARGA A. – VITYI A. (2015): Research and Development Protocol for the Wood Pastures in Hungary. WP2. AGFORWARD (613520)
- VITYI A. – FRANK N. (2016): Shelterbelt as a best practice of improving agricultural production In: 3rd European Agroforestry Conference - Book of Abstract. European Agroforestry Federation, Montpellier. pp 211-212

VITYI A. – MAROSVÖLGYI B (2013): Role of agroforestry in the development of the Hungarian rural areas. Rural resilience and vulnerability: XXVth Congress of the European Society for Rural Sociology. eProceedings: The rural as locus of solidarity and conflict in times of crisis

SZIVÁRGÁSHIDRAULIKAI PARAMÉTEREK BECSLÉSE PÁRHUZAMOS TALAJNEDVESSÉG- ÉS TALAJVÍZSZINTMÉRÉSEK ALAPJÁN

Gribovszki Zoltán

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
gribovszki.zoltan@uni-sopron.hu

Manapság a talajvíz napi ingadozásán alapuló párolgás- és utánpótlódás-becslő eljárások egyre terjedőben vannak. Ezen módszerek egyik gyenge pontja azonban a fajlagos hozam (leüríthető gravitációs póruster) pontos becslése. Nagyobb gyakoriságú talajnedvesség profil mérések és kapcsolt talajvízszint észlelések segítségével jó lehetőség kínálkozik a fajlagos hozam (S_y) becslésére, akár órás felbontásban is. A Hidegvíz-völgy kísérleti vízgyűjtőjében az előbbi módszerrel számított fajlagos hozamot, klasszikus módszerekkel számított S_y értékekkel vetettük össze. Az összehasonlítás alapján a furatfeltöltéses módszer adta a leghasonlóbb eredményeket, a kapcsolt talajnedvesség-talajvíz észlelések alapján számított értékhez, a vizsgált vályogos homok szövetű mintaterületen. Az előbbieket alapján a viszonylag egyszerű és gyorsan kivitelezhető furatfeltöltéses módszer javasolható leginkább, a talajvíz napi ingadozásán alapuló párolgásbecsléshez szükséges, S_y becsléséhez. A jó egyezés oka a két említett módszer hasonló időléptéke.

Vizsgálatai módszerek

Az evapotranszspiráció (ET) a területi vízmérleg egyik legfontosabb eleme és igen szoros kapcsolatban áll a biológiai produkcióval. Különösen lényeges ez a paraméter a szárazodó klimatikus viszonyok között, amikor a víz az elsődleges termelés limitáló tényezője. Sajnos az ET mérése nem könnyű, mivel számtalan fizikai paraméter mérése szükséges a pontos meghatározásához. A mérési módszerek általában drágák, időigényesek és jól képzett személyzetet igényelnek.

Manapság a diurnális (napi ingadozáson alapuló) módszerek egyre elterjedtebben használtak sekély talajvízű környezetben, a vízfolyásmenti területeken vagy egyéb agro-erdészeti rendszerekben, a párolgás becslésére. Amennyiben a számítás alapja a talajvíz nagy időbeli felbontású mérése, akkor a diurnális metódus kulcsparamétere a leüríthető gravitációs póruster, vagy más néven fajlagos hozam (S_y) ismerete. A fajlagos hozam az a vízmennyiség, ami a talajvízszint egységnyi csökkenése mellett a víztartó egységnyi felületű részéből felszabadul (FREEZE és CHERRY 1979). Másként megfogalmazva a telítettséghez tartozó talajnedvesség és a maradék víztartalom különbsége. A maradék víztartalom általában a szántóföldi vízkapacitással definiálható, de az egyensúly beállásig általában 1-2 napnak el kell telnie (Radcliffe és Simunek 2010). Ez a jellemző nem statikus, tehát értéke nemcsak a telítetlen zóna fizikai jellemzőitől, hanem a talajvíz mélységétől és a pórusok leürülésére rendelkezésre álló időtől is függ. Az előbbieket szerint, komplex módon, definiálva tehát az S_y -t a vizsgálati időszak kezdetén és végén jellemző talajnedvesség profilban jelentkező eltérés osztva az időszakban bekövetkező talajvízszint változással (BEAR 1972, NACHABE 2002). Jelen tanulmány célja, hogy a fenti definíciók szerint működő S_y meghatározásával kapcsolatos módszerek közül, terepi mérések adatait felhasználva, kiválassza a diurnális módszerekhez a leginkább megfelelőt.

Az S_y becsléshez szükséges terepi adatokat, a Hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő egy égeres dominanciájú vízfolyásmenti társulásában beállított mérések szolgáltatták. A terület völgytalpi részén harmadidőszaki fluviális üledékek találhatóak jellemzően homokos textúrával (KISHÁZI és IVANCSICS 1985).

Az S_y meghatározásához a következő méréseket végeztük:

- talajnedvesség mérések a telítetlen zónában a felszíntől a talajvízszintig 6 mélységben 10 percnként,
- talajvízszint mérése 10 percnként,

- szemeloszlási görbe meghatározása a telítetlen zónából vett zavart minták alapján a talajnedvességmérők mélységében,
- víztartóképeségi (pF) görbe jellemző pontjainak meghatározása a telítetlen zónából vett zavartalan minták alapján, a talajnedvességmérők mélységében,
- szivárgási tényező mérése furatfeltöltéses módszerrel és ennek alapján a fajlagos hozam meghatározása.

A telítettséghez tartozó és a reziduális víztartalom, mint szántóföldi vízkapacitás (FC), meghatározása a jellemző pF értékek és a szemeloszlási görbe adatainak alapján a Rosetta program segítségével történt (Schaap *et al.* 2001). A szántóföldi vízkapacitás a vizsgált talajok homokos jellegének megfelelően a pF=2-es értéknél lett meghatározva (Romano és Santini 2002). A mért és mérések alapján számolt talajfizikai paramétereket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A jellemző talajfizikai paraméterek

Mélység (cm)	Homok (%)	Iszap (%)	Agyag (%)	Textúra	θ_{rFC}	θ_s	k^* (m/nap)
10	91.00	9.00	0.00	homok	0.4232	0.5349	1.9235
20	87.80	12.20	0.00	homokos vályog	0.3747	0.4840	0.3360
30	86.30	13.70	0.00	homokos vályog	0.3881	0.5120	0.1234
40	84.30	15.70	0.00	homokos vályog	0.3854	0.4171	0.1023
60	84.44	15.51	0.05	homokos vályog	0.3686	0.3780	0.0739
100	87.34	12.63	0.03	homokos vályog	0.2947	0.3377	0.0496
mean	86.86	13.12	0.01		0.3724	0.4440	0.1762
sd	2.49	2.48	0.02		0.0425	0.0786	0.7365

θ_{rFC} and θ_s (m^3/m^3) a reziduális és a telítettségi víztartalom,
 k^* a szivárgási tényező (m/nap)

Az S_y értékeket elsőként a szemeloszlási görbék alapján kerültek meghatározásra, egyrészt a klasszikus módszer szerint (Johnson 1967), illetve a diurnális módszerekhez kidolgozott háromszögdiagram alapján (Loheide *et al.* 2005).

A víztartóképeségi görbék alapján az S_y értékét, a telítettségi víztartalom és a 100 cm szívófeszültségnek megfelelő (pF 2-es érték) szántóföldi vízkapacitás különbségeként, határoztam meg.

A furatfeltöltéses módszer segítségével, a szivárgási tényező alapján történt a fajlagos hozam becslése, VAN BEERS (ILRI 1972) összefüggését felhasználva.

A párhuzamosan folyó talajnedvesség és talajvízszint mérések segítségével a háttérből történő utánpótlódás becslése alapján történt a fajlagos hozam (S_y) számítása, GRIBOVSKY *et al.* (2008) és GRIBOVSKY (2014) módszere alapján. A többi eljárás alapján meghatározott S_y értékeket az előbbi referenciának tekintett módszerhez hasonlítottam.

Eredmények

A mérések és számítások alapján kapott eredményeket a 2. táblázat mutatja.

Az eredmények alapján a szemeloszlási görbén alapuló eljárások adják a legnagyobb eltérést a referenciához képest, de a diurnális módszerekhez Loheide *et al.* (2005) által kidolgozott S_y becslés eltérése kisebb, mint a klasszikus Johnson (1967) alapú becslése.

A pF görbe alapú módszer már sokkal közelebbi eredményt ad a referenciáértékhez, de az igazán jó megoldást a furatfeltöltéses módszeren alapuló becslések adták. Az eredmények háttérben valószínűleg az áll, hogy a slug tesztek (furatfeltöltéses módszer) végrehajtásának időléptéke nagyon hasonló a diurnális talajvízszintingadozás időskálájához és így a két folyamat esetében hasonló idő áll rendelkezésre a pórusok leürülésére.

2. táblázat: A különböző becslések alapján meghatározott Sy értékek összehasonlítása

Módszer	Altípus	n	Átlag ±szórás	Eltérés a ref. módszertől Sy_dynamic	Tukey HSD test p.value*
Szemeloszlási görbe	Johnson (1967) [Sy_Jonhson]	6	0.348 ±0.014	0.290	0.0000000
	Loheide <i>et al.</i> (2005) [Sy_Loheide]	6	0.285 ±0.014	0.227	0.0000000
pF görbe	FC at 0.1bar [Sy_0.1bar]	6	0.072 ±0.049	0.014	0.9763023
Furatfeltöltéses módszer	van Beers [Sy_van Beers]	54	0.052 ±0.044	-0.006	0.9999239
Diurnális módszer	Dynamic [Sy_dyn]	38	0.058 ±0.015	-	-

p-value*: Tukey HSD teszt szignifikancia értéke az Sy_dyn-hez, mint referenciához viszonyítva

Összefoglalás

Az evapotranszpiráció, mint a vízmérleg egyik legfontosabb eleme, sajnos csak körülményesen és költséges módszerekkel határozható meg pontosan. Az automata adatgyűjtők kínálta nagyobb gyakoriságú talajnedvesség profil mérések és kapcsolt talajvízszint észlelések segítségével, a diurnális módszerek elvét felhasználva, jó lehetőség kínálkozik az ET becsléséhez szükséges fajlagos hozam (Sy) pontos meghatározására. A diurnális módszerek felhasználásával számított fajlagos hozamot, klasszikus módszerekkel számított Sy értékekkel vetettük össze, hogy a legmegfelelőbb egyszerű módszert kiválaszthassuk. Az összehasonlítás alapján a furatfeltöltéses módszer adta a leghasonlóbb eredményeket, a referencia értéként kimunkált, napi ingadozáson alapuló eljáráshoz. Az előbbieket alapján a viszonylag egyszerű és gyors furatfeltöltéses módszer javasolható leginkább az Sy becsléséhez, a talajvíz diurnális változásán alapuló párolgásbecslő módszerek számára.

Köszönetnyilvánítás: A munka az EFOP 362-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a természettel – Az agrárerdészet, mint új kitörési lehetőség” pályázat támogatásával készült. Gribovszki Zoltán munkája a kutatásban az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg”. A talajfizikai paraméterek meghatározásában nyújtott segítségért köszönet a Környezet- és Földtudományi Intézetnek.

Irodalomjegyzék

- BEAR J. (1972): Dynamics of Fluids in Porous Materials. Dover, Mineola, N. Y.
- FREEZE R. A. – CHERRY J. A. (1979): Groundwater. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N. J.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUCSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. J Hydrol 349(1–2):6–17.
- GRIBOVSZKI Z. (2014): Diurnal Method for Evapotranspiration Estimation from Soil Moisture Profile. Acta Silv Lign Hung 10(1):67–75. doi:10.2478/aslh-2014-0005
- ILRI (1972): Fieldbook for land and water management experts. Wageningen, The Netherlands.
- JOHNSON A. I. (1967): Specific yield-compilation of specific yields for various materials, U.S. Geol. Surv. Water Supply Pap., 1662-D, 74 pp
- KISHAZI P. – IVANCSICS J. (1985): Sopron környeki üledékek összefoglaló földtani értékelése [Geological Assessment of Sediments in the Neighbourhood of Sopron]. Kezirat, Sopron, 48 pp. (in Hungarian).
- LOHEIDE S. P. II. – BUTLER JR J. J. – GORELICK S. M. (2005): Estimation of groundwater consumption by phreatophytes using diurnal water table fluctuations: A saturated-unsaturated flow assessment. Water Resour Res 41, W07030. doi:10.1029/2005WR003942

- NACHABE M. H. (2002): Analytical expressions for transient specific yield and shallow water table drainage. *Water Resour Res* 38(10):1193. doi:10.1029/2001WR001071.
- RADCLIFFE D. E. - SIMUNEK J. (2010): *Soil physics with HYDRUS: Modeling and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis.
- ROMANO N. – SANTINI A. (2002): Water retention and storage: Field. In *Methods of Soil Analysis: Part 4, Physical Methods*, ed. Dane JH and Topp GC, SSSA, Madison, WI. 721–738.
- SCHAAP M.G. – LEIJ F. J. – VAN GENUCHTEN M. TH. (2001): Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions *J Hydrol* 251:163-176.

AZ AGROERDÉSZET SZEREPE A KLÍMAADAPTÁCIÓBAN – FIATAL AGROERDÉSZETI RENDSZERBEN VÉGZETT MIKROKLÍMA VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

VITYI ANDREA – KISS-SZIGETI NÓRA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
vityi.andrea@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az időjárási szélsőségek, vízhiány, árvizek, belvizek gyakoribb előfordulása kedvezőtlenül befolyásolja a természetes vegetációt, és a mezőgazdasági termelés minőségi és mennyiségi paramétereit, termelésbiztonságát. A változás szükségességét felismerve az európai Közös Agrárpolitika, valamint a magyar Vidékfejlesztési program különböző támogatásokkal kívánja elérni a mezőgazdasági ágazat gazdaságilag és ökológiailag fenntarthatóbb működését. Ennek egyik ígéretes megjelenési formája az agrár-erdészet, amelyben a mezőgazdasági természetbe fás vegetációt integrálnak, kihasználva annak különböző gazdasági, társadalmi és ökológiai hasznait. Az agroerdészet több tudományterületet érintő jelentségére egyre több hazai és külföldi szakirodalom hívja fel a figyelmet (VITYI-MAROSVÖLGYI 2014, KESERŰ 2014, MORENO *et al.* 2016, WESTAWAY *et al.* 2016). Az Európa-szerte évezredek hagyományokkal rendelkező agroerdészeti rendszerek mellett új, innovatív eljárások is megjelentek, ilyen például a tág hálózatba ültetett fasorok közötti szántóföldi művelés, köztes természet.

Jelen kutatás célja egy ilyen, kísérleti céllal telepített fiatal agroerdészeti rendszerben, és a hozzá tartozó kontroll területen a fasorok talajklímára gyakorolt hatásának vizsgálata. Az elvégzett vizsgálatok a kísérleti időszak hossza és a feldolgozott adatmennyiség szempontjából egyedülállóak.

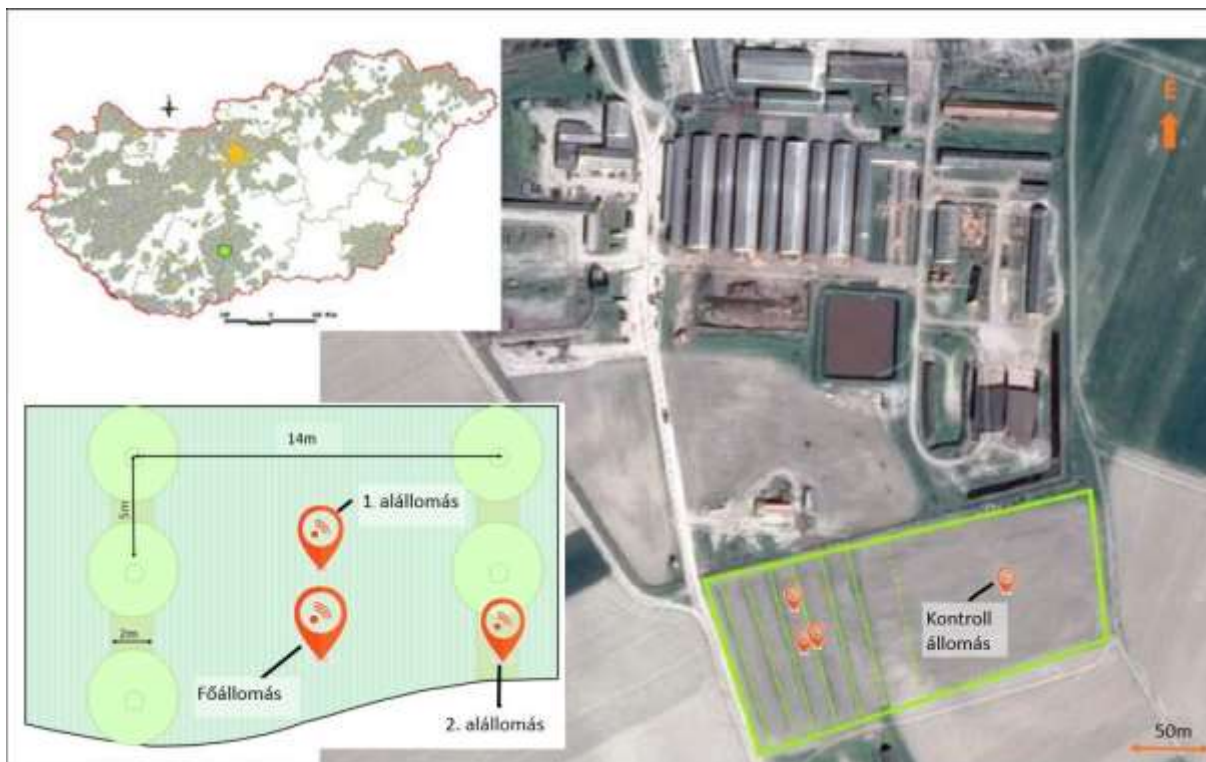
A kutatás az AGRORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development) projekt keretében az EU FP7 keretprogramja támogatásával valósult meg a Soproni Egyetem Kooperációs Kutatási Központ és a Kék Duna Mezőgazdasági Szövetkezet (Fajszi) együttműködésében. Az adatgyűjtés 2014 tavaszától 2017 őszéig tartott.

Vizsgálati anyag és módszer

A kísérleti agroerdészeti és a közvetlenül mellette fekvő kontroll parcella Fajszi külterületén, intenzív monokultúrás mezőgazdasági környezetben helyezkedik el. A talajtani vizsgálat eredménye szerint mind a kísérleti, mind a kontroll terület termőrétege öntés réti talaj, közepesen meszes, lúgos agyag illetve agyagos vályog gyengén szoloncsákos talajjal. Az összesen megközelítőleg 2 ha méretű terület egyik felébe hat sorban 126 db *Paulownia tomentosa* var. *Continental* E. facsemetét ültettek 14 m sor- és 5 m tőtávolságban, lucerna köztes vetéssel (agroerdészeti terület). Az ezzel megegyező méretű és adottságú területen fasorok nélküli, monokultúrás lucerna természettség történik (kontroll terület).

A kísérleti területen elhelyezett agrometeorológiai főállomás rögzíti a levegő hőmérséklet, csapadék mennyiség, relatív páratartalom, szélirány és -erősség értékeit két méteres magasságban. Három alállomáson az állandó jelleggel telepített tenziométerek és talajhőmérők a talaj vízpotenciálját és hőmérsékletét mérik négy különböző mélységben: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm és 40-60 cm között. Az egyes számú alállomás a fasorok között a pászta középvezetében, a kettes a fasorban, a harmas pedig a kontroll területen helyezkedik el (1. ábra).

Az automatikus adatgyűjtés négy éven keresztül, kétóránként történt. Az ilyen módon nyert adatsorokból a négy év tenyészidőszakában számított napi átlagok képezték a kiértékelés alapját. A talajnedvesség- és hőmérséklet értékeinek éves alakulása ún. dobozdiagramokból (2. és 4. ábrák) olvasható ki, amely az adatok szórását is érzékelteti. A mezőgazdasági természettség különösen érzékenyen érintő arid időszakokban jellemző folyamatokat jól szemléltetik a napi átlagok görbéi a léghőmérséklet, csapadék és szél görbékkel összevetve (3. és 5. ábrák). A diagramokból kiolvasható megállapításokat statisztikai t-próbák is alátámasztják.



3. ábra: a kísérleti terület elhelyezkedése és szerkezete, mérési pontok

Vizsgálati eredmények

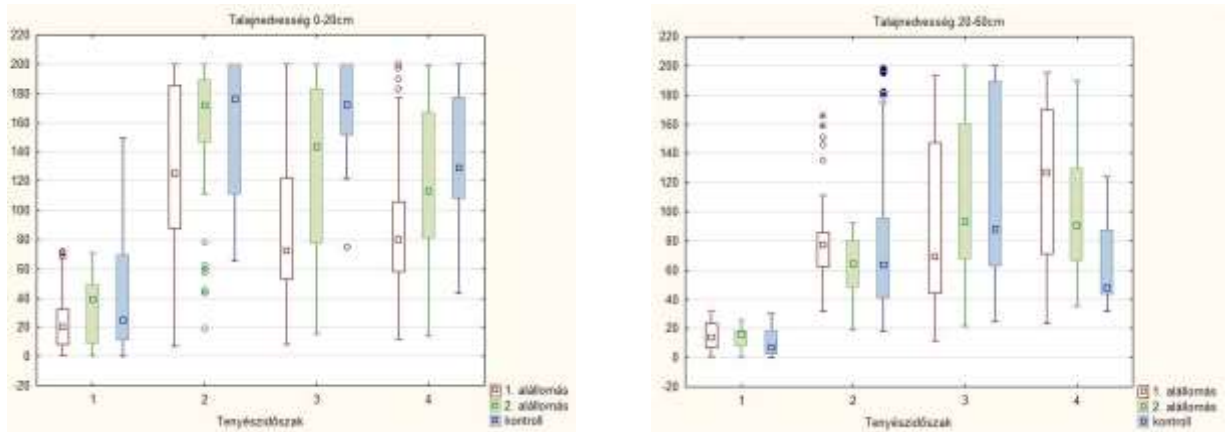
A talaj felső 20 cm-ig terjedő rétegében a kontroll terület egyértelműen szárazabbnak mutatkozik az agroerdészeti területhez képest. Talajszárazságról 100 centibar fölötti vízpotenciál értékeknél beszélünk, ahol a vízhiány már veszélyezteti a maximális terméshozam elérését. A tenyészidőszakokban a fasorok közt és a fasorban mért talajnedvesség értékeit vizsgálva az látható, hogy a monokultúras termesztésben gyakoribb és nagyobb mértékű talajszárazság figyelhető meg, míg az agroerdészeti rendszerben gyűjtött adatok zöme a kedvezőbb tartományban helyezkedik el, teljes kiszáradás csak pontszerűen fordult elő. Az alsóbb talajrétegekben már nem ilyen egyértelmű ez a tendencia, sőt, az utolsó vizsgált tenyészidőszakban összességében a kontroll terület talajnedvessége volt kedvezőbb (2. ábra). A mélyebb rétegekben a talajnedvességet már a körülbelül 30 cm mélységben húzódó (részleges) vízzáró réteg, a fák és a lucerna mélyre nyúló gyökérzete, és a talajvíz elérhetősége is befolyásolhatja. Az adatok alapján tehát a fasorok jelenléte a szántóföldi termesztésben a sekélyebb talajrétegek vízháztartását már az első években is kedvezően befolyásolja, a szél és a közvetlen napsugárzás szárító hatásának csökkentése által.

Aszályos időszakokban az agroerdészeti területeken a kiszáradás lassabban következik be, és rövidebb ideig tart a felső talajrétegekben, mint a fátlan kontroll területen. A kontroll területen a 20 cm-nél mélyebb talajrétegekben ugyanebben az aszályos időszakban alig van különbség az agroerdészeti és kontroll területek talajnedvesség értékeiben (3. ábra).

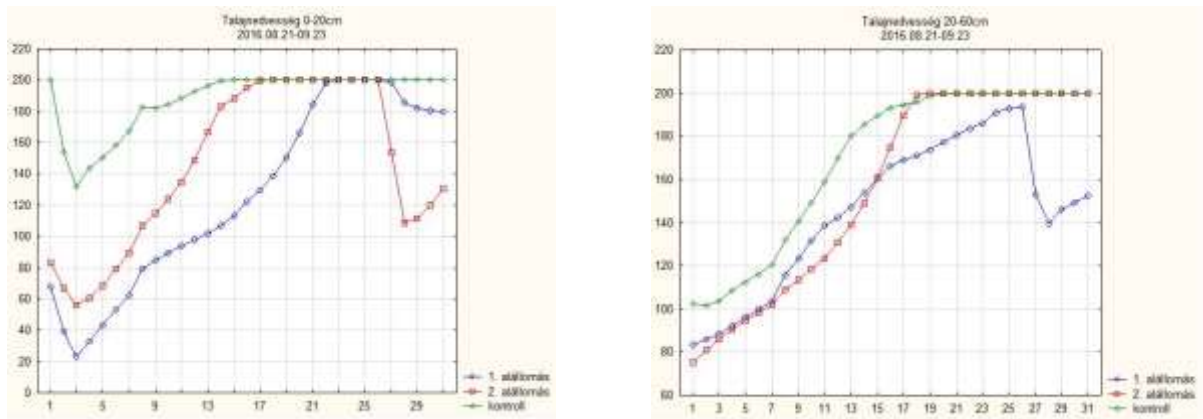
A talajhőmérsékletet vizsgálva megállapítható, hogy az adatok szórása a kontroll területen nagyobb az agroerdészeti területhez képest mind a négy vizsgált talajrétegben, de leginkább a sekélyebb mérési pontokon. A mért értékek éves átlaga, és az adatok zöme a termesztés szempontjából kedvezőbb tartományban helyezkedik el a fasorokkal védett területen, mint a monokultúrában (4. ábra).

Az aszályos időszakokat tekintve az látható, hogy míg a kontroll terület felső 20 cm-es talajrétegének hőmérséklete követi a levegő hőmérsékletének változását, addig az agroerdészeti területen egyrészt enyhébb a felmelegedés mértéke, másrészt jelentősen mérsékeltebb a hőingás.

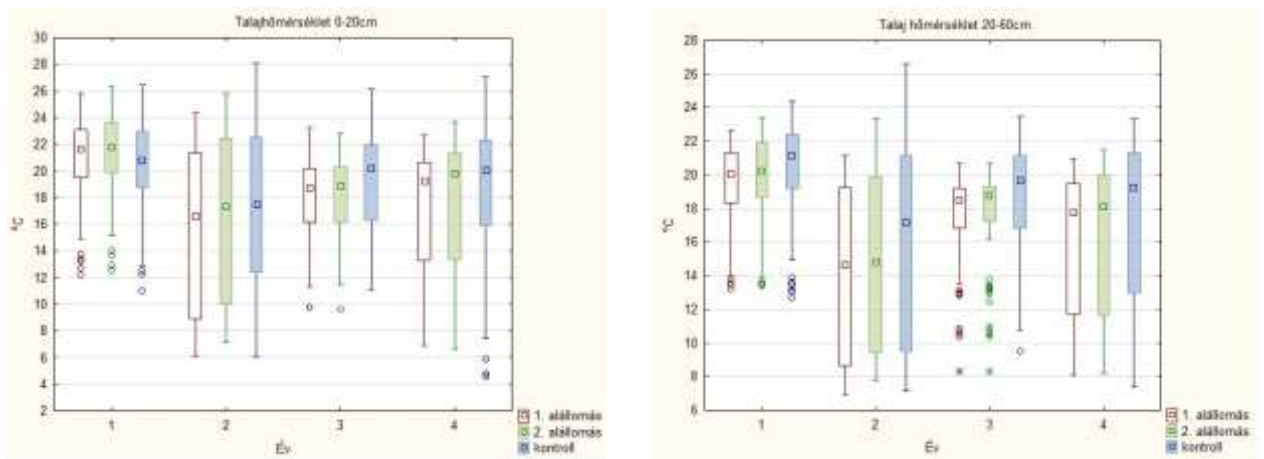
Bár kisebb mértékben, de még a 60 cm mélységig terjedő rétegekben is megfigyelhető ez a jelenség (5. ábra).



4. ábra: a talajnedvesség tenziométerrel mért vzpotenciálja (vízhiány mértéke) centibarban kifejezve a sekélyebb és mélyebb talajrétegekben tenyészidőszakonként. (A tenziométerrel mért talajnedvesség értékek a talaj elszívó képességét jelzik, tehát a magasabb értékek szárazabb talajviszonyokat jelentenek.)



5. ábra: a talaj vzpotenciáljának alakulása egy aszályos időszakban a sekélyebb és mélyebb talajrétegekben.

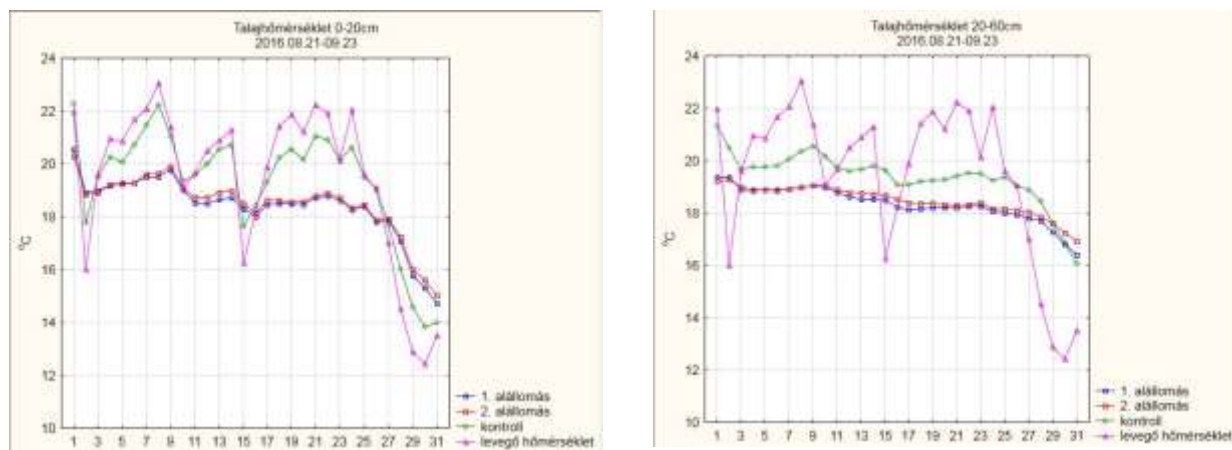


6. ábra: a talajhőmérséklet alakulása a négy vizsgált vegetációs időszakban a sekélyebb és mélyebb talajrétegekben.

Eredmények értékelése, következtetések:

Az agroerdészeti és monokultúras területeken végzett vizsgálatok eredményei alapján már a (gyors növekedésű) fák életkorának 2. évétől jól látható különbség mutatkozik a két termesztési rendszer között, talajnedvesség és talajhőmérséklet szempontjából.

A fás vegetáció a talaj felső 20-30 cm-es rétegében a talaj nedvességének megőrzését segítette, a 30 cm-nél mélyebb (vízzáró réteg alatti) rétegekben annak csökkenését idézte elő. A talajhőmérsékletre a mélyebb talajrétegben is kedvező hatása a fák jelenléte; a középértékek és a hőmérsékleti értékek szórásának, valamint az extrém értékek előfordulási gyakoriságának csökkenése által a talaj hőháztartása kiegyensúlyozottabb az agroerdészeti rendszerben, mint a monokultúras termesztésben.



7. ábra: a talajhőmérséklet alakulása egy aszályos időszakban a sekélyebb és mélyebb talajrétegben.

Összességében a kísérlet eredményei alapján a kísérleti termőhelyen a fásoros köztestermesztéses rendszer a sekély gyökerű köztesnövények számára lehet kifejezetten kedvező a talaj víz- és hőháztartásának kiegyensúlyozása, valamint a káros szélsőségek (pl. aszály, extrém hideg, hőség) enyhítése által. Pozitív eredményeink alapján érdemes lenne a kutatást folytatni azzal, hogy hazánkban a vizsgált rendszertől eltérő termőhelyi viszonyok között milyen mértékben érvényesül a fák mikroklíma módosító hatása, ami támpontot adhat annak megítélésében, hogy az agroerdészeti rendszerek alkalmazásának milyen potenciális szerepe lehet a klímaváltozáshoz való alkalmazkodásban.

Köszönetnyilvánítás: A munka az EU FP7 támogatásával, az AGFORWARD (613520) pályázat keretében jött létre.

Irodalomjegyzék

- KESERŰ ZS. (2014): Agroerdészet Magyarországon. Erdészeti_lapok_ CXLIX. évf. 2. sz. 49-50.
- MORENO, G. – BERG, S. – BURGESS, P. J. – CAMILLI, F. – CROUS-DURAN, J. – FRANCA, A. – HAO, H. – HARTEL, T. – LIND, T. – MIRCK, J. – PALMA, J. – PANTERA, A. – PAULA, J. A. – PISANELLI, A. – ROLO, V. – SEDDAIU, G. – THENAIL, C. – TSONKOVA, P. – UPSON, M. – VALINGER, E. – VARGA A. – VIAUD, V. – VITYI A. (2016): Agroforestry systems of high natural and cultural value in Europe: constraints, challenges and proposal for the future. In: 3rd European Agroforestry Conference Montpellier, France. Book of Abstracts 24-27.
- VITYI A. – MAROSVÖLGYI B. (2014): Agroerdészet egykor és ma Agroforum 25. Évf. 10. Sz. 80-81.
- WESTAWAY, S. – CROSSLAND, E. M. – CHAMBERS, E. M. – GERRARD, C. – SMITH, J. (2016): Does harvesting hedges for woodfuel conflict with their delivery of other ecosystem services? In: 3rd European Agroforestry Conference Montpellier, France. Book of Abstracts 54-57.

FELSZÍNI VÍZFOLYÁSOK ISZAPOS ÜLEDÉKÉNEK NEHÉZFÉM-TARTALOM VIZSGÁLATA, VALAMINT AZ ÜLEDÉKEN GYÖKEREZŐ NÖVÉNYEK NEHÉZFÉM-ACCUMULÁCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

KOVÁCS-BOKOR ÉVA – KISS ENDRE

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet, Természettudományi és Környezetvédelmi Tanszék
kovacsbe@uniduna.hu

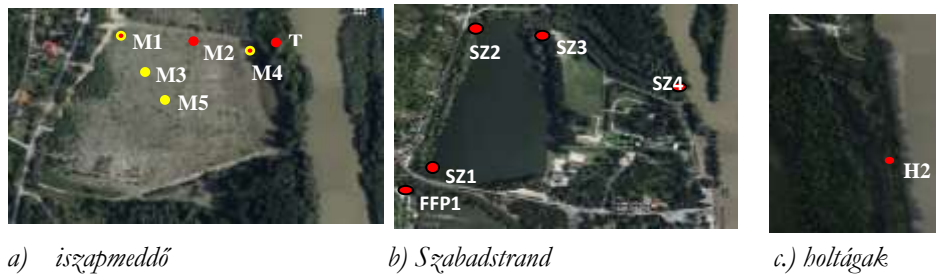
Bevezetés

Napjainkban a felszíni vízfolyások és az azok mentén kialakult árterek és holtágak jelentős ökológiai és turisztikai értéket képviselnek. Az évek során az ilyen vizes területek üledékében lerakódott ipari vagy kommunális eredetű szennyezőanyagok közül a legveszélyesebb elemeket képviselik a nehézfémek. Ezen szennyezők között egyes kémiai elemek (pl. réz) nélkülözhetetlen élettani hatásúak, de túlsúlyuk esetén mérgezővé, károsná válhatnak. A toxikus hatásuk azonban függhet a környezetükben előforduló többi elem jelenlététől vagy hiányától (KÁDÁR 1995). Kutatásunk során az üledék és növényminták kadmium, nikkell, ólom, króm, réz és cink tartalmát határoztuk meg. Ezek közül a kadmium már egész kis mennyiségben toxikus. Mobilitása erősen pH függő, ha a pH = 5, akkor már a talajban lévő kadmium több, mint 30%-a abszorbeálhatóvá válik a növények számára. A nikkell főként szennyvíziszapokból és a talajokra kihelyezett komposztból juthat be a környezetbe. A növényben lévő nikkell tartalom összefügg a talaj oldható és kicserélhető Ni²⁺ tartalmával. Az ólom szintén erősen toxikus elem. A növények kevésbé veszik fel a talajokból, de a levelükre, szárjukra került ólomtartalmú por az őket elfogyasztó állatok szervezetében már feldúsulhat. Ha a talaj erősen ólom szennyezett, a növények gyökerén fejlődési zavarok jelentkeznek. (STEFANOVITS – FILEP – FÜLEKI 1999.) A hidroszférából a krómvegyületek főként agyagszemcséken és kolloidális oxidokon kötődnek meg, s csak kismértékben a biomasszába beépülve távoznak. A réz élettani hatása, hogy a felszíni vizekben, illetve a talajban nem kívánt organizmusok növekedését gátolhatja. A cink is esszenciális elem, sok enzim alkotórésze. A cinkvegyületek mobilitását a hidroszférában meghatározza a hidroxidjaik, karbonátjaik és szulfátjaik oldhatósága, és a pH változás (PAPP 2002).

Jelen kutatás egyik célja volt felmérni a Duna árterében található felszíni vizek üledékének vertikális nehézfém tartalmát a Duna dunaújvárosi szakaszán (1578 fkm). Másodlagos célunk volt meghatározni, hogy az iszapos üledéken megtelepedett különböző növényfajták milyen mértékben és melyik részükben halmozzák fel a nehézfémeket. Ezek ismeretében az egyes növények felhasználhatók a szennyezett területek in-situ kármentesítésére, illetve egyes fémek iszapokból történő kinyerésére.

Vizsgálati anyag és módszer

A nehézfém vizsgálatokat a dunaújvárosi Szabadstrand területén kezdtük el (1b. ábra). A strand és a hozzá kapcsolódó Felső-Foki-patak partmenti üledékét 2014-ben öt mintavételi ponton elemeztük (KOVÁCS – KISS – SZYDLOWSKA – SLEDZ 2014). Második mintavételi helyszínünk a Szabadstrand üledékének kikotrásával 2009-ben létrehozott iszap meddő (1a. ábra) volt, amely az első helyszíntől átlagosan 500 méterre, északra található. Mivel a Szabadstrand üledékét az elmúlt évtizedek során nem vizsgálták, ezért az iszap meddőt 2014-ben, 2015-ben és 2017-ben végeztük el az üledék nehézfém tartalmának mérését (KOVÁCS-B – KISS – SZYDLOWSKA – SLEDZ 2017). A harmadik mintavételi terület (1c. ábra) Dunaújváros déli területén található, a Duna árterében, az ISD Dunaferr Zrt. telephelyétől átlagosan 6 km-re DK-i irányban. Az ártéri holtágak közül a második rekesz üledékéből vettünk mintákat a H2-es helyszínen 2016-ban (KOVÁCS-B – DOMOKOS – KOVÁCS 2016). Erre a területre a Duna áradása során friss iszap kerül, ami az egyes szennyezők folyamatos utánpótlását is jelentheti. Mintavételi helyeink kiválasztásánál igyekeztünk figyelembe venni a város ipari létesítményeinek (Hankook Tire, ISD Dunaferr, Hamburger Hungaria) földrajzi elhelyezkedését.



1. ábra Az üledék és növényminták mintavételi pontjai (Forrás: Google Earth)

Mintavételi pontjaink kijelölésénél a Duna áradásának hatásait tartottuk szem előtt, ezért jelöltük ki az iszapmeddőn a T és az M4-es, a Szabadstrandnál az SZ4-es és SZ3-as, valamint a holtágaknál a H2-es pontot. Az iszapmeddő fennmaradó mintavételi pontjait az azt körülvevő vízelvezető árok közelsége határozta meg. A vízelvezető árok partján, illetve az iszap meddő közepe felé haladva végeztük el a mintavételezéseinket.

Az üledékekből havi rendszerességgel vettünk mintákat a 0-10 cm és 10-20 cm mélységből talajfúró segítségével. A mintavételi helyszínek mérete 1 m² volt, és helyszínenként 5 db mintát gyűjtöttünk be. Az angol perje (*Lolium perenne*) mintákat (2. ábra) 2015-ben az M1-M3-M4-M5 helyekről, a parti sás (*Carex riparia*) növénymintákat (H2) 2016-ban vettük. A réti lósóska (*Rumex obtusifolius* L.) mintákat 2017-ben az M1, M2, M4 és T helyekről gyűjtöttünk be (KOVÁCS – KISS 2017). A tesztnövények kiválasztásának fő oka azok élvelő jellege volt, valamint igyekeztünk olyan különböző növényfajtákat választani, amelyek nem invazívak, más-más felépítésűek, és a mintavételi helyek a természetes élőhelyük.



2. ábra Balról: réti lósóska, angol perje, parti sás képe (Forrás: saját fotók)

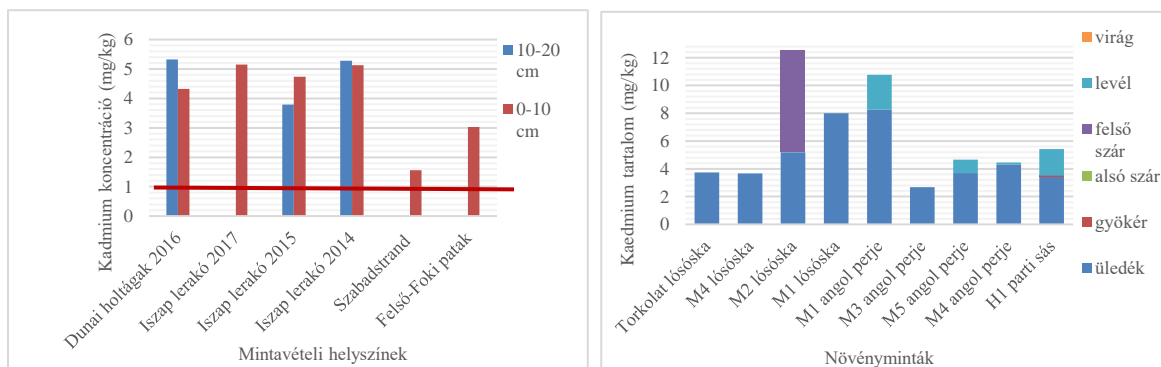
Az üledékek összes nehézfém tartalmát MSZ 12739/4-78 szabvány szerinti, salétromsavas hidrogén-peroxidos feltárással határoztuk meg. A mintákból az alábbi nehézfémeket határoztuk meg: kadmium, nikkelt, ólom, króm, réz, cink. Ezen elemeket Dunaújváros, és a környezetében elhelyezkedő nagyobb ipari városok lehetséges nehézfém szennyezése alapján választottuk ki. Ennek során az üledék minták összes nehézfém tartalmát rotációs bepárlóban (Heidolph Labo-rot 400) tártuk fel, majd a szűrletek nehézfém tartalmát atom abszorpciós spektrométerrel (AAS, Perkin Elmer AAnalyst 400) mértük meg. Az üledékek nehézfém tartalmának mérése mellett a helyszínen az iszapok pH értékét és hőmérsékletét mértük meg. A pH érték átlagosan 4-7 között változott, a hőmérséklet évszaktól függően 5-24 °C közötti volt. Emellett meghatároztuk az iszapok szárazanyag (60 g/100g) és nedvességtartalmát (40-50%) is. A növényi részek (gyökér, szár, levél, virág) összes nehézfém tartalmát szintén tömény salétromsavval, és hidrogén-peroxiddal tártuk fel, a szűrletek nehézfém tartalmát AAS készülékben mértük meg.

Az üledékek mérési eredményeit a „6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet” mellékletének határértékei szerint értékeltük ki. A növényminták nehézfém tartalmát a Magyar Takarmány Kódex (2003) (44/2003 FVM RENDELET) mellékleteiben és a kapcsolódó szakirodalomban (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011) szereplő átlagértékekhez viszonyítottuk.

Vizsgálati eredmények

Az üledék és növényminták kadmium tartalma

A 3. ábra alapján minden mérési helyen vett üledék minta kadmium tartalma többszörösen meghaladta az előírt határértéket (1 mg/kg). A legszennyezettebb területek közé tartozik a Dunai holtágak és az iszap lerakó területe. A legkisebb kadmium tartalom a Szabadstrand területéről gyűjtött mintákban volt kimutatható. A szennyező mennyisége az iszap lerakó felső rétegében számottevően nem változott az elmúlt évek során. A vizsgált területek kadmium koncentrációját összehasonlítva a 2015-ös Közös Duna Felmérés (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) eredményével (0,8-1,1 mg/kg), megállapítható, hogy iszapmintáink kadmium tartalma ennek többszöröse volt.



3. ábra Az iszap és növény minták kadmium tartalma

A három vizsgált növény közül az angol perje és a parti sás tudta nagyobb mértékben felvenni a kadmiumot. A szennyező főként a levelekből volt kimutatható. Az M1 és M5, illetve a H2 ponton haladta meg a kadmium koncentráció a növények számára elviselhető 0,5 mg/kg értéket (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). Az adott szennyező inkább az üledékben dúsult fel, mobilitása kismértékű volt, ami megfelel a szakirodalmi (KÁDÁR 1995) megállapításoknak. Az angol perjében átlagosan 0,9 mg/kg, a parti sásban 1 mg/kg kadmium halmozódott fel, ami megfelel az ehhez kapcsolódó szakirodalmi eredményeknek (LEHOCZKY 2002).

Az üledék és növényminták nikkel tartalma

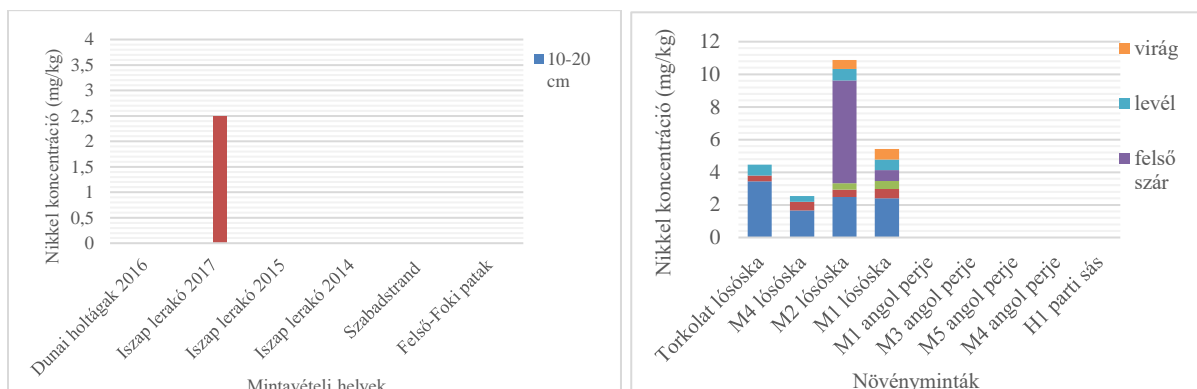
Vizsgálati eredményeink alapján elmondható, hogy 2014-2016-ig egyik mérőhelyen sem tudtunk nikkel tartalmat kimutatni. Csak 2017-ben volt ez az elem mérhető a dunaújvárosi iszap meddő pontjain. A koncentráció nem haladta meg az előírt határértéket (40 mg/kg) (6/2009 KvVM-EÜM-FVM RENDELET), és kisebb volt, mint a 2015 Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) publikált 10 mg/kg-os koncentráció.

A három növényfaj közül a réti lósókából tudtuk ezt a szennyezőt kimutatni (KOVÁCS-B – KISS 2017). A növényi részek közül sehol sem haladta meg a tűréshatárt (10-100 mg/kg) a nikkel koncentráció (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A nikkel legnagyobb mennyiségben a lósóska szárában, levélében és virágjában halmozódott fel. Ez a megállapítás összhangban van KÁDÁR (1995) sárgarépával és borsóval végzett vizsgálati eredményeivel. A lósóska gyökerében mért eredményeink (0,3-0,6 mg/kg) alacsonyabbak, mint a SZABÓ – CZELLÉR (2009) által publikált, sárgarépa gyökerében mért nikkel tartalom (~2,5 mg/kg).

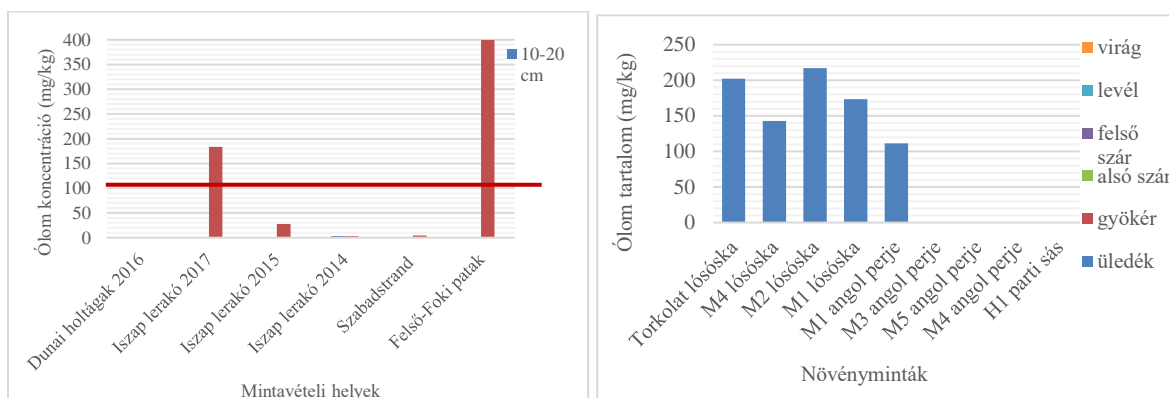
Az üledék és növényminták ólom tartalma

Határérték (100 mg/kg) (6/2009 KvVM-EÜM-FVM RENDELET) feletti ólom koncentrációkat a Felső-Foki patak 2014-es és az iszap meddő 2017-es mintáiban mutattuk ki. E két terület szennyezettsége nagyobb volt, mint a Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) közzétett 15-50 mg/kg átlagkoncentráció. A többi mérőhelyen mért ólom tartalom alatta maradt az előírt határértéknek. Az iszaplerakó éves átlag eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az ólom koncentráció növekedett. A vizsgált növényfajok közül egyikben sem volt ólom detektálható, az üledékből nem mobilizálódott, ami alatta marad a KÁDÁR (1995) által kapott

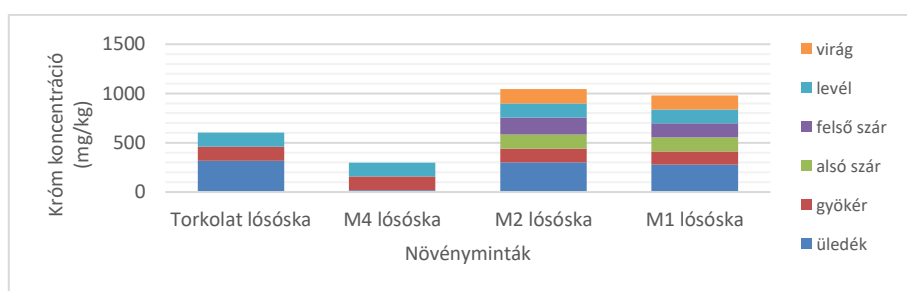
értékeknek, aki például a kukorica gyökerében négyszeres ólom dúsulást detektált erősen szennyezett talajok esetében. Az angol perjére kapott eredményeink (0 mg/kg) szintén kisebbek, mint LEHOCZKY É. (2002) angol perjében mért ólom felvétele (1-3,7 mg/kg).



4. ábra Az üledék- és növéyminták minták nikkel tartalma



5. ábra Az üledék- és növéyminták ólom tartalma



6. ábra Az üledék- és lósóska minták króm tartalma

Az üledék és növéyminták króm tartalma

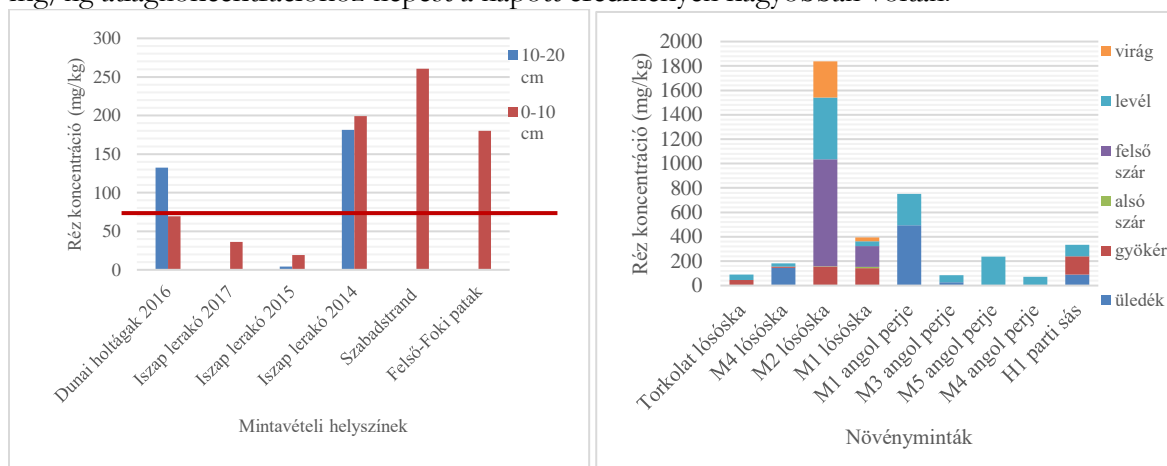
Króm koncentrációt csak 2017-ben vizsgáltunk az iszap meddő M1-M2-M4-T pontjain. A kapott koncentrációk (6. ábra) az M4-es hely kivételével mindenhol meghaladták az előírt határértéket (75 mg/kg) (6/2009 KvVM-EÜM-FVM RENDELET). Ha a mért eredményeinket összehasonlítjuk a Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) publikált 15-50 mg/kg átlagkoncentrációval, megállapítható, hogy a területek króm koncentrációja meghaladta a felmérés eredményeit.

A réti lósóska minden növényi részében megtalálható volt ez az elem. Mennyisége többszörösen túllépte a növények számára tolerálható 1-10 mg/kg értéket (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A szennyező növényen belüli megoszlása egyenletes volt. Ez különbséget jelent KÁDÁR (1995)

eredményeihez képest, aki a kukorica gyökere esetén akár 30-szoros króm felhalmozódást mutatott ki, valamint a sárgarépa esetében a lombban, a borsó kísérletek során a szárban mutatott ki nagyobb króm értékeket.

Az üledék és növényminták réz tartalma

A 7. ábra szerint a három év során minden mintavételi helyszínen detektálható volt réz tartalom a 0-10 cm-es mélységben. Az üledékminták réz koncentrációja a legtöbb helyen meghaladta a kívánt határértéknek (75 mg/kg) (6/2009 KVVM-EÜM-FVM RENDELET). A legnagyobb réz koncentráció a Szabadstrandból gyűjtött mintákban volt észlelhető. Az iszap meddő üledékének eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a réz koncentráció 2017-re határérték alá csökkent. A Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) megtalálható 10-25 mg/kg átlagkoncentrációhoz képest a kapott eredmények nagyobbak voltak.



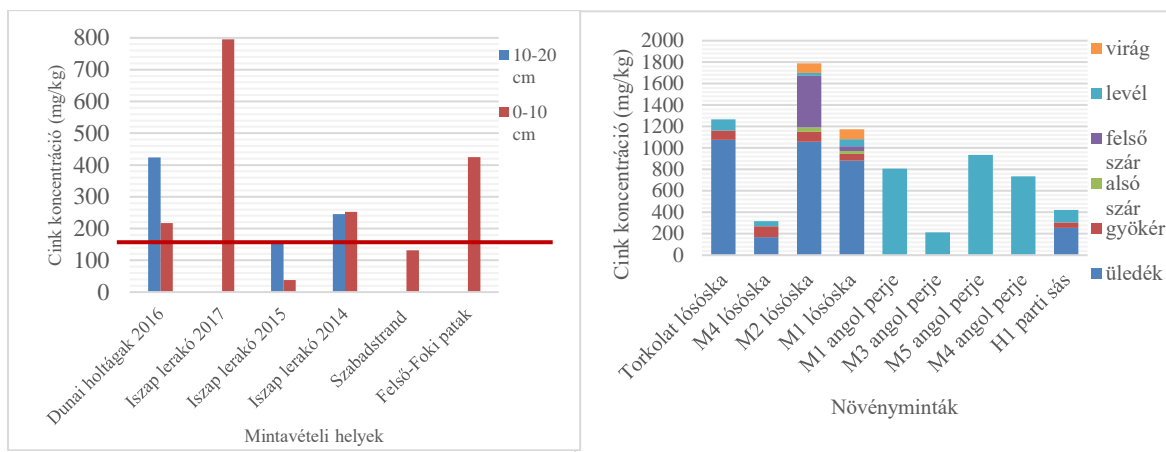
7. ábra Az üledék- és növényminták réz tartalma

A vizsgált növények közül mindhárom növény akkumulálta ezt a szennyezőt, amely az angol perje levelében, a parti sás egészében és a réti lósóska felső szárában és levelében is sokszor meghaladta az ajánlott mértéket (35 mg/kg) (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A szennyező feldúsulási helye összhangban van KÁDÁR (1995) sárgarépa és borsóra kapott eredményeivel, aki szintén a növények lombjában és szárában mutatta ki ezen elem feldúsulását.

Az üledék és növényminták cink tartalma

A 8. ábra szerint az üledékminták cink koncentrációja a Felső-Foki-patak, a Dunai holtágak és az iszap lerakó 2014-es és 2017-es üledékrétegeiben volt határérték (200 mg/kg) (6/2009 KVVM-EÜM-FVM RENDELET) feletti. Legkevésbé szennyezett terület a Szabadstrand volt. Ha az adatok alapján összehasonlítjuk az iszap meddő 2014-ben és 2017-ben kapott eredményeit, láthatjuk, hogy a cink tartalom növekedett. A Közös Duna Felmérésben végzett üledékvizsgálatok eredményeként kapott (JOINT DANUBE SURVEY 3., 2015) 20-120 mg/kg átlagkoncentrációhoz képest a kapott eredmények nagyobbak voltak.

A 8. ábra alapján megállapítható, hogy az angol perje és a parti sás a levelében, a lósóska leginkább a felső szárrészében akkumulálta a cinket. Ehhez hasonló megállapítás olvasható KÁDÁR (1995) tanulmányában, ahol a cink nagyobb mértékben dúsult fel a sárgarépa lombjában, és a borsó szárában. A növények számára tolerálható értéket (250 mg/kg) (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011) csak az angol perje levelében, és az M2-es helyről gyűjtött réti lósóska felső szárában mért koncentráció lépte túl.



8. ábra Az iszapminták cink tartalma

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

A területek állapotfelmérése alapján megállapíthatjuk, hogy a mérési helyszínek közül a Felső-Foki-patak üledékében minden összetevő koncentrációja a megengedhető határérték felett volt, továbbá a dunaujvárosi iszap lerakó réz szennyezettsége csökkent, nikkel, ólom és cink tartalma növekedett az elmúlt évek alatt. A nikkel tartalom minden mérési helyszínen határérték alatt maradt. Az iszap meddő kivételével minden terület réz szennyezettsége jelentős volt. A növényfajok nehézfém tartalmának vizsgálata alapján megállapítható, hogy kadmiumot csak az angol perje és a parti sás tudott akkumulálni a leveleikben. Cinket nagyobb mennyiségben az angol perje halmozott fel leveleiben. Egyik növény sem akkumulálta az ólmot. A réz főbb akkumulációs helyei a réti lósókánál a felső szárrész-levél-virág, a parti sásnál és az angol perjénél pedig a levelek voltak. Nikkelt csak a réti lósókában tudtunk kimutatni, fő felhalmozódási helye a felső növényi részekben volt, koncentrációja küszöbérték alatt maradt. Krómtartalmat csak a réti lósókában vizsgáltunk, amely a növény minden részében közel egyforma megoszlásban és túréshatár felett volt detektálható. A jövőben további növényfajok vizsgálatát tervezzük elvégezni abból a célból, hogy az egyes szennyezőkre megtaláljuk azt a megfelelő fajt, amely az adott elemet a legnagyobb mértékben akkumulálja. Ezáltal egy szennyezett terület kármentesítésére, vagy az ipari iszapok adott összetevőjének kivonására szennyező specifikus fajokat tudnánk felhasználni.

Köszönetnyilvánítás: Ezúton köszönjük az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 sz. „Termeljünk együtt a természettel- az agrárerdészet, mint új kitörési lehetőség” című pályázat nyújtotta támogatást.

Irodalomjegyzék

- KÁDÁR I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon (Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Budapest, ISBN 963 04 5362 2)
- STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. (1999): Talajtan (Mezőgazda Kiadó, Budapest)
- PAPP S. (2002): Biogeokémia – Körfolyamatok a természetben (Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém)
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. – M. SZYDLOWSKA – J. SLEDZ (2014): A Dunaujvárosi Szabadstrand és iszap meddőhányó üledékének nehézfém tartalom vizsgálata (TÁJÉKOZTATÓ Dunaujváros MJV környezeti állapotáról, Dunaujváros, 151-162. o., ISSN 1786-7592)
- KOVÁCS-B. É. – DOMOKOS E. – KOVÁCS ZS. (2016): Folyóvízi üledékek összehasonlítása nehézfém tartalom alapján (Dunakavics, Dunaujvárosi Egyetem online folyóirata, IV. évfolyam XII. szám, ISSN: 2064-5007, 27-45. oldal)
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. (2017): Dunai iszap nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata lóromban (*Rumex obtusifolius*) (Dunakavics 5:(7) pp. 5-22.
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. – M. SZYDLOWSKA – J. SLEDZ (2017): Felszíni vizek iszapos üledékeinek nehézfém tartalom monitorozása Dunaujvárosban (Tájékoztató Dunaujváros MJV környezeti állapotáról, ISSN 1786-7592, pp. 159-168.)

- MSZ 12739/4-78 szabvány
6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről
- SIMON L. (2006): Toxikus elemek akkumulációja, fitoindikációja és fitoremediációja a talaj-növény rendszerben (Doktori értekezés, Nyíregyháza)
- SIMON L. (2004): Fitoremediáció (Környezetvédelmi Füzetek. Azonosító: 2318. BMKE OMIKK, Budapest. 1-59. old. ISBN:963 593 429 0, ISSN 0866-6091)
- SZEGEDI L. (2011): Toxikus nehézfémzennyezés utóhatásának vizsgálata barna erdőtalajon (Doktori PhD értekezés, SZIE, Gödöllő)
- LEHOCZKY É. – NÉMETH T. – KISS-T Zs. – SZALAI (2002): Cadmium and lead uptake by ryegrass, lettuce and white mustard plants on different soils (Agrokémia és Talajtan, 51 (2002)-1-2, p. 201-210)
- LIŠKA, I. – WAGNER, F. – SENGL, M. – DEUTSCH, K. – SLOBODNÍK, J. (2015): Joint Danube Survey 3. (JDS 3.) Comprehensive Analysis of Danube Water Quality (ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, ISBN: 978-3-200-03795-3, p. 223-240.)

ERDŐTELEPÍTÉS TÁMOGATÁSA AGROERDÉSZETI RENDSZEREKKEL

KOVÁCS KLAUDIA – VITYI ANDREA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
klaudikovacs@gmail.com

Az agroerdészeti rendszerek alkalmazása nem újkeletű. Ezek a gazdálkodási rendszerek a Kárpát-medencében nagy hagyományokra tekintenek vissza. (MIKLÓS 1974; VARGA – MOLNÁR 2014; VITYI – MAROSVÖLGYI 2014). Már az 1820-as évekből származó feljegyzésekben (debreceni közigazgatási iratokban) is említést tesznek a vákáncs területekről, amelyek a város tulajdonába kerülő felhagyott és lepusztult erdőterületeket voltak, ahol facsemetétet ültettek, közöttük pedig mezőgazdasági növények termesztése folyt.

Vizsgálati anyag és módszer

Az akkori rendszert újra gondolva és a módszert a jelenlegi (technológiai) környezethez adaptálva fenntartható és produktív, az erdőtelepítés sikerességét elősegítő gazdálkodást folytathatunk.

2015 nyarán a Nyírerdő Zrt. Hajdúhadházi Erdészetének területén agroerdészeti rendszer létesült. A kísérletbe egymáshoz közel elhelyezkedő, és a leírólap alapján hasonló erdőrészeket vontunk be (1. táblázat). A makkvetéshez szükséges szaporítóanyagot az erdőszet saját csemetékertje szolgáltatta. Takarmány célját szolgáló köztesnövénynek az árnyékolás csökkentése érdekében kisebb növekedésű (max. 160 cm) fajtát választottak (Dekalb 4592).

1. táblázat A köztes és kontroll területek jellemzése

Terület	0,66 ha	Kb. 4,0 ha
Kultúra	Kocsányos tölgy és kukorica	Kocsányos tölgy
Sorköz (cm)	90-70-90 (ikerosos kukorica)	250
Sorok tájolása	ÉD-i	ÉD-i
Öntözés	Nem	Nem
Termőhely típus	Kocsánytalan-tölgyes klíma, többlet vízhatástól független, humuszos homok	Kocsánytalan-tölgyes klíma, többlet vízhatástól független, humuszos homok
Tszf magasság (m)	157	155-158
Telepítés éve	2015	2015
Terméshozam	30q/ha	-
Időtartalom	3 év	-

Mérések

Az első év megfigyelései alapján kidolgozott vizsgálati terv szerint 2016-ban mérésekkel ellenőriztük feltételezéseink helyességét. A mérések kiterjedtek a talajhőmérsékletre és a talaj vezetőképességének meghatározására, valamint a növényi biomaszra fejlődési paramétereire (2. táblázat).

A talaj vezetőképességének mérése a két terület talajnedvesség szempontjából történő összehasonlítását szolgálta. Hazai kutatási eredmények szerint (NAGY 2014) szoros összefüggés

van a talaj elektromos vezetőképessége és a talaj nedvességtartalma között, így azonos talajadottságok mellett a vezetőképesség változásából a két terület talajnedvesség- viszonyainak eltéréseire is következtethetünk.

A 2016-ban végzett vizsgálatokhoz területenként két-két mintapontot jelöltünk ki. A mintavételi pontokon tenziométerrel (HI 98331) mértük a talaj hőmérsékletét és vezetőképességét (2. táblázat). A két területen a mintavételi pontokat úgy választottuk ki, hogy azok megegyező termőhelyi adottságúak legyenek, ezzel biztosítva a minták összehasonlíthatóságát. Így a kontroll területen az enyhe lejtésnek köszönhető talajerózió és lemosódás miatt a mintavételi helyeket az alsó sík részen választottuk ki, amely a köztestermesztéses területhez hasonló, termékenyebb része a területnek. Arra is ügyeltünk, hogy a pontok távolsága megegyezzen, így azonos nagyságú területet fedjenek le.

2. táblázat A vizsgált paraméterek jellemzése

Vizsgált paraméter	Talajhőmérséklet	Talaj vezetőképesség	Növekedési paraméter
Időpont	Aug. 01-szept. 02.	Aug. 01-szept. 02.	Szept. 02.
Mérési pontok	2 pont/terület	2 pont/terület	5x10 méter/terület
Vizsgálati módszer	Tenziométer	Tenziométer	Famagasság mérés mérőszalaggal

Eredmények

A napi átlaghőmérsékleteket ábrázoló grafikonon jól látható a talaj kiegyenlítettebb hőháztartása a léghőmérséklet ingadozásaihoz képest. Az agroerdészeti terület talajhőmérséklet eredményei minden nap alacsonyabbak maradtak a kontroll terület talajhőmérséklet értékeihez képest, ami egy hűvösebb talajmikroklimát jelez. A talaj napi átlaghőmérsékletében ez 0,2-2,0 °C különbséget jelentett a két terület között, ami befolyásolja a párolgás-intenzitást, és ezzel a növények fejlődését. (A grafikon szakadásának oka, hogy augusztus 22-én lehullott csapadék nem tette lehetővé a mérés kivitelezését.)

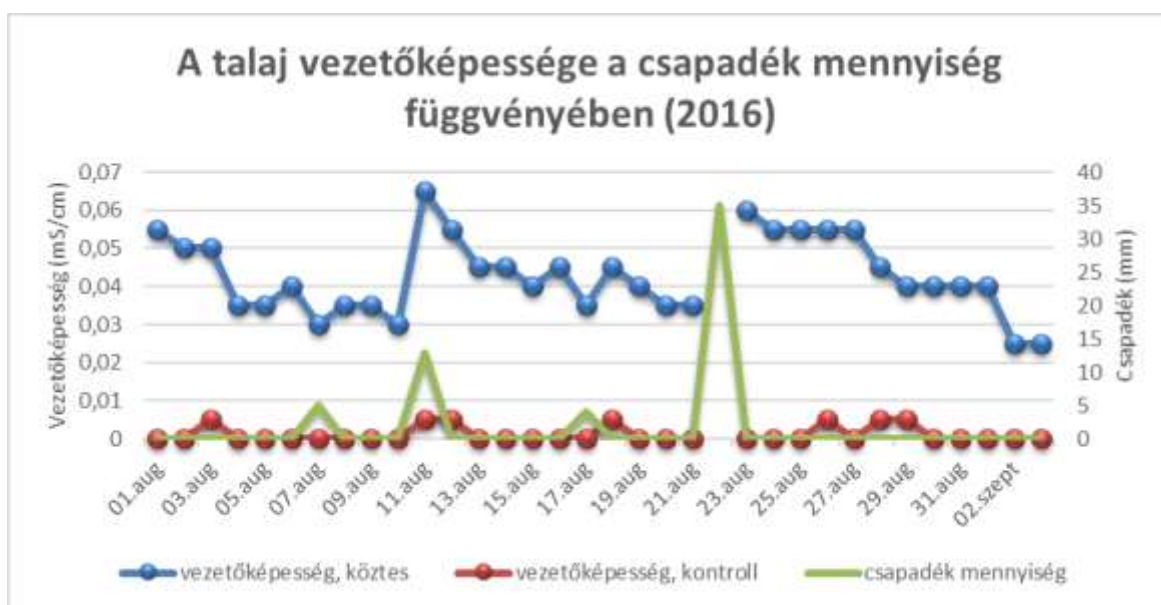
A talajok vezetőképesség értékei jól követik a csapadék eloszlását, azonban a köztes rendszerű erdőrészlet talajának vezetőképessége a vizsgált időszakban többszöröse volt a kontroll terület értékeinek, ami arra enged következtetni, hogy az agroerdészeti parcella folyamatosan kedvezőbb talajnedvességi értékekkel rendelkezett az aszályos időszakban.

Növekedés tekintetében 2016-ban átlagosan 18 centiméterrel produkáltak jobb értékeket a köztestermesztéses terület faegyedei. A növekedési paraméterek szignifikáns különbséget mutatnak. ($t < 0,05$; $p = 0,0023$)

Az erdősisítés ellenőrzése alkalmával 50%-os aszálykárt állapított meg az erdőfelügyelő kontroll területen. 2015-ben szükség volt a kontroll terület kétszeri csemetepótlására, ellenben a köztes területen nem kellett csemetét pótolni és aszálykárt sem jegyeztek fel. Egyik területet sem öntözték.



1. ábra: Talajhőmérséklet napi átlagok alakulása (2016. augusztus) (saját)



2. ábra Talaj vezetőképesség napi átlagának alakulása (2016. augusztus) (saját)

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

Az eredmények alapján elmondható, hogy a köztestermesztéses rendszer vízháztartása a vizsgált időszakban jobbnak bizonyult, mint a kontroll területé. A két erdőrészet adatai között szignifikáns különbséget állapítottunk meg.

A köztes terület napi átlaghőmérsékletei arid időszakban szignifikánsan kisebbek, mint a kontroll terület értékei.

Tekintettel a két terület azonos adottságaira, a köztestermesztéses terület faegyedeinek szignifikánsan erőteljesebb növekedésében a kedvezőbb mikroklímának meghatározó szerepet tulajdonítottunk.

Ugyanakkor a köztesnövény jelenléte – a fényért való versengésből adódóan – is ösztönzőleg hathat a csemeték magassági növekedésére, így segíthet abban, hogy a faállomány hamarabb „nőjön ki a vad szájából”, és egyenes hengeres, ágiszta törzs alakuljon ki. (A fényért való versengés ösztönző ereje bizonyos mértékben a gyomkonkurencia miatt a kontroll területen is jelen

van, bár az eltérő jellegű árnyékhatásból adódóan a mértéke valószínűleg különböző a köztes-termesztéses rendszerhez képest.)

Az agroerdészeti kísérleti területen nem volt észlelhető aszálykár és a csemeték növekedési paraméterei is kedvezőbbek voltak, így megállapítható, hogy minden szempontból előnyösebb képet mutatott az állomány fejlődése a kukoricával társított termesztési rendszerben.

Az eddigi tapasztalatok és méréseink alapján tehát az itt leírt módszer a mesterséges erdő-felújítás hatékonyságát jelentősen növelheti, csökkentve az aszálykárt, javítva a csemeték életben-maradási esélyét, valamint növekedési paramétereit. Ugyanakkor a szabad terület hasznosításával egyéb célokat is szolgálva (takarmánytermesztés, ökoszisztéma-szolgáltatások) a felújítás erőforrás hatékonysággal és gazdasági hozadékkal is párosul.

A vizsgálat 2017-ben nagyobb mintaszámmal folytatódott, mely pontosabb eredményekhez és megalapozottabb következtetésekhez vezethet, melyek segítenek annak megítélésben, hogy az erdei köztes termesztés milyen potenciállal bír a csemetéket ért stressz hatások csökkentésében, és ezzel a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodásban.

Irodalomjegyzék

MIKLÓS ZS. (1974): A debreceni vákáncsosok:260-264.

NAGY G. (2014): A talaj nedvességtartalmának meghatározása az elektromos vezetőképesség vizsgálatával

VARGA A. – MOLNÁR ZS. (2014) : The role of traditional ecological knowledge in managing wood-pastures. In: HARTEL, T. – PIELINGER, P. (ed.) (2014): European Wood-pastures in Transition.

VITYI A. – MAROSVÖLGYI B. (2014): Agroerdészet Európában és Magyarországon. Magyar Mezőgazdaság 2014:(9) pp. II-IV.

SZEZONÁLIS VÁLTOZÁSOK EGY NYUGAT-MAGYARORSZÁGI CSERES TALJKÖZELI PÓKFAUNÁJÁBAN

BALI LÁSZLÓ¹ – ANDRÉSI DÁNIEL² – TUBA KATALIN¹ – SZINETÁR CSABA³

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

²KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.

³ELTE, Természettudományi és Műszaki Kar, Biológia Intézet

bali.laszlo@uni-sopron.hu

A természetes és természetközeli erdőket érő káros behatások csökkentése és a biológiai sokféleség fenntartása érdekében az utóbbi években előtérbe kerültek az alternatív, természetbarát erdőgazdálkodási módszerek (ELEK *et al.* 2016). A NAIK Erdészeti Tudományos Intézet 2010 óta folytat vizsgálatokat a mesterséges léknyitással kapcsolatban a Vép 32 erdőtagban. E komplex kutatásba 2013-ban kapcsolódtunk be a terület talajközeli pókközösségének vizsgálatával. A pókok az erdei ökoszisztémák fontos szereplői (WISE 1993), valamint kiváló ökológiai indikátor szervezetek (MAELFAIT & HENDRICKX 1998). Ezért is alkalmasak hasonló, a vegetáció struktúrális változásait vizsgáló kutatások lefolytatására (HÄNGGI *et al.* 1995, HORVÁTH *et al.* 2009, HORVÁTH 2012).

Jelen publikációnkban a 2014-es év nyári és őszi időszakában történt mintavételezés adatait, valamint a 2015 februárjában történt téli mintavételezés adatait szeretnénk bemutatni és ezeket összehasonlítani.

Vizsgálati módszerek

A Vép 32 tag D erdőrésztében, két (7-es és 9-es számú) lék talajközeli pókfaunáját vizsgáltuk Barber-féle talajcsapdákkal (BRABER 1931, WOODCOCK 2005, KÁDÁR & SAMU 2006). A csapdák kihelyezése egy-egy, az adott lékek hossz tengelyére eső, 70 m hosszú transzszekt mentén történt, egymástól 5 m távolságra (15 csapda transzszektenként) (BALI *et al.* 2016). Az itt bemutatott adatok a következő időszakokban kerültek gyűjtésre:

- Nyár: 2014.06.10. – 2014.06.24.
- Ősz: 2014.10.28. – 2014.11.10.
- Tél: 2015.02.04. – 2015.03.11.

A kapott adatokat a Renkonen hasonlósági index, a Simpson és Shannon diverzitási indexek, valamint a kiegyenlítettség index szerint is kiértékeljük. A vizsgálati időszakokat ez egyes jelzőfajok által mutatott ökológiai tényezők (BUCHAR & RŮŽIČKA 2002) szerint összehasonlítottuk. Valamint elvégeztük a minta Bray-Curtis hasonlósági indexen alapuló ordinációs vizsgálatát is.

Eredmények

A kérdéses időszakokban összesen 22 családhoz tartozó 61 faj 1762 egyedét gyűjtöttük be (nyár: 19 család, 52 faj, 1478 egyed; ősz: 9 család, 18 faj, 167 egyed; tél: 10 család, 14 faj, 117 egyed) (1. táblázat).

1. táblázat: Fogási eredmények vizsgálati időszakonként a Vép 32/D erdőrésztében

Taxonok	2014 nyár	2014 ősz	2015 tél	Σ
<i>Atypus piceus</i> (Sulzer, 1776)	27	0	0	27
Juvenilis <i>Dysderidae</i> sp.	1	2	0	3
<i>Dysdera crocata</i> C. L. Koch, 1838	5	2	0	7
<i>Dysdera longirostris</i> Doblík, 1853	1	0	0	1
<i>Ero furcata</i> (Villers, 1789)	0	0	1	1
<i>Araneus marmoreus</i> Clerck, 1757	0	3	0	3

(a táblázat folytatása a következő oldalon)

Taxonok	2014 nyár	2014 ősz	2015 tél	Σ
Juvenilis <i>Lyniphiidae</i> sp.	13	11	5	29
<i>Abacoproeces saltuum</i> (L. Koch, 1872)	8	0	0	8
<i>Bathyphantes nigrinus</i> (Westring, 1851)	0	0	6	6
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	0	17	7	24
<i>Kaestneria dorsalis</i> (Wider, 1834)	6	16	4	26
<i>Neriere montana</i> (Clerck, 1757)	0	0	1	1
<i>Neriere clathrata</i> (Sundevall, 1830)	0	0	13	13
<i>Neriere radiata</i> (Walckenaer, 1841)	2	0	0	2
<i>Pallidophantes pallidus</i> (O. P.-Cambridge, 1878)	27	51	10	88
<i>Panamompos sulcifrons</i> (Wider, 1834)	5	0	0	5
<i>Pelecopsis radicialis</i> (L. Koch, 1872)	28	2	0	30
<i>Pocadicnemis pumila</i> (Blackwall, 1841)	8	0	0	8
<i>Tapinopa longidens</i> (Wider, 1834)	0	1	0	1
<i>Trichoncus affinis</i> (Kulczyński, 1894)	7	0	0	7
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O. P.-Cambridge, 1878)	38	0	0	38
<i>Walckenaeria dysderoides</i> (Wider, 1834)	6	0	0	6
<i>Walckenaeria furcillata</i> (Menge, 1869)	4	0	0	4
<i>Pachygnatha listeri</i> Sundevall, 1830	0	0	1	1
<i>Euryopis flavomaculata</i> (C. L. Koch, 1836)	19	0	0	19
<i>Crustulina guttata</i> (Wider, 1834)	2	0	0	2
<i>Asagena phalerata</i> (Panzer, 1801)	1	0	1	2
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	5	0	0	5
<i>Episinus truncatus</i> Laterielle, 1809	3	0	0	3
Juvenilis <i>Lycosidae</i> sp.	491	9	24	524
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)	1	0	0	1
<i>Aulonia albimana</i> (Walckenaer, 1805)	70	6	0	76
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	40	1	15	56
<i>Pardosa alacris</i> (C. L. Koch, 1833)	247	2	0	249
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	1	0	4	5
<i>Zora nemoralis</i> (Blackwall, 1861)	5	0	0	5
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)	37	0	0	37
Juvenilis <i>Agelenidae</i> sp.	13	3	0	16
<i>Allagelena gracilens</i> (C. L. Koch, 1841)	0	1	0	1
<i>Tegenaria campestris</i> (C. L. Koch, 1834)	0	1	0	1
<i>Urocoras longispinus</i> (Kulczyński, 1897)	2	12	1	15
<i>Nigma flavescens</i> (Walckenaer, 1830)	1	0	0	1
<i>Cryphoeca silvicola</i> (C. L. Koch, 1834)	1	1	0	2
<i>Zodarium germanicum</i> (C. L. Koch, 1837)	47	0	0	47
<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851	1	0	0	1

(a táblázat folytatása a következő oldalon)

Taxonok	2014 nyár	2014 ősz	2015 tél	Σ
<i>Titanocea schineri</i> L. Koch, 1872	1	0	0	1
Juvenilis <i>Gnaphosidae</i> sp.	40	11	4	55
<i>Drassodes cupreus</i> (Blackwall, 1834)	1	0	0	1
<i>Drassylus praeficus</i> (L. Koch, 1866)	17	0	0	17
<i>Drassylus villicus</i> (Thorell, 1875)	121	0	0	121
<i>Gnaphosa alpica</i> Simon, 1878	2	0	0	2
<i>Scotophaeus quadripunctatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	1
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C. L. Koch, 1839)	2	0	0	2
<i>Zelotes apricorum</i> (L. Koch, 1876)	47	1	0	48
<i>Thanatus sabulosus</i> (Menge, 1875)	14	0	0	14
Juvenilis <i>Thomisidae</i> sp.	2	0	1	3
<i>Oxyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)	1	0	0	1
<i>Oxyptila particola</i> (C. L. Koch, 1873)	1	0	0	1
<i>Oxyptila simplex</i> (O. P.-Cambridge, 1862)	2	0	0	2
<i>Xysticus luctator</i> L. Koch, 1870	28	0	0	28
Juvenilis <i>Salticidae</i> sp.	3	0	0	3
<i>Ballus chalybeius</i> (Walckenaer, 1802)	1	0	0	1
<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)	10	0	0	10
<i>Evarcha falcata</i> (Clerck, 1757)	2	0	0	2
<i>Phrurolithus minimus</i> C. L. Koch, 1839	5	2	0	7
<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)	0	0	15	15
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	0	0	3	3
<i>Scotina celans</i> (Blackwall, 1841)	3	10	0	13
Egyéb juvenilis	1	1	1	3
Nem meghatározható	0	1	0	1
Teljes egyedszám	1478	167	117	1762
Teljes fajszám	52	18	14	61

A lécek mindhárom időszakban hatással voltak a talajközeli pókközösségekre, amit az egyes csapdák fogási eredményei, valamint a Renkonen indexek alakulásai is jeleztek (2. táblázat). Mindkét értékre általánosan jellemző, hogy a lécek belseje felé haladva növekednek, a lécek legbelső csapdái esetében érik el a legmagasabb értékeket, majd a faállomány felé ismét csökkenést mutatnak.

A diverzitás indexek a nyári időszak esetében a legmagasabbak, a téliében pedig a legalacsonyabbak (3. táblázat). Mind a természetes, mind a természetközeli állapotokat jelző fajok egyedszámainak aránya a nyári időszakban volt a legmagasabb, a téliben pedig a legalacsonyabb. A bolygatást jelző fajok egyedszámainak aránya viszont éppen ellentétes tendenciát mutat. A száraz körülményeket jelző fajok nyáron vannak jelen a legnagyobb, télen pedig a legkisebb arányban; míg a humid körülményeket jelzők esetében ennek fordítottja tapasztalható (3. táblázat), ami a vizsgált időszakok jellemző csapadékviszonyaival lehet összefüggésben.

2. táblázat: Fogási eredmények az egyes csapdákból (a két transzszeket összesítve) (felül); valamint a Renkonen hasonlósági index értékei az egyes csapdapárok között (a két transzszeket összesítve) (alul) (2014: '14, 2015: '15, nyár: ny., őszi: ő., tél: t.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
'14 ny.	61	37	46	42	123	129	209	74	114	80	161	160	102	83	57
'14 ő.	6	10	15	15	5	19	13	12	12	7	1	13	6	16	17
'15 t.	17	6	9	3	4	8	10	12	6	5	5	13	3	7	9
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	
'14 ny.	15	12	14	22	63	79	59	48	36	44	42	48	43	36	
'14 ő.	3	3	5	1	4	9	6	9	4	1	1	4	2	7	
'15 t.	4	2	2	0	1	2	1	3	3	1	1	0	0	3	

3. táblázat: Az egyes ökológiai mutatókat jelző fajok százalékos megoszlása a teljes egyedszámhoz képest, valamint a vizsgált diverzitás indexek értékei (dőléssel) (2014: '14, 2015: '15)

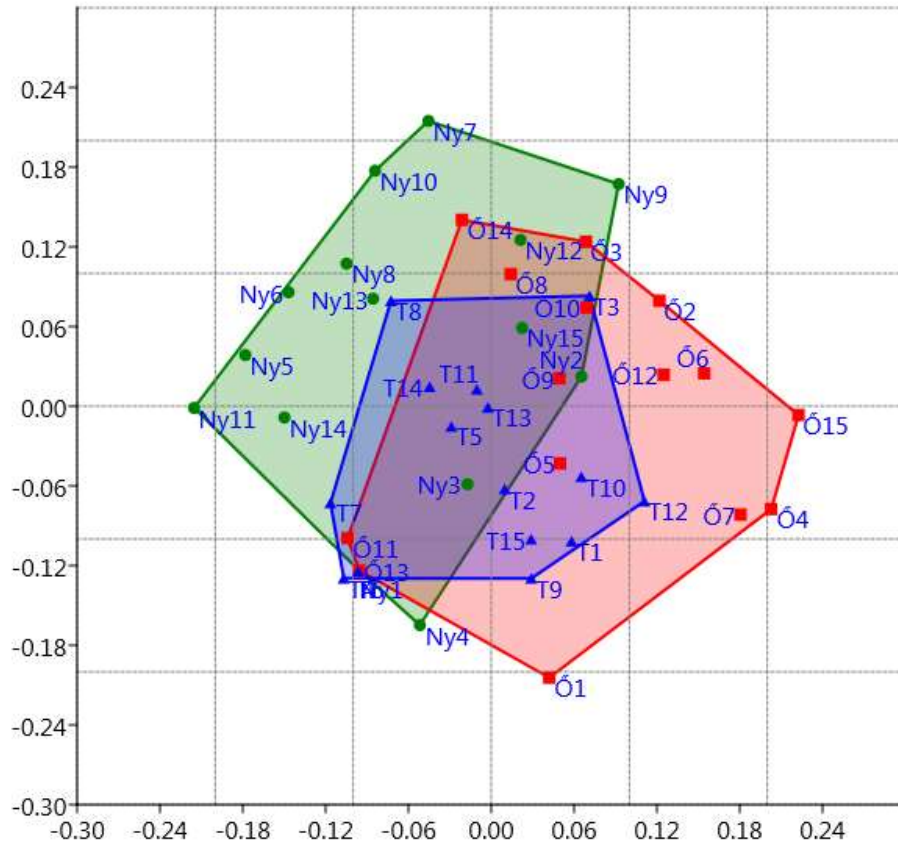
Vizsgált mutatók	'14 nyár	'14 ősz	'15 tél
Természetes	18,61	1,20	4,27
Természetközeli	34,78	17,37	17,09
Bolygatott	5,28	10,78	23,08
Mesterséges	0,07	0,00	0,00
Erdő	18,20	44,91	28,21
Szegély	28,96	15,57	20,51
Nyílt	25,71	15,57	26,50
Árnyékos	7,78	0,60	14,53
Száraz	24,56	14,37	6,84
Humid	8,05	2,99	28,21
<i>Simpson diverzitás</i>	<i>0,89</i>	<i>0,80</i>	<i>0,87</i>
<i>Shannon diverzitás</i>	<i>2,79</i>	<i>2,06</i>	<i>2,26</i>
<i>Ekvivalitás</i>	<i>0,72</i>	<i>0,71</i>	<i>0,85</i>

A Bray-Curtis hasonlósági indexen alapuló ordinációs vizsgálat alapján megállapítható, hogy a téli időszak csapdái jobban hasonlítanak egymásra, mint a másik két időszak esetében, valamint, a téli közösség egyfajta átmenetet mutat az őszi és a nyári időszak pókközösségei között (1. ábra).

Összefoglalás

Vizsgálati eredményeink alapján megállapítható, hogy a nyári időszak pókközössége jóval gazdagabbnak mutatkozott a téli és az őszi időszakénál. Ugyanakkor a téli közösség sem egyedszám, sem fajszám, sem a diverzitás indexek alapján nem tér el jelentős mértékben az őszi közösségtől. Mind a fajösszetétel, mind az ordinációs vizsgálat alapján egyfajta átmenetet mutat a nyári és az őszi közösségek között. Míg nyáron a jellemzően aktívan vadászó farkaspókok, addig ősszel a hálózóvő vitorlaspókok domináltak. Télen pedig szinte a teljes fogást csak az e családokba tartozó egyedek tették ki. A téli minta átmeneti jellegét továbbá okozhatja még, hogy a mintát tulajdonképpen azok a tágtűrűsű fajok alkotják, amik jobban tolerálják ezt az időszakot (ez a minta szinte csak ilyen fajok egyedeiből áll), ugyanakkor tág tűrőképességük miatt (bár kisebb arányban) a többi időszak mintáiban is előfordulnak. A téli minta így a három vizsgálati időszak egyfajta közös metszetét alkotja.

A lécek mindhárom időszakban érzékeltették hatásukat a pókközösségre, amit jelez a befogott egyedek száma, valamint a Renkonen indexek alakulása is. Ennek oka lehet a léceken belül tapasztalható változatosabb talajközeli flóra, ami egyben az élőhely szerkezeti diverzitását is növeli, így kedvezőbb és változatosabb élőhelyet biztosít a vizsgált pókközösség számára.



1. ábra: A Bray-Curtis hasonlósági index alapján elvégzett ordinációs vizsgálat, a két transzszeket összesített adatai alapján, vizsgálati időszakonként (Nyár – Ny, ●; Ősz – Ó, ■; Tél – T, ▲)

A humid körülményeket kedvelő pókoké nőtt, a természetes körülményeket preferáló fajok egyedszámának aránya pedig csökkent a téli mintákban a nyári és az őszi értékekhez képest. Ez az eltérés magyarázható egyrészt a vizsgálati időszakok jellemző csapadékviszonyaival, másrészt azzal, hogy (mint azt korábban is említettük) a tágabb élőhelypreferenciájú fajok ilyenkor nagyobb egyedszámmal fordulnak elő. Ezek általában kis testű, tágtűrűsű fajok, amik a természetes élőhelyek szélsőséges időszakaiban, így esetünkben télen jellemzőek.

Irodalomjegyzék

- BALI L. – SZINETÁR CS. – ANDRÉSI D. – KÁMPÉL J. – TUBA K.: Mesterségesen kialakított lécek talajközeli pókfaunájának (*Araneae*) vizsgálata. *Növényvédelem* 52(6): 287-297.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. – *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259–266.
- BUCHAR, J. – RŮŽIČKA, V. (2002): Catalogue of Spiders of the Czech Republic. – Peres Publishers, Praha, 17–189.
- ELEK Z. – BÉRCES S. – SZALKOVSKYI O. – ÓDOR P. (2016): Hogyan segíthet az erdészeti gyakorlat megőrizni a talajfelszíni ragadozó ízeltlábúak diverzitását? – *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény.* pp. 203–214.
- HÄNGGI, A. – STÖCKLI, E. – NENTWIG, W. (1995): Habitus of Central European Spiders. – *Miscellanea Faunistica Helvetica* 4: 459.

- HORVÁTH R. – MAGURA T. – SZINETÁR Cs. – TÓTHMÉRÉSZ B. (2009): Spiders are not less diverse in small and isolated grasslands, but less diverse in overgrazed grasslands; a field study (East Hungary, Nyírség). – *Agriculture Ecosystems & Environment*, 130: 16–22.
- HORVÁTH R. (2012): Az urbanizáció hatása erdei talajlakó pókokra. – *Természetvédelmi közlemények*, 18: 224–233.
- KÁDÁR F. – SAMU F. (2006): A duplaedényes talajcsapdák használata Magyarországon. – *Növényvédelem* 42(6): 305–312.
- MAELFAIT, J. P. – HENDRICKX, F. (1998): Spiders as bioindicators of anthropogenic stress in natural and semi-natural habitats in Flanders (Belgium): some recent developments. In: SELDEN, P. A. (ed.). *Proceedings 17th European Colloquium Arachnology*, 293–300.
- WISE, D. (1993): *Spiders in Ecological Webs* (Cambridge Studies in Ecology). – Cambridge University Press, Cambridge, 1–289.
- WOODCOCK, B. A. (2005): Pitfall trapping in ecological studies. – In: LEATHER S. (ed): *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Blackwell, Oxford, 37–57.

ERDÉSZETI JELENTŐSÉGŰ ARASZOLÓ LEPKEFAJOK (LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE) JELÖLÉS-VISSZAFOGÁS VIZSGÁLATÁNAK TAPASZTALATAI

HORVÁTH BÁLINT¹ – AMBRUS ANDRÁS²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

²Fertő-Hanság Nemzeti Park

horvath.balint@uni-sopron.hu

Az erdészeti szempontból jelentős lepkefajok közül kiemelten fontos néhány tömegszaporodásra hajlamos araszoló lepkefaj, melyek tömegességi viszonyait az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer hosszú évek óta nyomon követi (HIRKA 2016). A fénycsapdás vizsgálatokkal jól előre jelezhető a várható károsítás mértéke, de nem adnak válasz olyan lényeges demográfiai jellemzőkre, mint a napi-, vagy teljes populáció létszám becslései, az imágók túlélési rátája, illetve a lepkék mozgásmintázata. Ezek a jellemzők nem elhanyagolhatók a populáció dinamikai jellemzők pontosabb megismeréséhez; vizsgálatuk nem csak tudományos szempontból érdekes, de jól kiegészíthetik az erdővédelmi prognózisokat is.

Hazai viszonylatban első ízben AMBRUS & CSÓKA (1987) végeztek éjszakai lepkéknél populációméret becsléseket, munkájuk során a fenyőpohók (*Dendrolimus pini*) Paks környéki állományát vizsgálták a háromszoros jelölés-visszafogás módszerével. Ezt követően szintén AMBRUS & CSÓKA (1988) végeztek jelölés-visszafogás vizsgálatot a kis téliaraszoló (*Operophtera brumata*) egy Sopron környéki populációján, feromon csapdák használatával. Az erdészeti jelentőségű lepkefajokon kívül két fokozottan védett éjszakai lepkefajjal végeztek hasonló kutatást: keleti lápi bagoly (*Arytrura musculus*) (AMBRUS *et al.* 2015) és villányi télibagoly (*Polymixis rufocincta isolata*) (AMBRUS *et al.* 2016).

A jelölés-visszafogás módszere nem csak populációméret becslési célt szolgálhat. SZEŐKE (1973), illetve TRUXA & FIEDLER (2012) kutatásuk során megjelölt lepkék mesterséges fényforráshoz történő vonzódását vizsgálták a távolság függvényében.

Az éjszakai lepkéken végzett jelölés-visszafogás vizsgálatok alacsony száma és azok során alkalmazott módszertani különbségek miatt egyelőre igen kevés ismerettel rendelkezünk e rovarcsoport fajainak demográfiai sajátosságairól. Kutatásunk célja az volt, hogy információkat gyűjtsünk néhány tömegszaporodásra hajlamos araszoló lepkefaj populációméretéről és mozgásmintázatáról, illetve olyan módszert fejlesszünk, amely a későbbiekben – további tesztek után – szabványosítható lehet a hasonló jellegű vizsgálatokhoz.

Anyag és módszer

A kutatást a Sopron és Kópháza között található Kő-hegy, Kőfejtő erdőben végeztük, egy megközelítőleg 30 ha kiterjedésű cseres-tölgyes erdőtümbben.

Munkánk során 5 araszoló lepkefajt vizsgáltunk jelölés-visszafogás módszerrel, ezek a következők: szürke ősziaraszoló (*Epirrita dilutata* [Denis et Schiffermüller], 1775), tollascsápú araszoló (*Colotis pennaria* (Linnaeus, 1761)), aransárga téliaraszoló (*Agriopsis aurantiaria* (Hübner, 1799)), nagy téliaraszoló (*Erannis defoliaria* (Clerck, 1759)) és kis téliaraszoló (*Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758)). A jelöléseket fekete színű alkoholos filctollal írtuk a lepkék szárnyának felszínére. A kutatott fajok többségének a nőténye röpképtelen (*A. aurantiaria*, *E. defoliaria*, *O. brumata*), így a vizsgálat csak a hím imágókra terjedt ki.

A mintavétel 2016 október végétől december elejéig történt, összesen 23 alkalommal, horozható fénycsapdákkal (fényforrás: 7,6 W UV led; hullámhossz: 395-410 nm). Egy időben 3 csapda üzemelt, alkonyattól másnap reggelig. Összesen 5 mintavételi ponton történt a vizsgálat, 1-1 csapda használatával. A mintavételi pontokat különböző távolságra jelöltük ki egymástól, a csapdák közötti átlagos távolság: 205,4 m ($\pm 68,4$ m) volt.

A napi és a szuperpopuláció méretét Jolly-Seber modell segítségével becsültük. A becsült értékek minden esetben csak a hímek egyedszámára vonatkoznak, mivel a vizsgált fajok többségének nősténye röpképtelen.

A naponta megjelölt és visszafogott lepkék számát erősen befolyásolták az abiotikus környezeti tényezők, így a fénycsapdák az egyes napokon eltérő mértékben vonzhatták a lepkéket. A napi populációméret becslések eredményein ezért adat kiegyenlítést hajtottunk végre, hármas mozgó átlagos trendszámítással.

Megvizsgáltuk továbbá, hogy milyen arányban mozogtak a vizsgált lepkék az egyes mintavételi pontok között, illetve mekkora távolságot tettek meg a megjelölés helyétől.

Eredmények

Munkánk során a vizsgált fajok 1715 egyedét jelöltük meg (*O. brumata* – 304 pld., *E. dilutata* – 186 pld., *C. pennaria* – 38 pld., *A. aurantiaria* – 434 pld., *E. defoliaria* – 753 pld.).

Elvárásainknak megfelelően a hordozható fénycsapdás mintavétel jól működött, magas egyedszámban vonzotta a vizsgált araszoló lepkéket. Ugyanakkor a visszafogási ráta az *E. dilutata* és *O. brumata* fajok esetében igen alacsony volt, nem tette lehetővé a gyűjtött adatok kiértékelését.

Legmagasabb visszafogási rátát (~15%) a *C. pennaria* esetén tapasztaltunk annak ellenére, hogy a terepi vizsgálat időszaka a faj rajzási periódusának megközelítőleg felét fedte le.

Az *A. aurantiaria* és az *E. defoliaria* fajok teljes rajzási ciklusát lefedte a mintavételi időszak – E két faj visszafogási rátája ~5% volt.

A visszafogási adatok 3 faj esetében tették lehetővé a szuperpopuláció becslését. A modellselekción végrehajtása után a *C. pennaria* és az *E. defoliaria* esetében a legkedvezőbb, míg az *A. aurantiaria* esetében a második legkedvezőbb modellt használtuk (1. táblázat).

1. táblázat: A populáció méret becsléshez elfogadott Jolly-Seber modellek. (ϕ – látszólagos túlélési ráta, p – visszafogási valószínűség, $Pent$ – a populációba történő belépés valószínűsége, N – a szuperpopuláció mérete, (t) – időfüggő modellparaméter, $(.)$ – konstans modellparaméter)

Faj	Modell	AICc	Δ AICc	Paraméterek száma
<i>C. pennaria</i>	$\phi(t)p(t)Pent(t)N(.)$	107,07	0,00	15
<i>E. defoliaria</i>	$\phi(t)p(t)Pent(t)N(.)$	522,57	0,00	40
<i>A. aurantiaria</i>	$\phi(.)p(.)Pent(t)N(.)$	378,30	9,76	15

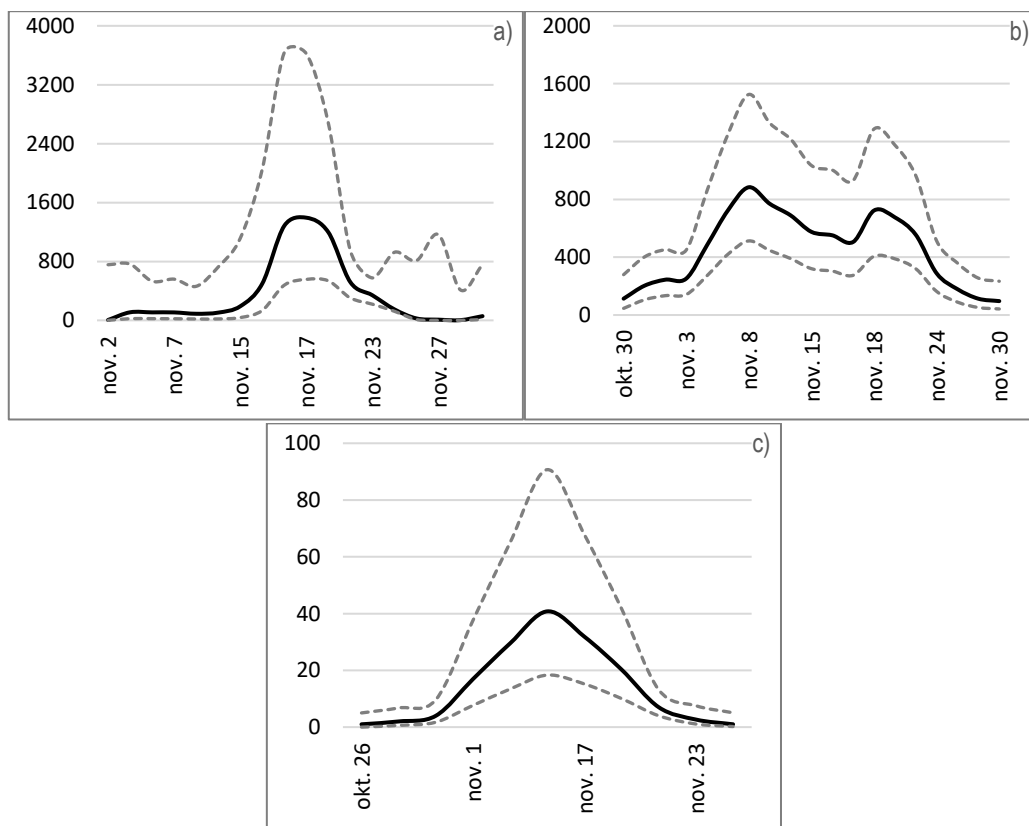
A becsült szuperpopuláció mérete mindhárom faj esetében tág konfidencia intervallumban mozgott. A becslések alapján a *C. pennaria* egyedszáma volt a legalacsonyabb a vizsgált fajok közül (945 pld. [95% CI: 511-1749]). A legmagasabb szuperpopuláció méretet az *E. defoliaria* esetében becsültük (12452 pld. [95% CI: 3283-47235]); ezt követte az *A. aurantiaria* (5918 pld. [95% CI: 3972-8818]).

A korrigált napi populáció méretek az *E. defoliaria* és az *C. pennaria* fajok esetében viszonylag kiegyenlített rajzáslefutást ábrázolnak. Az *A. aurantiaria* korrigált napi populációmérete kevésbé egyenletes lefutású, rajzáscsúcsa elhúzódóbb, mint az előző fajoké (1. ábra).

Megvizsgáltuk, hogy a jelölt lepkéket mekkora távolságra fogtuk vissza a megjelölés helyétől. A *C. pennaria* esetében csupán két példánynál figyeltünk meg elmozdulást, így elegendő adat hiányában nem végeztünk kiértékelést. Az *E. defoliaria* imágóknál összesen 16 esetben, míg az *A. aurantiaria* esetében 8 alkalommal detektáltunk elmozdulást. A lepkék által megtett átlagos távolság az *E. defoliaria* esetében volt hosszabb: 160 m (± 83 m), az *A. aurantiaria* imágók által megtett átlagos távolsága: 110 m (± 49 m) volt.

A lepkék túlélési adatainak vizsgálatához kerültük a becslési eljárásokat, mivel az adatsor ezt nem tette lehetővé. Összesen 77 példányt fogtunk vissza, többségüket 1-2 nap elteltével a megjelölés helyén. Leghosszabb visszafogási időt a *C. pennaria* esetében figyeltünk meg (17 nap), ezt

követte az *A. aurantiaria* (9 nap) és *E. defoliaria* (8 nap). A visszafogásig eltelt napok átlagolt száma a következő módon alakult: *E. defoliaria*: $2,93 \pm 1,78$, *A. aurantiaria*: $4,2 \pm 2,36$, *C. pennaria*: $8,2 \pm 6,64$.



1. ábra: A Jolly-Seber modellek becsült értékeiből korrigált napi populációméret és a 95%-os konfidencia intervallum. (a) *E. defoliaria*, (b) *A. aurantiaria*, (c) *C. pennaria*.

Következtetések

Vizsgálataink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a hordozható fénycsapdás mintavétel az éjszakai lepkék jelölés-visszafogás vizsgálata során jól használható, de eredményessége eltérő az egyes fajoknál. A jövőben szükséges specifikálni, hogy mely fajok jelölés-visszafogása végezhető el kizárólag fénycsapdás módszerrel. A legtöbb faj esetében feltételezéseink szerint további mintavételi lejárások kombinálása szükséges (pl.: transekt menti vizsgálat, feromon csapdázás).

Szükséges továbbá a mintavételi pontok számának és sűrűségének optimalizálása az adott fajra vonatkozóan. A mintavételek egyik fontos célja a magas visszafogási ráta és a hosszabb visszafogás történet elérése, amelyek erősen befolyásolják a populáció méret és a túlélési ráta becslésének pontosságát.

Az éjszakai lepkék jelölés-visszafogás vizsgálata során figyelembe kell vennünk továbbá számos tényezőt, melyek korlátozzák a mintavételt. Ilyenek többek között az abiotikus környezeti faktorok. Fontos megjegyeznünk, hogy telihold idején az éjszakai lepkék kevésbé vonzódnak a mesterséges fényforrás felé, ezért erősen befolyásolja a fénycsapda hatásfokát, így a becsült populációméretet is. Holdtölte idején különösen javasolt a fénycsapdás mintavételi kiegészítése más mintavételi eljárással is.

Irodalomjegyzék

- AMBRUS A. – CSÓKA GY. (1987): A fenyőpohók (*Dendrolimus pini* L.) rajzásának vizsgálata jelöléssel (Lepidoptera). Folia Entomologica Hungarica XLVIII: 289–300.
- AMBRUS A. – CSÓKA GY. (1988): A kis téliaraszoló (*Operophtera brumata* L.) rajzásának vizsgálata feromoncsapdával és jelöléssel. Erdészeti Kutatások 80-81: 167–172.

- AMBRUS, A. – KOROMPAI, T. – SZABADFALVI, A. – SZABÓKY, CS. – PETRÁNYI, G. – DANYIK, T. – PATALENSZKY, A., KISS, Á. – DEÁK, D. – SÜLYÁN, P. (2016): CMR population studies on the strictly protected *Polymixis rufocincta isolata* (Ronkay & Uherkovich 1983) in Hungary. Poster presentation, International Symposium: Future 4 Butterflies in Europe, 31 March - 02 April 2016, Wageningen, the Netherlands.
- AMBRUS A. – SZABADFALVI A. – KŐRÖSI Á. – PATALENSZKI A. (2015): A fokozottan védett keleti lápi bagoly (*Arytrura musculus*) jelölés-visszafogásos populációvizsgálata egy természetkárosítási ügy kapcsán. Természetvédelmi Közlemények 21: 1–9.
- HIRKA A. (ed.) (2016): A 2015. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2016-ban várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság. Online kiadvány. Forrás: http://www.erti.hu/images/erti/Publikaciok/EV_PROGNZIS_2015-2016_001-110.pdf
- SZEŐKE K. (1973): Jelölt lepkék visszafogása higanygőz lámpás fénycsapdával a kibocsátási távolság függvényében. (Előzetes közlemény). Növényvédelem 9 (11): 509–511.
- TRUXA, C. – FIEDLER, K. (2012): Attraction to light – from how far do moths (Lepidoptera) return to weak artificial sources of light? European Journal of Entomology 109: 77–84. DOI: 10.14411/eje.2012.010

A VÍZI MAKROGERINCTELENEK ÁLTAL INDIKÁLT ÖKOLÓGIAI JELLEMZŐK VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA A RÉPCE FOLYÓN

JUHÁSZ ISTVÁN
Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság
juhasz.istvan@nyuduvizig.hu

Bevezetés

A vízi makrogerinctelenek nagyon változatos élőlénycsoportot alkotnak, melyek megtalálhatók minden víztér típusban. A vízi makrogerinctelenek csoportjának legfőbb sajátossága, hogy széles taxonómiai spektrummal rendelkeznek, eltérő életmenet stratégiát követnek (vízi, amfibikus), sokszínű habitat preferenciát mutatnak, valamint az életforma típusok széles skálájával rendelkeznek. Ezek mellett különböző hosszúságú generációs idő jellemzi őket, különböző fenológiai sajátosságokkal bírnak (MÜLLER 2010), valamint a táplálék hálózatban változatos szerepet töltenek be (ANDRIKOVICS *et al.* 2003). Mindezek miatt kitűnő indikátorok (MÜLLER 2010) és rendkívül jól használhatók vízi ökoszisztémákban bekövetkező változások kimutatására, ezért fontos szerepet töltenek be a víztestek minősítésében a Víz Keretirányelv (VKI) előírásai alapján (EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL 2000). A víztestek minősítésére használt indexek a víztest vagy a mintavételi pont állapotát csak egy számmal jellemzik, így nem lehet az élőhely jellemzőinek az eloszlását megvizsgálni és elemezni. Ezért a kutatás fő célja volt összegyűjteni a VKI monitoring keretében a 2007 és a 2015 közötti makrogerinctelen mintavételek adatait, melyeket eddig csupán a víztestek ökológiai állapotértékeléséhez használtak fel. E mintavételek adatai a makrogerinctelen taxonok ökológiai igényeinek ismeretével kiegészítve bemutatathatják az élőhelyek jellemzőit, melyek a hidromorfológia, kémiai és biológiai változások eredményeképpen alakultak ki.

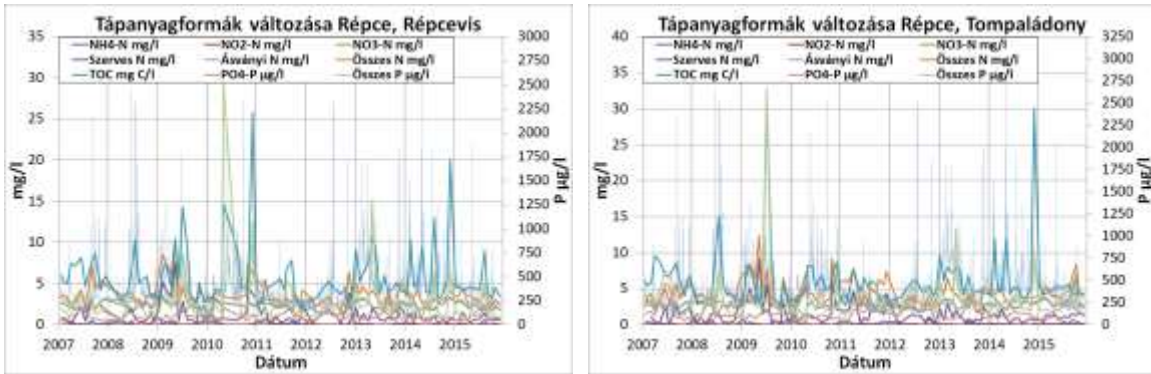
Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatokhoz a Répce folyó két mintavételi pontján (Répcevis és Tompaládony) vett makrogerinctelen mintavételek adatait használtam fel (37 db minta). A mintavételek adatai az Asterics 4.0.4 program segítségével kerültek feldolgozásra. A program, a taxonok autoökológiai információi felhasználásával, kiszámította azokat a metrikákat, melyek a mintavételi pontokon az élőhelyek ökológiai jellemzőit leírják, ezek a következők: funkcionális táplálkozási csoportok, mikrohabitat preferencia, longitudinális zóna preferencia, áramlás preferencia, helyváltoztatási formák és szaprobitás fokozat. Az eredmények értelmezéséhez a VKI monitoring pontokon mért vízállás adatokat és a fizikai-kémiai mintavételek adatait használtam fel.

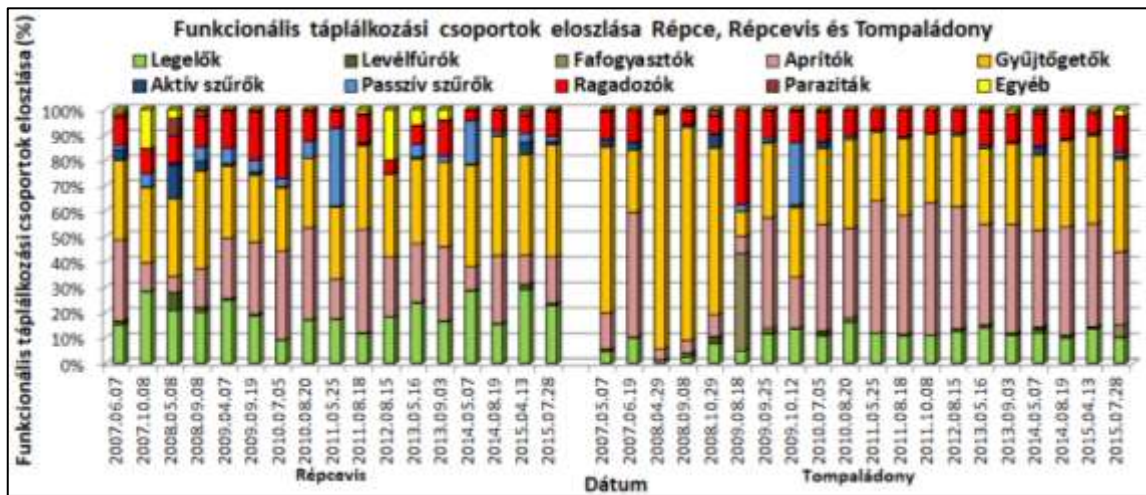
Vizsgálati eredmények

A tápanyagformák (1. ábra) változása követi a vízállás változás grafikonját. Fel lehet fedezni az árhullámok alakját az egyes tápanyagformák grafikonján, különösen a TOC, az Összes P és az Összes N grafikonjainak esetében, ezt a nagy csapadék eseményeket követően a vízgyűjtő területről bemosódó terhelések okozzák (JUHÁSZ 2016). Répcevis esetében 2007 és 2015 között csökkenő tendencia figyelhető meg a tápanyagformák vonatkozásában, míg Tompaládonynál az NO₃-N és ebből kifolyólag az ásványi-N esetében is kismértékű emelkedés figyelhető meg.

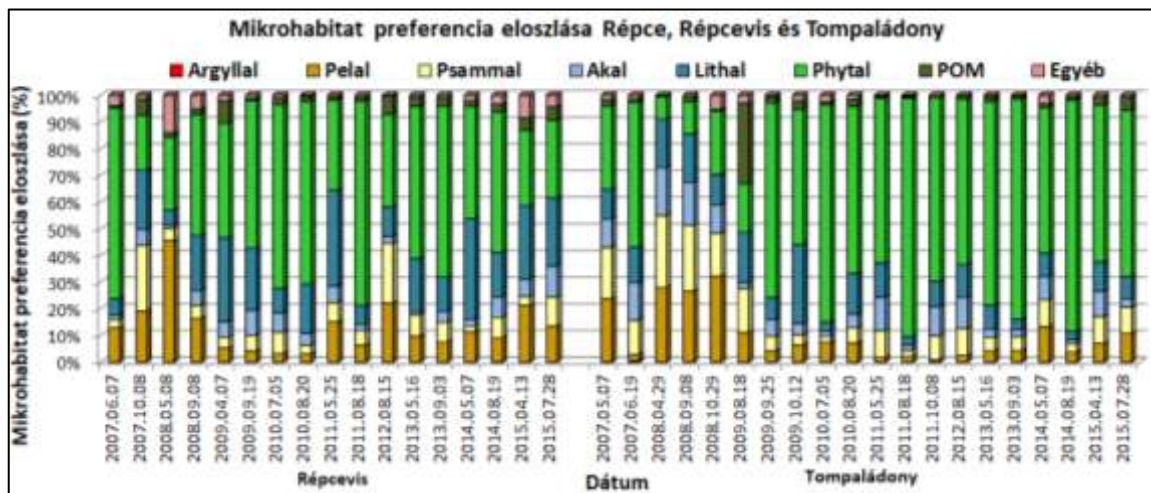
A funkcionális táplálkozási csoportok grafikonja (2. ábra) bemutatja a különbséget a két élőhely táplálék kínálata között. Répcevisen a legelő és a kaparó, valamint a szűrő táplálkozású taxonok aránya nagyobb, míg Tompaládonyban az aprító és a fafogyasztók taxonok aránya nagyobb. Ha az egyes funkcionális táplálkozási csoportok trendjeit vizsgáljuk, megfigyelhető, hogy a legelő és a kaparó taxonok tendenciája mindkét mintavételi ponton emelkedik. Ellentétes folyamatok is megfigyelhetők a következő táplálkozási csoportok esetében: míg Répcevisen a fafogyasztó, a passzív szűrő és a detritusz fogyasztó taxonok aránya emelkedik, addig Tompaládony esetében az aprító és a ragadozó taxonok csökkenése figyelhető meg (JUHÁSZ 2016).



1. ábra: A tápanyagformák változása Répce, Répcevis és Répce, Tompaládony között, háttérben a vízállás változásának grafikonjai vannak feltüntetve



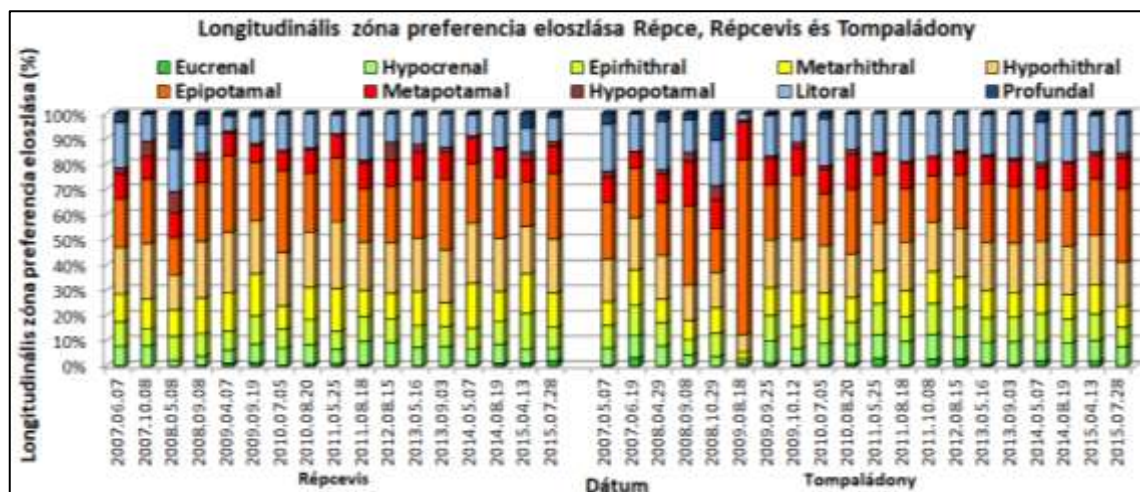
2. ábra: A funkcionális táplálkozási csoportok eloszlása Répce, Répcevis és Répce, Tompaládony között



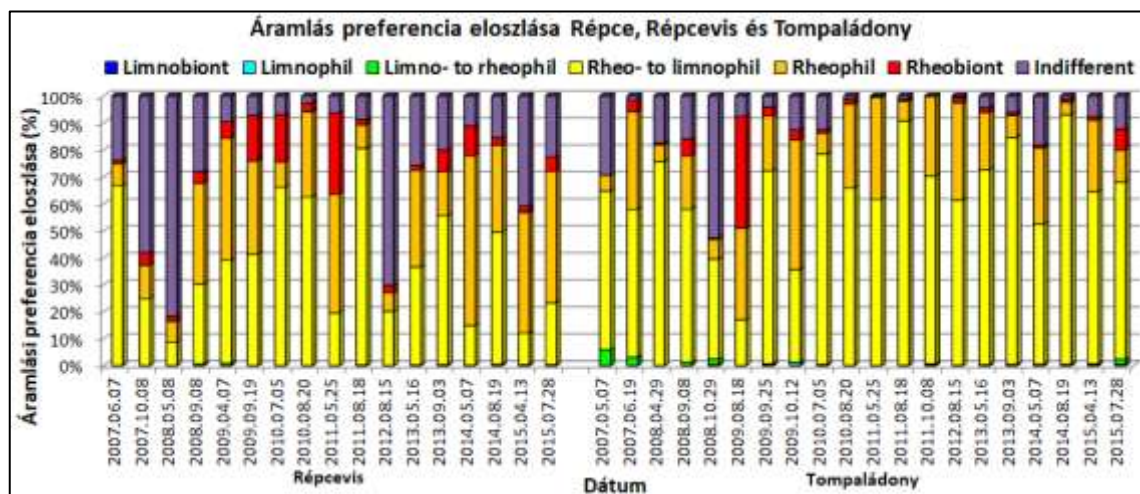
3. ábra: A mikrohabitat preferencia eloszlása Répce, Répcevis és Répce, Tompaládony között

A 3. ábra bemutatja a mikrohabitatok változását a két mintavételi ponton, ami erős kapcsolatot mutat az árvizek hatásaival és az évszakokkal. Árvízi eseményeket követően, illetve tavaszi mintavétel esetén az ásványi aljzatok (Lithal, Akal, Psammal és Pelal) aránya emelkedik, szemben a nyár végi mintavételi adatokkal, melyekben a növényi aljzatok aránya emelkedik. Általánosan megállapítható, hogy a Répcevisi mintákban az ásványi aljzatokat preferáló taxonok aránya magasabb, mint a Tompaládonyi mintákban. Ennek oka az, hogy az árvizeket követően a vízfolyás felső szakaszán a hordalék utánpótlás intenzívebb. A hordalék mozgását a hegyes, csúcsos ez

által intenzívebben áradó és apadó árhullámok végzik a vízfolyás felső szakaszán, ahol a vízfolyás energiája magasabb. Az alsó szakaszon a hordalék utánpótlását az ellaposodó árhullámok kevesebb energiája mellett a Góri árvízcsúcs-csökkentő tározó is akadályozza, az által, hogy a tározó térben felduzzad a víz, ezáltal csökken a sebessége és a hordalék egy részét a medren kívül a tározótérben lerakja. A tendenciák tekintetében elmondható, hogy a Tompaládonyt tekintve a növényi aljzatokat preferáló taxonok aránya növekvő tendenciát mutat, míg Répcevisen a kavicsos aljzatokat (Lithal és Akal) preferáló taxonok arányának növekedése figyelhető meg (JUHÁSZ 2016).



8. ábra: A longitudinális zóna preferencia eloszlása

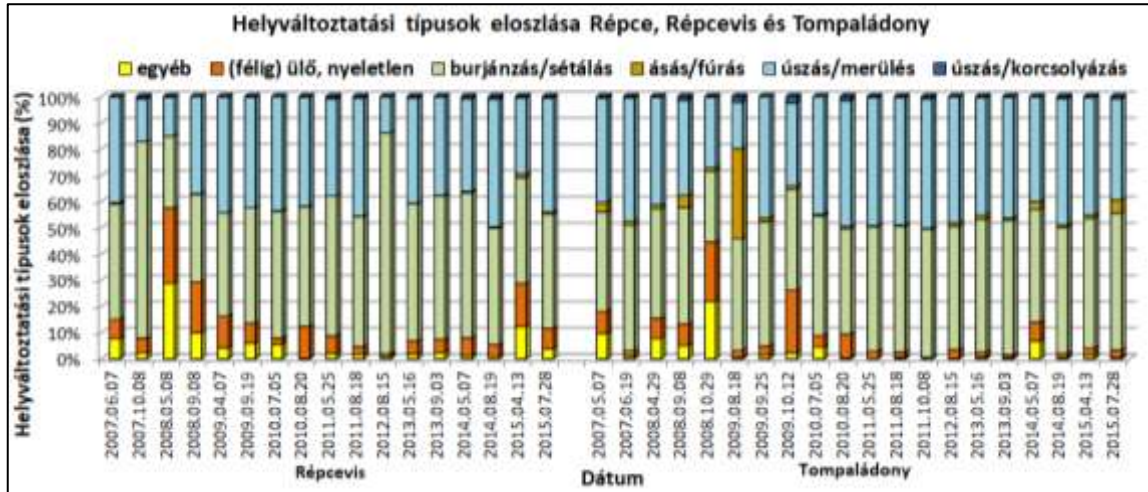


9. ábra: Az áramlási preferencia eloszlása

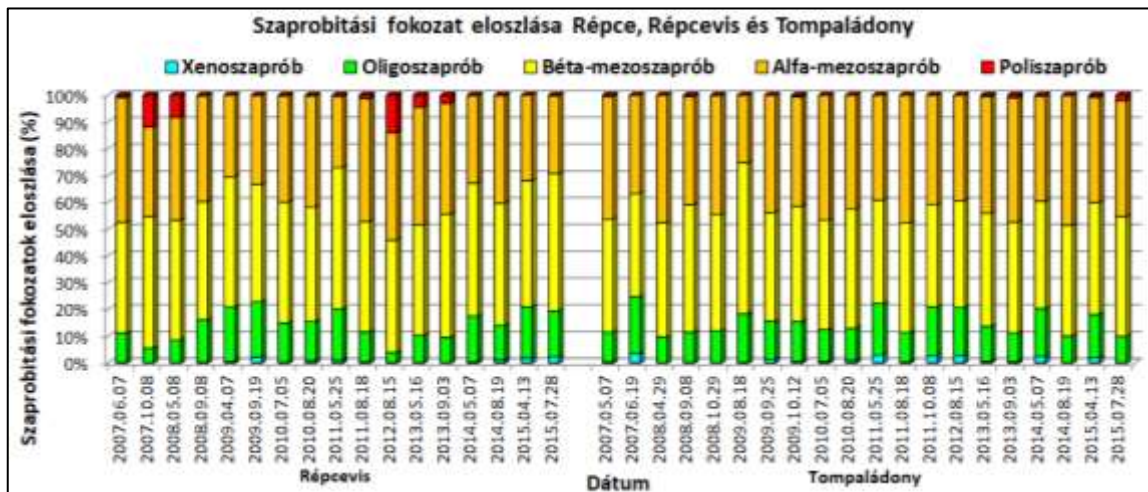
A longitudinális zónák eloszlása (4. ábra) nem mutat jelentős különbséget a két élőhely között, ami a folyóvízi folytonosság elvének (VANNOTE *et al.* 1980) következménye. A torkolat felé haladva a második mintavételi ponton megfigyelhetjük a potamal és a litoral zónákat preferáló taxonok kismértékű növekedését. Kisebb trendeket is meg lehet figyelni az adatsorokban, míg Répcevisen a crenal, a rithral és a potamal (kivéve a hypopotamal) zónákat preferáló taxonok aránya emelkedik, addig Tompaládonyban csak a crenal és a rithral zónákat preferáló taxonok arányában figyelhető meg emelkedés (JUHÁSZ 2016).

Az áramlási preferenciák eloszlásának változása (5. ábra) követi a vízállás változását. Az árvízmentes időszakban mindkét élőhelyen a domináns taxonok a rheo- to limnophil, valamint a rheophil áramlási preferenciával rendelkező taxonok, Tompaládony esetében a rheo- to limnophil taxonok aránya azonban magasabb a kisebb esésből kifolyólag. Árvízi eseményeket

követően megnő azon taxonok aránya, melyek nem mutatnak preferenciát egy adott áramlási tartományra, ami a tágtúrású, az áramlás ellen kevésbé védekező taxonok sodródása miatt következik be. Mivel az eredményeket az egyes árvízi események és a mintavételek időpontjai befolyásolják, ezért nem figyelhetünk meg jellemző trendeket, viszont az elmondható, hogy a rheobiont taxonok aránya kismértékű csökkenést mutat, míg a nem egy adott áramlási sebességet preferáló taxonok aránya növekszik mindkét mintavételi pont vonatkozásában (JUHÁSZ 2016).



10. ábra: A helyváltoztatási formák eloszlása



11. ábra: A szaprobítási fokozatok eloszlása

A helyváltoztatási formák eloszlása nagyon hasonló képet mutat mindkét mintavételi ponton (6. ábra), valamint a vizsgált időszakban az arányok meglehetősen stabil képet mutatnak. A domináns helyváltoztatási forma az aktívan úszó vagy merülő típus, valamint a burjánzó és az aktívan sétáló típus. Az árvizek hatása csak a felső mintavételi ponton (Répecevis) változtatja meg a helyváltoztatási formák eloszlásának arányait, ahol a burjánzó, illetve a lábakon aktívan sétáló taxonok aránya növekszik. Mindkét mintavételi pont esetében elmondható, hogy a (fél)ig kosánytalan taxonok aránya csökken (JUHÁSZ 2016).

A szaprobítási fokozatok eloszlása rendkívül hasonló a két mintavételi ponton (7. ábra), mindkét élőhelyen a domináns szaprobítási osztályok az alfa-mezoszaprob és a béta-mezoszaprob. A Répecevisi mintavételi pont esetében megfigyelhető az árvízi események követően megnövekedő poliszaprob szaprobítási fokozatot jelző taxonok megjelenése, ami az intenzív csapadék események következtében a felszíni lefolyás során bemosódó nagyobb mennyiségű szerves

anyag következménye. Mindkét mintavételi ponton megfigyelhető az árvíz mentes időszakokban a xenoszaprób szaprobitási fokozat megjelenése. Ha trendeket vizsgálunk, látható, hogy a poliszaprób és az alfa-mezoszaprób szaprobitási fokozatot preferáló taxonok a Répcevisi mintavételi ponton csökkenést mutatnak, míg a Tompaládonyi mintavételi pont esetében ugyanezen szaprobitási fokozatok kismértékű emelkedő tendenciát mutatnak (JUHÁSZ 2016).

Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy a két élőhely a Répcén nagyon hasonló, a legnagyobb különbséget a Góri árvízcsúcs csökkentő tározó hatása okozza, amely működtetése esetén csillapítja az árhullámok főbb hatásait. Az eredmények kimutatták, hogy a tározó hatásának eredményeként csökkent a mikrohabitatok változatossága és nőtt az aránya a növényi aljzatoknak (JUHÁSZ 2016). Az árvizek hatására nem csak az élőhelyek, azon belül is a mederaljzatok összetételét változik meg, hanem a vízgyűjtőről és nagyobb árvizek esetenként közvetlenül az ártérről származó szerves anyagok a megfelelő puffer zóna hiánya miatt bemosódnak, ami a poliszaprób szaprobitási fokozatot preferáló taxonok emelkedését is eredményezi. Az eredmények szoros kapcsolatot mutatnak a jelentősebb árvízi események és az ásványi aljzatot kedvelő, az áramlási sebességre nézve preferenciával nem rendelkező valamint az olyan taxonokra nézve, melyek aktívan burjánzanak vagy sétálnak lábakkal, lábszerű nyúlvánnyal vagy nyálkán. A $\text{NO}_3\text{-N}$ és az ásványi-N trendje enyhén emelkedik a Tompaládonyi mintavételi ponton, ezért a poliszaprób és az alfa-mezoszaprób szaprobitási fokozatokat preferáló taxonok arányának trendje is hasonlóan kis mértékben emelkedik (JUHÁSZ 2016). Az eredmények alapján elmondható, hogy a használt kiértékelési metrikák nagyon hasznosak lehetnek két vagy több élőhely összehasonlítására. Bemutathatják a vízfolyás vízjárásának hirtelen változásából adódó következményeit, elsősorban az árvizek hatásait, továbbá lehetőséget biztosítanak az egyes műtárgyak (pl.: duzzasztók, tározók stb.) hatásainak a megismerésére is (JUHÁSZ 2016).

Irodalomjegyzék

- ANDRIKOVICS S. – KERÉKES J. – KRISKA GY. – LISZI J. (2003): Limnológiai alapismeretek, Eszterházy Károly Főiskola Líceum Kiadó, Eger.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities, L 327, v.43. 22/12/2000 P. 0001 - 0073
- JUHÁSZ I. (2016): Evaluation of Macroinvertebrate Data Based on Autoecological Information. Slovak Journal of Civil Engineering, 24 (4), pp. 36-44. doi:10.1515/sjce-2016-0020
- MÜLLER Z. (2010): A makrogerinctelen fauna Víz Keretirányelv szerinti vizsgálata a felső- és középső Ipoly vízgyűjtőjének Magyarországon elhelyezkedő részén (előadás), A Bükk Nemzeti Park Igazgatóság természeti értékeinek kutatása I.: „Az Ipoly-vízgyűjtő vizes élőhelyeinek komplex felmérése, közösségi jegyzékeinek kidolgozása” (HUSK0801/066) Felsőtárkány, 2010.02.10. <https://bnpi.hu/file/30/>.
- VANNOTE, R. L. – MINSCHALL, G. W. – CUMMINS, K. W. – SEDELL, J. R. – CUSHING, C. E. (1980): The river continuum concept. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences Vol. 37, No.1, 130–137 pp., 10.1139/f80-017

HÁROM KÜLÖNBÖZŐ IZZÓVAL VÉGZETT FÉNYCSAPDÁZÁS EREDMÉNYEINEK VIZSGÁLATA ÉJSZAKAI NAGYLEPKÉK (*LEPIDOPTERA: MACROHETEROCCERA*) ESETÉBEN

PINTÉRNÉ NAGY EDIT

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet-és Földtudományi Intézet
pinterne.nagy.edit@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az emberi tevékenységből eredő mesterséges fények megváltoztatják az éjszakai természetes környezet megvilágítottságának szintjét, amely egy új típusú környezeti ártalmat jelent, a fényszennyezést (CINZANO *et al.* 2001). A fényszennyezés jelentős hatással bír többek között az éjjeli lepkék biológiájára, táplálkozására, szaporodására és tájékozódására (PFRIMMER *et al.* 1955, NEMEC 1969, SOWER *et al.* 1970, BROWN 1984, FRANK 1988). Kutatásom során azt vizsgáltam, hogy mely éjszakai nagylepke fajok kerülnek befogásra a különböző fényforrású (teljesítmény és színhőmérséklet) rovarcsapdába, továbbá milyen módon lehet a különböző fényforrások lepkeközösségekre gyakorolt hatását jellemezni.

Vizsgálati anyag és módszer

Kutatásomat a Soproni - hegyvidéken, a Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet Hidegvízvölgyi Kutatóházához tartozó meteorológiai állomásán végeztem. A fénycsapdához Jermy - típusú fénycsapdákat alkalmaztam. A terepi adatgyűjtést 20 napon keresztül végeztem 2014 tavaszán (március: 29-31; április: 07, 08.) és őszén (október: 14-16, 22-24, 30, 31; november: 01, 05-07, 13-15). Három különböző fényforrás típusát használtam: 1) nagynyomású nátrium lámpa: 150 W, 1950 K, 17500 lm; 2) HMLI kevert fényű lámpa: 160 W, 4200 K, 3100 lm és 3) kompakt fénycső: 36 W, 4000K, 2900 lm. A három különböző fényforrástípussal működő fénycsapda napnyugtától napkeltéig egyszerre üzemelt. A fénycsapdába került rovar egyedeket etil-acetáttal kábítottam el, majd ezt követően begyűjtöttem. A nagylepke fajok azonosítását külső morfológiai bélyegek alapján végeztem. A fajok szerinti dominancia vizsgálatot Berger-Parker-féle módszerrel, az egyes fényforrásokra repülő lepkéközösségek fajazonossági indexét Jaccard-féle módszerrel, a hasonlósági indexet Bray-Curtis-féle módszerrel számítottam ki (SOUTHWOOD 1984, RAUP és CRICK 1979, BRAY és CURTIS 1957). A három fényforrásnál csapdázott nagylepke közösségek diverzitási értékeit Simpson és Shannon-Weaver-féle diverzitási indexek segítségével mutattam ki. A fénycsapdázott egyedek számának fajok közötti eloszlását a Pielou-féle egyenletességgel vizsgáltam (KREBS 1985). A különböző lepkéközösségek diverzitásának rangsorolását Rényi-féle diverzitás rendezéssel végeztem (TÓTHMÉRÉSZ 1997).

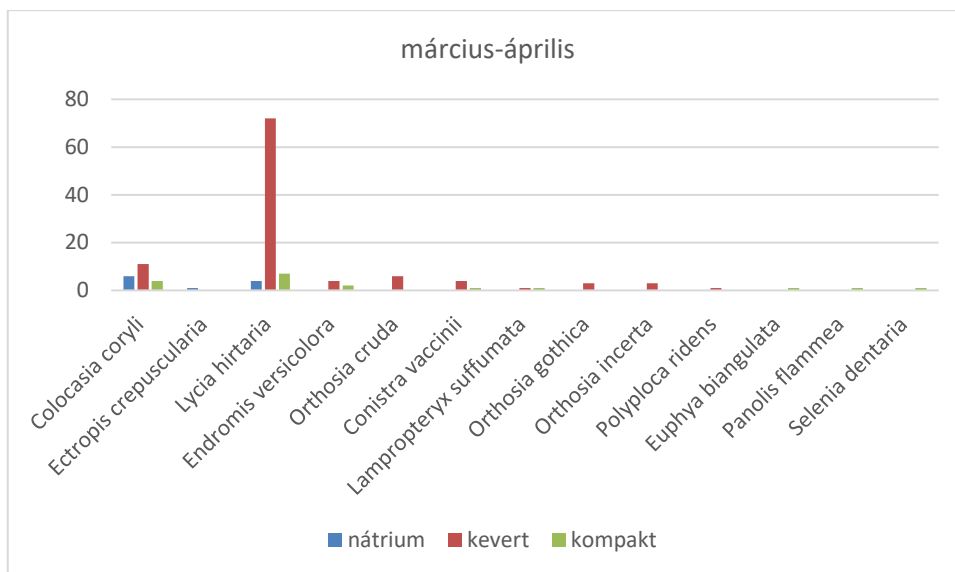
Vizsgálati eredmények

2014-ben 23 nagylepkefaj 985 példányát gyűjtöttem be. Tavasszal a kompakt fénycsőnél és a kevert fényű lámpánál a *Lycia hirtaria*, a nátrium lámpánál a *Colocasia coryli* nagylepkefaj egyedszáma volt a legmagasabb (1. ábra).

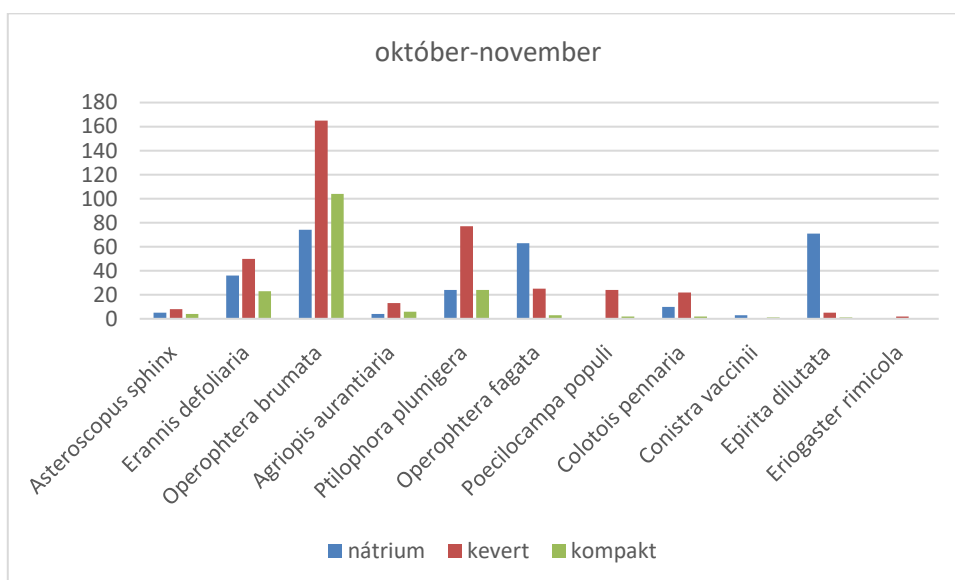
A vizsgált őszi hónapokban a kompakt fénycsőnél az *Operophtera brumata*, a kevert fényű lámpánál az *Operophtera fagata*, nátrium lámpánál pedig az *Erannis defoliaria* fajok egyedei kerültek a fénycsapdába a legnagyobb számban (2. ábra).

Március és április hónapban a fénycsapdázott nagylepkefajok száma összesen a kevert fényű lámpánál volt a legtöbb, majd ezt követte kompakt fénycsőnél fénycsapdázott fajok száma. Október és november hónapban a kevert lámpánál csapdázott nagylepke közösségnél volt legtöbb a fajok száma, majd ezt követte a nátrium lámpa és a kompakt fénycső (3. ábra).

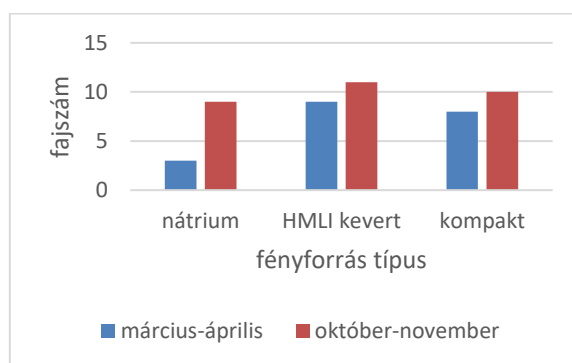
A Berger - Parker dominancia értéket szezonálisan (tavasz és ősz) izzók és nagylepke fajok szerint vizsgáltam. Az izzókat összehasonlítva megállapítható, hogy a dominancia érték a tavaszi hónapokban a három izzó közül a kevert fényű lámpánál volt a legmagasabb (4. ábra), ősszel a kompakt fénycsőnél (5. ábra).



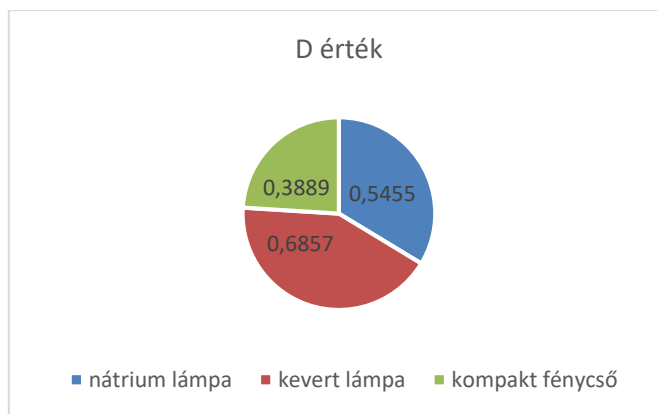
1. ábra. A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma tavasszal



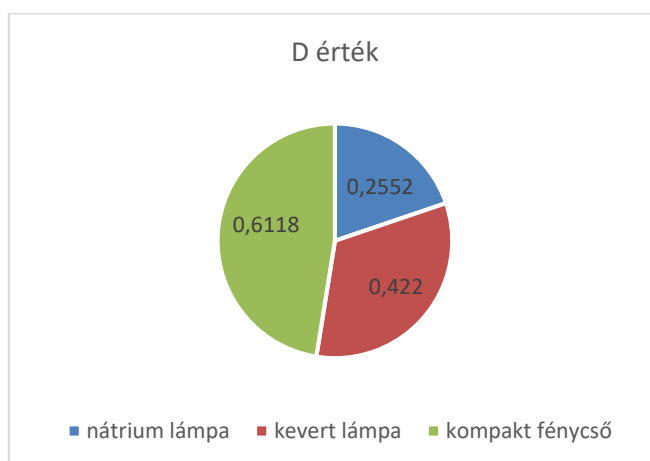
2. ábra. A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma őszezel



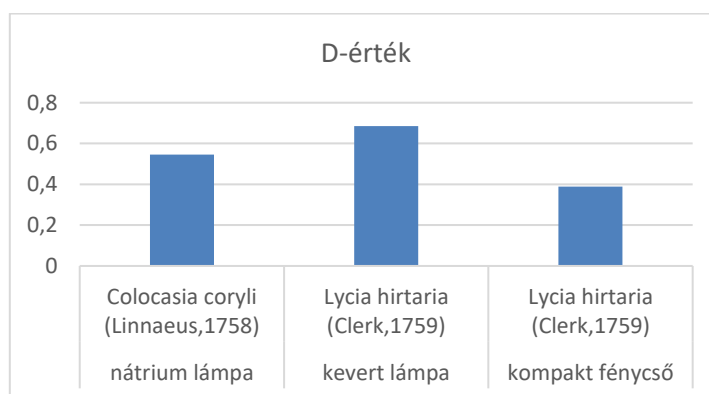
3. ábra. Nagylepke fajok száma



4. ábra. Berger - Parker dominancia érték tavasszal



5. ábra. Berger - Parker dominancia érték ősszel

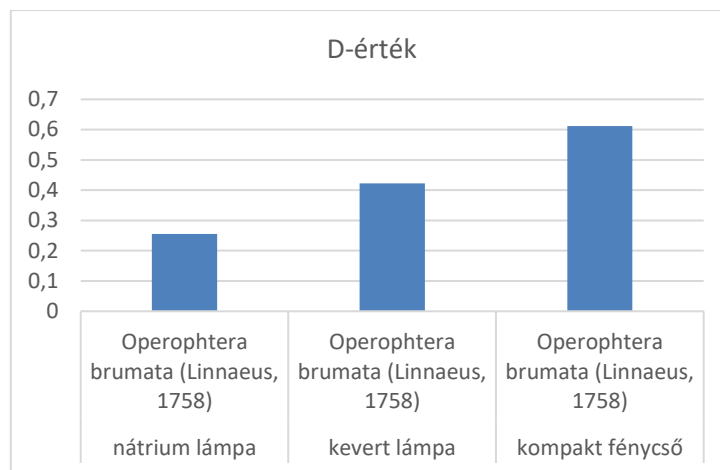


6. ábra. Domináns fajok tavasszal

Fajok szerinti vizsgálat esetén megállapítható, hogy tavasszal a *Lycia hirtaria* fajnak a legmagasabb a dominancia értéke (6. ábra), ősszel az *Operophtera brumata* fajnak (7. ábra).

A fényforrások lepkeközösségeinek fajazonosságát összehasonlítva Jaccard - féle index alapján a kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső lepkeközösségei között a tavaszi hónapokban legnagyobb a hasonlóság. Ősszel a kompakt fénycső és a nátrium lámpa lepkeközösségeinek fajazonossága a legnagyobb (1. táblázat).

A Bray-Curtis index a fajok abundancia és jelenlét/hiány adatait veszi figyelembe, melynek alapján a lepkeközösségek tekintetében a tavaszi hónapokban a nátrium lámpa és a kompakt fénycső, az őszi hónapokban a kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső mutat legnagyobb hasonlóságot (2. táblázat).



7. ábra. Domináns fajok ősze

1. táblázat. Jaccard - féle index tavasszal és ősze

Jaccard	Nátrium	Kevert	Nátrium	Kevert
Időpont	tavasz		ősz	
Kompakt	0,22	0,42	0,9	0,82
Kevert	0,2		0,73	

2. táblázat. Bray - Curtis index tavasszal és ősze

Bray - Curtis	Nátrium	Kevert	Nátrium	Kevert
Időpont	tavasz		ősz	
Kompakt	0,55	0,24	0,59	0,6
Kevert	0,17		0,54	

3. táblázat. Diverzitási indexek tavasszal és ősze

Fényforrás	Nátrium	Kevert	Kompakt	Nátrium	Kevert	Kompakt
Időpont	tavasz			ősz		
Simpson index	0,562	0,511	0,772	0,804	0,748	0,585
Shannon index	0,917	1,199	1,749	1,782	1,703	1,29
Pielou egyenletesség	0,834	0,546	0,841	0,811	0,739	0,56

A diverzitási index értékei a tavaszi időszakban a kompakt fénycsőnél, az őszi hónapokban a nátrium lámpánál a legnagyobbak (3. táblázat).

A három különböző fényforrástípusnál fénycsapdázott lepkeközösségeket a diverzitási profil alapján tavaszi hónapokban a nátrium lámpa és a kompakt fénycső között, ősze a kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső között lehet rangsorolni. Ennek megfelelően a kompakt fénycsőnél fénycsapdázott lepkefajok közössége diverzebb a nátrium lámpánál, ősze pedig a kevert fényű lámpa lepkeközössége diverzebb a kompakt fénycső lepkeközösségénél.

Vizsgálati eredmények értékelése

A fénycsapdázás eredményeiből nem lehet teljes körű, általánosan elfogadható következtetést, megállapítást tenni a kevés számú minta miatt. Ehhez több éves kutatásra lenne szükség. Egyértelműen megállapítható volt, hogy a fényforrások fénytani jellemzői (teljesítmény, színhőmérséklet) fontos szerepet játszanak a lepkékre gyakorolt hatás szempontjából.

A dominancia vizsgálat tavasszal a kevert fényű lámpánál a *Lycia hirtaria*, ősszel a kompakt fénycsőnél az *Operophtera brumata* lepkefaj dominanciáját mutatta ki. A fényforrások lepkeközösségeinek fajazonosságát összehasonlítva a tavaszi hónapokban a kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső lepkeközösségei között legnagyobb a fajazonosság, ősszel a kompakt fénycső és a nátrium lámpa lepkeközösségei között. A fajok jelenlét/hiány adatainak figyelembe vétele esetén a tavaszi hónapokban a nátrium lámpa és a kompakt fénycső, az őszi hónapokban a kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső lepkeközössége mutatott legnagyobb hasonlóságot. A lepkeközösségek diverzitási indexei tavasszal a kompakt fénycsőnél, ősszel a nátrium lámpánál mutattak legmagasabb értéket. A diverzitási profil rangsorolását két esetben lehetett elvégezni, melynek eredményeként tavasszal a kompakt fénycsőnél csapdázott lepkefajok közösségei, ősszel a kevert lámpa lepkefajok közösségei diverzebbek.

Irodalomjegyzék

- AMBRUS A. (1979): Két faunánkra új lepkefaj Sopronból (*Odezia atrata* L. és *Euxoa decora* Hbn.). Folia Entomologica Hungarica 32.(1) 216.
- BRAY, J. R. CURTIS, J.T. (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs 27. 325-349.
- BROWN, L. N. (1984): Population outbreak of Pandora moths (*Coloradia Pandora* Blake) on the Kaibab plateau, Arizona (Saturniidae). Journal of the Lepidopterists' Society, 38 65.
- CINZANO, P. – FALCHI, F. – ELVIDGE, C. D. (2001): The first of World Atlas of the artificial night sky brightness. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 328. 689-707.
- FRANK, K. D. (1988): Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. Journal of The Lepidopterist's Society 42.(2) 63-93.
- HORVÁTH B. (2014): Különböző korú gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdők lepkeközösségeinek ökológiai szempontú összehasonlító vizsgálata. Doktori értekezés, Sopron
- KREBS, C.J. (1985): Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Third Edition. Harper & Row Publisher New York.
- NEMEC, S. J. (1969): Use of artificial lighting to reduce *Heliothis* spp. populations in cotton fields. Journal of Economic Entomology 62. 1138-1140.
- PFRIMMER, T. R. – LUKEFAHR, M. J. – HOLLINGSWORTH, J. P. (1995): Experiments with Light Traps for Control of the Pink Bollworm. ARS-33-6. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, District of Columbia
- RAUP, D. – CRICK, R. E. (1979): Measurement of faunal similarity in paleontology. Journal of Paleontology 53. 1213-1227.
- SOWER, L. L. – SHOREY, H. H. – GASTON, L.K. (1970): Sex pheromones of noctuid moths. XXI. Light: dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of *Trichoplusia ni*. Annals of the Entomological Society of America 63. 1090-1092.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1984): Ökológiai módszerek - különös tekintettel a rovarpopulációk tanulmányozására. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TÓTHMÉRÉSZ B. (1997): Diverzitási rendezések. Scientia Kiadó, Budapest.

A MAGYAR VÍZIVAD MONITORING 20 ÉVE

FARAGÓ SÁNDOR – GOSZTONYI LÍVIA
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces állattani Intézet
farago.sandor@uni-sopron.hu

Bevezetés

A NEMZETKÖZI VÍZIVAD KUTATÓ IRODA (INTERNATIONAL WATERFOWL RESEARCH BUREAU – IWRB, ma WETLANDS INTERNATIONAL) 1981. október 26-30. között Debrecenben rendezett – a vadludak populációökológiájával foglalkozó – szimpóziuma hatására, a MADÁRTANI INTÉZET támogatásával – soproni irányítással megalapítottuk a MAGYAR VADLÚD KUTATÓ CSOPORTOT, amely előbb 1984, majd 1985 novemberében – tehát a nemzetközi számlálásokhoz igazodva, s mintegy próbaként – elvégezte az első, Magyarország minden jelentős vadlúd éjszakázó helyére koncentrált számlálásait. 1986 októberétől kezdődően pedig havi rendszerességgel folynak a nemzetközi vízimadár számlálásokhoz igazodó vadlúd felméréseink. Tíz esztendővel később – az akkori FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM és a KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS VÍZÜGYI MINISZTERIUM TERMÉSZETVÉDELMI HIVATALA támogatásával – alapítottuk meg Sopronban az AEWÁ ajánlásai alapján és a *Magyar Vízivad Gazdálkodási Terv* megvalósítása háttérintézményeként a MAGYAR VÍZIVAD KUTATÓ CSOPORTOT. A kutató csoport feladata a *Magyar Vízivad Információs Rendszer* működtetésén keresztül a *Magyar Vízivad Monitoring* (MVvM) megfigyeléseiből, valamint az *Országos Vadgazdálkodási Adattár* adataiból származtatott *Vízivad Adatbázis* kezelése és a felhasználó vadgazdálkodás és természetvédelem információ igényének kielégítése, a jogalkotói munka megalapozása (FARAGÓ 1998).

A MVvM a vonulási és telelés időszakra koncentrált, aminek oka kettős: (1) a hazai *fészkelő vízivad állományunk* viszonylag szegényes (mindössze 20 faj, de ebből igen ritka fészkelő 6 faj), képviselőjük a faj állományából nemkülönben. (2) Ezzel szemben a kutatásba vont 50 fajból (amelyek valaha is előfordultak Magyarországon) csak néhány fajt nem figyeltük meg monitoring területeinken. A Kárpát-medence, e tudományterületen használt elnevezéssel **a Pannon régió, a Nyugat-Palearktiszban ismert vízimadár vonulásnak és telelésnek az egyik kulcsterülete**. A Pannon régióban vonuló és telelő vízivad/vízimadár állományok helyzetének ismerete nélkül nem értelmezhető a Nyugat-Palearktiszból vízivad fajainak státusa, nem alakítható ki stratégia védelmükre, fenntartásukra.

Anyag és módszer

A MAGYAR VÍZIVAD MONITORING megfigyeléseit az 1996/1997-es kezdő idényben októbertől márciusig, azaz 6 hónapban végezte, minden hónapban a nemzetközi szinkronnaphoz igazodva, azaz az adott hónap 15-éhez legközelebb eső szombaton, míg a vasárnap a rossz időjárás esetére tartalékolt megfigyelési nap volt. Az 1997/1998-as idényben már augusztus és április közötti 9 hónap volt a megfigyelés időszaka, amely így a vedlés, nyárvégi-koraőszi gyülekezés időszakát ugyanúgy lefedi, mint az áprilisi későbbi vonulásokat. A jelen összefoglalóban – hasonlóan korábbi közlésünkhöz (FARAGÓ – GOSZTONYI 2009) – az 1986-2016 közötti 20 év eredményeit mutatjuk be.

A megfigyelések köre az alábbi taxonokra terjed ki: Búváralakúak (Gaviiformes), Vöcsökalakúak (Podicipediformes), Gődényalakúak (Pelecaniformes), Lúdalakúak (Anseriformes) minden fajára, továbbá a szárcsára (*Fulica atra*).

A megfigyelések **23** körzetben történnek (*1. térkép*), amelyek esetenként 2-6 alkörzetre is bonthatók, így összesen a teljes vízivad monitoring **48** megfigyelési egységben folyik. A teljes megnevezés azért szükséges, mert a vadlúd monitorozásba a Balaton K-i területe, a Duna Gemenci szakasza, továbbá a Tisza tó is bekapcsolódnak. Így a megfigyeléssel valamilyen szinten érintett területjegyzék száma **51**.



1. térkép: A MAGYAR VÍZIVAD MONITORING megfigyelési körzetei

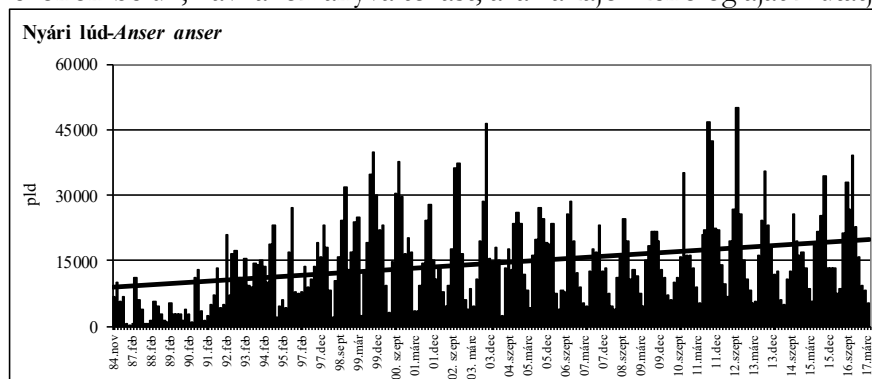
A fajok vizsgálatánál az alábbi tényezőket elemeztük részletesen:

- állománydinamika (1) – a vizsgált területek, körzetek és Magyarország vonatkozásában a vizsgált időszakban – trendek
- állománydinamika (2) – az egyes hónapokban észlelt minimális, közepes és maximális példányszám – fenológia
- tér-idő mintázat – térképi megjelenítés

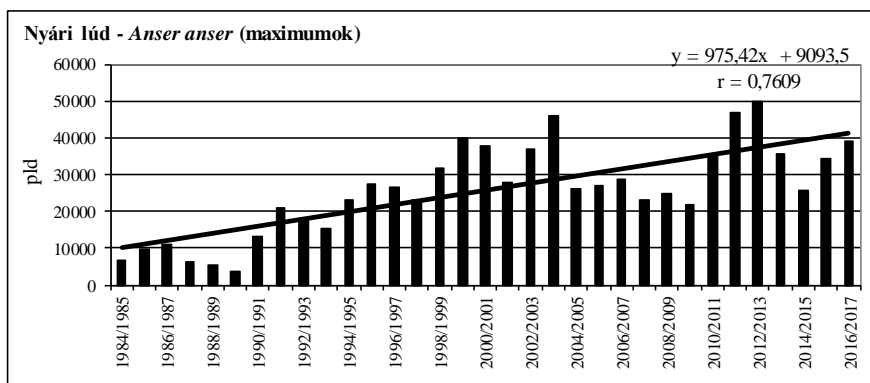
Eredmények

Az eredményeket a nyári lúd (*Anser anser*) példáján mutatjuk be. A havi rendszerességgel végzett számlálások dinamikája (1. ábra) mutatja az a hosszútávú trendet amely a faj mennyiségi alakulását jellemzi, de ugyanakkor mutatja, hogy ezek az értékek az egyes éveken/szezonokon belül változnak részben a szaporulattal való gyarapodás, nemkülönben az északról átvonulás során, illetve telelésre érkezett mennyiségek hatására, illetve a téli esetleges el, vagy továbbvonulás következtében. A valóságos állománytrendeket a szezonális maximumok alapján mutathatjuk ki (2. ábra).

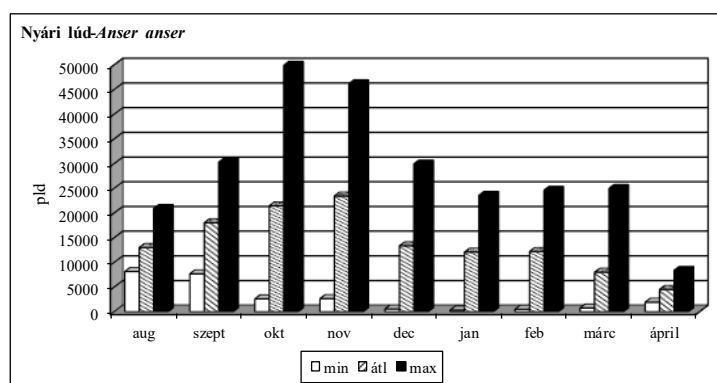
Az egyes hónapokban észlelt minimális, átlagos és maximális mennyiségeket mutató ábra (3. ábra) a szezonon belüli, havi állományváltozást, azaz a fajok fenológiáját mutatja.



1. ábra: A nyári lúd mennyiségi (havi) dinamikája Magyarországon

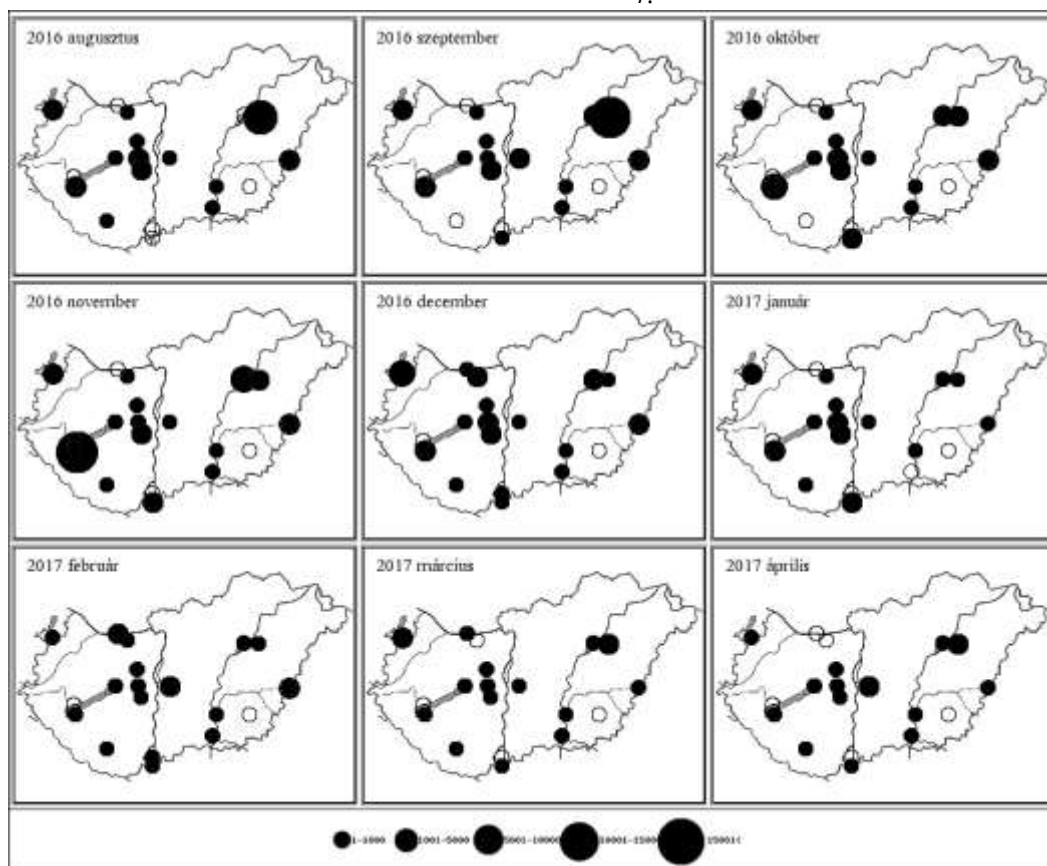


2. ábra: A nyári lúd szezonális maximumainak dinamikája Magyarországon

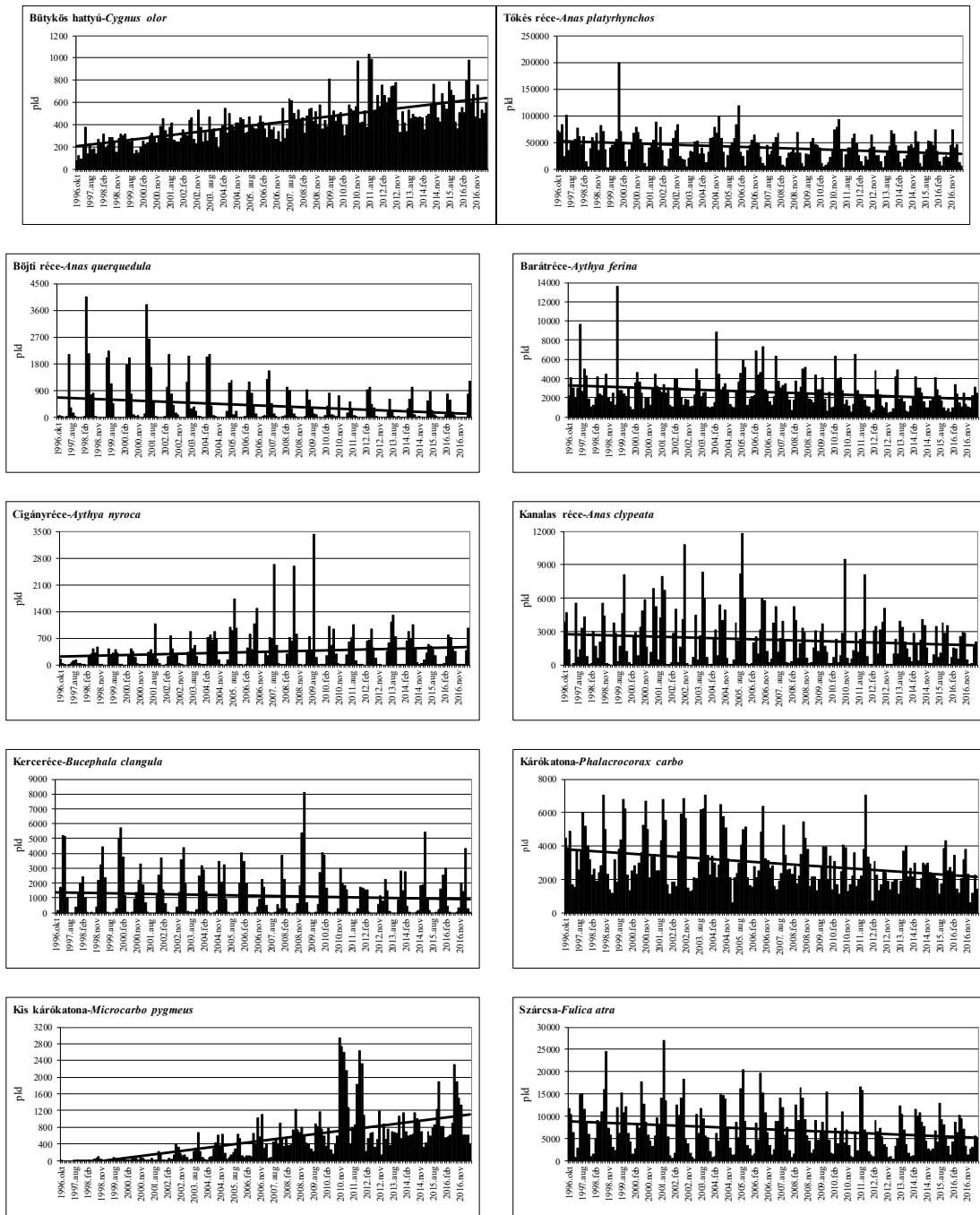


3. ábra: A nyári lúd fenológiája Magyarországon

1.



2. térkép: A nyári lúd előfordulás tér-idő mintázata Magyarországon a 2016/2017-es szezonban



4. ábra: Gyakoribb vízivadfajok hosszútávú dinamikája és trendje Magyarországon

Az egyes fajok egyes területeken észlelt mennyiségeire alapozva térképen ábrázolható minden faj magyarországi megjelenésének tér–idő mintázata évenként, s hosszabb időszak átlagai alapján (2. térkép).

A trendek alapján megállapítható és minősíthető az egyes fajok állományváltozása (4. ábra), amely az alapja vad-, és természetvédelmi besorolásának, státusza megállapításának.

A minősítést növekvő, stagnáló és csökkenő trendű csoportokba sorolva végezhetjük. Ezek alapján az elmúlt 20 esztendőben e három csoport tagjai az alábbiak.

Növekvő állományú fajok: *Cygnus olor*, *Anser albifrons*, *Anser anser*, *Branta leucopsis*, *Branta ruficollis*, *Tadorna tadorna*, *Anas strepera*, *Netta rufina*, *Aythya nyroca*, *Melanitta nigra*, *Melanitta fusca*, *Mergus merganser*, *Microcarbo pygmeus*

Stabil állományú fajok: *Aythya marila*, *Bucephala clangula*, *Mergus serrator*, *Gavia arctica*, *Podiceps auritus*

Csökkenő állományú fajok: *Anser erythropus*, *Anser fabalis*, *Anas penelope*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*, *Anas acuta*, *Anas querquedula*, *Anas chapeata*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, *Mergellus albellus*, *Gavia stellata*, *Tachybaptus ruficollis*, *Podiceps cristatus*, *Podiceps grisegena*, *Podiceps nigricollis*, *Phalacrocorax carbo*, *Fulica atra*.

Összefoglalás

A 20 esztendeje működő MAGYAR VÍZIVAD MONITORING – standardizált megfigyelőhelyeinek és a számlálások egyidejűségének (szinkronitásának) köszönhetően – a Magyarországon átvonuló és telelő vízivadfajok mennyiségi és minőségi állományadatainak gyűjtésével és nyilvántartásával biztosítja azokat az információkat a vad- és természetvédelem számára, amelyek e két tevékenységen alapuló ágazat (vadgazdálkodás és természetvédelem) hatékony és fenntartható működtetését. Lehetővé teszi, növeli a védelem eredményességét, a vadászható fajok esetében pedig a bölcs hasznosítás alapú gazdálkodás gyakorlati megvalósítását.

Felhasznált irodalom

- FARAGÓ, S. (1998): A Magyar Vízivad Információs Rendszer. *Magyar Vízivad Közlemények* **4**: 3-16.
- FARAGÓ S. – GOSZTONYI L. (2009): Population trend, phenology and dispersion of common waterfowl species in Hungary based on a ten year long time series of the Hungarian Waterfowl Monitoring. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* **5**: 83-107.

VÍZIVAD VADÁSZAT MAGYARORSZÁGON – MÚLT, JELEN, JÖVŐ

FARAGÓ SÁNDOR

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
farago.sandor@uni-sopron.hu

Bevezetés

A Pannon régió, a Nyugat-Palearktisz vízimadár vonulásának és telelésének az egyik kulcsterülete. A vízi- vad/vízimadár állományok helyzetének ismerete nélkül nem értelmezhető e régió vízivad fajainak státusa, nem alakítható ki stratégia védelmükre, fenntartásukra.

A fenntartáson ebben az esetben a védelmet célzó aktív, fenntartó természet- és vadvédelmi beavatkozást, illetve a bölcs, fenntartható hasznosítás elvű vadgazdálkodást értjük. A védelmi és a vadgazdálkodási tevékenység – az utóbbi, mint a természet erőforrásainak egyikével sáfárkodó ágazat – nemhogy kizárja, hanem egyenesen feltételezi egymást. Ezt erősíti meg az EURÓPAI UNIÓ BIZOTTSÁGA által kezdeményezett, a BIRDLIFE INTERNATIONAL és a FACE (EURÓPAI VADÁSZSZÖVETSÉGEK SZÖVETSÉGE) bevonásával kidolgozott, „**Vadászható Madárfajok Fenntartható Hasznosításának Programja**”, amely a Madárvédelmi Irányelv (79/409/EGK) mellékleteiben szereplő vadászható madárfajok – köztük a vízivad fajok – bölcs hasznosítását hivatott elősegíteni. Talán Európában először, Magyarországon elkészítettük e program végrehajtási tervét is (BÉLTELKINÉ GÁL – KOVÁCS 2004; FARAGÓ 2017).

E célkitűzéseknek megfelelően az alábbi kérdésekre kívánunk válaszokat adni:

- (1) Hogyan alakul a vadászható fajok terítékdinamikája?
- (2) A vadászat jogi szabályozása biztosítja-e a bölcs hasznosítás szemléletének érvényesülését a gyakorlatban, azaz harmonikus-e a kapcsolat a populációméret és a hasznosítás nagysága között?
- (3) Valóban a leggyakoribb, azaz a legkevésbé sérülékeny fajok vadászhatók Magyarországon?
- (4) Milyen ajánlások fogalmazhatók meg a gyakorlati vad- és természetvédelem számára Magyarországon?

Anyag és módszer

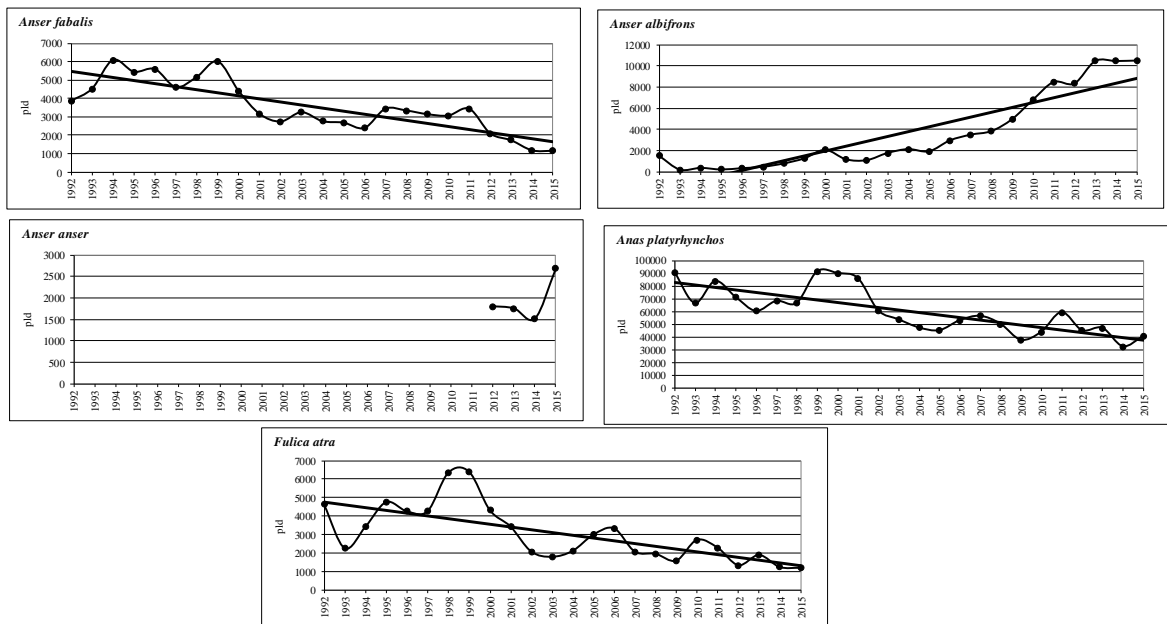
A vízivad vadászata mindenkoron a hatályos jogszabályok alapján történt. Ezek az alábbiak voltak: 1872. és 1883. évi vadászati törvények; 23.470/1912. FM számú rendelet; 1925. évi tilalmi rendelet; 1954. évi madárvédelmi rendelet; 8/1993. FM rendelet; 30/1997 (IV.30.) FM rendelet; 79/2004 (V.4.) FVM sz. rendelet; 7/2010 (II.2.) FVM rendelet; 72/2012 (VII.24.) VM rendelet; 24/2017. (V. 17.) FM rendelet. Legnagyobb változás a vadászható fajok körében történt. Kezdetben minden faj vadászható volt, napjainkban csak a nagy lilik, vetési lúd, nyári lúd, tőkés réce és szárcsa vadászható. A statisztikai nyilvántartásokban csak 1992 óta találunk faji szintű adatokat, amelyeket azóta az ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR tart nyilván. Adataink is ebből a forrásból származnak (www.ova.info.hu)

Eredmények

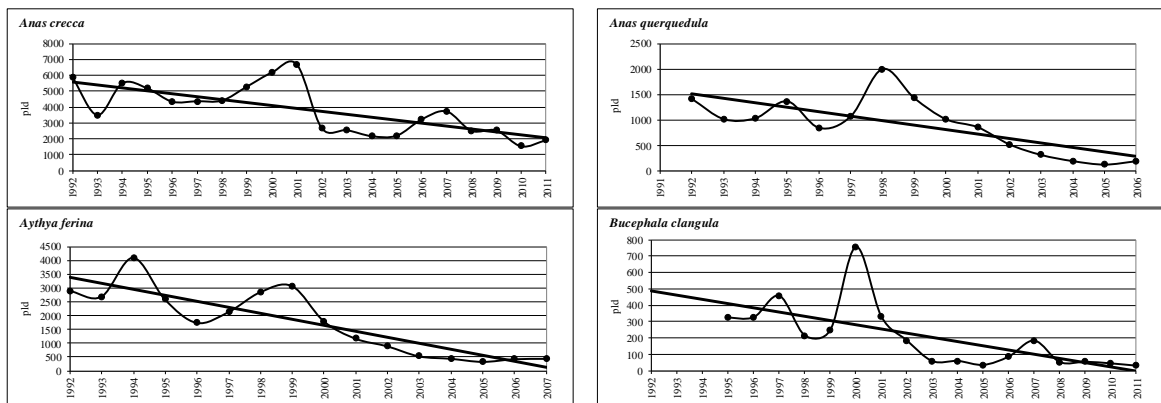
Hogyan alakul a vadászható fajok terítékdinamikája?

- A három vadászható vadlúdfaj eltérő állomány- és terítékalakulása közötti kompenzáló hatás mutatható ki, amely a magyar vadlúd terítéknek jelentős növekedését eredményezte a növekvő nagy lilik és nyári lúd állományok következményeként. A növekedést támogatja, de egyúttal korlátozza is a szigorú és többoldalú vadászati szabályozás.
- A nagy lilik és a nyári lúd védelme és vadászata a bölcs hasznosítás szellemében történik, a vetési lúd esetében a hivatalos statisztikákban megjelenített vadászati terítéke eléri a becsült létszámot, ami lehetetlen és tarthatatlan, a becslések alapján országos terítéke maximum 300-350 példány lehetne!

- A csörgő réce, a bőjti réce, a barátaréce és a kerceréce és a szárcsa állománycsökkenései a terítkeik csökkenéséhez, ezáltal a tőkés réce teríték arányainak relatív növekedéséhez vezetett.
- *A csörgő réce, a bőjti réce, a barátaréce és a kerceréce állományainak visszaesése elvezetett vadászható faj státusok megszüntetéséhez, védetté nyilvánításához.*
- A védetté nyilvánítások után a tőkés récén kívül, – a három libafaj mellett – már csak a szárcsa vadászható, terítéknagyságban kimutatható *vadászati szerepe azonban eltörpül (3-4%) a tőkés réce mellett (1-2. ábra).*



1. ábra: A jelenleg is vadászható vízivad fajok terítékdinamikája (OVA adatai alapján)

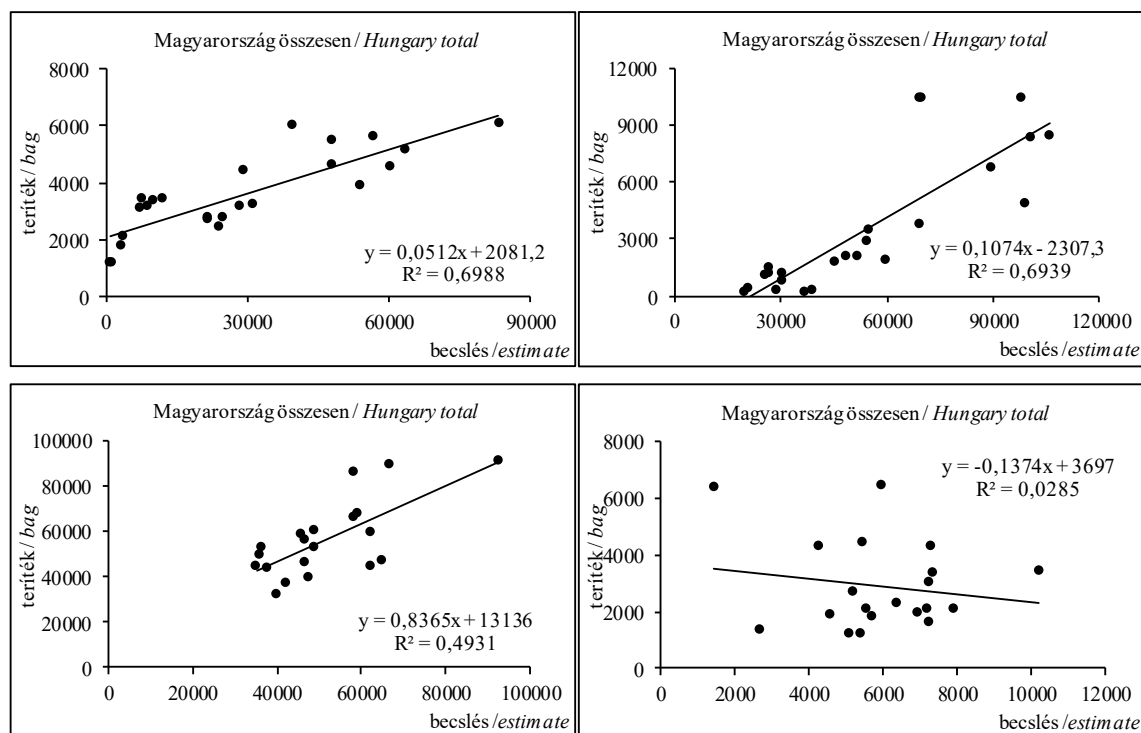


2. ábra: A közelmúltig vadászott vízivad fajok terítékdinamikája (OVA adatai alapján)

Harmonikus-e a kapcsolat a populációméreték és a hasznosítás nagysága között?

- A vadászható vadlúdfajok mennyiségi és hasznosítási adataiban kimutatható a fajok eltérő állomány- és terítékalkulása közötti *kompenzáló hatás*, amely végső soron a magyar vadlúd teríték növekedését jelenti a növekvő nagy lilik és vadászhatóvá váló nyári lúd állományok következményeként.
- *Az elemzésekből az is egyértelműen kijelenthető, hogy a növekedést elősegítette a szigorú vadászati szabályozás.*

- *A nagy lilik és a nyári lúd védelme és vadászata a bölcs hasznosítás szellemében történik, a vetési lúd esetében a hivatalos statisztikákban megjelenített vadászati terítéke eléri a becsült létszámot, ami lehetetlen és tartahatatlán, a becslések alapján országos terítéke maximum 300-350 példány lehetne!*
- Összhangban a Bonni Konvenció és az AEWA ajánlásaival – Magyarországon a récék és a szárcsa védelme és vadászata a bölcs hasznosítás szellemében történt és történik (3. ábra).
- Ennek a következménye és eredménye volt a veszélyesen csökkenő hazai és európai státusú és állománytrendű fajok vadászatának megszüntetése: bójti réce (*Anas querquedula*) **2007**-től, a barátréce (*Aythya ferina*) **2008**-től, a csörgő réce (*Anas crecca*) és a **kerceréce** (*Bucephala clangula*) **2012**-től védett.



3. ábra: A vadászható vízivad fajok állományviszonyai és terítéknagysága közötti összefüggés

Valóban a leggyakoribb, azaz a legkevésbé sérülékeny fajok vadászhatók Magyarországon?

Az átlagos rangsorrend alapján a leggyakoribb vízivad fajok a vadászidényben az alábbiak:

ANAPLA (szept. – jan.)	1,1 – 2,0 átlagos rangsor hely
ANSALB (okt. – jan.)	1,4 – 6,4
ANSANS (okt.–dec.)	2,8 – 3,8
FULATR (szept. – jan.)	2,8 – 8,6
ANACRE (szept. – jan.)	3,7 – 8,2
ANSFAB (okt. – jan.)	4,2 – 10,0
BUCCLA (okt. – jan.)	6,2 – 31,7
AYTFER (okt. – jan.)	9,5 – 11,3
ANAQUE (szept. – jan.)	18,2 – 37,8

- Az 5 napjainkban vadászható vízivad faj állományainak ismeretében elmondható, hogy általában a leggyakoribb magyarországi vízivad fajokat érinti a hasznosítás, így jogi szabályozásunk *maradékátalanul megfelel* a nemzetközi elvárásoknak és a bölcs hasznosítás elvének.
- A *vetési lúd* utóbbi időben észlelt drámai mértékű állománycsökkenése *vadászatának átmeneti felfüggesztését igényli*.
- A ranglista elején helyezkednek el *nagy gyakoriságú védett fajok* is: *kárókatona, kanalas réce, fityüülő réce, kontyos réce, szárcsa gém, búbos vöcsök, kendermagos réce és cigányréce*.

- Biztosan *nincs vadászati érdeklődés* a kárókatonára, a szürke gémre és a búbos vöcsökre.
- *Globálisan veszélyeztetett faj* a cigányréce, tehát vadászata szóba sem kerülhet. A füttyülő réce, a kontyos réce és kendermagos réce esetében – *csökkenő állománydinamikájuk* okán – nincs napirenden vadászhatóvá tétele.

Milyen ajánlások fogalmazhatók meg a gyakorlati vad- és természetvédelem számára Magyarországon?

- *A kéméleti területek országon belüli elhelyezkedési mintázata távolról sem ideális (1. térkép).* A kapcsolódó „típegő kövek” a magasan erdőszült hegyvidéki területekről hiányoznak leginkább, de jelentős hiátusok vannak a Nyugat-Dunántúlon és a Duna-Tisza közén is.



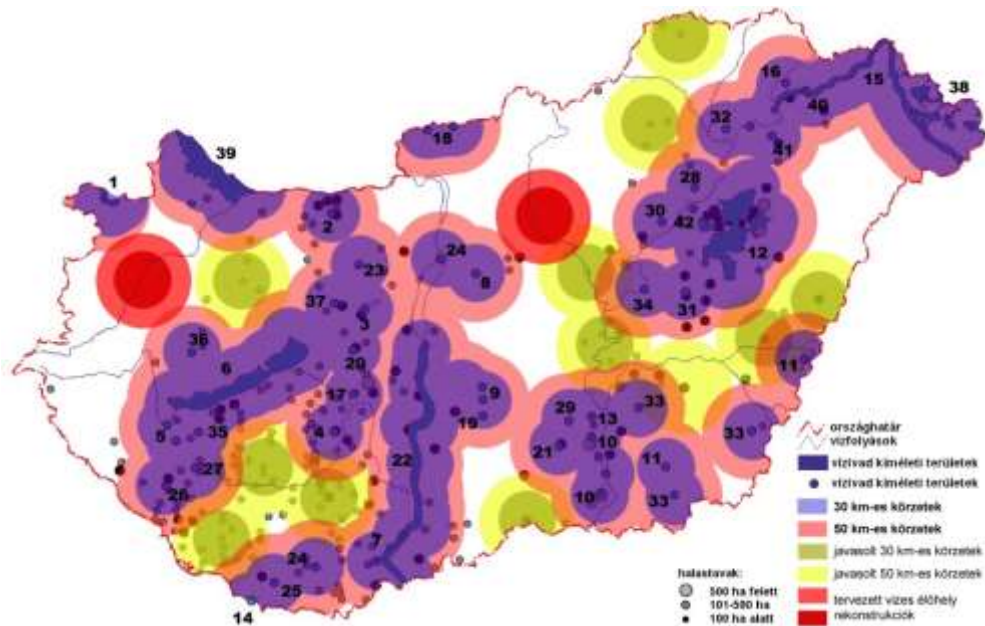
1. térkép: A vízivad kéméleti területek hálózata Magyarországon

- Az így létrejött „üres terekbe” vizes „típegő köveket” kell telepítenünk, azaz *újabb kéméleti területeket kell létesíteni*. A vízivad a nyugalmat jelentő új területeket hamar felismeri (rezervátum effektus), s elfoglalja, belakja azokat.
- A vízivad élőhely preferenciái (FARAGÓ 2011) alapján egyértelmű, hogy első megközelítésben a *80-100 hektáros minimális vízfelszínt biztosító halastavak* körében kell a megoldást keresnünk.
- Kizárólag ezzel a módszerrel sem juthatunk el a teljes lefedettséghez. A Dél-Dunántúl és a Dél-Alföld halastavakra alapozott kéméleti terület sűrítésével lehet eredményt elérni, a két nagy „fehér folt”, a Kisalföld D-i része és a Hernád völgye térsége csak *egy-egy, a Rába/Marcal és a Hernád árterületeihez köthető élőhely rekonstrukcióval adna végleges megoldást (2. térkép).*

Összefoglalás

Mіндеzen feladatok pedig csak akkor valósíthatók meg, ha

- a védelem gyakorlatában *maradéktalanul érvényesülnek az AEWÁ ajánlásai,*
- a *vadgazdálkodás és a természetvédelem kapcsolatát minden szinten az együttműködés jellemzi,*
- a vízivad-gazdálkodás jövőképe kizárólagosan a *természetszerű, bölcs gazdálkodáson* alapulhat, amit a már a MAGYAR APRÓVAD GAZDÁLKODÁS STRATÉGIAI TERVE (FARAGÓ 1999) megfogalmazott.
- Szükséges lesz a *Magyar Vízivad gazdálkodási Terv újra fogalmazása,* az új terv legszélesebb körű bevezetése, feltételrendszerének megteremtése és következetes betartása, betartatása.
- *Ez a paradigmaváltás az egyedüli esélye a vonuló (és fészkelő) vízivad fajok fenntartásának Magyarországon.*



2. térkép: A vízivad kéméleti területek tervezett teljes hálózata, a vízivad 30 és 50 km-es mozgáskörzeteinek feltüntetésével (FARAGÓ 2017)

Irodalomjegyzék

BÉLTELKINÉ GÁL A. – KOVÁCS A. (2004): A Magyarországon Vadászható Madárfajok Fenntartható Hasznosítási Programjának végrehajtási terve. Budapest, MME, 76 p.

FARAGÓ, S. (szerk.)(1999): Az apróvad-gazdálkodás stratégiai terve Magyarországon. Vadászévkönyv. 2000. pp. 112-146.

FARAGÓ S. (2011): Habitat selection of migratory waterfowl species in Hungary. – *Aquila* 118: 7-26.

FARAGÓ S. (2017): A vadászat hatása a vízivad populációkra Magyarországon. – *Magyar Vízivad Közlemények* 30: 7-116.

www.ova.info.hu – *Országos Vadgazdálkodási Adattár adatbázisa*

PROTOTÍPUS AZ AGRÁRKLÍMA DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER ADATBÁZISAINAK EGYSÉGES SZERKEZETŰ DOKUMENTÁLÁSÁHOZ A KLÍMAADATBÁZIS PÉLDÁJÁN

GÁLOS BORBÁLA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
galos.borbala@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az erdészeti célú klímahatás vizsgálatokhoz és az éghajlatváltozáshoz alkalmazkodó fafajpolitika kialakításához a szélsőséges időjárási esemény–erdészeti kár összefüggések mért adatokon alapuló számszerűsítése, valamint a hosszútávú éghajlati tendenciák megbízható előrejelzése szükséges (MÁTYÁS *et al.* 2010, GÁLOS *et al.* 2015). Az Agrárklíma projekt keretében fejlesztett döntéstámogató rendszer (CZIMBER- GÁLOS 2016, MÁTYÁS 2017, FÜHRER 2017) klíma- és egyéb adatbázisainak egységes szerkezetű bemutatása eddig még nem hozzáférhető a potenciális felhasználók számára. Ezért egy dokumentációt készítettünk a klímaadatbázisról, melynek tagolása, részletessége prototípusként szolgálhat a többi adatbázis leírásának közzétételére a rendszer webes felületén.

Adat és módszer

A dokumentáció a döntéstámogató rendszer webes lekérdező felületén található éghajlati térképek, adatok és szöveges információ tartalmához igazodik és ad róluk bővebb leírást, magyarázatot. Az adatbázisok különböző mélységgel, részletességgel kerülnek bemutatásra, az alábbi kérdések alapján:

1. Milyen klímainformációra épül a döntéstámogató rendszer?
2. Mit származtatunk ezekből az adatokból?
3. Hogyan értelmezzük a döntéstámogató rendszerben szereplő klímaadatokat és a belőlük származtatott információt?

A weblapon a felhasználó a felugró ablakok szövegrészleteire kattintva juthat egyre részletesebb információhoz.

Eredmények

Az első szint 1-2 mondatos összefoglalást ad a választott térkép tartalmáról, a készítéséhez felhasznált adatok tér- és időbeli lejtékéről, valamint az adatok forrásáról.

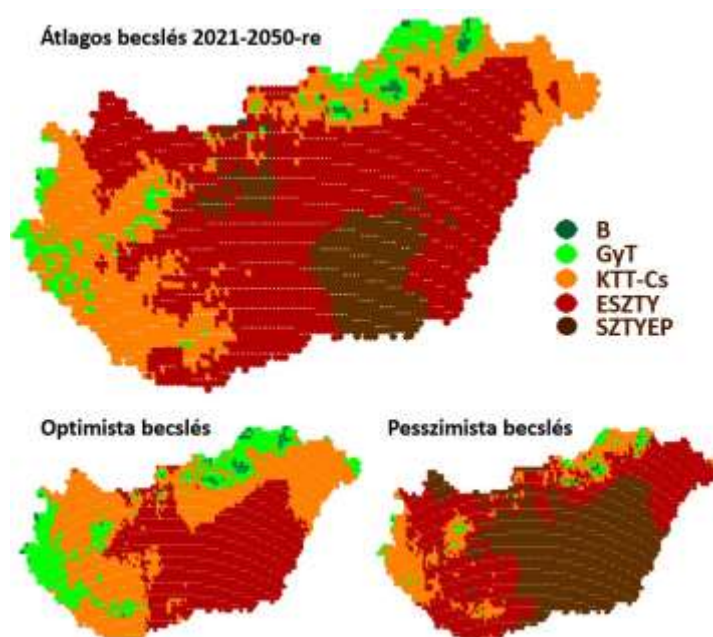
A döntéstámogató rendszer klímaadatai a múltbeli időszakra (1961-2010) a meteorológiai megfigyelésen alapuló, 10 km × 10 km²-es rácsra interpolált havi hőmérsékletátlagok, és csapadékösszegeket (www.carpatclim-eu.org). A várható klíma becslése 12 regionális klímamodell eredményeinek együttes elemzésével történik, 30 éves jövőbeli időszakra (2021-2050, 2041-2070, 2071-2100), az A1B IPCC-SRES kibocsátási forgatókönyv feltételezésével (www.ensemble-eu.org). A változások az 1981-2010-es referencia időszakhoz képest lettek megállapítva.

A rendszerben a meteorológiai alapadatok közvetlenül nem elérhetők, lekérdezhetők, csak a belőlük levezetett információ. A második szint az adatok bizonyosságát, a származtatott indexek számításának lépéseit mutatja be, valamint megjelöli a klímaadatokból levezethető további, fafajválasztást segítő információkat.

Az erdészeti klímaosztályok definiálása, lehatárolása az erdészeti szárazsági mutató (FAI) alapján (FÜHRER 2010) történik. A döntéstámogató rendszer a választott területen várható FAI-ra egy átlagos, egy optimista, és egy pesszimista becslést ad (1. ábra), valamint ennek alapján meghatározza az egyes jövőbeli időszakokra az erdészeti klímaosztályt és célállományt javasol.

A harmadik szint egy részletes útmutató, mely összefoglalja és magyarázza a klímaszenáriók, klímamodellek főbb jellemzőit, bizonytalanságuk okait, valamint javaslatokat ad a klíma-

modell eredmények felhasználásához, az éghajlati tendenciák és szórásstartományuk értelmezéséhez (pl. mit jelent az 1. ábrán szereplő optimista és pesszimista becslés és miért van rá szükség) az erdészeti hatáskutatók és a gyakorlati szakemberek számára.



1. ábra: Az erdészeti klímaosztályok várható előfordulása 2021-2050-es időperiódus átlagában. Felső ábrarész: 12 modell átlagának előrejelzése, alsó ábrarész: egy optimista és egy pesszimista előrejelzés (A1B kibocsátási forgatókönyv feltételezésével). Forrás: Gálos B. in Führer 2017.

Az eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Az eredmények tendenciákat mutatnak, a klímaosztályok számára makroklimatikusan alkalmas területek várható változását. Hatáselemzés során nem elegendő csupán az átlagos változást alapul venni, és a döntéshozók felé kommunikálni. A jövőben várható klimatikus viszonyokat befolyásoló tényezők nehezen előrejelezhetők, ezért a klímamodellek által jelzett változások lehetséges szórásstartományát is meg kell adni, amit a döntések során figyelembe kell venni. A klímamodell eredmények felbontása mikroklíma meghatározást nem tesz lehetővé. Azonban a klímaosztályok lehatárolásának és a térképek térbeli léptékének a limitáló tényezője a mért adatok pontossága (illetve hiánya). Ha a felhasználó rendelkezik az adott erdőrészletben mért megbízható meteorológiai időssorral, a klímamodellek által jelzett változási tendencia ehhez képest számítható és értelmezhető.

Abizonytalanságok ellenére a fent bemutatott eredmények, valamint az újabb éghajlati forgatókönyvek alapján készült előrebecslések (BARTHOLY – PONGRÁCZ 2017) is mutatják, hogy a 21. század vége felé klímánk a jelenleginél melegebb és a modellek többsége szerint aridabb lesz, a kritikus hónapok hőmérséklet- és csapadékviszonyaiban akkora mértékű változás várható, hogy még az enyhébb változást feltételező forgatókönyvnél is eltűnnek a bükkösök számára makroklimatikusan alkalmas területek (GÁLOS – SOMOGYI 2017).

Ahhoz, hogy az alkalmazkodást segítő stratégiák kidolgozásához az Agrárklíma döntéstámogató rendszer is hatékonyan hozzájárulhasson, szükséges, hogy a különböző mélységű dokumentáció megjelenjen a webes felületen, ami alapvető feltétele lenne a rendszer bevezetésének, közreadásának, rendeltetésszerű használatának, a megjelenített térképes és szöveges információ megfelelő értelmezésének.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás a Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alap (FSA), valamint az Agrárklíma.2 (VKSZ 12-1-2013-0034) projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BARTHOLY J. – PONGRÁCZ R. (2017): A közelmúlt és a jövő országos éghajlati trendjei. Erdészeti Lapok 152 (5): 134-136.
- CZIMBER K. – GÁLOS B. (2016): A new decision support system to analyze the impacts of climate change on the Hungarian forestry and agricultural sectors. Scandinavian Journal of Forest Research DOI:10.1080/02827581.2016.1212088
- FÜHRER E. (2017): Az erdészeti klímaosztályok új lehatárolása öko-fiziológiai alapon. (A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai — III.) ErdészetiLapok152(6): 173-175.
- FÜHRER E. (2010): A fák növekedése és a klíma. "Klíma-21" Füzetek61: 98–107.
- GÁLOS B. – FÜHRER E. – CZIMBER K. – GULYÁS K. – BIDLÓ A. – HÄNSLER, A. – JACOB, D. – MÁTYÁS CS.(2015): Climatic threats determining future adaptive forest management – a case study of Zala County. IDŐJÁRÁS 119(4): 425-441.
- GÁLOS B. – SOMOGYI Z.(2017): Új klímaszcenáriók – fellélegezhetnek bükköseink? Erdészettudományi Közlemények, 7(2): 85-98. DOI: 10.17164/EK.2017.006
- MÁTYÁS CS. – FÜHRER E. – BERKI I. – CSÓKA GY. – DRÜSZLER Á. – LAKATOS F. – MÓRICZ N. – RASZTOVICS E. – SOMOGYI Z. – VEPERDI G. – VIG P. – GÁLOS B. (2010): Erdők a szárazsághatáron. Klíma 21 Füzetek 61: 84-97.
- MÁTYÁS CS.(2017): A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai I.) Erdészeti Lapok 152(4): 102-106.

BORÍTOTT FELSZÍNMODELLEK ERDÉSZETI FELHASZNÁLÁSA

KIRÁLY GÉZA¹ – BALLA CSILLA² – BARTON IVÁN¹ – MÉSZÁROS GYÖRGY² – PETRÁNYI BERNADETT² – SZABÓ KÁROLY³

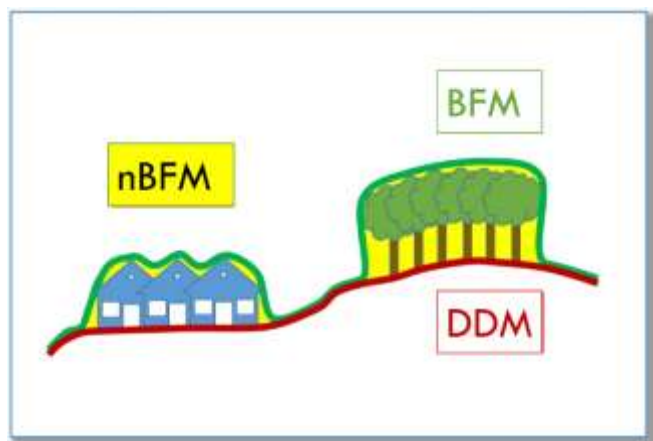
¹ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet

² Budapest Főváros Kormányhivatal, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály

³ Vas Megyei Kormányhivatal, Erdészeti Osztály
kiraly.geza@uni-sopron.hu

Bevezetés

A borított felszínmodellek (BFM) olyan magassági modellek, amelyek minden olyan objektumot tartalmaznak, amely a légifényképeken leképződött, azaz magukban foglalják és leírják a terepen található, és abból kiemelkedő természetes és mesterséges tereptárgyakat, mint például a növényzetet és épületeket. Ezt a modellt a szakirodalomban *Digital Surface Model*-nek (DSM), a Budapest Főváros Kormányhivatal, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály (BFKH-FTFF) termékínálatában digitális felszínmodellnek (DFM) nevezik. A digitális domborzatmodellek (DDM) a tereptárgyak nélküli földfelszín magasságát írják le. Ezt a modellt a szakirodalomban általában *Digital Terrain Model*-nek (DTM) nevezik, de a *Digital Elevation Model* (DEM) kifejezés is használatos. Azokat a borított felszínmodelleket, amelyek a domborzatmodelltől számított magasságot írják le, normalizált borított felszínmodellnek (nBFM) nevezzük, de igazából egy relatív modelltől van szó (1. ábra).



1. ábra: A különböző felületmodellek

A képegyeztetési eljárások (*image-matching*) hatalmas fejlődésen mentek keresztül az utóbbi időben, egyrészt a módszerek hatékonyságát, másrészt az eredmények részletességét tekintve. Céljuk az azonos részletek megtalálása az egy repülés során ugyanarról a területről készült minél több légifelvételen, és ezek alapján a lehető legpontosabb térbeli helyzet meghatározása akár pixelenkénti célsűrűséggel. Az egyik ilyen hatékony képegyeztetési módszer a *semi-global matching* (SGM). A módszer alapjait HIRSCHMÜLLER dolgozta ki (2005), amelynek lényege, hogy pixel-szintű költség-funkcióval egyesíti a lokális és a globális egyeztetés előnyeit, pontos, akár pixel-szintű egyeztetést eredményezve alacsonyabb számítási kapacitás-igény mellett. A ma használatos fotogrammetriai szoftver-csomagok többségében a módszer implementálásra került.

Már korábban is foglalkoztunk a borított felszínmodellekkel, és azok erdészeti felhasználásával (KIRÁLY 2007), azonban technológiai fejlődések, valamint az, hogy a BFKH-FTFF különböző projektek keretén belül országos szinten is előállított ilyen modelleket, felvetette annak a lehetőségét, hogy ezen modelleket és erdészeti felhasználásukat közösen vizsgáljuk, így kezdődtek ezek a módszertani kutatások is.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz négy mintaterületet jelöltünk ki, amelyek a következők (2. ábra):

1. Soproni-hegység: hegy- és dombvidéki természetközeli erdők;
2. Hanság: síkvidéki ültetvényerdők és természetközeli erdők;
3. Dejtár: energia-ültetvény kísérlet;
4. Fenyőfő: ősfenyves (EF), természetvédelmi terület.



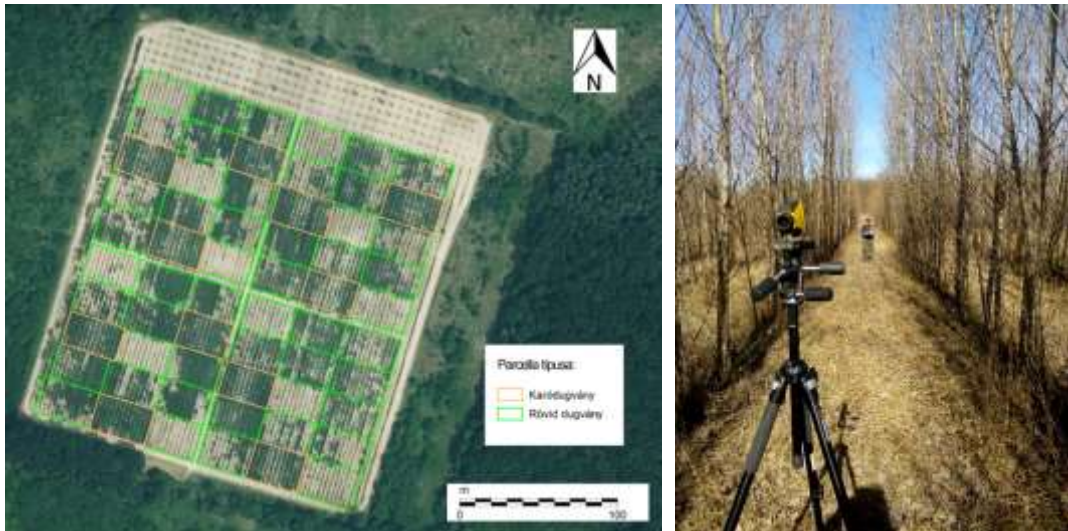
2. ábra: A mintaterületek elhelyezkedése

Ezekre a mintaterületekre különböző képanyagokból képkorrelációval előállítottuk a „nyers” 1 pixel sűrűségű pontfelhőt, az INPHO software MATCH-T DSM moduljával (3. ábra).



3. ábra: Nyers színezett pontfelhő részletének 3-dimenziós megjelenítése az egyetem B-épületéről.

A dejtári mintaterület Nógrád-megyében helyezkedik el (2. ábra). 2011-ben létesítettek itt egy 5 ha-os kísérleti területet (Szabó, 2016), ahol 60 parcellában nemesnyár és fűz fajtákból karó- és röviddugványos mintákat telepítettek (4. ábra).



4. ábra: A dejtári mintaterület parcellái az ortofotón (bal o.), valamint a terepi magasságmérés (jobb o.)

A területen 2015 és 2016 telén végeztünk terepi magasságméréseket, Lasertech TruPulse 360B műszerrel (4. ábra). A röviddugványos parcellák esetében soronként átlagosan 8 egyed magasságát mértük meg, a karódugványos parcellák esetében a sorok első három faegyedének pozíciója, magassága és átlagos koronavetülete került meghatározásra.

A faállomány-magasságok esetében az Országos Erdőállomány Adattár (OEA), illetve az erdőtervezés terepi adatai szolgáltatták a referencia-adatokat. A Hanság esetében 2015-16-ban történtek itt meg az erdőtervezés terepi felvételezései, míg a Soproni-hegység esetében 2013-14-ben. Az adattári adatokból előállítottuk az elegyarányal súlyozott átlagmagasságokat erdőrészletenként, a felső lombkoronaszintre. A Soproni-hegység esetében az erdőrészletek teljes területére vizsgáltuk meg a normalizált borított felszínmodell (nBFM) átlagos értékeit, míg a Hanság esetében megtörtént az erdőrészlet-határok 5 m-rel való befelé pufferezése a szegélyhatás csökkentésének érdekében, és itt kizárólag az elegyetlen állományokat vizsgáltuk. Az utóbbi mintaterületnél a felszínmodellt hibaszűrésnek is alávetettük. Első lépésben kiszűrtek a 3 m alatti és 40 m feletti értékeket, második lépésben az így kiszámolt átlagos magasság 60%-nál alacsonyabb területeket sem vettük figyelembe, ezzel próbáltuk a felső szint magasságát „megfogni”. Végül egy 5×5 -ös lokális maximumszűrőt is alkalmaztunk a felszínmodellen azért, hogy az jobban megközelítse a facsúcsokat. A Hanság esetében a 2015-ös felszínmodell mellett a 2012-es és a 2008-as felszínmodelleket is feldolgoztuk, megteremtve ezzel a magassági görbék előállításának lehetőségét is.

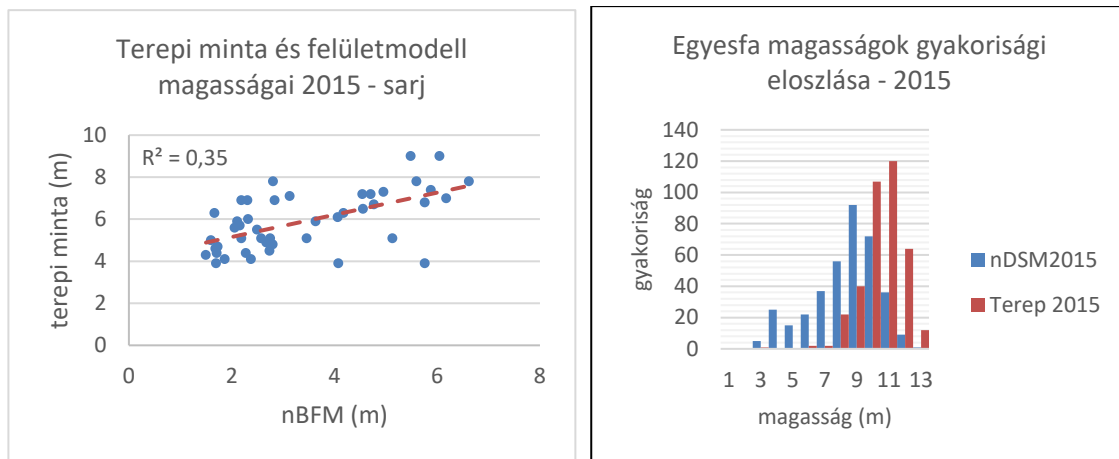
A Soproni-hegység mintaterületen vizsgáltuk a faállományok fatérfogatát is. Korábbi vizsgálatainkban is foglalkoztunk már a növtér geoinformatikai meghatározásával (KIRÁLY 2007), és az ebből becsülhető fatérfogatokkal, azonban korábbi eredményeink nem voltak túl biztatóak.

$$V = F_c \cdot G_c \cdot H$$

ahol V a faállomány fatérfogata, H az átlagos faállomány-magasság, G_c a koronavetületek összege, F_c a koronavetületi alakszám. A koronavetület és a magasság szorzata a növtér, amely geoinformatikai eszközökkel akár erdőrészletenként is kiszámolható. Jelen vizsgálatainkban a Soproni-hegység mintaterület összes erdőrészletére meghatároztuk a koronavetületi alakszámot

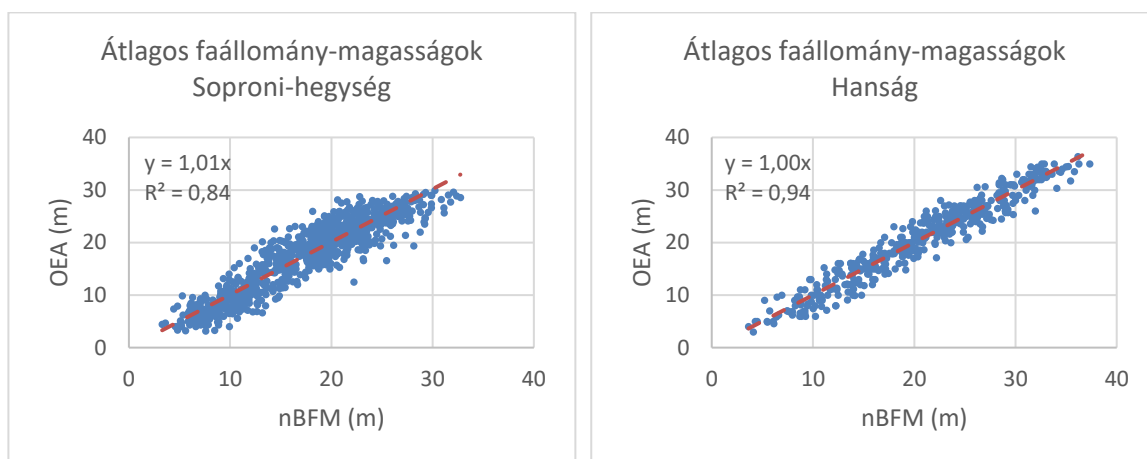
Vizsgálati eredmények

A dejtári mintaterület esetében a röviddugványos parcellák esetében mindössze $\sim 35\%$ -os R^2 értékek adódtak (5. ábra), a modelltől számított magasságok alábecslik a mért magasságokat a karódugványos parcellák esetében is (5. ábra).



5. ábra: A rövid- (bal o.) valamint a karódugványos (jobb o.) parcellák eredményei.

A Soproni-hegység mintaterületén 84%-os, míg a Hanság esetében 94%-os R^2 értékek adódtak az átlagos faállomány-magasságokra (lásd 6. ábra). A Soproni-hegység esetében az átlagos eltérés -0,15 m volt 2,57 m-es szórással, míg a Hanság esetében átlagos eltérés 0,02 m volt 1,99 m-es szórással.



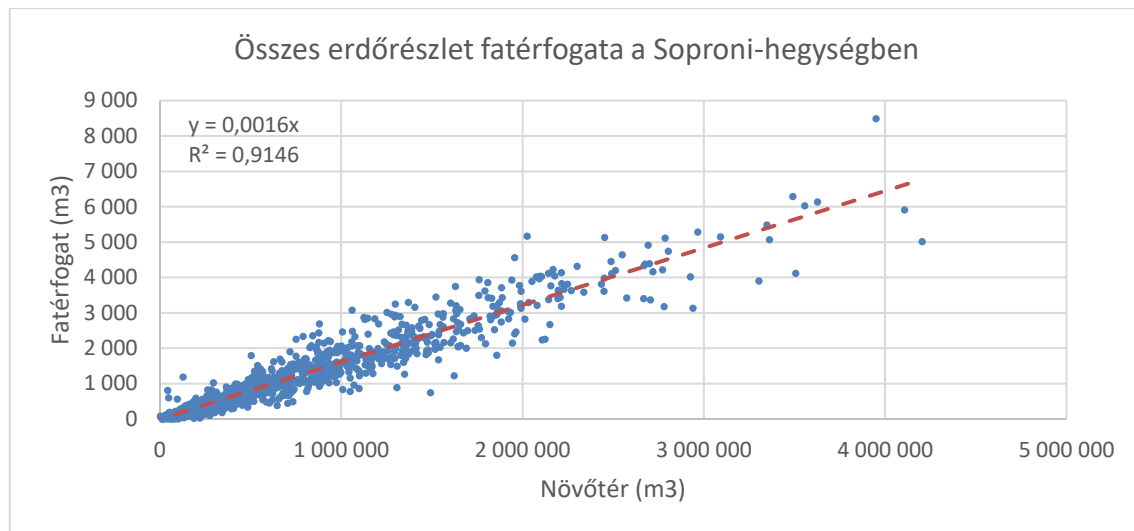
6. ábra: Átlagos faállomány-magasságok eredményei a Soproni-hegységben (bal o.) és a Hanságban (jobb o.)

Nagyon jó eredményt kaptunk a fatérfogatokra és a koronavetületi alakszámokra. A Soproni-hegység esetében az összes, vizsgálatba bevont 1200 db erdőrészlet alapján ~91,5%-os R^2 értéket kaptunk, valamint 0,16%-os alakszámot (7. ábra).

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A dejtári ültetvény mintaterület esetében az eredmények nem túl kecsegtetőek. Ennek számos oka lehet, alapvetően a képkorrelációs technológiája ilyen felbontású (~0,4 m) felvételek mellett nem igazán alkalmas egyes fák vizsgálatára, márpedig az ültetvény esetében ez lenne az ideális.

Az átlagos faállomány-magasságokra kapott eredmények nagyon jónak mondhatók. A Soproni-hegység esetében a kevésbé erős korrelációt a felvételi időpont eltérése, az időközben bekövetkező fahasználatok, valamint részben a normalizáláshoz felhasznált domborzatmodell pontatlansága is okozhatta. A Hanság esetében a légifényképezéshez közelebbi terepi felvételi időpont, a körültekintőbb szűrés, valamint a domborzatmodell kisebb szerepe is közrejátszhatott abban, hogy szorosabb összefüggéseket találtunk.



7. ábra: Az összes erdőrészlet fatérfogata a Soproni-hegységben

Minden várakozásunkat felülmúlta a fatérfogattal kapcsolatos vizsgálataink eredménye. Ezen előzetes eredmények alapján a jövőben szeretnénk kidolgozni a legtöbb állomány-alkotó fafajra ezeket az összefüggéseket, akár regionális, akár országos szinten is.

Köszönetnyilvánítás: Köszönet a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságnak az erdészeti adatok rendelkezésre bocsájtásáért, valamint Az FM Földügyi és Térinformatikai Főosztályának a 2015. évi légifényképek felhasználásának engedélyezéséért.

Irodalomjegyzék

- HIRSCHMÜLLER, H. (2005): Accurate and Efficient Stereo Processing by Semi-Global Matching and Mutual Information. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2005, San Diego, CA, USA, Volume 2, pp. 807-814.
- KIRÁLY G. (2007): A távérzékelés erdészeti alkalmazása. PhD értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem. 121 p.
- SZABÓ O. (2016): Természetes anyagokkal történő tápanyag-utánpótlás fás szárú energetikai ültetvényben. PhD értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem. 172 p.

SENTINEL-2A ŪRFELVÉTEL-IDŐSOROZAT SŪRŪSÉG VIZSGÁLATA AZ ORSZÁGOS ERDŐÁLLOMÁNYRA

BARTON IVÁN – KIRÁLY GÉZA – CZIMBER KORNÉL

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
ivan.barton@gastudent.nyme.hu

Bevezetés

Az ingyenesen elérhető, földmegfigyelő műholdprogramok ma már havonta több felvételt szolgáltatnak közepes felbontásban. Ez lehetővé teszi azt, hogy természeti erőforrásainkat folyamatosan nyilvántartsuk ūrfelvételek segítségével. Az ūrfelvétel-sorozatokból a faállományok típusa, záródásának és egészségi állapotának változása nyomon követhető, magas szinten automatizált távérzékelési módszerekkel. Az optikai földmegfigyelő műholdak felvételeit erdőterületekre csak felhő- és felhőárnyék-mentes képeken lehetséges kiértékelni. Régióink felett magas az átlagos felhőborítottság, ezért kevés teljesen felhőmentes kép érhető el. Habár a felhasználók számára elérhető ūrfelvételek rendelkeznek egy globális felhőborítás értékkel, ami alapján ki lehetne szűrni a használható időpontokat, ezek a számok nem adnak térbeli kiterjedést. Így nincs pontos információk arról, hogy az adott időpontból származó ūrfelvétel kiértékelhető-e a vizsgálni kívánt erdőrészletre. A kutatás során olyan adatbázist hoztunk létre Sentinel-2A ūrfelvételek alapján, ami erdőrészlet-szinten nyújt információt arról, hogy milyen időpontokban áll rendelkezésre kiértékelhető ūrfelvétel. Ezen az adatbázison végeztünk vizsgálatokat, hogy teljesebb képet kapjunk az idősorozatok alkalmazhatóságáról, és annak korlátairól.

Vizsgálati anyag és módszer

A Sentinel-2A műholdat a közös európai földmegfigyelési Copernicus program keretében 2015-ben állították pályára. Elsődleges célja a szárazföldek, és ezen belül az erdők megfigyelése, felszínborítás térképezés, vegetáció és talajborítás megfigyelése és a katasztrófa sújtotta területek térképezése. A műhold egy Multi Spectral Imager (MSI) nevű multispektrális szenzorral van felszerelve, ami a látható és az infravörös tartományokban érzékel különböző terepi felbontásokkal (GATTI, A – BERTOLINI, 2015). A műhold visszatérési ideje 10 nap, párjával, a Sentinel-2B-vel kiegészülve már 5 naponta vannak elérhető felvételek azonos területekről. Legnagyobb felbontása 10 m, ami lehetővé teszi az erdők erdőrészlet-szint alatti nyilvántartását, operatív módon. Ezen kívül 20 és 60 méteres terepi felbontású sávokkal is rendelkezik a műhold. A kutatás során a Sentinel-2A 2015 júniusa és 2017 szeptembere között készült felvételeit értékeltük ki a Magyarországot lefedő 22 csempét (1. ábra). Ezek 4 különböző műhold pályáról (R122, R036, R079, R136) kerültek rögzítésre különböző szenzor-betekintési szögekből. A szomszédos műholdpályák felvételei átfednek, ezért már 1 műholddal is 10 napnál gyakrabban vannak ezen a helyeken felvételek.

Az erdőterületek lehatárolására az Országos Erdőállomány adattár 2016. január 1-jei verzióját használtuk fel. A vizsgálatokat erdőrészlet szinten végeztük el. Csak azok a részletek vettek részt a kiértékelésben, amelyeken faállomány típus is regisztrálva volt.

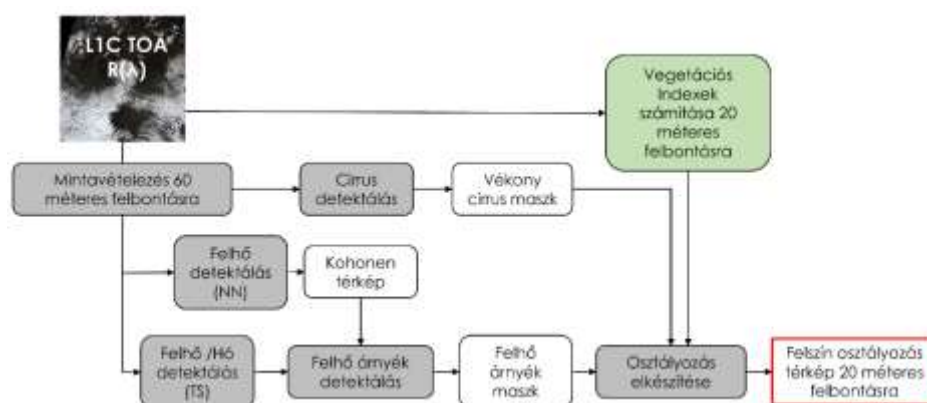
A feldolgozás a bécsi EODC Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring GmbH infrastruktúráján történt (<https://www.eodc.eu/>). Az EODC GmbH ūrfelvétel adatközpontot üzemeltet, amelyben megtalálható a Copernicus program keretében felbocsájtott összes Sentinel műhold felvétele, napi frissítéssel. Az elérhető felvételek metaadatai az online eomEX adatbázisból kérdezhetők le (<https://eomex.eodc.eu/>). Az adatok helyben történő feldolgozásához HPC (High Performance Computing) számítási kapacitást is nyújtanak a felhasználóknak. A feldolgozás során a Science Integration and Development Platform (SIDP) nevű felhő platformot, valamint a Vienna Scientific Cluster 3 (VSC-3) klaszter számítógépet vettük igénybe.

A pontosabb felhő- és felhőárnyék-maszk előállítására az ūrfelvételek atmoszférikus korrekciója után készül el. Az ūrfelvételek ilyen típusú előfeldolgozását a Sen2Cor 2.3.1. szoftverrel

végeztük el (LOUIS, J. *ET AL.*, 2016). Az L1C feldolgozottsági szintű, légkör tetején mért reflektancia (TOA) értékekkel rendelkező Sentinel-2A felvételekből L2A típusú, a légkör alján mért (BOA) reflektancia termékeket készítettünk 20 méteres felbontással. A feldolgozás során létrejött egy automatikus felszínosztályozás réteg is, amely 11 tematikus kategóriával rendelkezik. Ezek a kategóriák különböző felhő, hó, víz, vegetáció és talaj felszínborításokat jelentenek. Ezt a réteget használtuk fel a vizsgálatunknál minden egyes felvételnél. A maszk létrehozása a szoftverben több lépésben történik (2. ábra). Az algoritmus külön választja a magas szintű, ún. cirrus típusú felhők és az egyéb felhőnemek osztályozását. A felhőosztályozás spektrális indexek küszöbértékes osztályozásával (TS) és egy betanított self-organizing map neurális hálózattal (NN) történik (RICHTER *et al.*, 2011). A felhőárnyékok osztályozásánál a vetített árnyékok elméleti pozíciója segíti az algoritmust, amelyet a nap pozíciójából és a lehetséges felhő magasságból számít ki. Az osztályozás pixel alapon történik. Az MSI szenzor nem rendelkezik olyan sávval, ami a termális tartományban (10400-12500 nm) érzékelne. Ezért nem tudja kihasználni azt a jelenséget, hogy a felhők felszíni hőmérséklete különbözik a talajközeli felszín hőmérsékletétől. Ennek következtében kevesebb változó áll rendelkezésre a felhők osztályozásánál, mint a hasonló földmegfigyelő műholdprogramoknál.



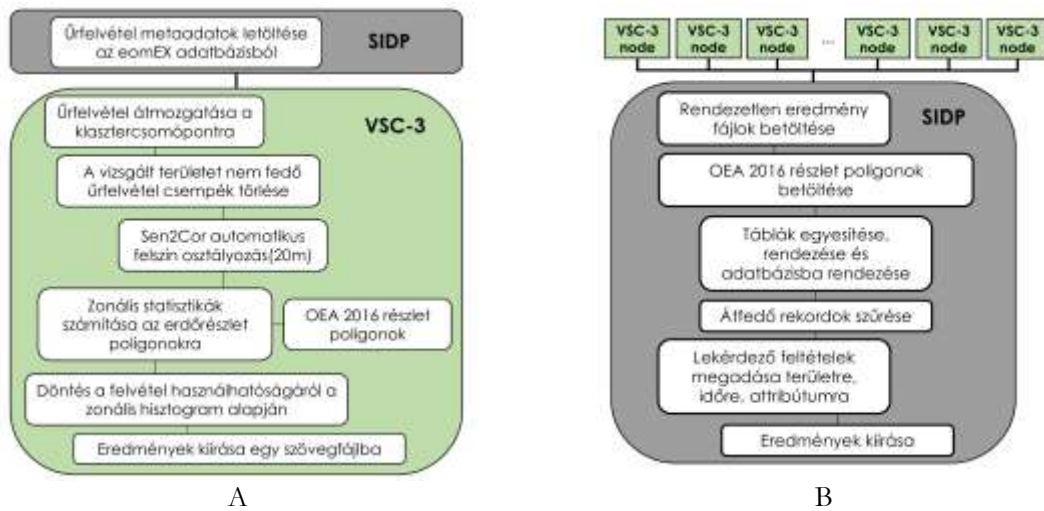
1. ábra: A Magyarországot fedő Sentinel-2 100 × 100 km²-es csempék, amelyeket a feldolgozás során felhasználtunk



2. ábra: A Sen2Cor által használt automatikus felszínosztályozás folyamatábrája

A felhőmaszkok kiértékeléséhez saját programot fejlesztettünk, ami képes volt a HPC környezetben kiértékelni a felszínosztályozás térképeket (3. ábra). Ehhez szükség volt a képek beolvasására a memóriába, a vektoros erdőrésztet poligonok raszterizálására és a létrehozott raszteres régióra képstatisztikák számítására. Az egyes részletekhez tartozó kép-régióban a program lekérdezte a felszínosztályozás hisztogramját. Amennyiben a hisztogramban 0-nál nagyobb gyakorisággal szerepelt egy olyan felszínborítási osztály, ami nem vegetáció vagy talajfelszín, akkor azt nem kiértékelhetőnek ítéltük meg. Így, ha már egyetlen más kategóriához tartozó pixel is volt a régióban, akkor szűrésre került a részlethez tartozó felvétel. A szigorú feltétel oka a kevert

pixelekből ered, amelyek egyszerre több felszínborítást takarnak. Ha egy jól osztályozott, nem kívánt felszínborítás kategóriába tartozó pixel jelen van a régióban, akkor feltételezhetően környezetében kevert pixelek is találhatóak. Ennek oka az, hogy az úrfelvételen szabályos rácshálóban képződnek le az objektumok, míg a valóságban nem szabályos a kiterjedésük. Így elkerülhetetlen a spektrumok keveredése a felhasznált terepi felbontásokon. Amennyiben használhatónak lett megítélve az adott felvételt az erdőrésztletre, akkor ezt kiírta egy szövegfájlba. Az egyes felvételek kiértékelése párhuzamosan történt a klaszterszámítógépen, míg ezeknek az adatbázisba rendezése már szekvenciálisan történt a felhő platformon.



3. ábra: A feldolgozás részletes folyamatábrája az egyes klasztersomópontokban (A) és a párhuzamos feldolgozás eredményeinek a kiértékelésének folyamata (B)

Az erdőrésztletekhez tartozó érvényes felvétel-azonosítókat és a felvételek részletes adatait egy adatbázisba rendeztük, amelyben már rendezetten álltak rendelkezésre az adatok. Az erdőrésztletekhez a faállományok adatait is csatoltuk, így a vizsgálatokba ezeket az attribútumokat is be lehetett vonni. A kiértékelő programban lehetőség van szűréseket megadni időre, területre, attribútumra.

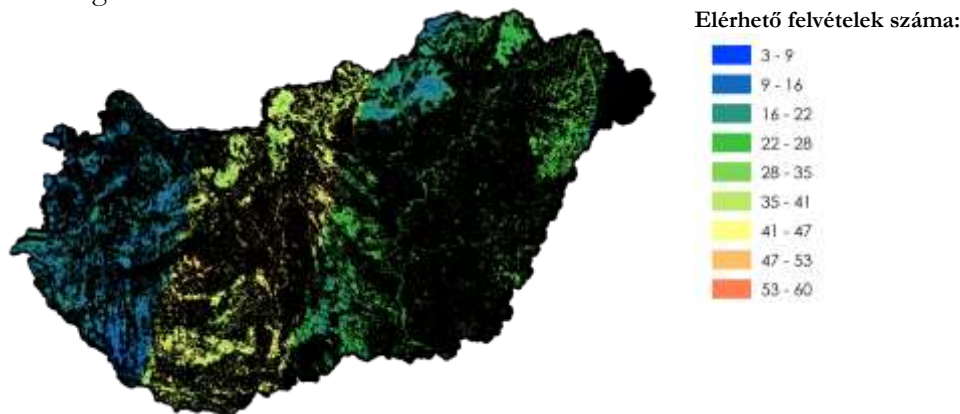
Az adatbázis bemutatásához három mintapéldát mutatunk be az eredmények fejezetben. Létrehoztunk egy olyan térképet, ami megmutatja az összes kiértékelhető felvétel számát erdőrésztleteként 2015 júniusa és 2017 októbere között. A második példa 5 darab, Nagymaros községhatárban található, szomszédos erdőrésztletre mutatja meg az elérhető felvételek eloszlását a vegetációs időszakban (év napjai: 70-300). A harmadik példában az erdőállomány adattár faállománytípusra vonatkozó attribútumai alapján csoportokat hoztunk, majd csoportonként, havi bontásban ábrázoljuk a kiértékelhető képeken található erdőrésztletek számának összegét.

Eredmények

Az adatbázis készítéséhez összesen 2888 darab L1C típusú Sentinel-2A felvételt dolgoztunk fel. Az előfeldolgozás és a kiértékelése 6950 processzor órát vett igénybe a klaszterszámítógépen, amellyel 3 nap alatt végzett.

Az országos erdőállományra készített összegzett térkép (4. ábra) jól mutatja, hogy az ország közepén van átfedés két műholdpálya között, így ott több kiértékelhető felvétel van. Az ország nyugati felében magasabb lehet a felhőborítás, ugyanis kevesebb kiértékelhető felvétel van, mint keleten. A középhegységekben a magasabb régiókban ugyancsak kevesebb kiértékelhető felvétel van. Ennek az oka a topográfiai árnyalásból származó árnyékok. Ezeket a kép részleteket alacsony színdinamikájuk miatt felhőárnyéknak osztályozza az algoritmus. Gyakran előfordul, hogy az osztályozó algoritmus összekeveri a víz és árnyék valamint a felhő és hó kategóriákat. Az

erdők kiértékelhetőségének szempontjából ezek kevésbé lényegesek, de kisebb hibák előfordulnak. A térképről leolvasható, hogy jelenleg még nincs havonta 1 elérhető felvétel erdőrészlete-ként országos szinten.



4. ábra: Az egyes erdőrészletekre elérhető összes kiértékelhető megfigyelések száma 2015-2017 között

A kiválasztott egyes részleteknél (5. ábra) megfigyelhető az, hogy kis területen is milyen változatos tud lenni a kiértékelhető felvételek eloszlása a vegetációs időszakon belül. A kiválasztott területen 10 napnál gyakrabban van felvétel, ugyanis két műholdpászta átfedésébe esik, de a felhőborítás miatt csak ritkábban vannak érvényes megfigyelések.



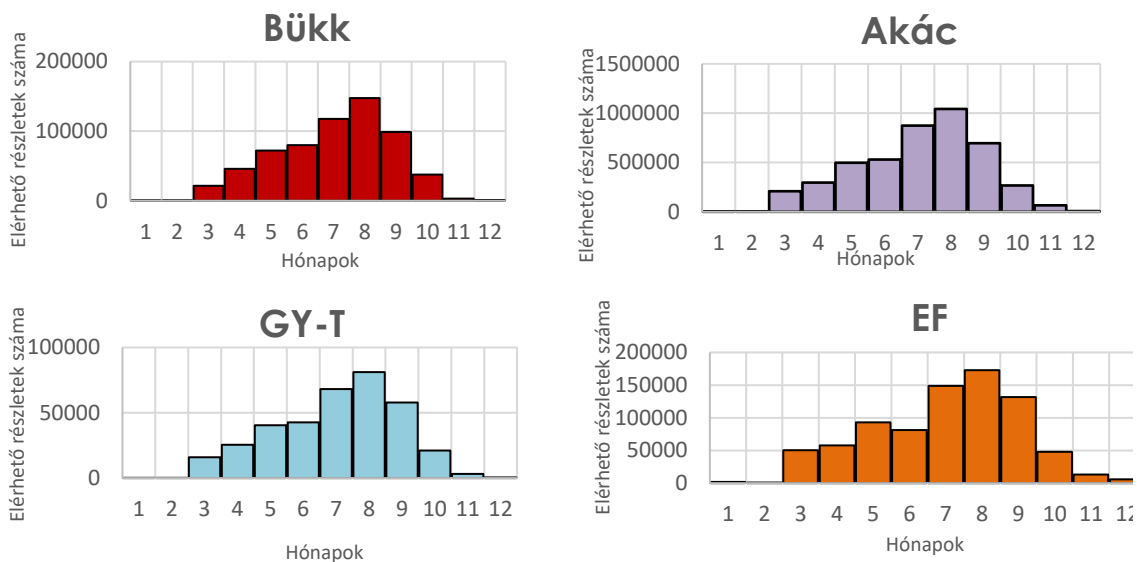
5. ábra: Nagymaros községhatárban kiválasztott 5 db szomszédos erdőrészletről elérhető felhő- és felhőárnyék-mentes felvétel eloszlása 2015-2017 között a vegetációs időszakokban

A faállománytípus-csoportokba sorolt részletek gyakorisági eloszlása (6. ábra) további érdekes jellemzőket mutat meg. A kiválasztott bükk, akác, gyertyános-tölgyes és erdei fenyő állományok előfordulási területei jellemzően elkülönülnek, habár előfordulnak azonos területeken is. A csoportok területfoglalása is különböző, azonban a karakterük leolvasható a hisztogramokról. A négy kiválasztott csoportnál azonos, hogy a nyár közepére és végére esik a legtöbb kiértékelhető felvétel. Szeptemberben is igen sok kiértékelhető felvétel van, azonban októbertől ez nagymértékben lecsökken. Valamint az év elején is igen kevés kiértékelhető erdőrészlét tartozik a kategóriákhoz. Ennek az oka az, hogy a lombmentes állományokat, a vegetációs időszakon kívül az alacsony dinamika és a megjelenő törzsárnyékok miatt a felhőárnyék kategóriájába sorolja az osztályozó algoritmus. A kivételt a fenyők jelentik, mert a télen is fent maradó lombjuk alapján ott továbbra is több részletet osztályoz vegetációnak. A tavaszi lombfakadás időszakából igen kevés felvétel értékelhető ki, ami korlátozza a valódi, teljes vegetációs időszakot átfogó multi-temporális vizsgálatokat éves szinten.

Összefoglalás

A létrehozott módszertannal egy hosszútávon alkalmazható eljárást hoztunk létre, amivel folyamatosan bővíteni lehet az idősorozat elérhetőség adatbázisát. Ez megkönnyíti az űrfelvételek alapján történő idősoros erdőtípus-térképezést, a fahasználatok térbeli lehatárolását és a vegetáció-aktivitás monitorozását a kutatásokban. Az automatikus feldolgozás során azok az erdőrészletek, amelyeknek alakja elnyúlt és átmérőjük nem éri el a 20-30 métert nem értékelhetők ki. Valamint a folyamatosan domborzati árnyalás alatt álló területek sem értékelhetők ki a felvételek

alacsony szín dinamikája miatt. A kiválasztott mintákon megfigyelhető, hogy nyáron van a legtöbb kiértékelhető felvétel, viszont a lombfakadás időpontjában viszonylag kevés érhető el. A már pályán lévő Sentinel-2B műholddal kiegészülve, 2018-tól kezdve még sűrűbb idősorozatok érhetők majd el, amelyek segítségével pontosabb faállomány-paramétereket tudunk majd meghatározni távérzékeléssel.



6. ábra: A kiértékelhető erdőrészek darabszámainak gyakorisági eloszlása (bükk, akác, gyertyános-tölgyes és erdeifejnyő) az egyes hónapokban a 2015-2017 közötti időszakból

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönetet nyilvánítanak az EODC GmbH-nak és a TU Wien Geodéziai és Geoinformatikai Intézetének, hogy rendelkezésre bocsajtották a kutatáshoz szükséges adatokat és infrastruktúrát. Valamint a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságának a rendelkezésre bocsajtott erdőállomány adatokért.

Irodalomjegyzék

- GATTI, A. – BERTOLINI, A. (2015): Sentinel-2 Products Specification Document. Online elérhető dokumentum: https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_MSI_Product_Specification.pdf (Felkeresés dátuma: 2017.11.13.)
- LOUIS, J. – DEBAECKER, V. – PFLUG, B. – MAIN-KNORN, M. – BIENIARZ, J. – MUELLER-WILM, U. – CADAU, E. – GASCON, F. (2016): Sentinel-2 Sen2Cor: L2A Processor for Users. In Proceedings of the Living Planet Symposium (Spacebooks Online), Prague, Czech Republic, 9–13 May 2016; SP-740, 1–8.
- RICHTER, R. – LOUIS, J. – BERTHELOT, B. (2011): Sentinel-2 MSI – Level 2A Products Algorithm TheoreticalBasis Document, Online elérhető dokumentum: https://earth.esa.int/c/document_library/get_file?folderId=349490&name=DLFE-4518.pdf (Felkeresés dátuma: 2017.11.13.)

LÉZERSZKENNERES FAÁLLOMÁNY-BECSLÉSI EREDMÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A FELMÉRÉSI MÓD ÉS ÁLLOMÁNYJELLEMZŐK ALAPJÁN

BROLLY GÁBOR – KIRÁLY GÉZA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
brolly.gabor@uni-sopron.hu

A földi lézerszkennelés (TLS) az állandó mintaterületes faállománybecslés korszerűsítésének ígéretes lehetősége. A mintaterületen belüli faállomány egy (single-scan: SS) vagy több álláspontból (multi-scan: MS) végzett TLS felmérés alapján értékelhető ki. Az alkalmazott felmérési álláspontok száma döntően befolyásolja a felmérés hatékonyságát és gazdaságosságát. Az SS felmérések a terepen lényegesen gyorsabban elvégezhetőek, és az adatok feldolgozása is egyszerűbb. Az MS felmérés végrehajtása ugyan nagyobb ráfordítást igényel, viszont a kedvezőbb ponteloszlásnak köszönhetően csökken a fák takarásából eredő adathiány, ami nagyobb mintaszámhoz, és egyedszinten is pontosabb becslésekhez vezet. Ezeket az állításokat már a témában végzett korai kutatások is igazolták (THIES és SPIECKER 2004, KIRÁLY és *tsai*. 2007). Szintén alátámasztott, bár részleteiben kevésbé ismert, hogy az állományjellemzők közül a törzsszám alapvetően meghatározza a TLS-sel végzett becslések pontosságát. WATT és DONOGHUE (2005) szerint adott területen a magasabb törzsszám nagyobb mértékű kitakarást jelent, ami hiányos törzstérképhez és pontatlan becsléshez vezet, különösen akkor, ha a felmérés kevés álláspontból történik.

Munkánkban 24 erdei mintaterület SS és MS módban felmért pontfelhőinek feldolgozásával összehasonlítottuk az egyes felvételi módokból levezethető törzsszám- és körlapösszegbecslések eredményét. Elsősorban a következő két kérdésre keressük a választ:

1. Milyen mértékű az SS és MS adatokból származó becslési eredmények eltérése?
2. Az eltérés mértéke milyen kapcsolatban van a faállomány szerkezeti jellemzőivel?

A válaszoknak a jövőben gyakorlati jelentősége lehet, ha olyan állományjellemzőket találunk, amelyek alapján a felmérés helyszínén eldönthető, hogy a kívánt minőségű dendrometriai becslés elvégezhető-e az egyszerűbb SS felméréssel, vagy a költségesebb MS felmérési mód alkalmazása szükséges.

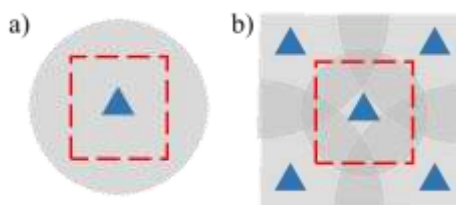
Anyag és módszer

A lézeres pontfelhők a „Benchmarking on Terrestrial Laser Scanning for Forestry Applications” nemzetközi projekt keretében készültek Finnországban, 24 erdei mintaterületen (HYPPA és LIANG 2015). A mintaterületek alakja 32 méter oldalhosszúságú négyzet, területe közelítőleg 0,01 hektár. Kijelölésük során egyrészt arra törekedtek, hogy a régióban található valamennyi állománytípus megtalálható legyen, továbbá kifejezetten fontos szempont volt, hogy a mintaterületek a felmérés tekintetében is különböző nehézségi fokozatokat képviseljenek. A jellemző fafajok a lucfenyő, erdeifenyő, bibircses- és molyhos nyír, amelyek egy- és többszintes állományokat alkotnak, egyes mintaterületeken felújulási szinttel. Az állományalkotó fák kora, méretei, valamint a törzsek száma tág határok között mozog. SS felmérésnél a szenzor a mintaterület középpontjában helyezkedett el, ami MS felmérésnél a mintaterületek sarokpontjainál további négy állásponttal egészült ki (1. ábra). A feldolgozás teljesen automatizált módon történt, amelynek során minden mintaterületen mindkét szkennelési mód adataira domborzatmodell, törzstérkép és egyedszintű modellek készültek (BROLLY és *tsai*. 2015). A mintaterületre és szkennelési módra jellemző egyedszám, átlagátmérő és körlapösszeg a törzstérkép, illetve a fa modellek alapján került meghatározásra. Az elemzések alapját az SS és MS felmérési módból származó eredmények különbsége adja az alábbi forma szerint:

$$\Delta X\% = (X_{MS} - X_{SS}) / X_{SS} * 100\% \quad (1)$$

ahol X a mintaterület adott állapotjellemezője, így törzsszám (N), illetve körlapösszeg (G).

A mintaterületek faállományáról részletes és pontos terepi referenciamérések készültek, de ezek jelenleg a projektben résztvevő algoritmusok ellenőrzésére szolgálnak, és a projekt lezárásáig nem elérhetők. Vizsgálati eredményeink a különböző szkennelési módok adataiból levezetett becslések összehasonlításából származnak.



1. ábra. Szenzorpozíciók és a mintaterület elhelyezkedése SS (a) és MS (b) felvételi módban.

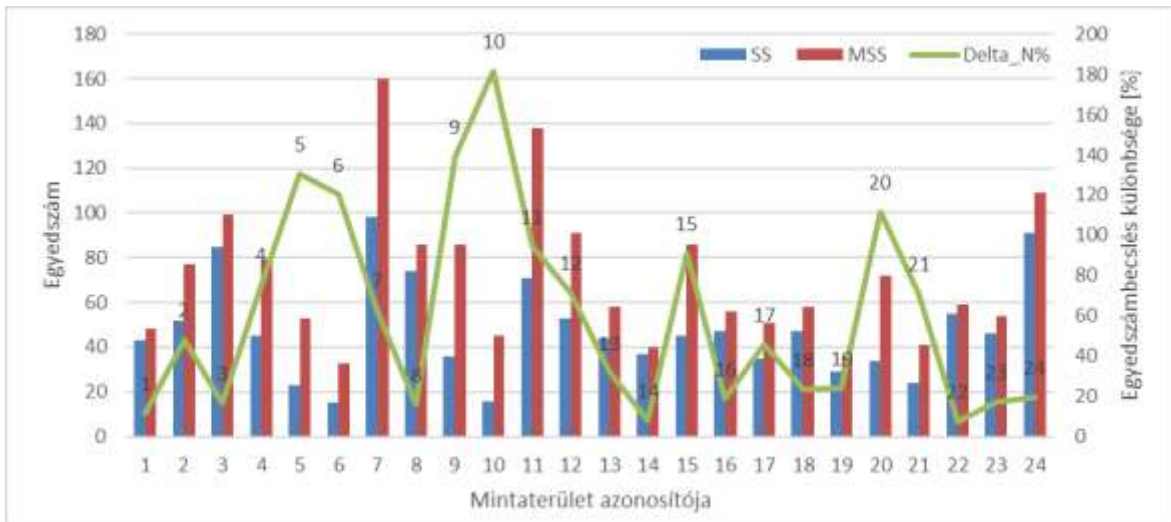
Eredmények és megvitatásuk

A teljes mintaállományra vonatkozó becslések eredményét az 1. táblázat tartalmazza. MS felméréssel a kísérletben szereplő viszonylag kis mintaterületeken is közel másfélszer annyi faegyed azonosítható, mint SS adatokból. Az átlagos törzssátmérő 10%-os csökkenése azt jelenti, hogy MS felmérésekből olyan kisméretű fák is kimutathatók, amelyeket SS adatokból nem sikerült azonosítani. A famagasság és az ahhoz viszonyított törzshossz MS módban tapasztalt növekedése pedig arra utal, hogy SS adatok alapján a törzs illetve a korona magasabb részei – a nagyobb arányú kitakarás miatt – nem észlelhetők.

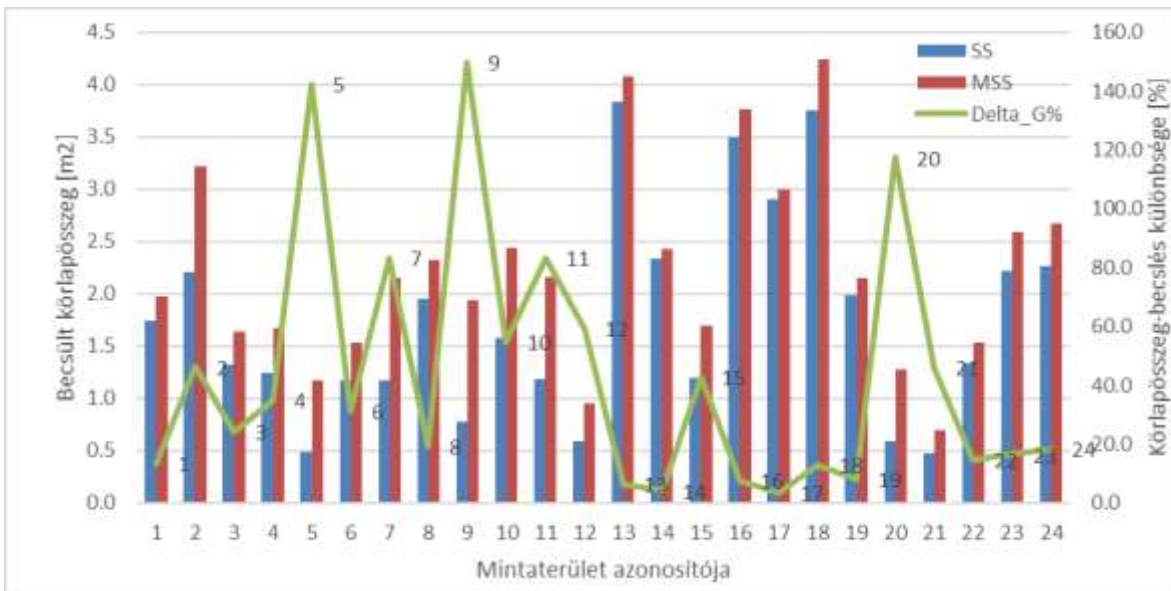
1. táblázat: A huszonnégy mintaponton végzett becslések összesített eredményei. A modellezhető törzshosszt a famagasság arányában adjuk meg. $\Delta X\%$ az egyes állapotjellemzők becslésében mutatókozó különbség százalékban kifejezve

	SS	MS	$\Delta X\%$
Egyedszám	1145	1715	49.8
Átmérő átlag [cm]	25.2	22.6	-10.3
Famagasság átlag [m]	17.7	18.8	6.3
Törzshossz [%]	56.7	58.6	3.3
Feldolgozási idő [min]	~ 15'	~ 20'	30

Az MS adatokból levezetett becslések minden mintaterületeken magasabb törzsszámot és nagyobb körlapösszeget eredményeznek, mint az SS mérésekből származtatható értékek, bár a különbségek ($\Delta N\%$ és $\Delta G\%$) igen tág határok között mozognak (2. ábra, 3. ábra). Egyedszám tekintetében az MS felmérési móddal egyes mintaterületeken (pl. 1, 14, 22) alig 10%-kal, míg máshol (pl. 5, 9, 10) több mint duplájára növekszik az azonosítható törzsek száma. Hasonlóan tág ingadozás jellemzi a körlapösszeget, ahol 10% alatti növekedésre a 13, 14, 17-es mintaterület, míg kétszeres növekedésre az 5, 9, 20-as mintaterület mutat példát. A becslési eredmények eltéréseiben mutatókozó variancia az egyes mintaterületeken található faállományok különbségeire vezethető vissza. Mértéke pedig arra hívja fel a figyelmet, hogy – a vizsgált mintaterületeken – az MS felmérés bizonyos állománytípusokban csupán minimális pontossági javulást okoz, míg más állományviszonyok között kizárólag ez vezethet értékelhető eredményre.



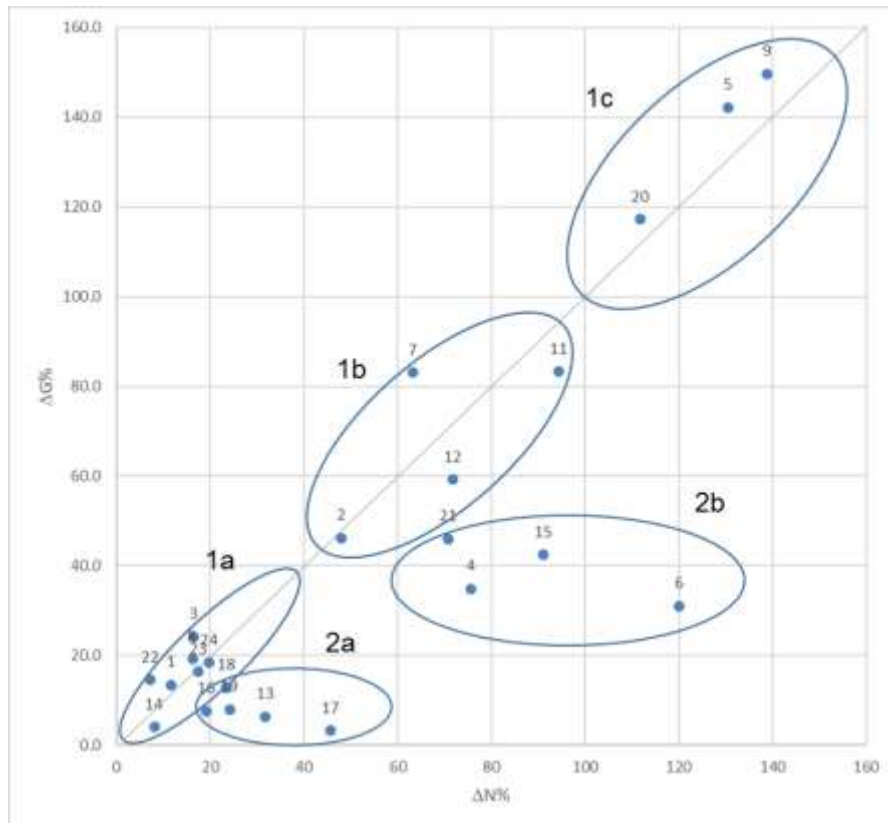
2. ábra. SS és MS adatok alapján azonosított egyedek száma és százalékos változása



3. ábra. SS és MS adatok alapján becsült mintaterületi körlapösszeg és százalékos változása

A továbbiakban arra keressük a választ, hogy milyen állományjellemzők határozzák meg az SS és MS felmérési módok eredményei közötti különbséget. A 4. ábrán az azonosított törzsek számának és a körlapösszeg-becsléseknek a szkennelési módok szerinti eltéréseit (\square N% és \square G%) láthatjuk. A pontok elhelyezkedése alapján a mintaterületeket öt csoportra különítettük el (1a, 1b, 1c, 2a, 2b), amit a következőképpen értelmeztünk: Az 1-es jelű csoportok az átló mentén helyezkednek el, ezekre az jellemző, hogy MS felmérésnél – azaz a felmérési állaspontok számának növekedésével – a törzsszám és körlapösszeg közel azonos mértékben növekszik. Ez azt jelenti, hogy az MS felvételen azonosított fák mérete hasonló az SS felvételeken azonosítottakéhoz. Más szóval, az SS felmérés reprezentatívan adja vissza a mintaterületen előforduló fák méretét. Feltételezésünk szerint ennek oka az, hogy a mintaterületen a fák ténylegesen hasonló méretűek, vagyis az 1-es csoportba az egy lombkoronaszintes, egykorú állományok sorolhatók. Az 1a csoportban az állapotjellemzők változása viszonylag kicsi, ami azt jelenti, hogy a kitakarások hatása elenyésző; ezek az állományok feltisztult törzssű, gyér aljnövényzetű, alacsony törzsszámú állományok. Az 1c csoportban ezzel szemben jelentős a kitakarások hatása, ami származhat a cserjeszintből, az ágak takarásából, vagy akár magas törzsszámából. Az 1b csoport a takarások szempontjából átmenetet képvisel. A 2-es csoportba tartozó mintaterületeken az MS felvétel alapján a törzsszám növekedése fölülmúlja a

körlapösszeg növekedését, ami azt jelenti, hogy az átlagosnál kisebb átmérőjű törzsekkel egészül ki az SS felvételből kimutatott faállomány. Az SS felmérés itt a nagyobb méretű egyedek felé torzított becslésre enged következtetni. A 2a mintaterületeken a torzítás kisebb, ami arra utal, hogy a fák méretei kevésbé térnek el, míg a 2b csoportban az eltérés markánsabban jelentkezik. A 2b csoport tagjai feltételezésünk szerint az újulati szinttel rendelkező mintaterületek, hiszen ezeknél a legkisebb az egységnyi egyedszám-növekedésére jutó körlapösszeg-növekedés. A 2a mintaterületeken több lombkoronaszintes állományok várhatók, az alsó lombkoronaszintben kisebb átmérőjű egyedekkel. Valószínűsíthető, hogy a 2a és 2b csoportok között is folyamatos átmenet van. A feltevést a pontthalmazok képe alátámasztja (5. ábra), de az igazoláshoz terepi referenciaadatokkal való összehasonlítás szükséges.



4. ábra. SS és MS adatokból származó egyedszám- és körlapösszeg becslések eltérései. A változások jellege és mértéke alapján öt faállománytípust különítettünk el

Összefoglalás

Vizsgálatunk 24 erdei mintaterületen végzett TLS felmérés alapján hasonlította össze a törzsszám és körlapösszeg becslését a felmérési álláspontok száma alapján. Megerősítést nyert, hogy a felmérési álláspontok számának növelése során a faállományok mennyiségi becslésében jelentkező pontosságnövekedés mértékét elsősorban a felmérési pontokból észlelt takarások határozzák meg. A kutatás eredménye egy új összefüggés kimutatása a faállomány színtezettsége, valamint a törzsszám- és körlapösszeg-becslés változása között. Eszerint, a felmérési álláspontok számának növelésével a két becslés jellemező egyszintes, közel azonos méretű egyedeket tartalmazó állományokban hasonló arányban növekszik, míg többkorú, ill. több lombkoronaszintes állományokban a becslés törzsszám növekedése fölülmúlja a körlapösszeg-becslés növekedését. Az összefüggés – igazolását követően – útmutatásul szolgálhat az erdészeti gyakorlat számára, hogy a TLS-sel végzett faállománybecslések alkalmazásakor a leginkább gazdaságos felmérési mód kerüljön kiválasztásra.



5. ábra. Példák az azonosított állománycsoportokra a pontfelbőlt képe alapján: a) Egyszintes, nyitott állomány (1a csoport), b) Kétszintes állomány (2b csoport), c) Egyszintes, zárt állomány (1c csoport)

Köszönetnyilvánítás: A tanulmány elkészítéséhez szükséges felmérési adatok a „Benchmarking on Terrestrial Laser Scanning for Forestry Applications” projekt keretében készültek, és a Finnish Geospatial Research Institute bocsátotta rendelkezésünkre.

Felhasznált irodalom

- BROLLY G. – KIRÁLY G. – CZIMBER K. (2015): Fejlesztések egyesfák dendrometriai jellemzőinek automatizált meghatározására földi lézershakkenner adatokból. V. Kari Tudományos Konferencia – Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron. 67-72
- HYYPPA, J. – LIANG, X. (2015): Project Benchmarking on Terrestrial Laser Scanning for Forestry Applications. – Projektismertető, EuroSDR (<http://www.eurocdr.net/research/project/project-benchmarking-terrestrial-laser-scanning-forestry-applications>) 2017. október 24-i változat
- KIRÁLY G. – BROLLY G. – MÁRKUS I. (2007): Földi lézershakkenelés alkalmazása egyes fák vizsgálatára. – Geomatikai Közlemények X: 241-251
- THIES, M. – SPIECKER, H. (2004): Evaluation and future prospects of terrestrial laser scanning for standardized forest inventories. In: Proceedings of the ISPRS working group VIII/2, „Laser-Scanners for forest and Landscape assessment” – Freiburg, Germany. 3-6 October 2004, pp. 192-198.
- WATT, P. J. – DONOGHUE, D. N. M. (2005): Measuring forest structure with terrestrial laser scanning. – International Journal of Remote Sensing 26 (7): 1437-1446.

AZ ŐRSÉGI TÁJ KARAKTERÉNEK ELEMZÉSE TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREK SEGÍTSÉGÉVEL

BALÁZS PÁL¹ – KONKOLY-GYURÓ ÉVA²

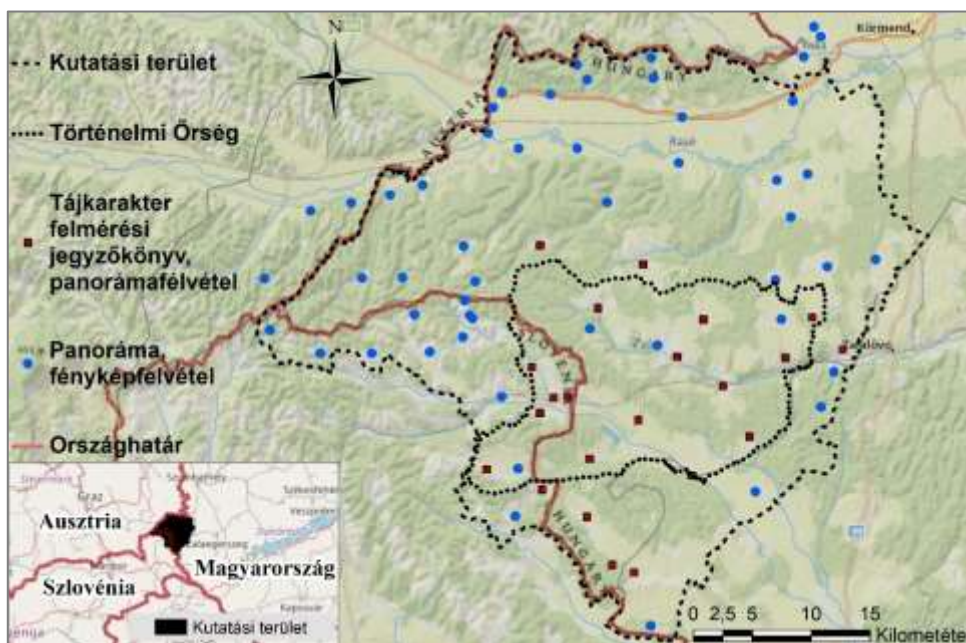
¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet
balazs.pal@uni-sopron.hu

A táj mint természeti és kulturális elemeket egyaránt magába foglaló egyedi térség fontosságát az Európai Tájegyezmény (EURÓPA TANÁCS 2000) elfogadása óta egyre több ország ismeri el és építi be saját politikájába. Alapvető cél a tájak alakításában érintettek felelősségének tudatosítása a tájértékek és a táji sokféleség megőrzése és gyarapítása céljából. Hazánk 2017 és 2026 közötti időszakra szóló, az egyezmény tükrében megalkotott Tájstratégiájának célkitűzései között szerepel többek között az ország tájainak számbavétele, karakterük feltárása (FM 2017). Jelen kutatással ehhez a nagyszabású feladathoz kívánunk hozzájárulni az Őrség térségében készített, országhatáron átívelő tájkarakterelemzés révén. Az elemzés megalapozhatja, segítheti a táj védelmi, kezelési és tervezési tevékenységeit, hozzájárulva a kiemelkedően értékes őrségi táj jellegének megőrzéséhez és megfelelő fejlődési irányainak kijelöléséhez.

Kutatási terület

Mivel a jelenlegi földrajzi kistájbeosztás nem különböztet meg önálló Őrséget, ezért a kutatási terület lehatárolásánál az úgynevezett történelmi Őrség kiterjedését és egy az Őrség határait vizsgáló mentális térképezés eredményeit használtuk fel (DÖVÉNYI 2010; BALÁZS *et al.* 2012). A történelmi Őrséget a határvédelmi feladataikért egykor kiváltságokat élvező falvak alkotják, amelyek listáját ma is adománylevelek őrzik (1. ábra). A helyiek körében végzett mentális térképezést a táj határaitra vonatkozó vélemények kinyerése céljából alkalmaztuk. A megkérdezettek által rajzolt Őrség-térképek legkülső határait használtuk fel a kutatási terület meghatározásához (1. ábra).



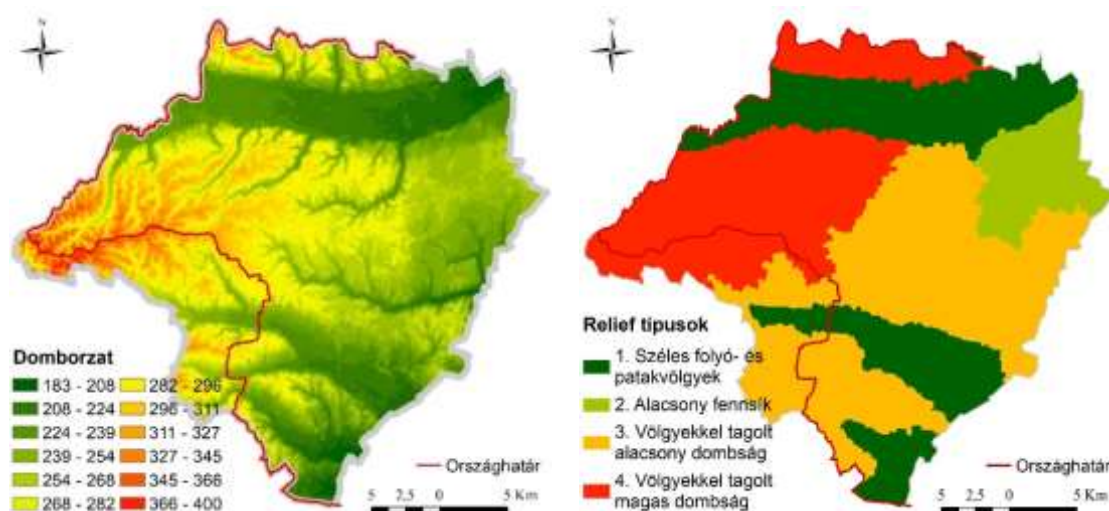
1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése a tájkarakter-felvételezési pontok feltüntetésével

Vizsgálati módszerek

A tájkarakter-elemzések módszertanukat tekintve korántsem egységesek. Az áttekintett szakirodalom alapján a legalapvetőbb az Angliára és Skóciára vonatkozó módszertani útmutató

(SWANWICK - LAND USE CONSULTANTS 2002). Erre alapozva dolgozta ki KONKOLY-GYURÓ *et al.* (2010) azt a terepi felvételezéseket és térinformatikai elemzéseket ötvöző módszertant, amelyet a kutatás keretében alkalmaztunk. A terepi munkát az angol útmutató jegyzőkönyve alapján hajtottuk végre 22 felvételezési ponton (1. ábra). A terepen a domborzatra, a felszínborításra, a tájhasználatra vonatkozó információk mellett percepcionális jellemzők (pl. látvány, táj keltette benyomás) felvételezése is történt, amelyek a karakter meghatározó tényezői. A térinformatikai elemzés során a terepi felmérések eredményeit is tartalmazó három alapjellemezőt – *relief jellemzőket*, az *emberi hatás mértékét*, valamint a *felszínborítás dominanciát* – leíró, komplex indikátorokat határoztunk meg ArcGIS 9.3 térinformatikai alkalmazás révén.

A vizsgált terület relieftípusait SRTM felszínmodell (NASA JPL 2013) valamint a terepi bejárás alapján különítettük el: 1. Széles folyó- és patak völgyek, 2. Alacsony fennsík, 3. Völgyekkel tagolt alacsony dombság, 4. Völgyekkel tagolt magas dombság (2. és 3. ábra).



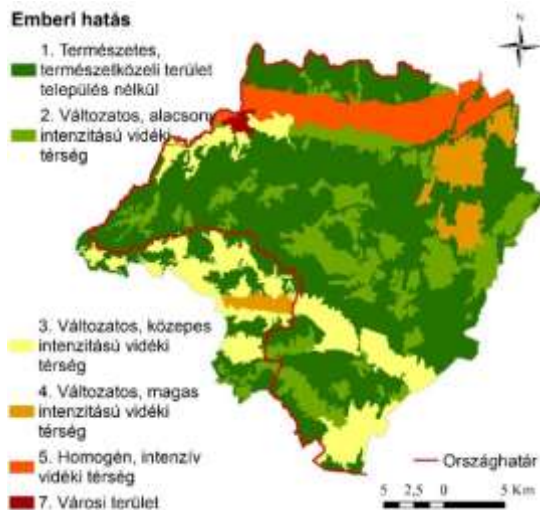
2. ábra: A kutatási terület domborzata

3. ábra: A kutatási terület relieftípusai

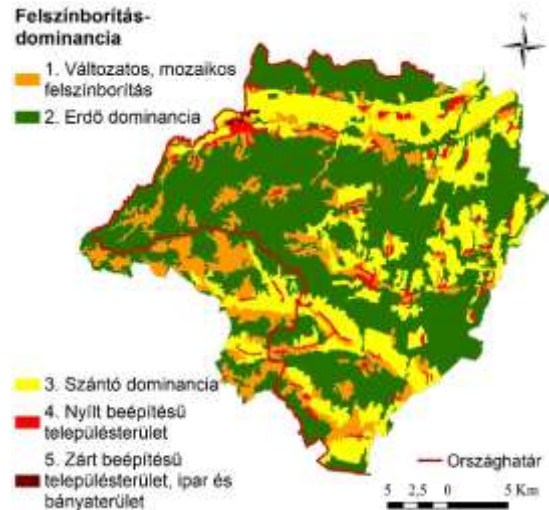
Az emberi hatás, azaz a természet átalakíthatósága a felszínborítás és a terepi felmérés információin alapszik. Ennek az indikátornak a képzéséhez Magyarország területére a CORINE 1:50 000, Szlovénia területére pedig a 1:100 000-es méretarányú felszínborítási adatbázist használtuk (FÖMI 2009; EEA 2016). A felszínborítási térképek egyes kategóriáihoz természetesség és intenzitás értékeket (KONKOLY-GYURÓ - TIRÁSZI 2007) rendeltünk. Az automatizált hozzárendelést ezt követően a terepi jegyzőkönyvek és megfigyelések alapján szakértői megítélés szerint finomítottuk, bevonva a tájmintázatra és a tájképre vonatkozó, terepi jegyzőkönyvekben rögzített percepcionális jellemzőket (4. ábra).

A felszínborítás dominancia jellegének meghatározásához ugyancsak a CORINE 1:100 000-es méretarányú adatbázist vettük alapul. Az egyes osztályok elkülönítéséhez felhasználtuk a területre elérhető részletesebb felszínborítási térképeket (CORINE 1:50 000 adatbázis), valamint a terepi bejárás során gyűjtött felszínborítás mintázatára vonatkozó információkat, amelyek alapján változatos és domináns típusú területeket különítettünk el (5. ábra).

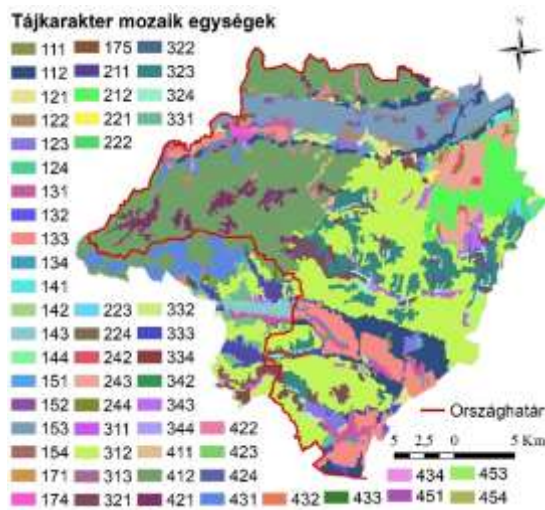
A létrejött három térképréteg (3-5. ábra) összemetszése révén összesen 57 darab homogén területfoltot, úgynevezett mozaik egységet kaptunk, melyek azonosítószámai a kiinduló térképek – sorrendben relief, emberi hatás, felszínborítás-dominancia – egyes kategóriáinak sorszámából épülnek fel (6. ábra). A mozaik egységeket a terepi információk ismételt felhasználásával nagyobb egységekbe vontuk össze, tájkarakter-típusokat képezve (7. ábra). A Fertő-Hanság térségére alkalmazott módszerhez képest többletet jelentett, hogy a típusképzés során figyelembe vettük a települések, házcsoportok különböző reliefszinteken való elhelyezkedését is, mint az őrségi táj fontos karakteradó sajátosságát.



4. ábra: Az emberi hatás indikátorkutatási területre jellemző osztályai



5. ábra: A kutatási terület felszínborítás-dominanciája



6. ábra: A kutatási terület tájkarakter mozaik egységei



7. ábra: A kutatási terület tájkarakter-típusai. Az ábrán szereplő azonosítószámok jelentését a következő fejezet tartalmazza.

Eredmények

A tájkarakter egységek lehatárolását azok részletes, nem értékelő, tényeket bemutató, objektív leírása követi. Terjedelmi korlátok miatt azonban e tanulmányban csupán az egyes típusok fő jellemzőin alapuló elnevezésük felsorolását adjuk közre. A tájkarakter-típusok részletes bemutatása a teljes elemzést és annak eredményeit tartalmazó kapcsolódó PhD értekezésben olvasható (BALÁZS 2017).

1. Alacsony dombvidék

11. Alacsony dombvidék, változatos tájhasználat intenzitással és felszínborítással, többségében dombháti, szeres településekkel
12. Alacsony dombvidék, alacsony tájhasználat intenzitással, változatos felszínborítással, többségében völgyalji településekkel
13. Alacsony dombvidék, közepes tájhasználat intenzitással, változatos felszínborítással, többségében völgyalji településekkel

2. Magas dombvidék

21. Magas dombvidék, alacsony tájhasználat intenzitással, változatos felszínborítással, dombtetőn elhelyezkedő településekkel

- 22. Magas dombvidék, alacsony tájhasználat intenzitással, domináns erdőborítással, dombtetőn elhelyezkedő településekkel
- 23. Magas dombvidék, alacsony intenzitással, domináns erdőborítással, völgyalji településekkel
- 3. Széles völgy
 - 31. Széles völgy, közepes tájhasználat intenzitással, gyep-szántó dominanciával, völgyben meghúzódó településekkel
 - 32. Széles völgy, közepes intenzitással, szántó dominanciával, völgyben meghúzódó településekkel
 - 33. Széles völgy, szántó dominancia, intenzív művelés, völgyet övező dombvonulatok tövében elhelyezkedő települések
- 4. Alacsony fennsík
 - 40. Alacsony fennsík, szántó és erdő dominancia, nagytáblás művelés

Eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Az őrségi táj karakterének elemzésére mindeddig nem került sor. Az elemzés során tíz tájkarakter-típust különítettünk el a határon átnyúló kutatási területre vonatkozóan. Az egyes típusok domborzati jellemzőikben, használati intenzitásukban, felszínborítás dominanciájukban és a települések szerkezetében térnek el egymástól. A vizsgált terület esetében a relief jellemzők különösen meghatározó szerepet töltenek be a táj karakterében, melyet a relieftípusok és a tájkarakter-típusok határai közötti jelentős átfedés mutat. Ugyanakkor, azonos relieftípusban is találhatóak eltérő tájkarakter-típusok, amely igazolja a domborzat nem abszolút meghatározó szerepét a táj karakterében. Az országhatárnak a tájkarakter szempontjából megosztó szerepe van, amely a határ két oldalán található különböző tájkarakter-típusokban mutatkozik meg.

Az aktuális kistájkataszter alapján az Őrség, mint önálló kistáj jelenleg nem létezik (DÖVÉNYI 2010). A tanulmányban bemutatott elemzés egy olyan új tájlehatárolás alapjait képezheti, amelyben az Őrség is helyet kaphat. Ennek a táj védelmi és kezelési stratégiáinak megfogalmazásában van szerepe. További feladat a tájkarakter-típusok természet- és tájvédelmi szempontú értékelése, amelyben az értékek és az azokat veszélyeztető tényezők feltárására kerülhet sor. Szintén elvégzendő az Őrség tájkarakter terület határainak megvonása a szomszédos tájak jellemzőinek figyelembe vételével. Itt ugyanis az egyediség, a sajátos táji kompozíció, a környező tájaktól való elkülönítő jegyek, az identitás meghatározása szükséges.

Irodalomjegyzék

- BALÁZS P. (2017): Az őrségi táj változásának és karakterének elemzése. PhD értekezés. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Sopron. 179 p.
- BALÁZS P. – KONKOLY-GYURÓ É. – BACSÁRDI V. – KIRÁLY G. (2012): A táji identitás és a tájváltozás érzékelése az Őrségben és a Vendvidéken. In: KONKOLY-GYURÓ É. (Ed.): A tájváltozás percepciója, a táj átalakulásának feltárása történeti térképelemzés és kérdőíves felmérés alapján az Őrségben és a Vendvidéken. Szakmai jelentés a "Transnational Ecological Network in Central Europe" projekt 6-os munkacsomagjában. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. pp. 23-50. Online ISBN 978-963-334-073-8
- DÖVÉNYI Z. (ed.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. 876 p. ISBN 978-963-9545-29-8
- EEA (2016): CORINE Land Cover database 2012. Version 18.4. European Environment Agency (EEA)
- EURÓPA TANÁCS (2000): Európai Táj Egyezmény. Aláírás dátuma: 2000. október 20. Firenze
- FM (2017): Nemzeti Tájstratégia (2017-2026). Készült a Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály koordinálásával. Földművelésügyi Minisztérium, Budapest. 85 p.
- FÖMI (2009): CORINE 1:50 000-es felszínborítási adatbázis (1998-1999). Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI), Budapest
- KONKOLY-GYURÓ É. – TIRÁSZI Á. (2007): Tájvédelmi modellterv a Fertő-Hanság középtáj térségére. Tájműhely Kft. Megbízó: Fertő-Hanság és Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság. 142 p.

- KONKOLY-GYURÓ É. – TIRÁSZI Á. – WRBKA, T. – PRINZ, M. – RENETZEDER, C. (2010): Határon átvélő tájak karaktere. A Fertő-Hanság medence és Sopron térsége. / Der Charakter grenzüberschreitender Landschaften. Das Fertő/Neusiedlersee-Hanság-Becken und die Region Sopron. A kétnyelvű kiadvány az Osztrák-Magyar Akció Alapítvány támogatásával készült / Gefördert von der Stiftung „Aktion Österreich-Ungarn”. Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó / Verlag Universität Westungarn, Sopron. 43 p. ISBN 978-963-9883-53-6
- NASA JPL (2013): NASA Shuttle Radar Topography Mission, Version 3, 3 arc second. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota (<https://lpdaac.usgs.gov>), accessed October 29, 2015.
<http://dx.doi.org/10.5067/MEaSURES/SRTM/SRTMGL3.003>
- SWANWICK, C.; Land Use Consultants (2002): Landscape Character Assessment Guidance for England and Scotland. Prepared for the Countryside Agency and Scottish Natural Heritage. 84 p.

A KÖRNYEZETI TERVEZÉSHEZ SZÜKSÉGES KÖRNYEZETI ADATOK ADAT- ÁTVÉTELI LEHETŐSÉGEINEK VÁLTOZÁSA

ELEKNÉ FODOR VERONIKA – PÁJER JÓZSEF
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

Bevezetés

Napjainkban a környezetvédelmi szempontok egyre nagyobb hangsúlyt kapnak. Ahhoz, hogy egy tevékenység során a lehető legkisebb legyen környezetünk terhelése, károsítása, már annak megvalósítása előtt szükséges felbecsülni és értékelni a lehetséges környezeti változásokat. E vizsgálatokhoz, és az ezeken alapuló környezeti tervek elkészítéséhez valós és megbízható környezeti információkra, és az azokat megalapozó hiteles környezeti adatokra van szükség.

A környezeti tervezéshez szükséges adatok jellegének meghatározásával több kutatás is foglalkozott, azonban inkább csak a tervezés szempontjából lényeges környezeti paramétereket határozták meg. RÉDEY *et al.* (2002) egy „check-listát” dolgozott ki a lehetséges környezeti hatások felismerését segítő környezeti tényezőkről a szakirodalom addigi eredményei, illetve saját gyakorlati tapasztalataik alapján. Célzottan a környezeti hatásvizsgálatok adatigényének meghatározásával ELEKNÉ FODOR (2016) foglalkozott. E kutatás során kifejlesztett lista tartalmazza azokat a legfontosabb környezeti adatokat, amelyek egy környezeti alapállapot leírásához nélkülözhetetlenek.

A szükséges adatok meghatározása mellett azonban kulcsfontosságú az adatforrások megadása. Az utóbbi években a térinformatika robbanásszerű fejlődése új lehetőségeket adott az információk, és az azokat alapozó adatok korszerű digitális adatbázisokba való szervezésére, ezen belül pedig egyre nagyobb szerephez jutnak a környezeti információs rendszerek. Bár a szakirodalom nem foglalkozik az egyes rendszerek adattartalmának meghatározásával, a jogi szabályozásban egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezeti információk előállításának fontossága. A megnövekedett igények hatására ma már számos nemzetközi és hazai információs rendszer és ezek alapját képező környezeti adatbázis működik (DEDRICK 2010). A tervezési folyamatot jelentősen gyorsítja, egyszerűbbé és megbízhatóbbá teszi, ha az adatátvitel az információs rendszerekből történő átvétellel valósul meg (ELEKNÉ FODOR 2014). Az 1995. évi LIII. törvényben előírtak szerint a környezetvédelmi feladatok megvalósításának támogatása érdekében egységes Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszert kell létesíteni és működtetni, mely az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszerből és a téradat-kezelők által működtetett környezeti információs rendszerekből áll.

Az egységes rendszer kérdésének aktualitását és fontosságát támasztja alá az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EU irányelve is, amely elsődlegesen a környezet állapotával szoros összefüggésben lévő adatok elérhetőségét, felhasználhatóságát hivatott biztosítani (INSPIRE). Az irányelv hazai jogrendbe való átültetése a környezet védelmének általános szabályairól szóló törvény módosításával, valamint ahhoz kapcsolódóan a 241/2009. kormányrendelet és a 1026/2007. kormányhatározat módosításával történt meg. Az irányelv, és az új hazai szabályozás lényeges megállapítása és előírása, hogy a térbeli adatokat a kormányzat egy adott szintjén kell gyűjteni és az összes szinttel meg kell osztani, ezzel elősegítve a munka hatékonyságának javulását. Emellett a térbeli adatoknak olyan módon kell rendelkezésre állniuk, hogy azok ne hátráltassák a széleskörű felhasználhatóságot. Az alapelvek között szerepel, hogy az adatokat azon a szinten kell tárolni, ahol a tárolás a leghatékonyabban megoldható, így az adatok frissessége is garantálható, biztosítani kell továbbá, hogy egyszerű legyen az adatokat megtalálni, ellenőrizni és megismerni, ezáltal a környezeti tervezési feladatokban felhasználni.

Vizsgálati módszer

A korábbi átfogó kutatás (ELEKNÉ FODOR 2016) során meghatározásra kerültek azok a környezeti adatok, amelyek a környezet alapállapot feltárásához szükségesek. Interneten történő elektronikus kereséssel, illetve nyomtatott formában megjelent dokumentumok kutatásával azonosítottuk azokat az információs rendszereket és adatbázisokat, amelyek a környezeti tervezési feladatok számára potenciális adatforrások lehetnek. Vizsgálatunk szempontjából azokat a rendszereket, adatbázisokat tartottuk relevánsnak, amelyek az egyes környezeti elemekre vonatkozóan primer környezeti adatokkal szolgálhatnak. Ezt követően megvizsgáltuk adattartalmukat, aktualitásukat, területi lefedettségüket, az adatátvitel lehetőségeit illetve használatuk esetleges nehézségeit, korlátait.

Jelen kutatásban összehasonlítottuk a környezeti tervezési feladatokhoz adatokat biztosító környezeti információs rendszerek és adatbázisok 2010-es illetve jelenlegi (2017) állapotát. Célunk a jogi szabályozás valamint a felhasználói igények hatására bekövetkező változások kimutatása volt, különös tekintettel a következőkre:

- a jogszabályi előírásokra az egyes környezeti tervek adattartalmát illetően,
- a felhasználói vagy döntéshozói igények hatására az információs rendszerek adattartalmának változására, az esetlegesen létrejött új rendszerekre,
- az egyes információs rendszerekben történő változásokra (adattartalom, elérhetőség, aktualitás),
- az adatátvitel lehetőségeinek változására.

Eredmények

Az adattartalom jogszabályi előírásainak vizsgálati eredményeit a környezetvédelmi programok és a környezeti hatásvizsgálatok példáján mutatjuk be.

A környezetvédelmi programok tartalmi elemeiről az 1995. évi LIII. törvény rendelkezik. A törvény nem határoz meg környezeti adatokat, csupán olyan kötelező és opcionális szakterületeket, amelyekre ki kell térni a környezetvédelmi program készítése közben (*1. táblázat*). A 2010-es és a jelenlegi állapot között nem volt eltérés, nem történt jogszabály módosítás.

A környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó, jelenleg érvényben lévő legmagasabb szintű hazai jogszabály a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény, valamint a 139/2017. (VI. 9.) Korm. rendelet. Az egyes környezeti elemekre vonatkozóan konkrét adatot sem a törvény, sem a rendelet nem határoz meg, csak olyan tényezőket, szempontokat ad meg, amelyeket mindenképpen figyelembe kell venni a környezeti hatásvizsgálatok készítése során.

A 2010-es állapothoz képest azonban a hatásvizsgálati eljárásban vizsgálandó, és ennek megfelelően a hatástanulmányok kidolgozásában is érvényesítendő tartalmi előírásokban jelentős változás történt: a rendeletben megjelenik az éghajlat, mint vizsgálandó rendszer, valamint az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást, illetve az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklését célzó intézkedések megadásának igénye (*2. táblázat*). A kutatás során vizsgáltuk az információs rendszerek és adatbázisok adattartalmára vonatkozó előírások változásait.

Az Európai Parlament és a Tanács 2014. május 16-án hatályba lépett, a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó szabályozást módosító 2014/52/EU irányelve már előírja, hogy „helyénvaló felmérni a projekteknek az éghajlatra gyakorolt hatását (például az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását), és az éghajlatváltozásnak való kitettségüket.” Az irányelv elvárásai a magyarországi jogszabályokba átültetésre kerültek, a gyakorlati alkalmazáshoz pedig a Miniszterelnökség megbízásában Klímakockázati Útmutató (Útmutató Projektek Klímakockázatának értékeléséhez és csökkentéséhez) készült, amely az éghajlatváltozásnak való kitettség értékeléséhez alkalmazásra ajánlott információforrásokat is megad. Ezek közül három újonnan létrejött hazai térinformatikai rendszert is kiemel. A NATÉR projekt célja egy összetett térinformatikai adatbázis kifejlesztése volt, mely az éghajlatváltozás várható káros hatásait vizsgálta a vízgazdálkodás,

biodiverzitás és földhasználat vonatkozásában. A kifejlesztett rendszer a döntéshozók és a kutatók számára is elérhető. A KRITÉR projekt a turizmus és infrastruktúra klímaváltozás okozta sérülékenységét vizsgálta, a VAHAVA projekt pedig olyan kutatásokat indított, melyek meghatározzák a klímaváltozás Magyarország területén várható irányát és ennek az egyes ágazatokra és szakterületekre valószínűsíthető hatását.

Hazai vonatkozásban az 1995. évi LIII. törvény írja elő a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszert szükségességét, adattartalmát pedig a 214/2009. (X.29) kormányrendelet határozta meg. A Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer alap és tematikus téradatokra vonatkozó téradat fedvényeit a 3. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat: A környezetvédelmi programok kötelező és opcionális tartalmi elemei (Forrás: 1995. évi LIII. törvény)

kötelező tartalmi elemek	opcionális tartalmi elemek
<p>48/E. § (1) A települési környezetvédelmi programnak a település adottságaival, sajátosságaival és gazdasági lehetőségeivel összhangban - a 48/B. § (2) bekezdésben foglaltakon túl - tartalmaznia kell</p> <p>a) a légszennyezettség-csökkentési intézkedési programmal, valamint a légszennyezéssel,</p> <p>b) a zaj és rezgés elleni védelemmel, a külön jogszabály alapján stratégiai zajtérkép készítésére kötelezett települési önkormányzatok esetén a stratégiai zajtérképek alapján készített intézkedési tervekkel,</p> <p>c) a zöldfelület-gazdálkodással,</p> <p>d) a települési környezet és a közterületek tisztaságával,</p> <p>e) az ivóvízellátással,</p> <p>f) a települési csapadékvíz-gazdálkodással,</p> <p>g) a kommunális szennyvízkezeléssel,</p> <p>h) a települési hulladék-gazdálkodással,</p> <p>i) az energiagazdálkodással,</p> <p>j) a közlekedés- és szállításszervezéssel,</p> <p>k) a feltételezhető rendkívüli környezetveszélyeztetés elhárításával és a környezetkárosodás csökkentésével</p> <p>kapcsolatos feladatokat és előírásokat.</p>	<p>48/E. § (2) Az (1) bekezdésben foglaltakon túl a települési környezetvédelmi program - a település adottságaival, sajátosságaival és gazdasági lehetőségeivel összhangban - tartalmazhatja</p> <p>a) a települési környezet minőségének, környezetbiztonságának, környezet-egészségügyi állapotának javítása, valamint a természeti értékek védelme és fenntartható használata érdekében különösen:</p> <p>aa) a területhasználattal,</p> <p>ab) a földtani képződmények védelmével,</p> <p>ac) a talaj, illetve termőföld védelmével,</p> <p>ad) a felszíni és felszín alatti vizek, vízbázisok védelmével,</p> <p>ae) a rekultivációval és rehabilitációval,</p> <p>af) a természet- és tájvédelemmel,</p> <p>ag) az épített környezet védelmével,</p> <p>ah) az ár- és belvíz-gazdálkodással,</p> <p>ai) az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével, az éghajlatváltozás várható helyi hatásaihoz való alkalmazkodással,</p> <p>b) a környezeti neveléssel, tájékoztatással és a társadalmi részvétellel</p> <p>kapcsolatos feladatokat és előírásokat.</p>

A kormányrendelet mellékletekben meghatározott téradat fedvények, illetve azok körébe tartozó téradat-készletek gyűjtése a rendelet alapján nem kötelező. Így az információs rendszerek adattartalmára csak ajánlásokat, és nem előírásokat ad. A változások mértéke a 2010-es állapothoz képest nem jelentős, azonban itt is megjelenik az egyes fedvények leírásánál a klímaváltozás növekvő szerepe.

Az információs rendszerek és adatbázisok vizsgálata során megállapítottuk, hogy a felhasználói valamint a jogszabályi elvárások hatására több esetben is történt változtatás, akár a rendszerek felépítésében (mint például az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer – az OKIR – esetén), akár a felhasználói felület megjelenésében (pl. az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat – az OLM – esetében).

Vizsgálati eredményeink mutatják a fejlődés irányát: egyre több olyan adatbázis létezik, ami térinformatikai térképes rendszer segítségével jeleníti meg a tárolt adatokat. Ez egyrészt egységessé és egymással összekapcsolhatóvá teszi az egyes adatokat, másrészt jelentősen megkönnyíti a lekérdezést és az adatátvételt is.

2. táblázat: A környezeti hatásvizsgálatok szabályozásában bekövetkező változások (Forrás: 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet és 139/2017. (VI. 9.) Korm. rendelet)

kötelező tartalmi elemek	opcionális tartalmi elemek
<p>4. § (1) A Khvr. 6. § (1) bekezdése helyébe a következő rendelkezés lép:</p> <p>(1) A környezeti hatásvizsgálati eljárás kiterjed a környezeti hatásvizsgálat-köteles tevékenységek</p> <p><i>a)</i> az élővilágra, a biológiai sokféleségre, különös figyelemmel a védett természeti területekre és értékekre, valamint a Natura 2000 területekre,</p> <p><i>b)</i> a tájra,</p> <p><i>c)</i> a földre, a levegőre, a vízre,</p> <p><i>d)</i> az éghajlatra,</p> <p><i>e)</i> az épített környezetre és a kulturális örökség elemeire,</p> <p><i>f)</i> a környezeti elemek rendszereire, folyamataira, szerkezetére</p> <p>gyakorolt hatásainak az ügyek egyedi sajátosságainak figyelembevételével történő meghatározására, valamint a tevékenység ennek alapján történő engedélyezhetőségére.</p>	<p>4. § (3) A Khvr. 10. § (4) bekezdés <i>b)</i> pontja a következő <i>be)</i> és <i>bf)</i> alponttal egészül ki:</p> <p>(A környezetvédelmi engedély megadásáról szóló határozatban az engedély feltételei között:</p> <p><i>előírhatók:)</i></p> <p><i>be)</i> az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklését célzó, illetve energiahatékonyságot növelő intézkedések,</p> <p><i>bf)</i> az éghajlatváltozásból való alkalmazkodást célzó intézkedések, ha a hatásvizsgálat eredményét figyelembe véve azok megvalósítása nem jár aránytalanul magas költséggel.</p>

3. táblázat: A NATéR téradat fedvényeinek listája

1. melléklet a 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelethez: Az alap téradatokra vonatkozó téradattémák	2. melléklet a 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelethez: A tematikus téradatokra vonatkozó téradattémák
<ol style="list-style-type: none"> 1. Közigazgatási egységek 2. Közlekedési hálózatok 3. Vízrajz 4. Természetvédelmi területi kategóriák 5. Domborzat. 6. A felszín borítása 7. Távérzékelési adatok 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Statisztikai egységek a térinformatika vonatkozásában 2. Talaj 3. Térségi területhasználat. 4. Emberi egészség és biztonság 5. Közüzemi. 6. Közszolgáltatások 7. Környezeti monitoring létesítmények 8. Termelő és ipari létesítmények 9. Mezőgazdasági és akvakultúra-ágazati létesítmények 10. A népesség eloszlása - demográfia 11. Területhasználatot korlátozó övezetek 12. Területgazdálkodási, -szabályozási övezetek és adatszolgáltató egységek 13. Természeti kockázati zónák 14. Légköri viszonyok 15. Meteorológiai földrajzi jellemzők 16. Biogeográfiai régiók. 17. Élőhelyek és biotópok 18. A fajok elterjedése 19. Energiaforrások 20. Földtan, ásványi nyersanyagok 21. Energiát előállító egységek, erőművek, fűtőművek

Összefoglalás

A környezeti adatok iránti igény növekedésével egyre nagyobb kereslet alakult ki a jól működő, aktuális adatokat tartalmazó, könnyen elérhető és a gyakorlatban is alkalmazható információs rendszerek iránt. A már létező rendszerek több esetben is korszerűsítésen estek át, emellett azonban létrejöttek új információs rendszerek is.

A jogszabályi módosítások hatására hangsúlyosabbá vált a klímaváltozás, illetve az üvegházhatású gázok témaköre. Ez egyrészt megjelenik például a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó kormányrendeletben, de fellelhető a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer térdadat fedvényei között is.

Munkánk során a jogszabályi háttér tanulmányozásán túl összevetettük az adatátvitel lehetőségei tekintetében a 2010-es és a 2017-es állapotot. Megállapítottuk, hogy az információs rendszerekkel kapcsolatos változások - kiemelten a korszerű, interaktív térinformatikai alapú térképek közreadása – nagyban hozzájárultak az adatátvitel lehetőségeinek javulásához.

Felhasznált irodalom

- DEDRICK, J. (2010): Green IS: Concepts and issues for information systems research, *Communications of the Association for Information Systems*, 27(1). 173-184.
- ELEKNÉ FODOR V. (2016): Környezeti hatásvizsgálatok támogatása információs rendszerekkel. PhD disszertáció, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron
- ELEKNÉ FODOR V. – PÁJER J. (2014): Környezeti információs rendszerek alkalmazása a környezeti hatásvizsgálatok során. In: BIDLÓ A. – SZABÓ Z. (szerk.): Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia Kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron, pp. 85-88.
- RÉDEY Á. – MÓDI M. – TAMASKA L. (2002): Környezetállapot értékelés. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém
- 1026/2007. (IV. 11.) Korm. határozat a közigazgatási informatikai feladatok kormányzati koordinációjáról
- 139/2017. (VI. 9.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet és a környezetvédelmi és természetvédelmi hatósági és igazgatási feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló 71/2015. (III. 30.) Korm. rendelet módosításáról
1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
- 214/2009. (X.29) kormányrendelet a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről
- 241/2009. (X. 29.) Korm. rendelet a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről
- 94/2014. (III. 21.) Korm. rendelet a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer működésének részletes szabályairól.
- AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2007/2/EU IRÁNYELVE (2007. március 14.) az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról
- AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2014/52/EU IRÁNYELVE (2014. április 16.) az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról szóló 2011/92/EU irányelv módosításáról

ÉLETCIKLUS ELEMZÉS ERDÉSZETI ALKALMAZÁSA AZ ELMÚLT KÉT ÉV-TIZEDBEN

POLGÁR ANDRÁS – PÉCSINGER JUDIT
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet,
Környezetvédelmi Intézeti Tanszék
polgar.andras@uni-sopron.hu

Széles körű az egyetértés abban, hogy az emberiségnek fel kell tárnia és ki kell fejlesztenie olyan módszereket, amelyek alkalmazásával a gazdasági, ipari folyamatokhoz felhasznált erőforrások minimalizálhatók, valamint a kibocsátások és hulladékok környezeti hatása a környezeti rendszerre nézve nulla közelivé válik. A környezetbarát technológiák e hosszú távú cél elérésének eszközei (HEINIMANN 2012).

Az 1990-es évek elejétől kifejlesztett környezeti életciklus szemlélet olyan megközelítési mód, mely egy termék/termérendszer vizsgálata során a környezeti hatásokat nemcsak egyetlen életszakaszban, hanem akár annak teljes életútja során, a „bölcsőtől a sírig” is képes figyelembe venni. E modellezés alapja a folyamatszemplélet, a környezeti leltárkészítés és a célzottan kifejlesztett mutatórendszer alkalmazása.

Az életciklus szemléleten alapuló szabványos környezeti életciklus-elemzést (LCA) fenntarthatósági, döntéstámogató környezetmenedzsment eszköznek fejlesztették ki (ISO 14040:2006).

ERKMAN (1997) szerint az ipari ökológia koncepciója átfogja ezen elemző módszereket. E megközelítés úgy tekint az ipari rendszerekre, ahogy az ökológusok az ökoszisztémákra. Kulcsa az ipari metabolizmus modellezése, anyag- és energiaáramok feltárása, valamint a környezeti teljesítmény folyamatos fejlesztése (HEINIMANN 2012).

A gazdasági szféra és nyitott technológiai folyamatai eltérő intenzitásukból adódóan más-más környezeti hatást fejtenek ki. Ebből adódóan a hozzájuk tartozó anyag- és energia elvonások és kibocsátások alapján a globális környezeti problémákhoz is eltérő módon járulhatnak hozzá. A technológiák folyamat- és életciklus szemléletben történő környezeti vizsgálata lehetővé teszi a részletes elemzést és a klímaváltozáshoz történő hozzájárulás megállapítását is.

A környezeti elemek és rendszerek jellemzőiben az emberi tevékenység következtében bekövetkező változás a környezeti hatás (PÁJER 1998).

A földhasználatok során a művelési technológiákkal átalakított vegetációs viszonyok és a felszínborítás hatásai mellett, az egyes technológiák sajátos környezeti vonatkozásait is figyelembe kell venni. Álláspontunk szerint az erdőhasználatok technológiai vonatkozásainak környezeti vizsgálata fontos kiegészítést jelenthet az eddigi klímakutatásokhoz. A környezeti hatások értékelése a változás jelentőségének kifejezését célozza, és egyúttal fejlesztési intézkedéseket, döntéseket készít elő (POLGÁR 2012).

MÁTYÁS (2006) idézi RUMPF (2011) szerint a légköri szénmegkötés jelentőségének felismerése kedvező helyzetbe hozta az erdőgazdálkodást. Az erdőgazdálkodás az egyetlen olyan gazdasági tevékenység, amely jelentős mennyiségű atmoszférikus szén tartós, sok évtized időtartamú kivonását is lehetővé teszi.

A fa, mint nyersanyag szénszemlegessége napjainkban is igazolásra szorul, megannyi tényező figyelembe vételével (KLEIN *et al.* 2015).

Az életciklus-elemzés kiváló eszköze a környezeti hatások megalapozott vizsgálatának, azonban az erdészeti alkalmazása máig kihívást jelent az LCA szakértők számára.

Vizsgálati módszer

Munkánk során az LCA erdészeti alkalmazásának elmúlt több mint húsz éves időszakát vizsgáltuk meg a vonatkozó szakirodalom elemző áttekintésével. Áttekintettük az ISO 14040:2006 szabvány főbb követelményei szerinti szabványosított LCA módszertannak való megfelelés megvalósítását is.

A kialakított szempontrendszer az alábbi volt:

- szakmai előzmények
- szakmai konferenciák és kutatások a témakörben
- erdőgazdálkodás életciklus modellje
- LCA tanulmányok összehasonlíthatósága
- rendszerhatárok és környezeti leltáradatok
- bevont fafajok, idő és térbeli dimenzió, funkcióegység
- hatásértékelés és hatásértelmezés

Eredmények - Az életciklus-elemzés erdészeti alkalmazásának áttekintése

Az LCA erdészeti alkalmazásának előzményei

Az életciklus elemzés erdészeti alkalmazása máig kihívást jelent az LCA szakértők számára. Az ipari ökológia gondolata az alábbi neves kutatókig nyúlik vissza:

- Rober Ayres (AYRES – KNEESE 1969),
- Charles Hall (HALL *et al.* 1979),
- Howard T. Odum (ODUM *et al.* 1977).

Munkásságuk ösztönözte Ulf Sundberg professzort, hogy az erdészeti műveletek témakörében előzetes energiaelemzéseket végezzen (SUNDBERG – SVANQVIST 1987). SUNDBERG (1982) tanulmányában az üzemanyag fogyasztásból adódó költségeket döntő tényezőnek javasolja az erdészeti gépi munkálatok megválasztásában.

BERG (1995) megállapította, hogy az erdészeti tevékenységek környezeti hatásainak nagy része azon alapul, hogy az erdei műveletek olyan technikai megoldásokat sorakoztatnak fel, amelyek fosszilis eredetű üzemanyag igénye jelentős. Az erdészet gépesítése forwarderek és vonszolók használatával teljesen átváltotta a lovas fakitermelést/közéltést közúti tehergépkocsis szállításra.

A fatermékek életciklusának vizsgálata során végzett üvegház gáz kibocsátások elemzésén és energia számításokon alapulván FRÜHWALD és WEGENER (1993) megállapította, hogy a faanyag az „előállítási” és „életút vége - end of life” életszakaszában helyettesíthet több olyan energiaintenzív anyagot, melyek üvegház gáz (ÜHG) lábnyoma jóval magasabb. Másrészt a fosszilis erőforrások felhasználásából származó emissziók elkerülhetők a faanyag elégetésével, annak életútja végén (FRÜHWALD, WEGENER 1993).

FRÜHWALD (1995) szerint az erdészeti szektorban nincs ágazatspecifikusan kifejlesztett LCA és leltáradat gyűjtési (LCI) módszertan, melynek megalkotása a legnagyobb kihívások egyike. A helyzet HEINIMANN (2012) és KLEIN *et al.* (2015) megállapítása szerint napjainkban sem változott jelentősen.

Mivel a termékek és folyamatok életciklus elemzését nagy érdeklődés övezi, ezért e módszernek az erdészetben és erdészeti termékekkel kapcsolatos iparban is mindenképpen el kell terjednie (FRÜHWALD 1995). HEINIMANN (2012) nyomán kijelenthetjük, hogy az erdészet hagyományos, megújuló nyersanyagot, mint terméket szolgáltat különböző ipari és háztartási folyamatok számára. Az LCA pedig alkalmas módszer az elemzésre, mivel termékek vizsgálatára fejlesztették ki (ISO 14040:2006). A szektor LCA alkalmazása mind a külső (összehasonlító), mind a belső (hatékonyságnövelő) előnyök elérése érdekében is prioritás.

Az LCA erdészeti alkalmazásának elmúlt, több mint húsz éves időszakát HEINIMANN (2012) és KLEIN *et al.* (2015) tekintik át munkájukban részletesen. SANDIN *et al.* (2016) az erdészeti termékek életciklus-elemzésének specifikumait írták le.

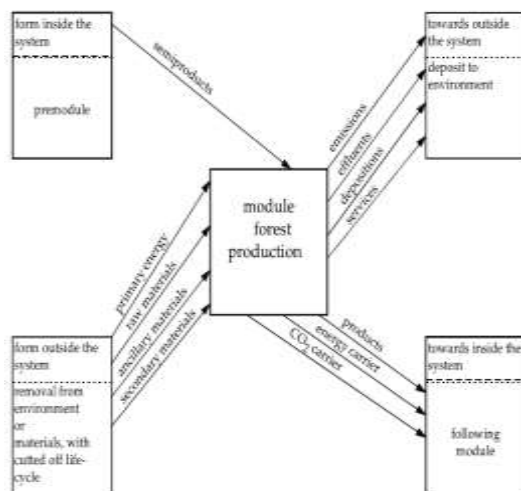
Konferenciák, kutatások

Az első erdészeti témájú LCA konferenciát Németországban rendezték (FRÜHWALD 1995). A főbb erdészeti témájú LCA aktivitások az USA-ban, Svédországban, Németországban, Norvégiában és Finnországban jelentek meg (GUINÉE *et al.* 2010).

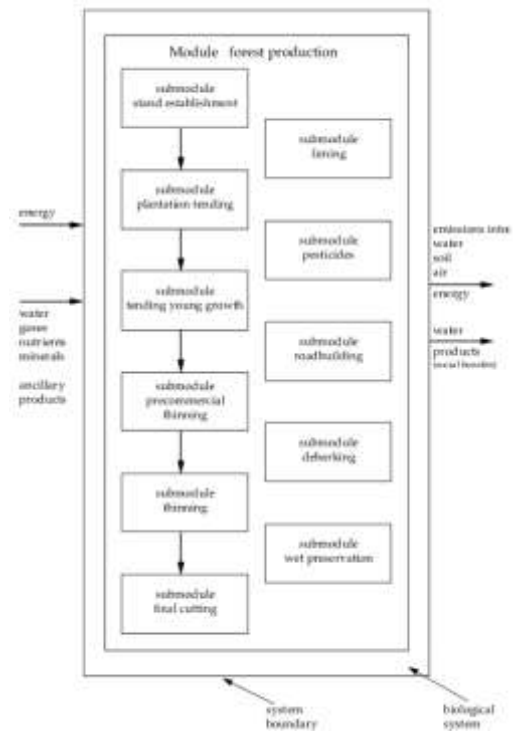
A 2000-es években erdészeti környezeti leltárok és erdészeti folyamatok leírása jelent meg, majd ezek fokozatosan kerültek be az egyes környezeti leltáradatbázisokba (ECOINVENT, ProBas). Az LCA tanulmányoknak 2005-től újabb hulláma jelentkezett a megújuló energiaforrások iránti érdeklődés miatt (HEINIMANN 2012).

Az első standard erdészeti életciklus modell javaslat THOROE és SCHWEINLE (1995) szerint a faipari termékek teljeskörű életciklus elemzésekor le kell fedni az erdei életút szakaszt is, mint az első lépést a „bölcsőtől a sírig” folyamatban. A fatermékek LCA-ja során a nyersanyagok beszerzésének és az erőforrások kimerülésének elemzésekor nagy figyelemmel kell lenni arra, hogy esetükben megújuló erőforrásról van szó. Az LCA ily módszertani fejlesztésére kiváló terület az erdészeti kutatás.

A szerzők kialakították azt a standard erdészeti életciklus modell javaslatot, ami alapul szolgálhat az LCA erdészeti alkalmazásához.



1. ábra. Standard erdészeti életciklus modell javaslat. Horizontális rész (THOROE, SCHWEINLE 1995)



2. ábra. Standard erdészeti életciklus modell javaslat. Vertikális rész (THOROE, SCHWEINLE 1995)

A modell horizontális részében meghatározták a felmerülő bemeneti/kimeneti leltáradatok körét.

A modell vertikális részében 11 szubmodult határoztak meg (az erdőtelepítéstől a véghasználatig), melyek a német erdészeti technológiák főbb lépéseit fedik le. A modell integráns részeként már figyelembe veszik az erdei ökoszisztémát, mint a szén megkötésében és oxigén termelésében nagy szerepet játszó rendszert.

Az LCA tanulmányok összehasonlíthatósága

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy az elmúlt két évtizedben elkészült LCA tanulmányok nagy része nem összehasonlítható:

- több ponton különböznek a rendszerhatárok megfogalmazásában,
- a bemeneti/kimeneti tényezők körében,
- a különböző allokációs eljárásokban (anyag- és energiaáramok megosztása).

Az erdészet szakértői sok esetben nincsenek megelégedve az egyes fa/faipari termékekre készült összehasonlító életciklus tanulmányok eredményeivel, mivel azokat az erdészeti szakterületen nem kellően tájékozott szakemberek készítették (pl. fa/papír, fém, üveg, műanyag alapú csomagolási rendszerek, ablakkeretek esetén). Természetesen az eredmények az elemzés adatainak minőségétől és mennyiségétől függenek. Ezért az erdész szakembereknek kell szolgáltatni a megfelelő leltáradatokat (LCI), amelyek a valóságot tükrözik, valamint nekik kell kidolgozni a megfelelő szakmódszertant (FRÜHWALD 1995).

A rendszerhatárok és környezeti leltáradatok

A tanulmányok rendszerhatárait főként a bölcsőtől a kapuig („cradle to gate”) megközelítés jellemzi. A számba vett erdészeti folyamatok között is változatos volt az értékelés kezdőpontja (magvetéstől a véghasználatig).

Több esetben elhanyagoltak pl. a megelőző életút szakaszokat, amely a környezeti hatások alulbecslését eredményezik, és nem teszik lehetővé az összehasonlítást. A legtöbb erdészeti vonatkozású tanulmány csak a közvetlen folyamatok anyag- és energiaáramain nyugszik, elhanyagolja a segédfolyamatok környezeti terheit (HEINIMANN 2012).

Csupán néhány tanulmány tükrözi a legkorszerűbb leltáradatok használatát, a rendszerhatárok sokszor szűk tartományon belül maradnak, ami megnehezíti az összehasonlítást.

Csaknem minden tanulmány foglalkozott az elő és véghasználatokkal, valamint a szállítási folyamatokkal (KLEIN *et al.* 2015), mely mutatja ezen életút szakaszok jelentőségét.

Bevont fafajok, idő és térbeli dimenzió, funkcióegység

A szerzők a vizsgált tanulmányok során luc, erdei fenyő és duglász fafajokkal találkoztak. A Közép-Európai jelentőségű keményfa, a bükk, európai tanulmányban nem került elő. Az egyetlen európai vonatkozású, bükk esetén alapul vehető forrás az ECOINVENT és a PE adatbázis.

A tanulmányok idő dimenziója változatos, az egyszeri beavatkozásoktól a teljes rotációs élettartamig terjedt. A térbeli kiterjedés az állomány szinttől a regionális/országos szintig is kiterjedt.

Funkcióegység tekintetében is változatos a kép: fatérfogat, idő, energiatartalom, területi kiterjedés. BERG (1995) az LCA végzéséhez funkcióegységnek adott volumenű faanyagot vagy adott hektár erdőállományt javasolt.

Hatásértékelés és hatásértelmezés

A tanulmányok hatáskategóriái közül a globális felmelegedési potenciál (GWP) értékek kerültek elő leggyakrabban, majd a savasodás, eutrofizáció, fotokémiai ózontképződés. A tanulmányok kétharmada foglalkozott a széntárolás kérdéskörével is. A hatásértékelés leggyakoribb módszerei között a CML2001 és a ReCiPe (midpoint) fordult elő, ritkábban az Eco-indicator 99.

KLEIN *et al.* (2015) több LCA tanulmány vizsgálata alapján megállapította, hogy a módszertani feltevések között és a későbbi eredményeik között is nagy különbségek mutatkoztak.

Elemzésük során fókuszba helyezték a GWP értékeket. A nyersfa termékek esetén gyakran használják a „szénsemleges” jelzőt, amelyet a szerzők a tapasztalt GWP értékek alapján inkább finomítani javasoltak „alacsony emissziójú nyersanyagra” (amennyiben a megváltozott erdőgazdálkodás vagy a közvetlen és közvetett földhasználat változás negatív hatása által okozott hosszú távú in situ szén veszteség kizárható) (KLEIN *et al.* 2015).

Következtetések, javaslatok

KLEIN *et al.* (2015) az LCA módszertan erdészeti alkalmazásának fejlesztésére, a jövőbeli összehasonlíthatóság biztosítására, javaslatokat fogalmaztak meg az egységesítésre, melyek az ISO 14040-44:2006 szabványok előírásai mellett nyújtanak kiegészítést.

Rendszerhatárok

Az erdei rendszernek az erdőterület előkészítésével kell kezdődnie és legalább az erdőkezelést segítő, és végül a termékek kiszállítását biztosító erdei útnál kell végződnie, beleértve a teljes erdei termelési lánc releváns elsődleges és másodlagos folyamatait is (ez, mint a rendszer kötelező része: „bölcsőtől az erdei útig”).

Az elsődleges folyamatok olyan folyamatok, amelyek közvetlenül az erdőterületen mennek végbe. A másodlagos folyamatok körébe azok a folyamatok tartoznak, amelyek nem közvetlenül az erdőben zajlanak, de alapvetőnek számítanak az erdőgazdálkodásban és biztosítják a „nyersfa termék” létrejöttét. Világos, hogy nem minden erdőgazdálkodási rendszerben szerepelhet az összes folyamat, hiszen az egyes művelési rendszerek is különböznek és nem használnak fel minden folyamatot. Azonban, ha néhány folyamat nem szükséges, az elemzésben indokolni kell a kimaradásukat. Azon folyamatoknál, ahol nem áll rendelkezésre környezeti információ és a részletes LCA számítások nem lehetségesek, a legjobb szakértői becslést vagy adott becslési tartományt kell alkalmazni. Abban az esetben, ha a becslés sem lehetséges, az adott folyamatot nem szabad automatikusan kizárni, hanem jelezni kell, hogy az illető emisszió nem ismert. Elképzelhető, hogy az adott emisszió nem jelentkezik. Pl. ha a telepítés a természetes újulat miatt nem szükséges, akkor a folyamatot nulla értékkel kell számításba venni egy rá utaló megjegyzéssel ellátva. Továbbá minden egyes folyamat eredményét külön szükséges leírni, hogy a más tanulmányokkal történő megbízható összehasonlítást elősegítsük. Ha az egyes folyamatok nem írhatók le, akkor legalább a folyamatszoport szintű definiálást kell biztosítani.

A továbbfejlesztett rendszerhatárok az erdőtelepítéstől már az üzem kapujáig, fogyasztóig, gazdálkodóig is terjedhetnek (pl. hasított rönk esetében) beleértve a kiegészítő folyamatokat is, mint az aprítás vagy a nyers faanyag szállítása (ez, mint a rendszer fakultatív része).

A folyamat alapú rendszerhatárok mellett az időbeli rendszerhatárok megadása is alapvető.

A „nyersfa termékek” jellemző sajátossága, hogy meghatározott területen a teljes létrejöttük nagyobb időszakon belül valósul meg, és a teljes folyamat lánc sem számítható ki 1 év időtartamon belül, mint ahogy ez más pl. mezőgazdasági termény esetében lehetséges. Az erdőállományokban folyó gazdálkodás fafaj specifikus rotációban, több évtizedes időkeretben zajlik, változó faanyag minőségekkel, fa nagyságokkal és kitermelt faanyag mennyiségekkel. Pl. a folyamatos erdőborítottság esetén sem időkeret, sem rotációs periódus nem definiálható egyértelműen.

Egy rotációs perióduson belül a GWP értéke, pl. a gyérítési folyamatokon belül is sokban különbözhet a különböző famennyiségből adódó fakitermelési ráta vagy a fakitermelés jellemző gépesítettsége függvényében.

Az LCA tanulmány céljától függően két általános megközelítést alkalmazhatunk az időbeli rendszerhatárok megadására:

- a „teljes rotációs megközelítést” és
- a „pillanatnyi megközelítést”.

A „teljes rotációs megközelítés” figyelembe veszi a teljes erdei rendszert az erdő egész rotációs periódusán át beleértve az állomány minden korosztályát, minden folyamatát a teljes időszakra nézve.

Ezzel ellentétben a „pillanatnyi megközelítés” egy jellemző időszakot vesz figyelembe, amely lehet az állomány valamely gyérítése vagy véghasználata. A „pillanatnyi megközelítés” leginkább pl. a GWP regionális vagy országos számítása esetén célravezető megoldás.

Figyelembe vett folyamatok

A rendszer kötelező részének folyamatcsoportjai: másodlagos folyamatok, erdőterület előkészítése, erdőterület gondozása, erdészeti műveletek.

A rendszer fakultatív részének folyamatcsoportjai: megjelenhetnek az aprítás folyamatai, ha jellemző. A szállítási folyamatok alapvetőek egy átfogó LCA során, de ezek bevonása az elemzésbe nem feltétlenül létfontosságú, mivel további fatermékek LCA tanulmányai amúgy is magukban foglalhatják ezeket.

A folyamatok specifikus és általános körbe sorolhatók.

A specifikus folyamatok azok, amelyek emissziója a figyelembe vett fa termék létrejöttéhez kapcsolódnak. A specifikus folyamatok: gyérités, döntés, közelítés, végdarabolás folyamatai. Ellentétben az általános folyamatokkal, melyek azok, amelyek emissziója közvetlenül nem kapcsolódik a nyersfa termék létrejöttéhez (pl. az elkerítés, ami egy területhez köthető, nem pedig 1 m³ nyersfához). Az általános folyamatok emisszióit a vizsgált időtávban és területen létrejövő nyersfa teljes mennyiségéhez kell kötni, pl. a trágyázásból adódó kibocsátásokat adott területre szükséges számítani bizonyos időn belül.

Kizárható vagy elhanyagolható folyamatokra a szerzők nem adtak javaslatokat az általános tapasztalatok hiányában.

Funkcióegység

Alapértelmezés szerint az eredményeket 1 m³ faanyagra (kéreggel) javasolják vonatkoztatni, mivel ez a leggyakrabban használt funkcióegység az erdészetben. Az alapértelmezett érték kiegészítéseként meg kell adni a nedvességtartalmat, a fa sűrűségét, azért, hogy lehetővé tegyünk a további funkcióegységekkel történő munkát (átszámítást) is: 1 t biomassa, 1 t szén, 1 MJ (alacsony fűtőérték) vagy 1 ha, attól függően, hogy a faanyag milyen további hasznosításra kerülhet.

A „nyersfa termék” rendszerint különböző más végtermékek alapja, és az erdei termelési rendszerben vett ökológiai hatásai csak a teljes hatások egy részét jelentik.

Hatáskategóriák

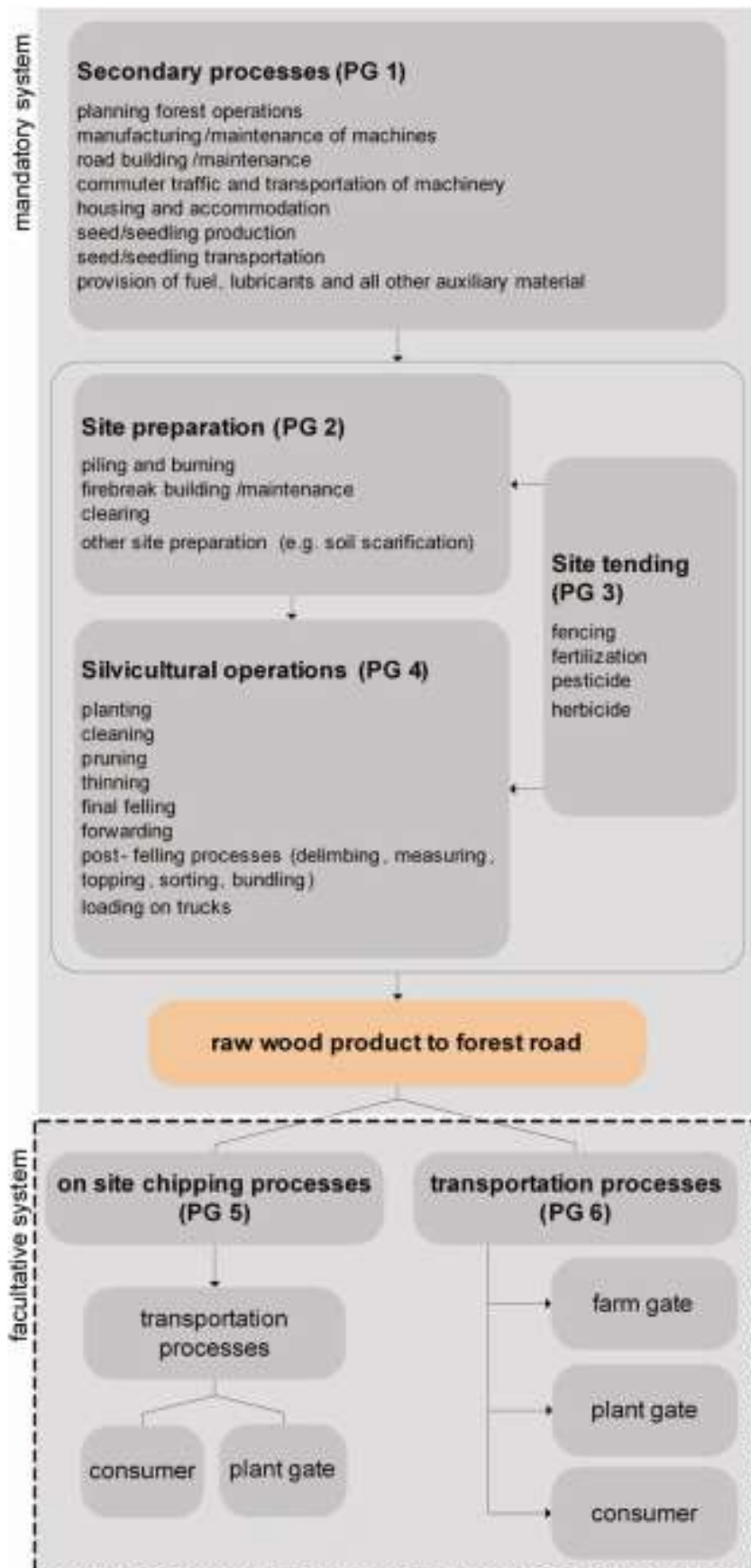
A bemutatott modell csak az erdei termelési részt veszi figyelembe, kizárja a faanyag további (pl. ipari) hasznosítását. Mindkét életút szakasznak figyelembe kell vennie a megfelelő hatáskategóriák megválasztását, mivel a fontos hatáskategóriák nagy bizonyossággal különbözni fognak.

Az erdei termelési életút szakasz hatáskategóriái, mint pl. a savasodás vagy földhasználat nagy jelentőséggel bírnak, továbbá a GWP is, ám pl. a por hatáskategóriája inkább az ipari folyamatok során lehet fontos. Azért, hogy átfogó környezeti elemzést végezhessünk, a lehető legtöbb hatáskategóriát kell figyelembe venni a GWP kategórián kívül, még akkor is, ha nehézséget okozhat értelmezésük. Figyelembe kell venni, hogy néhány folyamat egyrészt pozitív GWP értékekkel is bírhat, de másrészt, más hatáskategóriákban, negatív hatással is lehet. A folyamatok kizárólag GWP alapú elemzése rossz végkövetkeztetésekhez vezethet a folyamatok környezeti hatásai tekintetében. A tiszta szénlábnyom számításán túl, egy minél átfogóbb LCA végzéséhez szükséges az ILCD kézikönyv (JRC 2001) javasolt hatáskategóriáinak használata, melyet az LCA tanulmány cél és tárgykör leírásában meg kell fogalmazni.

Allokáció

Az ISO 14044:2006 szabványnak megfelelően az allokációt el kell kerülni, akár az egyes folyamatok felosztásával vagy a termékrendszer kiterjesztésével.

Az erdei termelés életszakaszhoz a folyamatok felosztása akkor célszerű, ha az összes nyersfa termék szétválasztható különböző folyamatok láncolatára és így külön számíthatók (hengeres fa, ipari fa, tűzifa), mivel az illető folyamatok is különbözhetnek, és a környezeti hatások a fa jellemzőitől és a jellemző művelési folyamatoktól is függhetnek (pl. aprítás).



3. ábra. Az erdei termelés életciklus-elemzésének alapjai. Javaslat a „nyersfa” folyamat láncához (KLEIN et al. 2015)

Különösen a mellmagassági átmérő vagy a választékolt faanyag átmérője lehet döntő felosztási tényező, mivel a kisebb átmérőjű fák 1 m³-re vetítve eltüzelésükkel nagyobb GWP hozzájárulást eredményeznek, de kisebb produktívítási értékeket mutatnak.

Nagyban megakadályozná az össze-hasonlíthatóságot, ha a tanulmányok eredményeinek piaci ár alapú allokációja lenne az egyetlen eredmény, hiszen az ár adott időn és régió belül is változékony lehet. Ha mégsem kerülhető el az allokáció, akkor a szerzők a fatömeg, vagy fatérfogat alapú felosztási megoldást javasolják, hogy az összehasonlíthatóság megmaradjon a tanulmányok között. A különböző piaci ár befolyásolta feltételezések a nyersfa termék magas minőségű faanyagként vagy tűzifaként történő felhasználására érdekes összehasonlítást hozhatnak, a különböző allokációs megközelítések kiegészítésként bevonhatók az elemzésbe (KLEIN *et al.* 2015).

A fejlesztések megalapozhatják a további speciális szabványok felülvizsgálatát (pl. szénlábnym számítás ISO/TS 14067, környezeti címkézés) (KLEIN *ET AL.* 2015).

Az LCA erdészeti alkalmazásának hazai adaptálására, az erdőhasználati életút szakaszra módszertani ajánlásokat fogalmaztunk meg, melyet az „AGRARKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034” projekt támogatásával valósítottunk meg.

Összefoglalás

A környezeti életciklus-elemzést (LCA) fenntarthatósági, döntéstámogató környezetmenedzsment eszköznek fejlesztették ki (ISO 14040:2006), mely kiváló eszköze a környezeti hatások megalapozott vizsgálatának, azonban az erdészeti alkalmazása máig kihívást jelent az LCA szakértők számára.

Az erdészeti szektorban nincs ágazatspecifikusan kifejlesztett LCA és leltáradat gyűjtési (LCI) módszertan, melynek megalkotása a legnagyobb kihívások egyike.

A szektor LCA alkalmazása mind a külső (összehasonlító), mind a belső (hatékonyságnövelő) előnyök elérése érdekében is prioritás. Mivel a termékek és folyamatok életciklus elemzését nagy érdeklődés övezi, ezért e módszernek az erdőzetben és erdészeti termékekkel kapcsolatos iparban is el kell terjednie.

Munkánk során az LCA erdészeti alkalmazásának elmúlt, több mint húsz éves időszakát vizsgáltuk meg, ismertettük az első standard erdészeti életciklus modell javaslatot (THOROE, SCHWEINLE 1995), valamint az erdei termelés életciklus-elemzésének alapjait, a „nyersfa” folyamat lánc bemutatásán keresztül (KLEIN *et al.* 2015).

Köszönetnyilvánítás: Köszönetünket fejezzük ki az „AGRARKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034” projekt támogatásáért. Kutatásunkat az FSA projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- AYRES, R. U. – KNEESE, A. V. (1969): Production, consumption and externalities. *The American Economic Review* (59)3: 282-297
- BERG, S. (1995): The Environmental Loads of Fossil Fuels in Swedish Forestry – an Inventory for a LCA. In Frühwald, A., Solberg, B. (eds): *Life-Cycle Analysis – a Challenge for Forestry and Forest Industry*, EFI Proceedings No. 8, European Forest Institute: 57-68
- CML 2001: GUINÉE, J. B. – GORRÉE, M. – HEIJUNGS, R. – HUPPES, G. – KLEIJN, R. – KONING, A. DE – OERS, L. VAN – WEGENER SLEESWIJK, A. – SUH, S. – UDO DE HAES, H.A. – BRUIJN, H. DE – DUIN, R. VAN – HUIJBREGTS, M. A. J.: *Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background.* Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp. on-line: <http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html>
- ECO-INDICATOR 99 MANUAL FOR DESIGNERS (2000). *A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment.* Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, The Netherlands, The Hague
- ECOINVENT: The ecoinvent Organisation: <http://www.ecoinvent.org/>
- ERKMAN, S. (1997): Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner production* 5(1): 1-10

- FRIEDEN, D. – PENA, N. – BIRD, D. N. (2012): Incentives for the use of forest biomass: A comparative analysis of Kyoto Protocol accounting pre- and post-2012. *Smart Forests* 04.
- FRÜHWALD, A. (1995): LCA – a Challenge for Forestry and Forest Product Industry. In Frühwald, A., Solberg, B. (eds): *Life-Cycle Analysis – a Challenge for Forestry and Forest Industry*, EFI Proceedings No. 8, European Forest Institute: 10-11
- FRÜHWALD, A. – WEGENER, G. (1993): *Energiekreislauf Holz- ein Vorbild für die Zukunft. HOLZ- Erzeugung und Verwendung-Ein Kreislauf der Natur*. 15. Dreiländer-Holztagung in Garmisch-Partenkirchen: 49-60
- GUINÉE, J. B. – HEIJUNGS, R. – HUPPES G. – ZAMAGNI, A. – MASONI, P. – BUONAMICI, R. – EKVALL, T. – RYDBERG, T. (2010): Life Cycle Assessment: Past, Present and Future. *Environmental science & technology* 45(1): 90-96
- HALL, C. – LAVINE, M. – SLOANE, J. (1979): Efficiency of energy delivery systems: I. An economic and energy analysis. *Environmental Management* 3(6): 493-504
- HEINIMANN, H. R. (2012): Life Cycle Assessment (LCA) in Forestry - State and Perspectives. In *Croatian Journal of Forest Engineering (CROJFE)*, Vol. 33(2012)2: 357-372. ISSN: 1845-5719
- HEINIMANN, H. R. – MAEDA-INABA, S. (2004): Environmental Performance Indicators EPIs for Forest Roads Network Systems. In 2004 International Mountain Logging Conference. A Joint FERIC, UBC and IUFRO d3 conference. Heidin, I. D., Krag, R (eds), published on CD. Vancouver, BC, Canada. Forest Engineering Research Institute of Canada, FERIC
- <http://www.lcia-recipe.net/project-definition> (2014.06.15)
- ISO/TS 14067 (2013): Carbon footprint of products—requirements and guidelines for quantification and communication: 52
- KLEIN, D. – WOLF, C. – SCHULZ, C. – WEBER-BLASCHKE, G. (2015): 20 years of life cycle assessment (LCA) in the forestry sector: state of the art and a methodical proposal for the LCA of forest production. In *The International Journal of Life Cycle Assessment*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Volume 20, Issue 4, April 2015. ISSN: 0948-3349 (Print) 1614-7502 (Online)
- MÁTYÁS CS.: (2006): Erdők a globális és hazai szénforgalomban. In: Szulcsán G (szerk.): *Alföldi Erdőkért Egyesület. Konferencia helye, ideje: Szeged, Magyarország, 2006. 11. 14., pp. 5-13.*
- MSZ EN ISO 14040:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)
- MSZ EN ISO 14044:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutatók (ISO 14044:2006)
- ODUM, H. T. – KEMP, W. – SELL, M. – BOYNTON, W. – LEHMAN, M. (1977): Energy analysis and the coupling of man and estuaries. *Environmental Management* 1(4): 297-315
- PÁJER J. (1998): *Környezeti hatásvizsgálatok. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*
- POLGÁR A. (2012): *Környezeti hatásértékelés a környezetirányítási rendszerekben. Doktori disszertáció, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*
- PROBAS: Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme: <http://www.probas.umweltbundesamt.de>
- RUMPF J. (2011): *Az erdőhasználattal kiegészítő kötet. Rumpf János kiadása. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet Erdőhasználattal Tanszék. Sopron*
- SANDIN, G. – PETERS, G. M. – SVANSTRÖM, M. (2016): *Life Cycle Assessment of Forest Products: Challenges and Solutions. SpringerBriefs in Molecular Science. Biobased Polymers. Springer, ISBN 3319440276, 9783319440279*
- SUNDBERG, U. (1982): A study on cost of machine use in forestry – Proposing fuel consumption as cost determinant. The Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Operational Efficiency. Report No. 142
- SUNDBERG, U. – SVANQVIST, N. (1987): Fuel consumption as indicator of the economics of mechanization. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2(1-4): 389-398
- THOROE, C. – SCHWEINLE, J. (1995): Life Cycle Analysis in Forestry. In Frühwald, A., Solberg, B. (eds): *Life-Cycle Analysis – a Challenge for Forestry and Forest Industry*, EFI Proceedings No. 8, European Forest Institute: 15-16

TATABÁNYAI ERŐMŰ FAAPRÍTÉKKAL TÖRTÉNŐ ELLÁTÁSÁNAK TECH- NOLÓGIAI, LOGISZTIKAI KÉRDÉSEI

SZÜCS FERENC¹ – VÁGVÖLGYI ANDREA² – CZUPY IMRE² – SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS KATALIN² –
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ²

¹Vértesi Erdő Zrt.

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
szucsferenc@verteserdo.hu

Bevezetés

A magyar megújuló energia potenciál biomasszára alapozott. Ezen belül a faalapú biomassza képezi az üzemelő fűtőművek alapanyagának nagy részét.

Az alapanyag jelentős része energetikai célra felhasználható tűzifa, termelési apadék. Kisebb része faipari melléktermék, illetve a jelenleg még csak néhány ezer hektár területű energetikai faültvényekről származik, emellett kísérletek történtek nem konvencionális területek (pl. felhagyott területek, vonalas létesítmények mellett található) biomassza produktumának hasznosítására is.

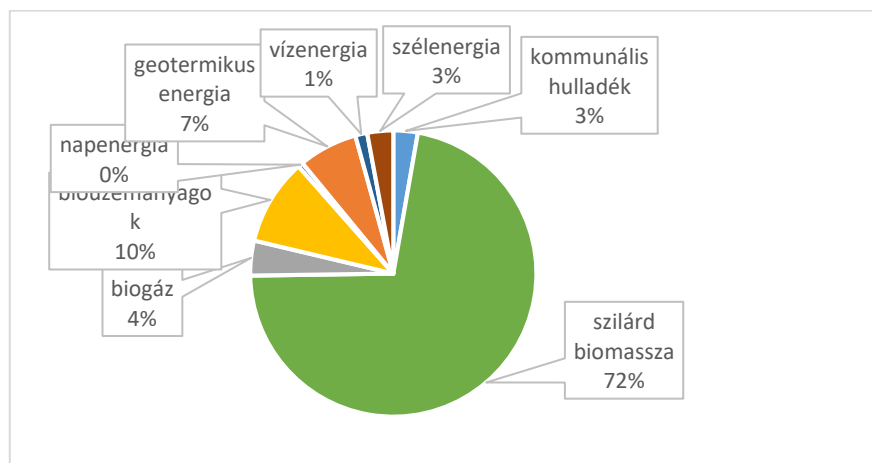
A kitermelt biomasszát faapríték formájában tudják hasznosítani a fűtőművek. Tehát a területekről letermelt faanyagot aprítani kell. Ennek formái, körülményei több megoldásra váró problémát vetnek fel pl. a faapríték nedvességtartalma döntően befolyásolja a fűtőműben történő felhasználás lehetőségét; a nedvességtartalom optimalizálása a faapríték tárolásának kérdéseit veti fel; az energetikai felhasználásnál fontos a faapríték frakcióeloszlása (finom frakció és maximális frakcióméret) is stb.

Vizsgálati anyag és módszer

Kutatásunk ennek a témakörnek a vizsgálatára alapul, melyet egy működő fűtőmű apríték kezelési problémáin keresztül mutatunk be.

Az energiaigények évről-évre lassú növekedést mutatnak hazánkban. Energia importfüggőségünk elég magas: 2016-ban a belföldi energiatermelés 424 436 TJ, az import 804 160 TJ volt (MEKH 2016), mely több mint 65% import energiát jelent.

Az összes hazai energiafogyasztáson belül a megújulók részaránya kb. 9% körül mozog. (KSH adatok) a szilárd biomassza részaránya kb. 82% (MKH, 2014) (1. ábra).



1. ábra: Primer megújuló energiabordozók felhasználási aránya Magyarországon 2014-ben
(Forrás: Magyar Energetikai és Közmű - Szabályozási Hivatal, 2016. www.mekh.hu)

A hazai megújuló energiapolitika az Uniós stratégiákra épül. Az Európai Unió 2020-ra három fő cél elérését kezdeményezte:

- az üvegházhatású gázok kibocsátásának 20%-os csökkentése;
- az energiafogyasztás legalább 20%-os mérséklése;
- a megújulók részarányának legalább 20%-os részesedése az összes energiafelhasználáson belül.

Hazánkra vonatkoztatva a minimális elvárt teljesítés 13%. A Magyar Országgyűlés 2010-ben fogadta el Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervét, melyben a 2020-ra minimális célként kitűzött 13% helyett, 14,65%-ban határozta meg az összes energiafelhasználáson belül a megújulók részarányát.

Fő cél, hogy Magyarországon 2020-ban a megújuló energiaforrások felhasználása a 186,3 PJ/év nagyságot érje el, ezen belül a biomassza 130,8 PJ-t (VÁGVÖLGYI 2013).

Magyarország összes biomassza készlete becslések szerint 350-360 millió tonna, amely a megújuló energiaforrások kétharmadát teszi ki. Ennek a forrásnak jelenleg csupán 1/6-át hasznosítjuk. A biomassza nagy részét a *dendromassza*, azaz a faalapú biomassza képezi. (CZUPY *et al.* 2012).

MOLNÁR *et al.* (2013) szerint az energetikai célokra hasznosítható faanyag négy forrásból származhat (2. ábra):

- a hagyományos erdőgazdálkodás (állami- és magánszektor) tűzifa választékából;
- fahasználatok során képződő apadék, vágástéri melléktermék;
- a faanyag feldolgozása során képződő melléktermék, illetve elhasznált fatermékek (alt-holz);
- energetikai faültetvények faanyag, amely elsősorban apríték formájában hasznosul.



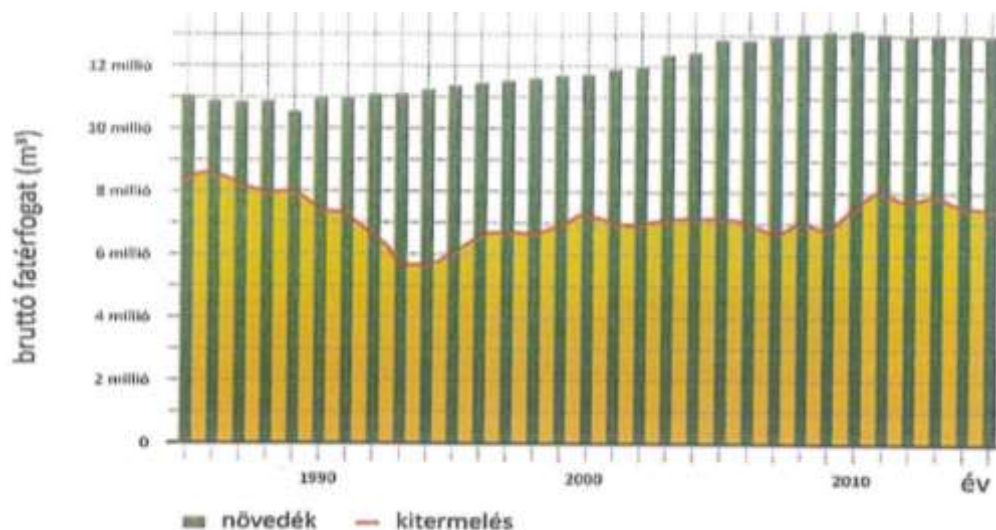
2. ábra: Dendromassza források

A dendromassza felhasználás előnyei:

- rendelkezésre-állás folytonossága (tartamosság);
- meglévő termelői kapacitások stabilitása;
- olcsó előállítási költségek;
- könnyű kezelhetőség és ipari felhasználás;
- magas fűtőérték (átlagosan 13 MJ/kg 25-30%-os víztartalom esetén);
- alacsony hamu- és kéntartalom;
- vidéki foglalkoztatás bővítése.

A dendromassza rendelkezésre álló mennyiségét többen is vizsgálták, Molnár *et al.* (2013) szerint a különböző termelési forrásokból évente cca. 3,5 millió tonna faanyag biztosítható Magyarországon energetikai célokra.

A NÉBIH adatai szerint az elmúlt években a hazai fakitermelés nagysága évente átlagosan 7,5 millió bruttó m³ volt, amely a folyónövedék 60 %-a.



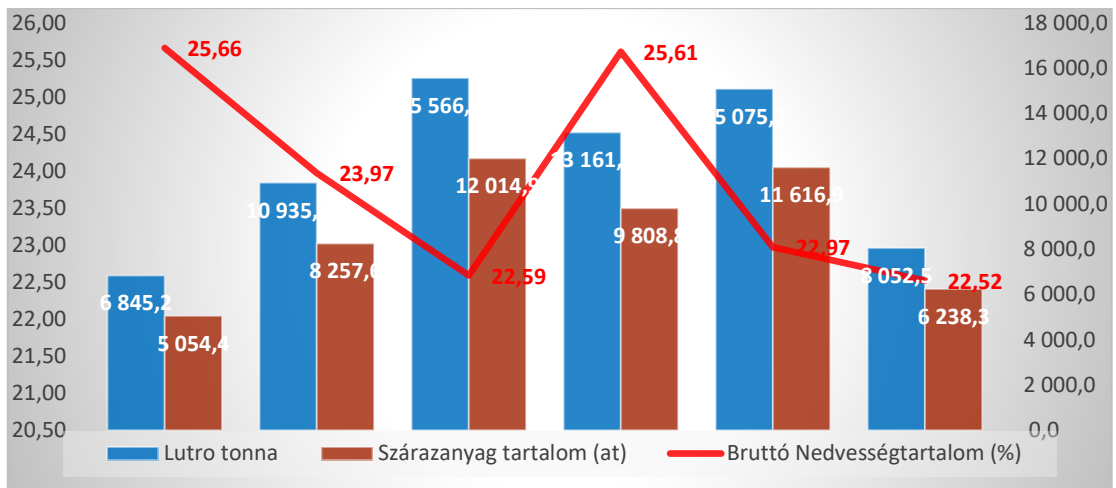
1. ábra: Folyónövedék és bruttó fakitermelés 2015-ben
(Forrás: NÉBIH Erdőgazdálkodás Magyarországon 2015-ben)

Vizsgálati eredmények: Tatabányai erőmű dendromassza hasznosítási problémáinak feltárása

Az erőművet 2015-2016-ban alakították át földgáz tüzelésűről faapríték tüzelésűre. A beruházás nettó összértéke 6,2 Mrd Ft volt. A fluidágyas technológia összteljesítménye 94 MW. Egy 20 MW-os forróvizet, és 2 db egyenként 37 MW-os gőzkazán termeli a megújuló energiát. Az erőmű távhőt és melegvizet szolgáltat 23500 háztatásnak és 2000 városi intézménynek. Tüzelőanyagként évente átlagosan 100 000 tonna faaprítékot használ fel. A dendromassza felhasználással az üvegház-hatású gázok kibocsátása 67 000 tonnával csökkenthető évente. 1 m³ földgázt 2,5 kg faaprítékkal tudnak kiváltani.

Ahhoz, hogy az erőmű működése hosszútávon fenntartható legyen a megfelelő alapanyag-ellátást biztosítani kell. 2016. 11.01. – 2017. 04.30. között a beszállított faapríték mennyisége 69 636,52 lutro tonna, melyet 2798 db kamion közúton szállított be az erőműbe. Kamionok átlag tömege 24,89 lutro tonna /kamion volt. A faapríték átlagos bruttó nedvességtartalom: 23,76% volt (4. ábra).

Tüzelőanyag ellátás alapfeltétele a biomassza integráció. Ellátásban résztvevő integrációs tagok száma: 12 db. A Vértesi Erdő Zrt. 2005-ben indította el biomassza programját, melynek köszönhetően 2017-ben a Tatabányai Erőmű és a Dunaújvárosi Erőmű megújuló tüzelőanyag igényét biztosítja. Az állami erdőgazdaság által forgalmazott fa alapú erőműi energetikai tüzelőanyag mennyisége eléri a 150 000 tonnát, melyet a biomassza integráció tesz lehetővé. Az integrációnak jelenleg 27 magyarországi tagja van, állami erdőgazdaságok és magán vállalkozások, melyből 12 vesz részt a Tatabányai Erőmű beszállításában. Az integráció hosszú távú, kiszámítható üzleti előnyökkel bír, mind a Vértesi Erdő Zrt. mind partnerei számára. Az alapanyag-ellátás megoldható több forrásból, pl. energetikai faültetvények. Példa képpen egy akác energetikai faültetvényen kitermelt anyag tulajdonságait és a munkarendszert mutatjuk be. Az ültetvény 3 éves (2. sarjaztatás), az átlagos sarjszám tövenként 5 db, a terület nagysága: 13,28 ha, a letermelt mennyiség: 609,52 tonna, hozam: 45,89 t/ha, átlagos bruttó nedvességtartalom: 27,16%, szárazanyag tartalom: 443,9 atro tonna. A letermelési munka elvégzéséhez szükséges gépeket és az üzemanyag fogyasztást a 6. ábra mutatja.



4. ábra Tatabánya Erőműbe szállított dendromassza mennyisége és nedvességtartalma 2016. 11. – 2017. 04. időszakban



5. ábra: Az ültetvény faanyag letermelésének munkaműveletei, gépei, üzemanyag fogyasztás

Megfelelő víztartalom (30% alatt) biztosítása csak a faapríték kezelésével garantálható.

A tárolás körülményei (a faapríték mérete, a halom nagysága, a tárolás módja, levegőztetés lehetősége stb.) természetesen befolyással vannak a faapríték minőségére. A fűtőértéket befolyásoló fontos tényező a faapríték nedvességtartalma, melynek mértéke összefüggést mutat a halom hőmérsékletének alakulásával. A tárolás kezdetén a faaprítéknak magas a nedvességtartalma (nyár faaprítéknál kb. 55%), melynek következtében a tárolás első szakaszában hirtelen megnövekszik a hőmérséklet. A hőmérséklet növekedésének hatására felszaporodnak a faanyagot károsító termofil és mezofil gombák, melyek életműködése (anyagcsere folyamatai) tovább emeli a hőmérsékletet (nyár apríték esetében maximum 60 °C körüli értékig) (HORVÁTH *et al.* 2012). A gombák a lignin lebontásával a faanyag energiatartalmát és minőségét jelentősen rontják, így hiába csökken a nedvességtartalom, amely a fűtőértéket javítja, összességében energetikai célú felhasználás szempontjából nem lesz kedvezőbb a faanyag (BARKÓCZY 2009). A megjelenő gombák károsítják a faanyagot, sőt kitárolás során a kikerülő gombák az emberre nézve egészségkárosítóak lehetnek. Ezen problémák együttesen minőség, szárazanyag- és energiaveszteséget eredményeznek.

A faaprítékot célszerű csak rövid ideig, – maximum 3 hónap – halomban tárolni és közben nagyjából két hetes gyakorisággal a halmot átforgatni.

A tüzelőanyag ellátás biztosításának alapfeltétele a szállítói kapacitások bővítése és egy logisztikai központ létesítése volt. A Vértesi Erdő Zrt. ennek érdekében szállító eszközöket vásárolt, bővítette rakodó, tárolói kapacitásait, valamint Gánton logisztikai központot hozott létre. A logisztikai központban egy 4000 m²-es fedett faapríték tároló található, mely lehetővé teszi a Tatabányai Erőmű biztonságos tüzelőanyag igényeinek kiszolgálását, kedvezőtlen téli időjárási viszonyok mellett is, a logisztikai központ az erőműtől 30 km-re található. A logisztikai központban adottak a faapríték termelési és kezelési feltételek, a víztartalom mérés, valamint 60 tonnás közúti hídmérleg is rendelkezésre áll.

Tüzelőanyag minőségi problémák elsősorban a faapríték frakcióméretéből adódtak. A fűtőmű számára technológiailag alkalmatlan 120 mm-nél hosszabb frakcióméretű aprítékok kiválasztása, egy DOPPSTADT SM 620 plus típusú mobil csillagrostával történik. Az osztályozó berendezés teljesítménye 1 tonna/perc, amely biztosítja a fűtőmű biztonságos tüzelőanyag ellátását. A leválasztott túlméretes faanyagrészek elszállítását követően átdolgozásra kerülnek és szintén energetikai célra kerülnek felhasználásra. A túlméretes apríték részaránya a vizsgált időszakban a teljes mennyiség 2,2%-át tette ki.



6. ábra: Doppstadt SM 620 plus típusú mobil csillagrosta

Összefoglalás, következtetések

Magyarország energiaszükségletének 65%-át jelenleg importból fedezi. Az energiafüggőség csökkentésében a jövőben fontos szerepet töltenek be a megújuló energiaforrások, ezen belül is a biomassa hasznosítás. A biomassa döntő részét a dendromassza, azaz a fa alapú biomassa felhasználás adja.

A szerzők a cikkben Tatabánya Városban 2015-2016-ban átadott 94 MW megújuló összteljesítményű dendromassza fűtőmű első fűtési szezonban szerzett tapasztalatait mutattuk be, a tüzelőanyag-ellátás és tüzelőanyag (faapríték) minőség biztosítása tekintetében. A fűtőműi ellátásban kulcsfontosságú a stabil logisztikai háttér kiépítése, valamint a faapríték megfelelő minőségének garantálása: a 30%-nál alacsonyabb nedvességtartalom, valamint az előírt frakcióméret.

Irodalomjegyzék

- BARKÓCZI ZS. (2009): A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyagbázisának tervezése. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- HORVÁTH ZS. – MAROSVÖLGYI B. – IDLER, C. – PECENKA, R. – LENZ, H. (2012): Storage problems of poplar chips from short rotation plantations with special emphasis on fungal development. In: Acta Silv. Lign Hung. Vol. 8. pp. 123-132.
- CZUPY I. – VÁGVÖLGYI A. – HORVÁTH B. (2012): The Biomass Production and its Technical Background in Hungary. In: T Pentek, T Prosincky, M Sporcic (szerk.) Proceedings of 45th International Symposium on Forestry Mechanization: "Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment" Zagreb: University of Zagreb, 2012. pp. 1-9. ISBN:978-953-292-025-3

- MOLNÁR S. – PÁSZTORY Z. – KOMÁN SZ. (2013): A faenergetika minőségi fejlesztésének szakmai megalapozása (mire elég a magyar dendromassza?!). FATÁJ online. Elérhető: www.fataj.hu; Letöltés: 2013. május 19.
- SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2012) A logisztika eredményeinek alkalmazása a hazai fahasználatok hatékonyságának fokozására. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Kitaibel Pál környezettudományi doktori iskola PhD dolgozat. 167 p.
- VÁGVÖLGYI A. (2013): A fás szárú energetikai ültetvények helyzete Magyarországon napjainkig, üzemeltetésük, hasznosításuk alternatívái. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Kitaibel Pál környezettudományi doktori iskola PhD dolgozat. 195 p.
- NÉBIH Erdővagyon és erdőgazdálkodás Magyarországon 2015-ben
www.ksh.hu
www.mekh.hu

BÜKKFATAPLÓK ROVARKÖZÖSSÉGÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA IRODALMI ADATOK ALAPJÁN

ANDRÉSI RÉKA – TUBA KATALIN

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
andresi.reka@gmail.com

Bevezetés

Hazánkban a kalapos gombák rovarközössége megfelelően feltárt (DELY-DRASKOVITS 1974), ezzel ellentétben a taplógombák rovarközössége kevésbé kutatott. Magyarországon, a saját vizsgálataink mellett, DOMBOROCZKI GÁBOR 2006-os diplomamunkájába foglalkozott a különböző taplógombákhoz kötődő rovarfajokkal. A szakirodalmat tekintve a skandináv országokban már régebben és többen vizsgálták ezt a témát, így ott feltártnak tekinthető a taplógombák rovarközössége.

JONSELL és munkatársai (2001) a boreális régióban vizsgálták a *Fomitopsis pinicolaból* és a *Fomes fomentariusból* kinevelhető fajokat. DOMBOROCZKI (2006) a Bükk-hegység Felsőtárkányhoz tartozó Vár-hegyi erdőrezervátumából gyűjtött be többek között *F. fomentarius* termőtesteket, míg mi az ország 14 különböző helyéről gyűjtöttünk be bükkfataplókat. Az irodalmi adatokkal történő összehasonlítás során arra kerestük a választ, hogy a nagy elterjedési területtel rendelkező *Fomes fomentarius* rovarfaunájában milyen hasonlóságok és különbségek fedezhetők fel. Hipotézisünk szerint a taplógombákból kinevelhető rovarfajok többsége gazdafüggő, így nagy hasonlóság figyelhető meg a skandináv és a hazai adatok között.

Ahogy a fentiekben is említettük, a skandináv országokban többen is foglalkoztak e témával és megállapították, hogy vannak bizonyos mikofág rovarfajok, melyek nem polifágok, hanem specifikusak (HACKMAN – MEINANDER 1979, LACY 1984, HANSKI 1989). A saját vizsgálataink során mi is bebizonyítottuk ezt a feltevést, mégpedig a *Bolitophagus reticulatus* esetén, amely kifejezetten *F. fomentarius*hoz kötődik.

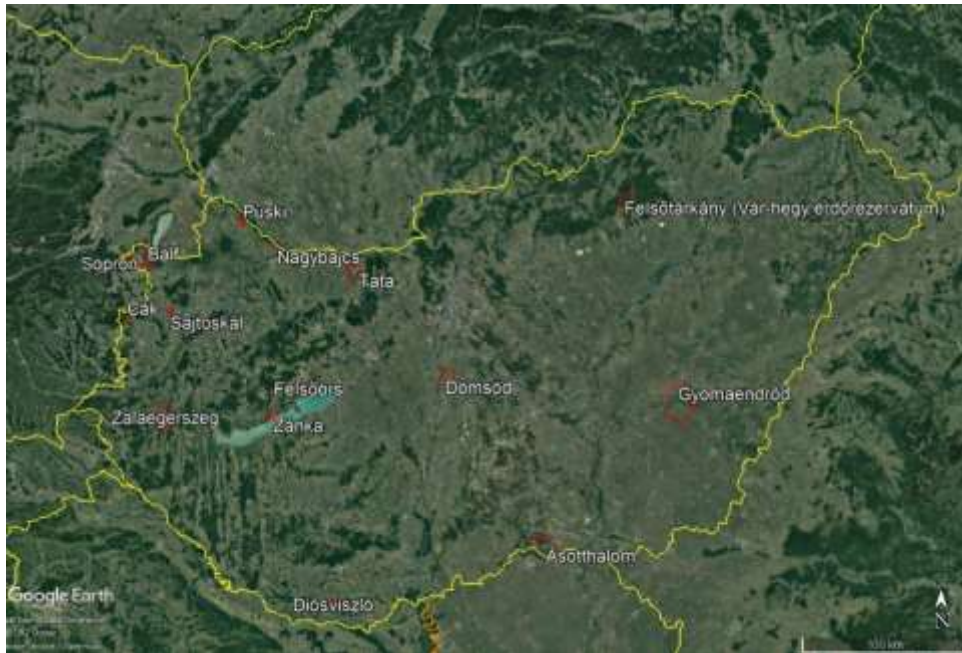
Eddigi eredményeik alapján megállapítottuk, hogy a faanyag elbontásáról a xilofág rovarok gondoskodhatnak, ezt követően jelennek meg a taplógombák. A taplók megjelenését különféle sebzések is elősegíthetik. A vizsgálati fajunk, a bükkfatapló (*Fomes fomentarius* (L.) Fr.) is egy jellemzően sebzések következtében megjelenő nekrotróf parazita, amely az enzimjei segítségével tudja az élő szöveteket elpusztítani, valamint az elhalt szöveteket lebontani (FOLCZ – PAPP 2014).

Vizsgálati anyag és módszer

A taplókból élő rovarok csapdázásának többféle módja lehet. Alkalmazhatóak sátorcsapdák, fára akasztott ablakcsapdák, törzs-ablakcsapdák, kifuttató csapdák (DOMBOROCZKI 2006). DOMBOROCZKI és mi is az eddigi munkáink során keltetődényes módszert alkalmaztunk a taplógombák rovarközösségének feltárásához.

Mindkét vizsgálat esetén a termőtestek rendszertelenül, több törzsről kerültek begyűjtésre. DOMBOROCZKIÉK a Felsőtárkányhoz tartozó Vár-hegy erdőrezervátumból gyűjtötték be a taplógombákat, míg mi az ország több, 14 különböző pontjáról (Ásotthalom, Balf, Cák, Diósviszló, Dömsöd, Felsőörs, Gyomaendrőd, Nagybjacs, Püski, Sajtókál, Sopron, Tata, Zalaegerszeg, Zánka) (1. ábra).

Míg DOMBOROCZKI GÁBOR adatai 2004–2005 közöttiek, addig a mi adataink 2013–2014-esek. A gyűjtés során feljegyzésre kerültek a főbb adatok: gyűjtés helye, gyűjtés ideje, tápnövény megnevezése, gazdanövény minősége (álló-, fekvő holtfa, tuskó) és a taplógomba kora. A termőtestek tápnövénytől történő elválasztása fejsze segítségével történt. Igyekeztünk a taplógombát a kéreghez a lehető legközelebb elválasztani, hogy a kéreghez kötődő fajok ne kerüljenek begyűjtésre. A termőtesteket a rovarközösségük komplexitásának megőrzése céljából nem tisztítottuk meg.



1. ábra: A magyarországi bükkfatapló termőestek gyűjtési helyei

A két felvétel között különbség a begyűjtött termőestek tárolásában is megnyilvánult. Míg DOMBOROCZKI műanyag virágcserépekből, nedvességet áteresztő kemény kartonpapírból, majd műanyag ásványvizes palackokból készítette a futtatóit, amelyeket fekete nylonzacskókba tekert, és ezekre helyezte műanyag csöveken keresztül a fioláit, addig mi papírzacskókban tároltuk a taplógombákat és 6 hetente vizsgáltuk a kikelés eredményeit.

DOMBOROCZKI a mintáit fedett helyen a szabadban tárolta, ezzel ellentétben mi a mintáinkat laboratóriumi körülmények között az intézetünk rovarkeltetőjében helyeztük el. A rovarkeltető hőmérséklete $20 \pm 1^\circ\text{C}$, míg a páratartalma 60%-os volt. 16 óra volt a megvilágított órák száma, míg 8 a sötét órák száma.

Abban az esetben, amikor kérdéses volt a bükkfatapló meghatározása IGMÁNDY (1991) alapján KOH-oldatos próbát végeztünk, mely következtében a termőréteg vérvörös, míg a hús feketedő elszíneződést mutatott.

A kinevelt rovarokat a meghatározásig mélyhűtőben helyeztük el. Ezzel szemben DOMBOROCZKI a kikelt rovarokat alkoholban konzerválta. A határozás során mindkét esetben szakértők, MERKL OTTÓ, PAPP LÁSZLÓ, SZABÓKY CSABA, GEORGE MELIKA, THURÓCZY CSABA segítségét kértük.

Eredmények

Az 1. táblázatban látható JONSELL *et al.* (2001) *Fomitopsis pinicolaból* és a *Fomes fomentariusból*, DOMBOROCZKI és mtsai. *F. fomentariusból* kinevelt rovarok adatai, valamint a saját, az ország több pontjáról gyűjtött *F. fomentariusok* meghatározott rovarfajai.

1. táblázat: A boreális régióból és a Vár-hegyről gyűjtött valamint a saját gyűjtésű táplógombákból kinevelt rovarfajok

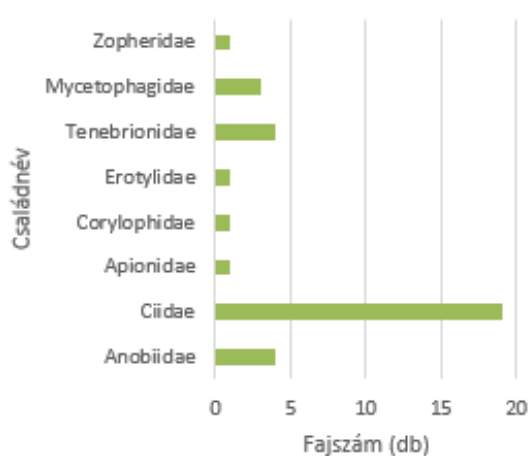
Faj név	1.	2.	3.
Coleoptera			
Anobiidae	x	x	x
<i>Dorcatoma punctulata</i> Mulsant & Rey, 1864	x		
<i>Dorcatoma dresdensis</i> Herbst, 1792	x		
<i>Dorcatoma robusta</i> A. Strand, 1938	x	x	x
<i>Dorcatoma minor</i> Zahradnik, 1993		x	
Ciidae	x	x	x
<i>Cis lineatocribratus</i> Mellie, 1848	x		
<i>Cis alter</i> Silfverberg, 1991	x	x	
<i>Cis jacquemartii</i> Mellie, 1848	x	x	
<i>Cis glabratus</i> Mellie, 1848	x		
<i>Cis quadridens</i> Mellie, 1848	x		
<i>Cis bidentatus</i> (Olivier, 1790)	x		
<i>Cis boleti</i> (Scopoli, 1763)		x	x
<i>Cis castaneus</i> Mellie, 1848			x
<i>Cis micans</i> (Fabricius, 1792)			x
<i>Cis comptus</i> Gyllenhal, 1827		x	
<i>Cis setiger</i> Mellie, 1848		x	
<i>Sulcaxis fronticornis</i> (Panzer, 1809)	x	x	
<i>Sulcaxis affinis</i> (Gyllenhal, 1827)			x
<i>Rhopalodontus perforatus</i> (Gyllenhal, 1813)	x	x	x
<i>Rhopalodontus baudieri</i> Abeille de Perrin, 1874		x	
<i>Ropalodontus strandi</i> Lohse, 1969	x		
<i>Ennearthron cornutum</i> (Gyllenhal, 1827)	x		
<i>Ennearthron laricinum</i> (Mellié, 1848)	x		
<i>Octotemnus glabriculus</i> (Gyllenhal, 1827)			x
Apionidae		x	
<i>Trichoptera pion holosericeum</i> (Gyllenhal, 1833)		x	
Corylophidae			x
Erotylidae			x
<i>Dacne bipustulata</i> (Thunberg, 1781)			x
Tenebrionidae	x	x	x
<i>Bolitophagus reticulatus</i> (Linnaeus, 1767)	x	x	x
<i>Neomida haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1787)	x	x	x
<i>Diaperis boleti</i> (Linnaeus, 1758)		x	
<i>Pentaphyllus testaceus</i> (Hellwig, 1792)			x
Mycetophagidae			x
<i>Litargus connexus</i> (Geoffroy, 1785)			x
<i>Mycetophagus decempunctatus</i> Fabricius, 1801			x
<i>Mycetophagus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1761)			x

Faj név	1.	2.	3.
Zopheridae			x
<i>Bitoma crenata</i> (Fabricius, 1775)			x
Lepidoptera			
Tineidae	x	x	x
<i>Scardia boletella</i> (Fabricius, 1794)	x		
<i>Archinemapogon yildizae</i> Koçak, 1981	x		
<i>Triaxomera parasitella</i> (Hübner, 1796)		x	
<i>Nemapogon cloacella</i> (Haworth, 1828)		x	
<i>Morphaga choragella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)		x	
Diptera			
Cecidomyiidae	x	x	x
Mycetophilidae	x	x	x
Phoridae	x	x	x
Dolichopodidae	x	x	
<i>Medetera</i> spp.*	x	x	
<i>Medetera impigra</i> Collin, 1941	x		
Scatopsidae		x	
Sciariidae		x	
Drosophilidae	x	x	x
<i>Leucobenga quinque maculata</i> Strobl, 1893	x		
Tachinidae	x		
<i>Elodia ambulatoria</i> (Meigen, 1824)	x		
<i>Phytomyptera cingulata</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	x		
Hymenoptera			
Ichneumonidae	x	x	
<i>Lissonota</i> sp.	x		
Agathidinae		x	
<i>Apanteles</i> sp.		x	
Eulophidae	x	x	
<i>Allocerastichus doderi</i> Masi, 1924		x	
<i>Astichus arithmeticus</i> (Forster, 1851)		x	
<i>Eulophidae</i> sp.	x		
<i>Euderus</i> sp.		x	
Perilampidae	x		
<i>Perilampus</i> sp.	x		
Figitidae	x		
<i>Kleidotoma ciliaris</i> (Zetterstedt, 1838)	x		
Pteromalidae		x	
<i>Plutothrix coelius</i> (Walker, 1839)		x	
Scelionidae		x	
<i>Telenomus kolbei</i> Mayr, 1879		x	
<i>Telenomus ovivorus</i> (Rondani, 1870)		x	
<i>Telenomus tetratomus</i> (Thomson, 1861)		x	

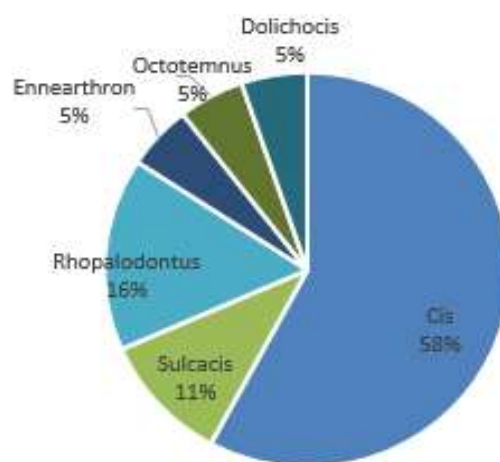
Jelmagyarázat: Az 1. számú oszlopban a boreális régió eredményei, a 2. sorszám alatt a Vár-hegyről származó eredmények, míg a 3. oszlopban a saját eredményeink láthatóak.

A hazai bükkfataplók azonos fajai: *D. robusta*, *C. boleti*, *R. perforatus*, *B. reticulatus*, *N. haemorrhoidalis*. A Vár-hegyi és a boreális régió azonos fajai: *D. robusta*, *Cis alter*, *C. jacquemartii*, *Sulcaxis fronticornis*, *R. perforatus*, *B. reticulatus*, *N. haemorrhoidalis*. Egyes esetekben faji szintű meghatározás nem történt, de a következő családok fajaival is lehetett mindkét területen találkozni: Cecidomyiidae, Mycetophilidae, Phoridae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Ichneumonidae, Braco-

nidae és Eulophidae. A saját eredményeinket összevetve a boreális régió eredményeivel, meg-
 egyező fajok: a *D. robusta*, *R. perforatus*, *B. reticulatus*, *N. haemorrhoidalis*. Tehát összegezve mind
 három területen előfordult a következő négy faj: *D. robusta*, *R. perforatus*, *B. reticulatus*, *N. haemorr-
 hoidalis*. Mindegyik vizsgálat során megtaláltunk kettő, jellemzően *F. fomentarius*hoz kötődő fajt,
 a *B. reticulatus* és a *N. haemorrhoidalis* (HURKA 2005, REIBNITZ 2006). Több esetben hasonlósá-
 got találtunk a három vizsgálat eredményei között. Erre utal ØKLAND (1995), JONSELL *et al.*
 (1999), KOMONEN (2001) is, miszerint a nagy elterjedési területű taplógombák nagy kiterjedésű
 területeken hasonló rovarfaunával rendelkeznek és alátámasztották azt is, hogy a mikofág rova-
 rok nagymértékű gazdafüggőséget mutatnak. A Vár-hegy adatait a svéd adatokkal összevetve
 DOMBOROZSKI (2006) megállapította, hogy a domináns fajok abundancia viszonyai eltérést mu-
 tatnak. Érdekesség, hogy a klimatikus adottságok és az eltérő fafajösszetétel miatt például Svéd-
 országban gyakori *D. dresdensis* a Vár-hegyen a *D. minor* helyettesítette, amely Svédországban
 ritka, veszélyeztetett fajnak számít.



2. ábra: A Coleoptera rend családjaiboz tartozó fajszámok



3. ábra: A Ciidae család 6 nemzetségének %-os megoszlása a három vizsgálat összesített adataiban

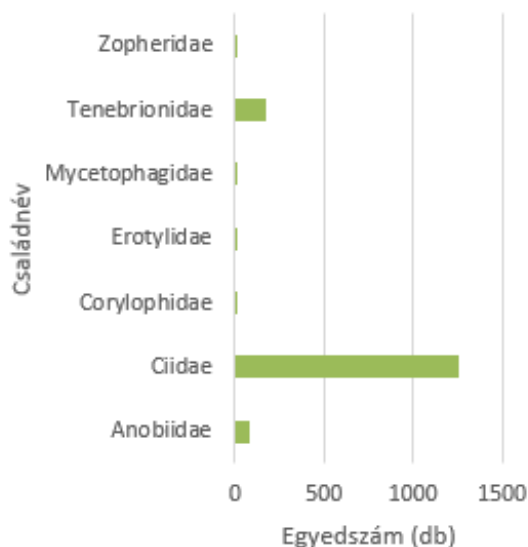
A 2. ábrán látható, hogy az eredményeket összevetve a Coleoptera rend mely családja milyen
 fajszámmal képviseltette magát a három vizsgálatban. Jól látható a grafikonon, hogy a három
 vizsgálatot együttesen tekintve a Ciidae családból került kinevelésre a legtöbb faj. Ebben a csalá-
 dban 15 nemzetség van, amelyekből 6 nemzetség fordult elő az összehasonlító vizsgálat során.
 A leggazdagabbnak a *Cis* nemzetség bizonyult 11 fajjal (58%) (3. ábra). A Fauna Europaea 36
 fajt jelez Európában a *Cis* nemzetségben. Ebből 16-ot még nem jeleztek Magyarországról. A 20
 jelzett bogárfajból 7 fajt (*Cis alter*, *C. jacquemartii*, *C. boleti*, *C. castaneus*, *C. micans*, *C. comptus*, *C.
 setiger*) sikerült beazonosítani a hazai gyűjtésű mintákban. Az *Ennearthron* nemzetség 6 fajából 1,
 a *Rhopalodontus* nemzetség 5 fajából 3, a *Sulcaxis* nemzetség 3 fajából 2, az *Octotemnus* nemzetség
 3 fajából 1 és a *Dolichocis* nemzetség 1 fajából 1 faj került kinevelésre a három vizsgálat során.

Az összehasonlító vizsgálat során az Apionidae, a Corylophidae, az Erotylidae, a Mycetop-
 hagidae és a Zopheridae családok fajai csak a hazai gyűjtések során kerültek elő. A Corylophidae
 és a Mycetophagidae család fajai a taplóhoz is kötődhetnek és a kéreg alatt is előfordulhatnak.
 A *Bitoma crenata* egy ragadozó faj, feltehetően más fajok vonzották a taplógombához, így találtuk
 meg a nevelések során (HURKA, 2005; PENDLETON – PENDLETON, 2014).

A 2. táblázatban látható a 14 területen gyűjtött bükkfataplók darabszáma, bogárfajszáma
 (db) és azok egyedszáma (db). Összesen 77 *F. fomentarius* gyűjtöttünk be, amelyből 16 külön-
 böző faj 1537 egyedét határoztuk meg. A legtöbb termőtestet Zalaegerszegről gyűjtöttük. Ezek-
 ből a mintákból összesen 11 különböző faj kelt ki, de az egyedszámot tekintve itt csak 129
 egyedet találtunk, míg a legtöbbet, 436-ot, ami 2 faj egyedszáma, a Diósvizslóról származó 4
 taplógombából neveltük ki. Itt a legtöbb egyed 417 db *Rhopalodontus perforatus* volt.

2. táblázat: Az általunk gyűjtött *F. fomentarius*ok taplószáma (db), bogárfajszáma (db) és egyedszáma (db)

	Taplósám (db)	Fajszám (db)	Egyedszám (db)
Ásotthalom	3	2	2
Balf	1	1	1
Cák	5	3	380
Diósvizsló	4	2	436
Dömsöd	4	4	157
Felsőörs	1	1	1
Gyomaendrőd	4	3	196
Nagybajcs	2	2	52
Püski	5	3	13
Sajtoskál	5	4	10
Sopron	9	5	106
Tata	1	1	1
Zalaegerszeg	31	11	129
Zánka	2	2	53
Σ	77		1537



4. ábra: Az általunk gyűjtött mintákban meghatározott fajok egyedszáma családonként

A 4. ábra mutatja az általunk gyűjtött bükkfataplókból kinevelt fajok egyedszámát családonként. Jól látható a grafikonon, hogy a *Ciidae* család a nemzetségszám (4) és a fajszám (6) mellett az egyedszám (1258) tekintetében is messze kitűnik a többi családhoz képest. Ezt követi a *Tenebrionidae* család 170 egyeddel, amely 2 nemzetség 3 fajából került ki.

Összefoglalás

Az összehasonlító vizsgálat során a Coleoptera renden belül 8 család 33 faja került pontos meghatározásra. 3 család (*Anobiidae*, *Ciidae*, *Tenebrionidae*) 4 fajt (*D. robusta*, *R. perforatus*, *B. reticulatus*, *N. haemorrhoidalis*) megtaláltuk mindhárom vizsgálatban. E fajok között az utóbbi kettő jellemzően *Fomes fomentarius*hoz kötődik. Mind a boreális, mind a hazai viszonyokat tekintve megfigyelhető a *F. fomentarius* fajgazdagsága. A boreális régióban 16 fajt, hazánkban pedig a két vizsgálatot egybevetve 25 fajt találtunk a Coleoptera renden belül. Ezek között találtunk olyan fajokat is, amelyek nem kifejezetten a *F. fomentarius*hoz kötődnek, hanem a kéreg alatt is előfordulhatnak (*Litargus connexus*), vagy ragadozó életmódot folytathatnak (*Bitoma crenata*).

Az összehasonlítás során kiderült, hogy bizonyos esetekben a klíma és a fafajösszetétel eltérése miatt a boreális régióban megtalálható fajokat, hazánkban más, de ugyanaz a nemzetség faja helyettesítheti (*Dorcatoma dresdensis* – *D. minor*) (DOMBOROCZKI 2006).

Ezen vizsgálatok is bebizonyították, hogy a taplók rovarfaunája milyen gazdag összetételű, és ezzel a biológiai diverzitás fenntartását is nagymértékben segítik.

Felhasznált irodalom

- DELY-DRASKOVITS Á. (1974): Systematische und ökologische Untersuchung an der in Ungarns Schädlinge der Hutpilze auftretenden Fliegen VI. Mycetophilidae (Diptera). Folia Entomologica Hungarica, 27: 29-41.
- DOMBOROCZKI G. (2006): Taplógombákban élő rovarfauna vizsgálata. Diplomatervezés feladat. Nyugat-Magyarországi Egyetem. 51 p.
- FOLCZ Á. – PAPP V. (2014): Az erdei holtfa gombavilága. In: CSÓKA GY. – LAKATOS F. (szerk.): Silva naturalis Vol. 5., A holtfa, Sopron, pp. 49-74.
- HACKMAN, W. – MEINANDER, M. (1979): Diptera feeding as larvae on macrofungi in Finland. Annales Zoologici Fennici, 16: 50–83.
- HANSKI, I. (1989): Fungivory: fungi, insects and ecology. In N. WILDING, N. M. COLLINS, P. M. HAMMOND, and J. F. WEBBER, editors. Insect-fungus interactions. Academic Press, London. pp. 25-68.

- HURKA, K. (2005): Beetles of the Czech and Slovak Republics. Nalkadatelství KABOUREK, Czech Republic. 390 p.
- IGMÁNDY Z. (1991): A magyar erdők taplógombái. Akadémiai Kiadó, Budapest. 112 p.
- JONSELL, M. – NORDLANDER, G. – JONSSON, M. (1999): Colonization patterns of insects breeding in wood-decaying fungi - *Journal of Insect Conservation*, 3: 145 – 161.
- KOMONEN, A. (2001): Structure of insect communities inhabiting old-growth forest specialist bracket fungi. *Ecological Entomology*, 26: 63–75.
- LACY, R. C. (1984): Predictability, toxicity, and trophic niche breadth in fungus-feeding Drosophilidae (Diptera). *Ecological Entomology*, 9: 43–54.
- ØKLAND, B. (1995): Unlogged forests – Important sites for preserving the diversity of mycetophilids (Diptera: Sciaroidea). *Biological Conservation*, 76: 297–310.
- PENDLETON, T. – PENDLETON, D. (2014): The website dedicated to Nottinghamshire's invertebrate fauna, <http://www.eakringbirds.com/eakringbirds5/insectinfocuslitargusconnexus.htm>
- REIBNITZ, J. (2006): Die Käfer - Fauna Südwestdeutschlands - ARGE SWD Koleopterologen, <http://entomologie-stuttgart.de/ask/node/777&menu=ste&mode=ste> (2017.10.17.)
- FAUNA EUROPAEA (2017): <https://fauna-eu.org/>

KÉPFELDOLGOZÓ PROGRAM FEJLESZTÉSE NAGY MENNYISÉGŰ FÖLD-MEGFIGYELÉSI ADAT FELDOLGOZÁSÁHOZ ÉS KIÉRTÉKELÉSÉHEZ

BARTON IVÁN – KIRÁLY GÉZA – CZIMBER KORNÉL

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
ivan.barton@gastudent.nyme.hu

Bevezetés

Az utóbbi években pályára állított különböző földmegfigyelő műholdak naponta több terabyte mennyiségű adatot rögzítenek bolygónkról különböző képek és adatok formájában (NEWSLETTER.COPERNICUS.EU 2016). A múltban alkalmazott képfeldolgozási munkafolyamat nagy átalakuláson megy át jelenleg. Az egyes képek kiértékelése mellett a hosszú idősorozatok vizsgálata is lehetővé vált a nagy mennyiségű, ingyenesen elérhető adatokkal. Ezeknek a feldolgozása már meghaladja az egyes felhasználók munkaállomásainak számítási kapacitását. Földmegfigyelési adatközpontok épültek ki világszerte, ahol a helyben tárolt adatokat HPC (High Performance Computing) vagy Cloud infrastruktúrán (ARMBRUST *et al* 2010) keresztül tudja feldolgozni a felhasználó. A megszokott, asztali felhasználásra tervezett képfeldolgozó szoftverek közül kevés képes HPC környezetben működni. Ezért szükség volt egy olyan szoftverre, amivel nem interaktív módon lehet nagyon nagy mennyiségű képet feldolgozni, és lehetőséget nyújt új algoritmusok integrálására.

Vizsgálati módszer

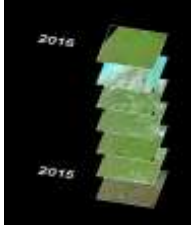

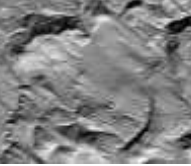
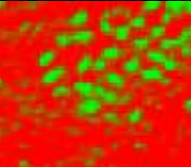
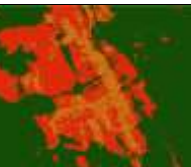
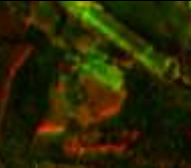
A fejlesztés célja egy moduláris szerkezetű program létrehozása volt C++ környezetben. Magját olyan objektumok alkotják, amelyek képesek raszteres és vektoros formátumú geoinformatikai állományok olvasására, tárolására memóriában, kezelésükre és lemezre írására. A geoinformatikai állományok különböző fájlformátumokban érhetők el, így beolvasásuk is különböző módon történik. Ennek megkönnyítésére a GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) könyvtárat (WARMERDAM, 2008) integráltuk a programba, amely képes kezelni a különböző formátumokat. A további modulok a mag objektumokon keresztül tudják végrehajtani a képfeldolgozást, így lehetőség nyílik tetszőleges képfeldolgozó algoritmusok integrálására. A képfeldolgozási folyamat a modulok funkcióiból állítható össze az alkalmazásnak megfelelően (1. ábra).

A program nem rendelkezik grafikus kezelőfelülettel, ugyanis HPC környezetben ritkán van lehetőség interaktív folyamatokra. Parancssorból indítható és a futtatási paraméterek is itt állíthatók be, így kompatibilis a SLURM Workload Manager feladatütemezővel (YOO *et al.* 2003), amivel az osztott memóriával rendelkező rendszereken a feladatok indítása történik. Az adatok tárolása feldolgozás közben végig a memóriában történik. Lemez olvasás és írás csak a feladatok elején és végén van. A raszteres adatok feldolgozása jól párhuzamosítható a szabályos adatszerkezetből kifolyólag, így az OpenMP-t (Open Multi-Processing) (DAGUM-MENON 1998) fel tudtuk használni több processzor mag meghajtásához több funkcionál.

A program moduljaiból munkafolyamatokat hoztunk létre, amelyeket különböző kutatásokban alkalmaztunk. A program kapacitásait az EODC GmbH (EODC.EU 2015) által szolgáltatott infrastruktúrán teszteltük HPC környezetben.

Eredmények

A következőkben a fejlesztés két alkalmazását mutatjuk be röviden. A program moduljaiból előállított munkafolyamatot sikeresen alkalmaztuk mesterséges lékek térképezésére a Börzsöny hegységben (BARTON *et al.* 2017a) Sentinel-2A űrfelvétel sorozatok alapján szubpixeles felbon-tásban. A cikkben leírt módszertant kiterjesztettük az Ipoly Erdő Zrt. Királyréti Erdészetének területére és elkészítettük a 2015-2016-os állapot térképeit (2. ábra).

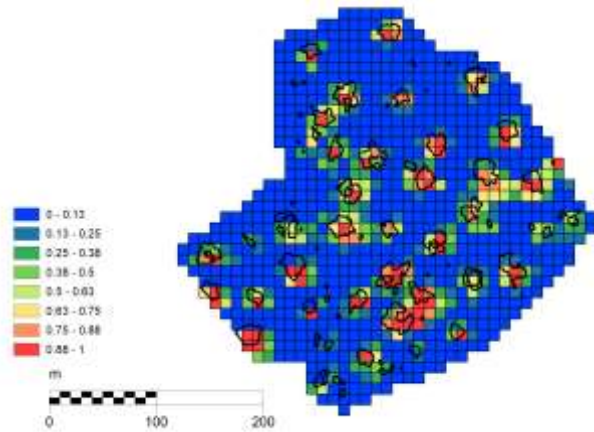
<p>Raszteres geoinformatikai adatok kezelője: Raszterek memóriába olvasása, lemezre írása, méretezése, vágása, vetületi transzformációja, képstatistikák számítása, réteg algebra, régió kezelés vektoros poligon alapján, image stack tárolás és Sentinel-2 termékek közvetlen olvasása.</p>	 <p>Sentinel-2 űrfelvétel image stack</p>
<p>Vektoros geoinformatikai adatok kezelője: SHP formátum (ESRI, 1998) memóriába olvasása, lemezre írása, adattábla kezelése, relációs adatkapcsolatok létrehozása, SQLite adatbáziskezelő (NEWMAN, 2004), összetettebb adatkapcsolatok kezelésére, négyesfa térbeli indexelés, vetület kezelés.</p>	 <p>Négyesfa térbeli indexelés rekurzív négyzetek</p>
<p>Terepmegvilágítás modellező modul: Megvilágítottsági állapot (TAN ET AL., 2013), vetített árnyék modellezése és összeláthatósági vizsgálatok 2.5 D digitális felszínmodelleken.</p>	 <p>Megvilágítottsági állapot modell digitális borított felszínmodelleken</p>
<p>Rugalmas képosztályozó modul: Lineáris spektrális szétkeverő algoritmusok nem küszöbös, küszöbös és teljesen küszöbös típusai szubpixeles vizsgálatokhoz (KESHAVA – MUSTARD, 2002).</p>	 <p>Szubpixeles osztályozás űrfelvételen</p>
<p>Szigorú képosztályozó modul: K-közép klaszterező funkció. Legközelebbi távolság, Maximum Valószínűség és Support Vector Machine (SVM) osztályozók (CHANG – LIN, 2011)</p>	 <p>Felszínborítás osztályozás űrfelvételen</p>
<p>Változás vizsgáló modul: Változás vektor analízis (CVA) különböző időpontból származó űrfelvételek között kétdimenziós és a tömörített többdimenziós (Compressed CVA) algoritmusai (BOVOLO - BRUZZONE, 2007).</p>	 <p>Tömörített több dimenziós változás vektor vizsgálat felhasználókat térképezésére</p>

1. ábra. A programban jelenlévő modulok rövid leírása képekkel illusztrálva

A HPC környezetben történő tesztelésére a Sentinel-2 űrfelvételek Sen2Cor szoftver (LOUIS *et al.* 2016) által létrehozott automatikus felszínborítás rétegeket használtuk fel. Összesen 2888 darab felvételt értékeltünk ki a 2016-os országos erdőállomány adattárban található térképi elemekre. Erdőrészlet szinten építettünk adatbázist az idősorozat elérhetőségéből (BARTON *et al.* 2017b), amelyből kimutatásokat (3. ábra) lehetett készíteni a programmal.

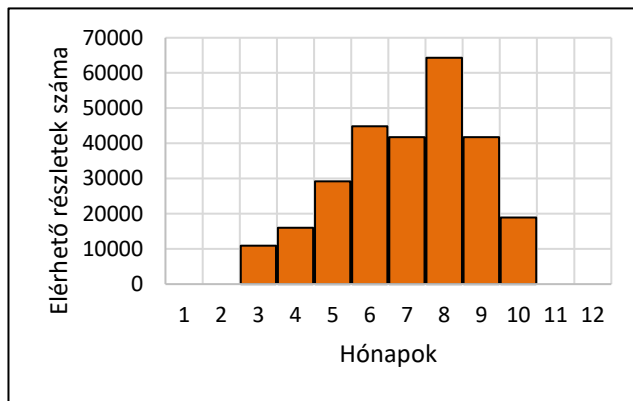


A

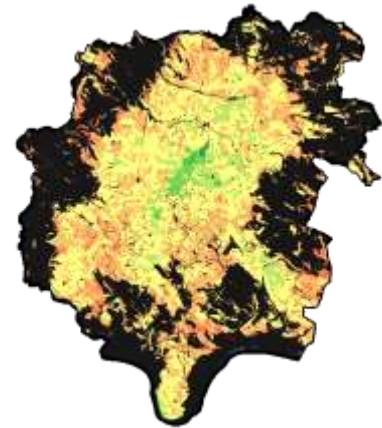


B

2. ábra. A léktérképezés munkafolyamatához használt egyik mintaterület ortofotója 2015-ből (A) és a programmal létrehozott Sentinel-2A felvételekből készült szub-pixeles léktérkép, referencia lék poligonokkal megjelenítve (B). Forrás: BARTON *et al.* 2017a



A



B

3. ábra. A Börzsöny hegységben található kiértékelhető erdőrészletek gyakorisága az egyes hónapokban (A) és az erdő-részletekre kiértékelhető felvételek számának térképi megjelenítése (B) 2015-2017 között.

Összefoglalás

Elsősorban a Sentinel-2 műholdprogram adatainak automatizált feldolgozására készült a program, de általános célú geoinformatikai feldolgozásokra és kiértékelésre is alkalmazható. Alkalmos képstatisztikák és tematikus erdészeti térképek automatizált elkészítésére egyes képekből és idősorozatokból. A kimenetek pontosságának vizsgálatára is lehetőséget nyújt a program. A létrehozott eredmények tetszőleges geoinformatikai programokban megjeleníthetők. A szerkezetből adódóan folyamatosan bővíthető újabb funkciókkal. HPC környezetben is futtatható, így

segítségével lehetséges nagy mennyiségű adatot feldolgozni osztott memóriával rendelkező rendszereken.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönetet nyilvánítanak az EODC GmbH-nak, a TU Wien Geodéziai és Geoinformatikai Intézetének és az Ipoly Erdő Zrt. Királyréti Erdészetének a kutatáshoz és fejlesztéshez rendelkezésre bocsájtott adatokért és infrastruktúráért.

Felhasznált irodalom

- ARMBRUST, M. – FOX, A. – GRIFFITH, R. – JOSEPH, A. D. – KATZ, R. – KONWINSKI, A. – ... & ZAHARIA, M. (2010): A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50-58.
- BARTON I. – KIRÁLY G. – CZIMBER K. – HOLLAUS, M. – PFEIFER, N. (2017): Treefall Gap Mapping Using Sentinel-2 Images. *Forests*, 8, 426.
- BARTON I. – KIRÁLY G. – CZIMBER K. (2017): SENTINEL-2A űrfelvétel-idősorozat sűrűség vizsgálata az országos erdőállományra, Online elérhető dokumentum: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariTudomanyosKonferencia/KariTudomanyosKonferencia-2017_Absztraktkotet.pdf
- BOVOLO, F. – BRUZZONE, L. (2007): A theoretical framework for unsupervised change detection based on change vector analysis in the polar domain. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45.1: 218-236.
- CHANG, C. C. – LIN, C. J. (2011): LIBSVM: a library for support vector machines. *ACM transactions on intelligent systems and technology (IIST)*, 2(3), 27.
- DAGUM, L., – MENON, R. (1998): OpenMP: an industry standard API for shared-memory programming. *IEEE computational science and engineering*, 5(1), 46-55.
- ESRI (1998). SHAPEFILE TECHNICAL DESCRIPTION. AN ESRI WHITE PAPER.
- GATTI, A – BERTOLINI, A. (2015): Sentinel-2 Products Specification Document. Online elérhető dokumentum: https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_MSI_Product_Specification.pdf (Felkeresés dátuma: 2017.11.13.)
- KESHAVA, N., – MUSTARD, J. F. (2002): Spectral unmixing. *IEEE signal processing magazine*, 19(1), 44-57.
- LOUIS, J. – DEBAECKER, V. – PFLUG, B. – MAIN-KNORN, M. – BIENIARZ, J. – MUELLER-WILM, U. – CADAU, E. – GASCON, F. (2016): Sentinel-2 Sen2Cor: L2A Processor for Users. In *Proceedings of the Living Planet Symposium (Spacebooks Online)*, Prague, Czech Republic, 9–13 May 2016; SP-740, 1–8.
- NEWMAN, C. (2004). *SQLite (Developer's Library)*. Sams.
- TAN, B. – MASEK, J. G. – WOLFE, R. – GAO, F. – HUANG, C. – VERMOTE, E. F. – ... & EDERER, G. (2013): Improved forest change detection with terrain illumination corrected Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, 136, 469-483.
- WARMERDAM, F. (2008): The geospatial data abstraction library. *Open source approaches in spatial data handling*, 87-104.
- YOO, A. B. – JETTE, M. A. – GRONDONA, M. (2003): Slurm: Simple linux utility for resource management. In *Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing* (pp. 44-60). Springer, Berlin, Heidelberg.

<http://EODC.eu> (Felkeresés dátuma: 2017.11.13.)

<http://newsletter.copernicus.eu/article/data-volume> (Felkeresés dátuma: 2017.11.13.)

ERDEI SZALONKA (SCOLOPAX RUSTICOLA L.) SZÍNVÁLTOZATOK ELŐFORDULÁSA 2011-BEN MAGYARORSZÁGON

BENDE ATTILA – LÁSZLÓ RICHÁRD

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
bende.attila.tibor@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az EU madárvédelmi direktívájának 2008-as vadászati törvényben való megjelenését követő évben, 2009-ben ugyan vadászható faj maradt az erdei szalonka, de vadászati idényt nem állapítottak meg e faj esetében. Az Országos Magyar Vadászati Védegyelet koordinálásával 2009-ben indult el az Erdei Szalonka Monitoring, amihez 2010-ben egy biometriai vizsgálati modullal csatlakozott a Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Karának Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézete. Az e fajjal kapcsolatos kutatások Intézetünkben nem újkeletűek, hiszen az erdei szalonka kor- és ivarviszonyainak, valamint biometriájának vizsgálata több mint két évtizeddel ezelőtt vette kezdetét a MAGYAR ERDEI SZALONKA TERÍTÉK MONITORING keretein belül. Ezidáig azonban a szín- és mintázatbeli változatosság országos szintű, nagy mintaszámokon alapuló vizsgálatára nem nyílt lehetőség.

Anyag és módszer

Az adatszolgáltatók a 2011-es évben a tavaszi mintavételezést követően az elejtett erdei szalonkák legalább 40%-nak egyik – könnyöknél levágott, 130-160 fokban széthúzott és kifeszített –, preparált szárnyát egységes borítékban a Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetbe küldték be. A beérkező preparált szárnyak elsősorban a kormeghatározás célját szolgálták ugyan, azonban a mintákból készített fényképes adatbázisok kiváló lehetőséget kínálnak a szín és mintázat változatosságának vizsgálatára. Minden egyes szárnyról az egyedi azonosíthatóság igényével, állandó megvilágítási viszonyok mellett fotódokumentáció készült. Ezeket évenként és megyei bontásban állítottuk össze.

A nagyobb mintavételi lehetőséggel rendelkező francia szakemberek alapvetően négy színváltozatot különítenek el (*fekete (sötét) tollazat, barna tollazat, achát tollazat, isabella tollazat*) az erdei szalonkák esetében (BOIDOT 2012a). A fenti fő kategóriákon belül számos további színváltozatot definiálnak (*pl. a feketén belül: a sziürkét, a vöröset és a rigófeketét*) (BOIDOT 2012a). A normál színezetű madarak esetén szintén tovább differenciálnak és a pasztell árnyalatok segítségével számos színváltozatot írtak le (*fekete pasztell, agate pasztell, vörös pasztell, isabella pasztell.*) (BOIDOT 2010a). A klasszikus színváltozatok mellett – még a nagy terítékekkel rendelkező országok esetében is kuriózumnak tekinthető – részben vagy teljesen pigmenthiányos, fehér tollakkal borított erdei szalonkákkal is találkozhatunk. A fehér mintázatú kuriózumokra vonatkozóan Franciaországból számos közlést ismerünk (BOIDOT 2002a; 2004b; 2006; 2009a; 2009c; 2010a,b; 2013). A pigmenthiány mértéke alapján három kategóriába sorolják az ilyen madarakat (*1. a tollazat 10% fehér; 2. a tollazat 10-50 %-a fehér; 3. a tollazat 50-95%-a fehér*) (BOIDOT 2012b).

Eredmények

Vizsgálataink során egy a fentieknél lényegesen egyszerűbb osztályozást alkalmaztunk: *normál* (klasszikus, vad színű) (*1. ábra*), *flavisztikus* (világos, pasztell árnyalatokkal jellemezhető) (*2. ábra*) és a *melanisztikus* (sötét, erőteljesebben pigmentált) (*3. ábra*).



1. ábra: Normál (vad) színezetű madár



12. ábra: Világos, pasztell árnyalatokkal jellemezhető (flavisztikus) színváltozat

A 2011-es évben vizsgált szárnyminták között ($n = 1855$) mindösszesen egyetlen a BOIDOT (2012b) által közölt beosztás szerinti első kategóriába tartozó részlegesen pigmenthiányos példány fordult elő (4. ábra). A 2012-ben gyűjtött minták között megkerült fehér első kézevezőjű példánytól eltérően a 2011-es évben terítékre került szalonka esetében a karevezők fedői közül mindösszesen egyetlen toll vége volt részlegesen fehér, a tollzászló pedig mintázathiányos (LÁSZLÓ *et al.* 2013).



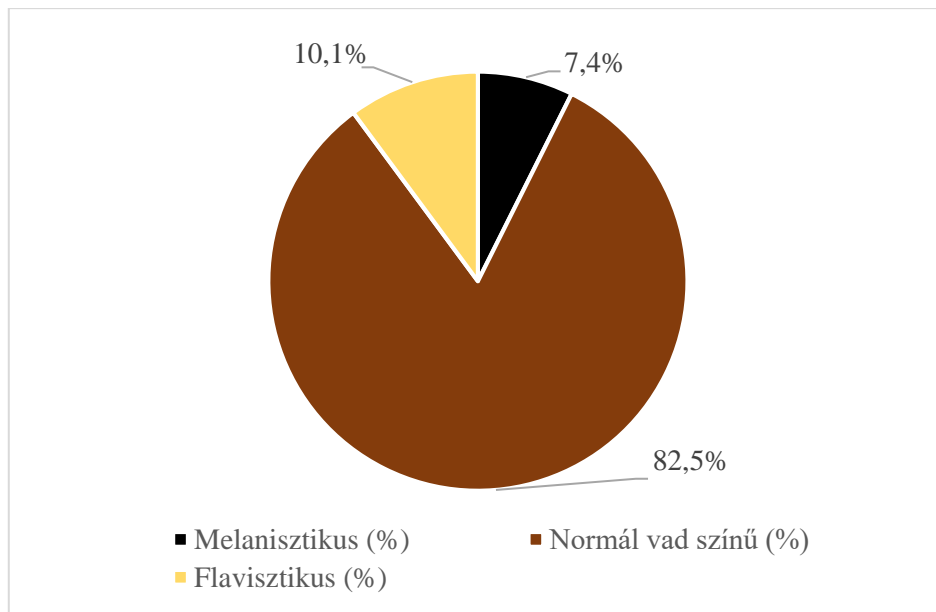
13. ábra: Sötét, erőteljesebben pigmentált (melanisztikus) színváltozat



14. ábra: Pigmenthiányos karfedő toll

A 2011-ben beküldött minták közül a meghatározáshoz megfelelő állapotban lévő szárnyak (1855 pld) tollzatának jellegzetes eltérései alapján a már közölt 2010-es és 2012-es évek metodikáját követve három kategóriába soroltan (melanisztikus, normál (vad) színű, flavisztikus) közöljük a hazánkon tavasszal keresztülvonuló erdei szalonkák szín- és mintázatbeli sajátosságaira vonatkozó eredményeinket (LÁSZLÓ *et al.* 2013; BENDE – LÁSZLÓ 2017).

Megállapítottuk, hogy Magyarországon a normál színezetű madarak részesedése a meghatározó (82,5%), melyet gyakoriságban a flavisztikus színváltozat követ (10,1%), míg a fennmaradó kisebb hányad melanisztikus volt (7,4%) (5. ábra).



15. ábra: Szín szerinti megoszlása Magyarországon (2011)

Összefoglalás

A Magyar Erdei Szalonka Teríték Monitoring keretében a 2011-es évben a Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetbe beküldött erdei szalonka szárnyminták szín- és mintázatbeli eltéréseit vizsgáltuk.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást az ORSZÁGOS MAGYAR VADÁSZATI VÉDEGYLET támogatta.

Irodalomjegyzék

- BENDE, A. – LÁSZLÓ R. (2017): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola* L.) szárnyminták szín és mintázatbeli változatossága 2010-ben Magyarországon. Természet-, Műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása 16. Nemzetközi Konferencia. Eötvös Lóránd Tudományegyetem - Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
- BOIDOT, J-P. (2002a): Un nouveau plumage inhabituel et exceptionnel chez la bécasse des bois. La Mordoree, 223: 190-193.
- BOIDOT, J-P. (2004a): Curiosités. La Mordoree231: 178.
- BOIDOT, J-P. (2006): Bécasse a panachure blanche limitée. La Mordoree238: 96.
- BOIDOT, J-P. (2009a): Curiosités. La Mordoree249: 25-25.
- BOIDOT, J-P. (2009c): Curiosités. La Mordoree. 251: 213-218.
- BOIDOT, J-P. (2010a): Bécasse des bois à plumage inhabituel. La Mordoree255: 221-226.
- BOIDOT, J-P. (2010b): Différentes observations de bécasses des bois à panachure blanche limitée. La Mordoree:255: 219-221.
- BOIDOT, J-P. (2012a): Bécasse des bois à plumage inhabituel. La Mordoree: 261: 29-38.
- BOIDOT, J-P. (2012b): Curiosités. La Mordoree264: 65-66.
- BOIDOT, J-P. (2013): Curiosités. La Mordoree266: 40.
- LÁSZLÓ R. – BENDE A. – FARAGÓ S. (2014): Szín és mintázatbeli eltérések a magyarországi erdei szalonka szárnyminták között. In: BIDLÓ A. – HORVÁTH A. – SZŰCS P. szerk.: IV. Kari Tudományos Konferencia, Konferencia kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron pp. 265-268.

ELŐZETES EREDMÉNYEK CSERES–TÖLGYES ÁLLOMÁNYOKBAN KIALAKÍTOTT LÉKEK ÉS VÁGÁSTERÜLETEK NÖVÉNYZETÉRŐL

CSISZÁR ÁGNES – ZAGYVAI GERGELY – TIBORCZ VIKTOR – KORDA MÁRTON – FEHÉR ADÉL
– BARTHA DÉNES

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növénytani és Természetvédelmi Intézet
csiszar.agnes@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az erdőgazdálkodás szemléletében az utóbbi évtizedben végbemenő paradigmaváltás során előtérbe került a természetes erdődinamikai folyamatok megismerésének és „használatának” igénye. A folyamatos erdőborítás biztosításához kapcsolódó átmeneti és örökrdő üzemmód szakszerű és sikeres alkalmazása jelentős ökológiai és erdészeti (erdőművelési) tudást kíván. A közelmúltban számos hazai kutatás vizsgálta e folyamatokat, de ezek többsége üde erdőkre vonatkozik; jelentősen kevesebb kutatás érintette a cseres-tölgyeseket (CSONTOS 1996, 2010; SIFFER 2012; KONCZ 2013; SALAMON-ALBERT *et al.* 2014; ÁDÁM *et al.* 2015), különösen a természetközeli erdőgazdálkodás ökonómiai vonatkozásait illetően (CSÉPÁNYI – CSÓR 2017). Jelen kutatás során, az erdőfelújítás terepül szolgáló vágásterületek és lékek vizsgálatával arra kérdésre keressük a választ, hogyan lehet erdeinket természetes módszerekkel sikeresen felújítani úgy, hogy közben ne biztosítsunk teret a gyomfajok terjedésnek.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2013 és 2017 között, a Fertőmelléki-dombsor (Dudlesz-erdő, Sopron) és a Balaton-felvidék területén (Balatonszepezd, Balatonakali, Zánka) található, átmeneti vagy vágásos üzemmódban kezelt, cseres – kocsánytalan tölgyes állományokban végeztük. A Dudlesz-erdő területén tíz lék és három vágásterület, a Balaton-felvidéken tizenöt lék és négy vágásterület növényzetét vizsgáltuk. Vizsgálataink során a megközelítőleg egy fahossznyi átmérőjű, mesterségesen kialakított élőhelyfoltot tekintetük léknek. A mintaterületek kiválasztásánál törekedtünk a kitettség, a lejtőszög és a termőhely azonosságára, valamint arra, hogy a felvételezés időpontjában a lékek és vágásterületek kialakításának kora közel azonos legyen (2–4 év). A vágásterületeket úgy választottuk ki, hogy a lehető legközelebb essenek a vizsgált lékekhez. A vágásterületeken ápolást alkalmaztak, főként a földi szeder (*Rubus fruticosus*) és a siska nádtippán (*Calamagrostis epigeios*) visszaszorítása érdekében. A zánkai lékeket bekerítették a vadhatás kizárása miatt.

A lékek esetén feljegyeztük a lékek korát, az átlók hosszát, a lékterületet, lékindexet és a hagyásfák számát (1. táblázat), emellett a lékek teljes területére vonatkozóan a gyepszint borítását, a cserjeszint záródását, az újulat fajait és borítását, valamint a legnagyobb borítású lágyszárúak és a gyomfajok %-os borítási értékeit. Gyomfajoknak a BORHIDI (1993) szociális magatartás típus rendszerében ruderális csoportba sorolt fajokat tekintettük (HORVÁTH *et al.* 1995). A lékek alakját az átlók hányadosából képzett lékindexszel jellemeztük (EYSENRODE *et al.* 1998), a lékek számozása a terepen feltüntetett számozást követi (1. táblázat). Minden egyes vágásterületen, random módon, de a növényzet heterogenitását figyelembe véve, öt darab, húsz méter átmérőjű mintakört jelöltünk ki, amelyeket a lékekhez hasonlóan vizsgáltunk. Az eredmények kiértékelését Spearman-féle rangkorrelációval végeztük.

Eredmények

A lékekben és a vágásterületeken összesen huszonhét fafaj újulata jelent meg. A Sopron környéki lékekben legnagyobb gyakorisággal és borítással a csertölgy (*Quercus cerris*) újulata fordult elő. Kisebb borítási értékekkel a mezei juhar (*Acer campestre*) és a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) újulata is jelen volt, míg a többi fafaj, mint például a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a madárcseresznye (*Cerasus avium*), a vadkörte (*Pyrus pyraeaster*) vagy a barkócaberkenye (*Sorbus torminalis*) borítása csak 1% alatti értéket ért el. Az 1. ábrán azon fafajok újulata látható, amelyeknek

az azonos vizsgálati egységbe tartozó (lékek vagy vágásterületek) összes mintakörre vonatkoztatott átlagos borítása meghaladta az 1 százalékot.

1. táblázat: A vizsgált lékek jellemzői

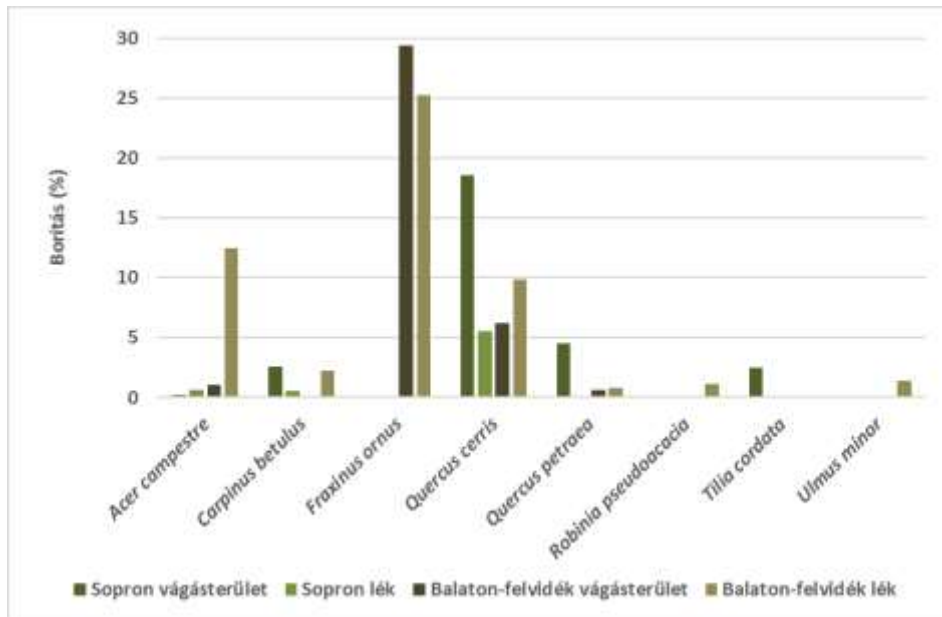
Lék száma		Lékjellemzők					
		Átlóhossz (m)		Terület (m ²)	Lékindex	Lék kora (év)	Hagyásfák száma
		É-D	K-NY				
Sopron 9/A	3. lék	33	32	834,41	1,03	2	2
	5. lék	47	33	1218,15	1,42	2	3
	6. lék	36	37	1046,15	1,03	2	1
	7. lék	40	31	973,89	1,29	2	1
	10. lék	28	34	747,70	1,21	2	1
Sopron 9/B	1. lék	49	40	1539,38	1,23	4	1
	2. lék	43	41	1384,66	1,05	4	4
	3. lék	38	45	1343,03	1,18	4	2
	4. lék	28	44	967,61	1,57	4	2
	14. lék	26	35	714,71	1,35	4	1
Zánka 15/A	1. lék	10,5	10,6	87,41	1,00	3	0
	2. lék	18	18,2	257,30	1,01	3	0
	3. lék	9	14,8	104,61	1,64	3	0
	4. lék	15,6	9,7	118,85	1,61	3	3
	5. lék	16,9	16,6	220,34	1,01	3	0
Zánka 1/B	1. lék	16,6	17,6	229,46	1,06	3	5
	2. lék	11,5	10,7	96,64	1,07	3	4
	3. lék	15	18,6	219,13	1,24	3	5
	4. lék	20,3	14,4	229,59	1,41	3	4
	5. lék	12,7	17,3	172,56	1,36	3	1
	6. lék	16,9	14	185,83	1,21	3	2
	7. lék	18	15,4	217,71	1,17	3	7
	8. lék	26,8	21,4	450,44	1,25	3	3
	9. lék	20,5	24,8	399,30	1,21	3	6
	10. lék	29,7	13,7	319,57	2,17	3	0

A soproni vágásterületeken a csertölgy jelentős, mintakörönként 5-35%-os borítással szerepelt. Néhány százalékos borítási értékkel megjelent a kocsánytalan tölgy, a közönséges gyertyán, a mezei juhar, illetve helyenként a kislevelű hárs (*Tilia cordata*) és a kecskefűz (*Salix caprea*) is. A vágásterületeken, valószínűleg a hagyasfáknak köszönhetően a barkócaberkenye és a házi berkenye (*Sorbus domestica*) magoncai is gyakoriak voltak.

A Balaton-felvidéki állomány lékjeiben a csertölgy mellett kiemelkedő volt a virágos kőris (*Fraxinus ornus*) újulata. A virágos kőris borítása számos lékben 30% körüli borítási értéket vett fel. E két fafaján kívül csak a mezei juhar, valamint helyenként a gyertyán és a madárcezesznye borítása volt jelentős, a két berkenyefaj magoncai azonban itt is előfordultak. A vágásterületeken a virágos kőris újulatának borítása minden mintakör esetén meghaladta a csertölgyét, esetenként 50-55%-os borítást elérve.

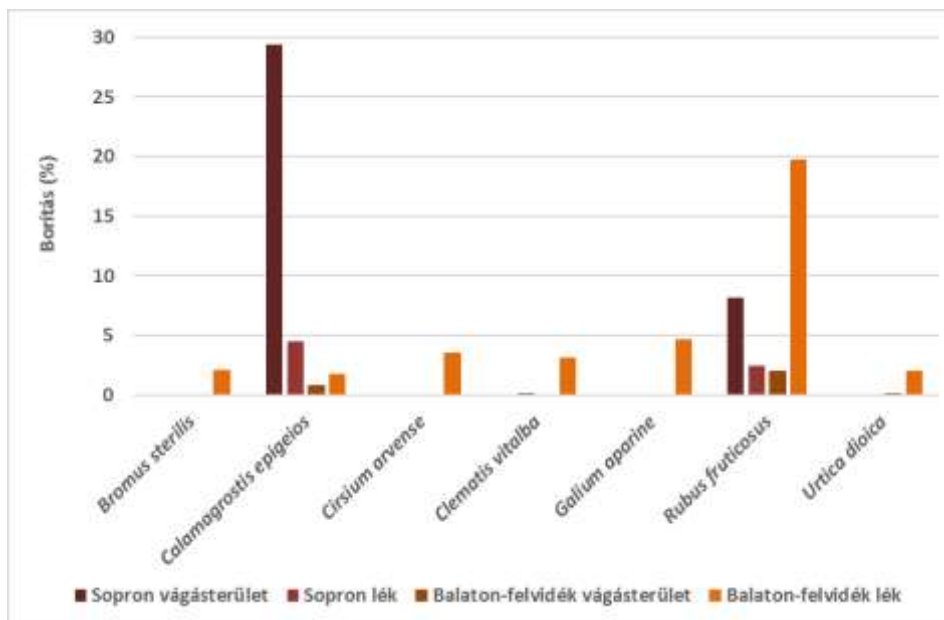
A gyomosító fajok közül a Dudlesz-erdőben és a Balaton-felvidéken vizsgált lékekben és vágásterületeken egyaránt a siska nádtippán és a földi szeder voltak a legjelentősebb borítási értékkel rendelkező fajok. A soproni mintaterületeken a siskanád borítása általában megelőzte a földi szederét; míg a Balaton-felvidék lékjeiben a földi szeder borítása volt nagyobb. A 2. ábrán azok a gyomosító fajok szerepelnek, amelyeknek az összes mintakörre vonatkoztatott átlagos borítása meghaladta az 1 százalékot. Az újulaton és a gyomosító fajokon kívül helyenként a természetes kompetitorok (pl. *Poa nemoralis*, *Melica uniflora*), generalisták (pl. *Brachypodium sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Galium mollugo*, *Physalis alkekengi*) illetve egyes cserjefajok (pl. *Crataegus*

monogyna, *Ligustrum vulgare*, *Prunus spinosa*) fiatal egyedei is nagyobb borítást értek el egy gyepszintben. E fajok borítása azonban az összes mintakör átlagára vonatkoztatva nem volt kiemelkedő, a mintakörök száma, illetve a növényzet mozaikossága és diverzitása miatt.



1. ábra: A lékekben és a vágásterületeken megjelenő újulat átlagos borítása

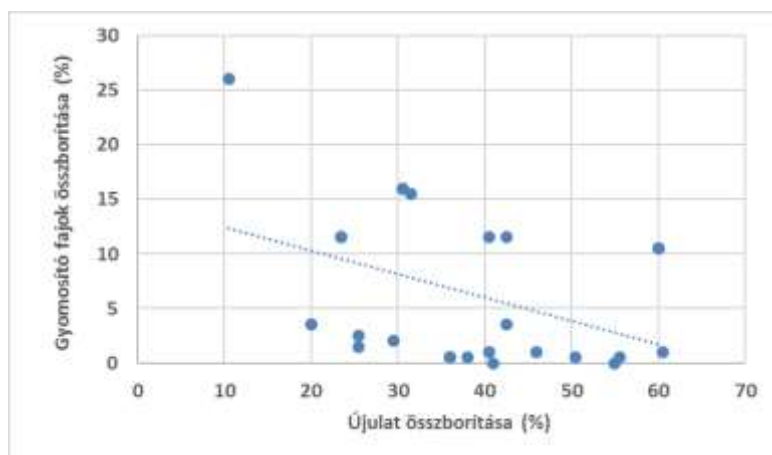
Megjegyzés: További fajok 1% alatti átlagborítással: *Ailanthus altissima*, *Betula pendula*, *Cedrus atlantica*, *Cerasus avium*, *Cerasus mahaleb*, *Fraxinus excelsior*, *Gleditsia triacanthos*, *Juglans regia*, *Morus alba*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Prunus cerasifera*, *Pyrus pyraeaster*, *Quercus pubescens*, *Salix caprea*, *Sorbus aria*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*



2. ábra: A lékekben és a vágásterületeken megjelenő gyomosító fajok átlagos borítása

Megjegyzés: További fajok 1% alatti átlagborítással: *Alliaria petiolata*, *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Anthriscus cerefolium*, *Carduus acanthoides*, *Chaerophyllum temulum*, *Cirsium vulgare*, *Conyza canadensis*, *Dactylis glomerata*, *Erechtites hieracifolia*, *Erigeron annuus*, *Euphorbia cyparissias*, *Fallopia convolvulus*, *Fallopia dumetorum*, *Geranium robertianum*, *Hypericum perforatum*, *Solanum nigrum*, *Solidago gigantea*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale*

A statisztikai elemzés a lékek tulajdonságai és a lékekben megjelenő növényzet jellemzői között mindössze csak egy esetben mutatott ki szignifikáns korrelációt; a soproni lékekben a hagyásfák száma negatívan korrelált a lékekben megjelenő földi szeder borításával ($r = -0,7257$, $p = 0,0088$). A lékek egyéb jellemzői (átlók hossza, lékterület, lékalak), illetve a lékekben megjelenő újulat és gyomosító fajok száma vagy borítása között nem volt szignifikáns kapcsolat. A vágásterületek esetén, a Balaton-felvidéki mintaterületen az újulat és a gyomosító fajok borítása között negatív korrelációt tapasztaltunk ($r = -0,4452$, $p = 0,0257$) (3. ábra). A virágos kőris borítása a csertölgy borításával szintén negatív összefüggést mutatott ($r = -0,4129$, $p = 0,0402$).



2. ábra: Az újulat és a gyomfajok borításának kapcsolata a Balaton-felvidéki vágásterületeken

Összefoglalás

A soproni és a Balaton-felvidéki mintaterületek egyaránt cseres – kocsánytalan tölgyes állományokban kerültek kialakításra, a kapott eredmények azonban csak a kistáj eltérő termőhelyi és klimatikus adottságainak figyelembevételével vethetők össze. Az azonos tájegységhez tartozó mintaterületek kijelölésénél törekedtünk a potenciális különbségek minimalizálására a lehető legközelebbi lékek és vágásterületek kiválasztása által. Összefoglalóan megállapítható, hogy mindkét vizsgálati területen jelentős az újulat borítása. Sopron környékén a csertölgynek; Balaton-felvidéken elsősorban a virágos kőrisnek köszönhetően, de emellett a csertölgy és a mezei juhar borítása is számottevő. A Balaton-felvidéken a virágos kőris borításának aránya a vágásterületeken vett fel magasabb értéket; míg a csertölgy borítása a lékekben volt jelentősebb. A vizsgált mintaterületeken a lékek és a vágásterületek kialakítása kettő, három, illetve négy éve történt, vagyis a növényzetet a szukcessziós folyamatok viszonylag korai stádiumában vizsgáltuk. A jelenlegi eredmények alapján nem tudhatjuk pontosan, hogyan alakul majd az újulat összetétele, például a virágos kőris és a csertölgy aránya a Balaton-felvidéki területeken. Az elegyfajok magas száma azonban mindkét mintaterületen pozitívnak minősíthető.

Köszönetnyilvánítás: Kutatásunkat az Agrárklíma.2 VKSZ_12-1-2013-0034. projekt támogatta. Köszönetet mondunk Kovács Jánosnak és Siffer Sándornak, akik hasznos tanácsaikkal és útmutatásukkal segítettek munkánkat.

Irodalomjegyzék

- ÁDÁM R. – ÓDOR P. – BÖLÖNI J. (2015): Állományjellemzők hatása a gypesszint fajösszetételére cseres-kocsánytalan tölgyes erdőkben. In: BÖLÖNI J. (szerk.): Tanulmányok a fészárz tölgyesek ökológiai viszonyairól. – MTA Ökológiai Kutatóközpont Tanulmányai 1., Tihany, pp. 9–18.
- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. – A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem kiadványa, Pécs, 95 pp.
- CSÉPÁNYI P. – CSÓR. A. (2017): Economic Assessment of European Beech and Turkey Oak Stands with Close-to-Nature Forest Management. – Acta Silvatica et Lignaria Hungarica 13(1) 9–24.

- CSONTOS P. (1996): Az aljnövényzet változásai cseres-tölgyes erdők regenerációs szukcessziójában. – Scientia Kiadó, Budapest, 122 pp.
- CSONTOS P. (2010): Light ecology and regeneration on clearings of sessile oak-Turkey oak forests in the Visegrád Mountains, Hungary. – *Acta Botanica Hungarica*, 52(3-4): 265–286.
- EYSENRODE, D. S. V. – BOGAERT, P. – VAN HECKE, P. – IMPENS, I. (1998): Influence of tree-fall orientation on canopy gap shape in an Ecuadorian rain forest. – *Journal of Tropical Ecology* 14(6): 865–869.
- HORVÁTH F. – DOBOLYI Z. K. – MORSCHHAUSER T. – LÓKÖS K. – KARAS L. – SZERDAHELYI T. (1995): Flóra adatbázis. – FLÓRA munkacsoport, MTM Növénytára, Vácrátót, pp. 141–196.
- KONCZ G. 2013: Cseres-tölgyes erdők (Síkfőkút project és Vár-hegy) lágyszárú növényzet és magkészet vizsgálata. – Egyetemi doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, 94 pp.
- SALAMON-ALBERT É. – LŐRINCZ P. – CSISZÁR Á. (2014): A fásszárú újulat ökofiziológiai válasza cseres-tölgyes lékregenerációja során. – *Erdészettudományi közlemények* 4(1): 83–96.
- SIFFER S. (2011): Szálalás száraz tölgyesekben. – In: GYÖNGYÖSSY P. (szerk.): Múlt és jövő IV. Tartamosság, természetszerűség, társadalmi kontroll. – Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, pp. 121–133.

A SZÉN-MONOXID NÖVÉNYRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK KIMUTATÁSA A LOMBOZAT REFLEXIÓS SPEKTRUMAIBÓL SZÁRMAZTATOTT ÁLLAPOTFÜGGŐ KORRELÁCIÓKKAL

EREDICS ATTILA¹ – RÁKOSA RITA² – NÉMETH ZSOLT ISTVÁN²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet, Sopron

attila.eredics@gmail.com

A növények élettani folyamatainak állandóan alkalmazkodnia kell a változó környezethez, ami hatással van a levelekben található pigmentek (pl. klorofilok, karotinoidok, xantofilok, fenolok) mennyiségére is. A mért UV-VIS-NIR (200-900 nm) reflexiós spektrumot elsősorban a különböző színanyagok eredő fényelnyelése határozza meg. Egy városi kislevelű hárs lombzatát vizsgálva jó összefüggést találtunk a levelek reflexiós spektrumának állapotfüggő korrelációi és a CO₂ mint légszennyező anyag koncentrációja között.

Ha a növényi levélben van két olyan anyagcsere termék, melyek pillanatnyi mennyisége lineárisan szinkronizált módon szabályozott, akkor a koncentrációiknak is lineárisan korrelálnia kell egymással (NÉMETH *et al.* 2009). Bizonyos hullámhossz párok mért abszorbancia értékeire olyan regressziós egyenesek illeszthetők, amelyek paraméterei időben változhatnak (EREDICS *et al.* 2015). A jelenség az állapotfüggő korreláció elmélet alapján magyarázható, mivel a regressziós paraméterek változása a környezeti körülmények módosulásának az eredménye, ami így a növény alkalmazkodási választ jelzi (NÉMETH *et al.* 2011, NÉMETH – RÁKOSA 2013, NÉMETH 2014).

Vizsgálati módszerek

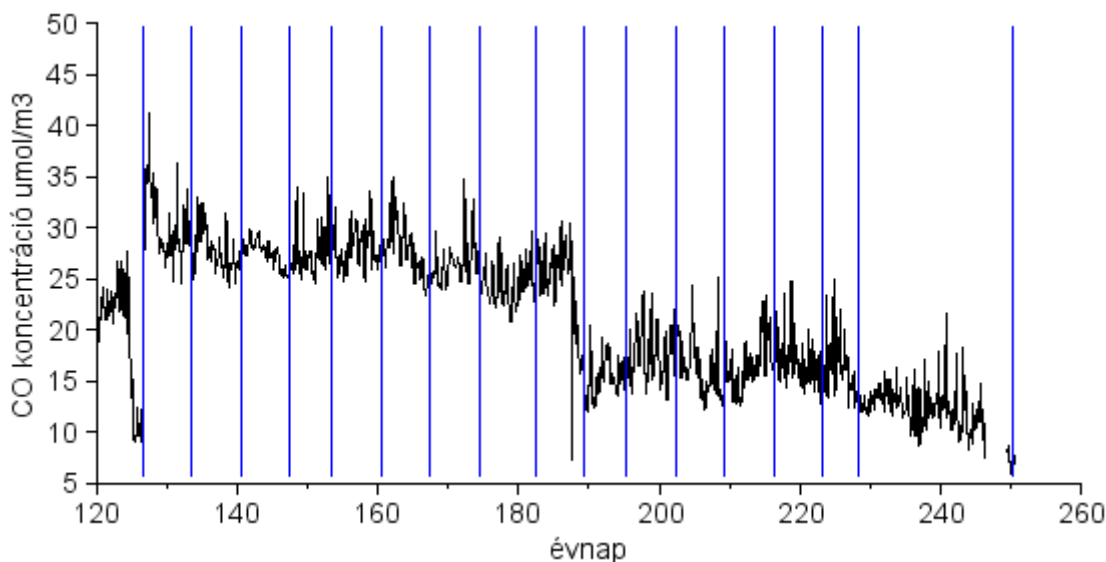
2015 májusa és szeptembere között 17 alkalommal (lásd 1. ábra) gyűjtöttünk 9-9 levélmintát egy Sopronban, a Kodály Zoltán téren található kislevelű hárs (*Tilia cordata*) lombkoronájának különböző részeiből. A mintákat vízbe állítva szállítottuk, és 1 órán belül feldolgoztuk. Az egyes levelek UV-VIS-NIR reflexiós spektrumát Shimadzu UV-2600 spektrofotométerrel mértük a 200-900 nm tartományba, 2 nm felbontással. Az egyes spektrumokat 10 nm széles mozgóátlaggal simítottuk, majd SNV (Standard Normal Variate) korrekciót végeztünk. Az egymással lineárisan jól korreláló hullámhossz párokat a mintavételek 9-9 levélspektrumának autokorrelációs mátrixából azonosítottuk egy lokális szélsőérték kereső algoritmus segítségével (EREDICS *et al.* 2015). Az állapotfüggő korreláció elmélet további feltételének teljesülését (NÉMETH *et al.* 2009, NÉMETH 2013) statisztikai tesztekkel erősítettük meg: az adatok eloszlása ugyanis típusában nem különbözhet szignifikánsan (Kolmogorov-Szmirnov homogenitás teszt). Az egyes mintavételekhez tartozó abszorbancia (A) értékekre hullámhossz páronként (λ_1 - λ_2) regressziós egyenest illesztettünk ortogonális regresszió segítségével:

$$A_{\lambda_1} = m \cdot A_{\lambda_2} + b \quad (1)$$

ahol m a regressziós egyenes meredeksége, b pedig a tengelymetszete. A regressziós egyenesek szignifikáns különbözőségét kovariancia analízis (ANCOVA) vizsgálattal ellenőriztük (SVÁB 1981). Az olyan hullámhossz párokat, melyek bár erős lineáris korrelációt mutattak, de nem mutattak meredekségben és tengelymetszetben szignifikáns változást, kihagytuk a további vizsgálatból, így végeredményben 21 állapotfüggő hullámhosszpárt azonosítottunk a levélspektrumokból.

A légszennyezettségi értékeket a mintafától 80 m-re található, az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) által működtetett mérőkonténer nyilvánosan is hozzáférhető adatbázisából vettük. Vizsgáltuk többek között az O₃, CO, NO, NO₂ és PM₁₀ koncentráció hatását, valamint az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) által fenntartott városi meteorológiai állomás (2,3 km) adatsorából a hőmérséklet és relatív páratartalom hatását. Az OMSZ mérőháló-

zatának adatai a NOAA online adatbázisából származnak (NOAA NCEI 2017). A mintafa alacsony fekvésű helyen, egy tóhoz közel található, ezért feltételezhető, hogy gyökérzete állandóan eléri a talajvizet, így a szárazság stressz hatása kizárható volt. Az összes mért környezeti változó közül a CO koncentráció (1. ábra) mutatta a legszorosabb összefüggést állapotfüggő regressziós paraméterekkel, így a továbbiakban a szén-monoxid hatását elemezzük.



1. ábra: CO koncentráció időszora a vizsgált időszakban. A mintavételek idejét függőleges kék vonal jelzi.

A növény aktuális fiziológiai állapotát nem a környezeti körülmények pillanatnyi értéke, hanem a korábbi értékek összegzett hatása határozza meg, de ennek a befolyásolási időnek a hossza *a priori* nem ismert. Ezért kiszámítottuk a CO koncentráció különböző időintervallumú (1 h, 2 h, ... 168 h) átlagértékeit, és kerestük azt az időszakot, ami a legjobb összefüggést szolgáltatja a környezet és a fa észlelt fiziológiai állapota között.

A CO koncentráció t időtartamú átlagértékei ($[CO]_t$) és az állapotfüggő korrelációs paraméterek ($p_{\lambda_1-\lambda_2}$) között többváltozós lineáris regresszióval (MLR) létesítettünk félempirikus kapcsolatot. Vizsgáltunk egy és többváltozós modelleket egytől háromig terjedő fokszámmal (n).

$$p_{\lambda_1-\lambda_2} = \sum_{i=0}^n \beta_i ([CO]_t)^i \quad n = 1 \dots 3 \quad (2)$$

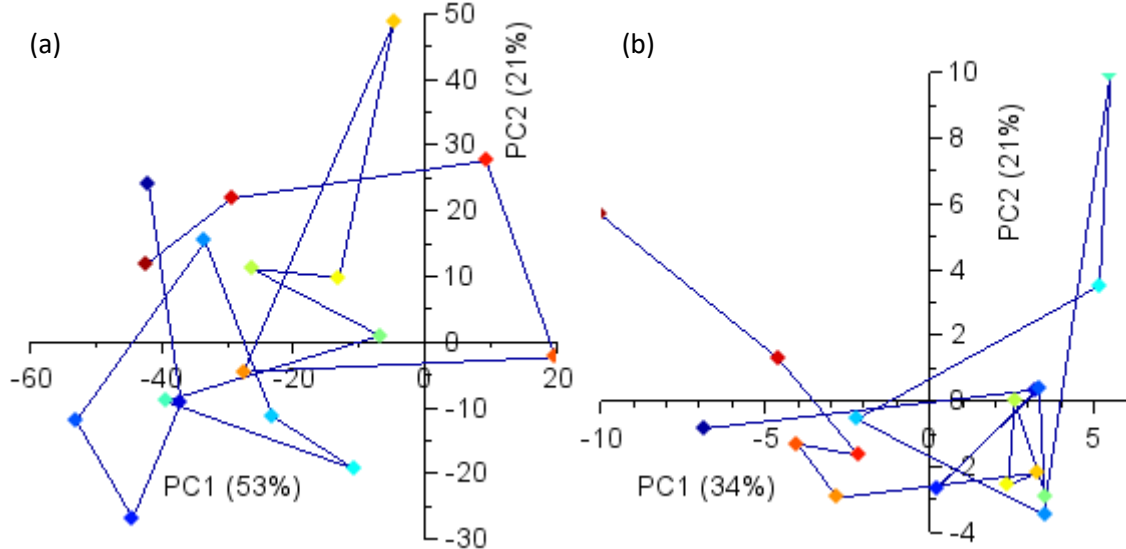
ahol β_i többváltozós lineáris regressziós paraméter, $p_{\lambda_1-\lambda_2}$ állapotfüggő korrelációs paraméter, ami lehet m meredekség, vagy b tengelymetszet, $[CO]_t$ szén-monoxid koncentráció ($\mu\text{mol/l}$) t időtartamú átlagértéke. A lehetséges modell egyenleteket korrigált R^2 és keresztvalidáció segítségével rangsoroltuk.

Az adatfeldolgozást és értékelést Scilab 5.4.1 (SCILAB ENTERPRISES 2012) környezetben írt, saját fejlesztésű algoritmusokkal és programokkal végeztük.

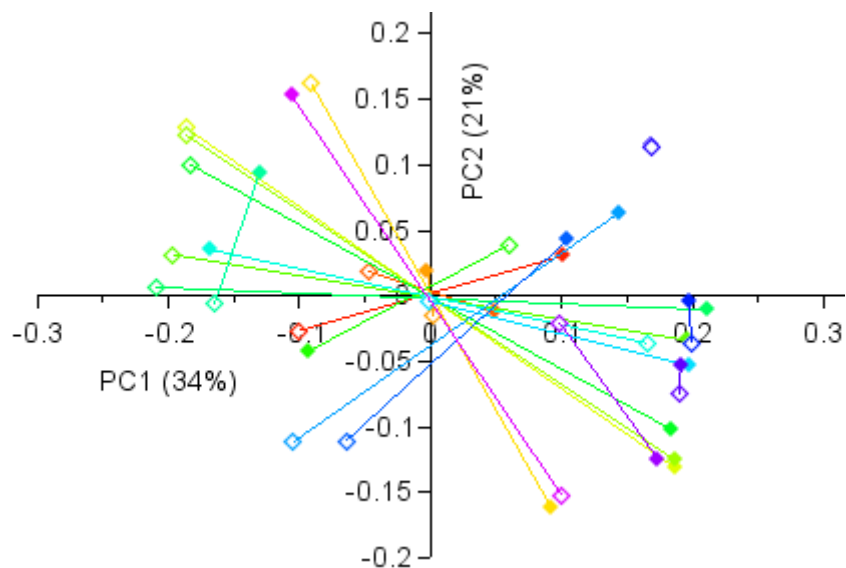
Eredmények

A befolyásolási idő (t) vizsgálatokor a CO koncentráció esetén az 5 órás átlagolási időtartam bizonyult a legjobbnak, mivel ez szolgáltatta a legnagyobb határozottsági fokú MLR modelleket. Ez azt jelenti, hogy a növény pillanatnyi fiziológiai állapota legjobban az elmúlt 5 óra CO koncentrációjának az átlagával hozható kapcsolatba. Az időtartam jellemzésére élettani megfontolások alapján az egyszerű átlag helyett inkább valamilyen súlyozott átlagot lenne célszerű használni, de ennek parametrizálásához jelenleg nem áll rendelkezésre elég adat, így meg kellett elégednünk az egyszerű számtani átlaggal történő közelítéssel.

A környezeti változók (légszennyezettség és meteorológia) átlagértékeinek főkomponens analízise (PCA) igazolta, hogy a vizsgált vegetációs időszakban mind hasonló, mind pedig különböző állapotok előfordultak, amit az első két főkomponens „score plot”-ja is illusztrál (2/a. ábra), mivel ez a környezeti körülmények tulajdonságtérbeli változékonyságát jelzi. Az állapotfüggő regressziós paraméterek „score plot”-ja (2/b. ábra) szintén nagy változatosságot mutat, de itt is vannak ismétlődő, hasonló állapotok.



2. ábra. A környezeti paraméterek (a) és az állapotfüggő regressziós paraméterek (b) főkomponens analízisének „score plot”-jai az első két főkomponens terében. A színek a különböző mintavételeket jelölik, időrendben összekötve (1: kék, 17: bordó).



3. ábra. Az állapotfüggő regressziós paramétereken végzett főkomponens analízis „loading plot”-ja: a különböző hullámhossz párok (eltérő színnel) regressziós paraméterei (m : teli, b : üres) az első két főkomponens terében.

Az állapotfüggő regressziós paramétereken végzett főkomponens analízis megerősítette a spektrális állapotfüggő korrelációk létezését, és visszaigazolta a meredekség (m) és tengelymetszet (b) közötti erős korrelációs kapcsolatot. A 3. ábra „loading plot”-ján a szemléletesség kedvéért az összetartozó m és b párokat egyenesekkel kötöttük össze: jól látszik, hogy az egyenesek zöme elhalad az origó közelében. Azon egyenesek, melyekre ez nem jellemző, többnyire a nagyobb sorszámú (3., 4., stb.) főkomponensek origójára szimmetrikusak. A „loading plot” ezen felül információt szolgáltat az állapotfüggő regressziók egymáshoz viszonyított környezeti kö-

rülmény iránti érzékenységről is: minél távolabb helyezkedik el egy pont az origótól, annál érzékenyebb az adott paraméter a környezet változásaira. Az egyenesek „csoportokba” rendezéséből pedig látható az is, hogy melyek azok az állapotfüggő korrelációk, melyek egymástól függetlenül (többé-kevésbé merőleges egyenesek), ill. szinkron módon (közeli egyenesek) képezik le a környezet hatását.

A CO koncentráció 5 órás átlagértékei ($[CO]_5$) és az állapotfüggő korrelációs paraméterek között többváltozós lineáris regresszióval létesített félempirikus kapcsolatok közül a legjobb illeszkedést a másodfokú polinomiális egyenlet szolgáltatta, ezért a (2) egyenlet $n = 2$ esetén az alábbi alakot ölti:

$$p_{\lambda_1-\lambda_2} = \beta_0 + \beta_1 \cdot [CO]_5 + \beta_2 \cdot ([CO]_5)^2 \quad (3)$$

ahol β_i többváltozós lineáris regressziós paraméterek ($i = 0...2$), $p_{\lambda_1-\lambda_2}$ állapotfüggő korrelációs paraméter, ami lehet m meredekség, vagy b tengelymetszet, $[CO]_5$ szén-monoxid koncentráció ($\mu\text{mol/l}$) 5 órás időtartamú átlagértéke. A három legjobban korreláló hullámhossz pár modell-paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A CO koncentráció hatását leíró félempirikus modellek (3. egyenlet) paramétereit.

hullámhossz pár	állapotfüggő regressziós egyenest paramétere	többváltozós lineáris regressziós para- méterek			R ²	korrigált R ²
		$\lambda_1-\lambda_2$	β_0	β_1	β_2	R ²
250-690	m	-2,485	0,158	-0,003264	0,78	0,75
	b	2,293	-0,106	0,002179	0,79	0,76
310-690	m	-2,624	0,123	-0,002101	0,75	0,71
	b	2,602	-0,093	0,001530	0,75	0,71
565-745	m	-0,384	0,022	-0,000465	0,77	0,74

Összefoglalás

Egy kislevelű hárs lombzatának reflexiós spektrumaiból származtatott állapotfüggő regressziós egyenesek paraméterváltozásainak segítségével sikeresen modelleztük ($R^2 \geq 0,75$) a CO koncentráció növényi pigmentekre gyakorolt hatását. A CO élettani hatása elméleti alapon is modellezhető másodfokú egyenlettel, és az azonosított 5 órás befolyásolási idő is megfelel a várt viszonylag gyors válaszidőnek.

A PCA felbontás eredménye az állapotfüggő korreláció koncepciónak egy újabb független megerősítése, mert visszaigazolja az m és b közötti erős korrelációs kapcsolatot és információt szolgáltat az állapotfüggő regressziók egymáshoz viszonyított környezeti körülmények iránti érzékenységről is. Segítségével képet kapunk arról, hogy melyek azok a különböző hullámhossz párok, ill. belőlük származtatott állapotfüggő regressziók, melyeket hasonlóképpen, vagy éppen eltérő módon befolyásol a környezet.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást a VKSZ_12-1-2013-0034 „Agrárklíma 2” projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- 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 Sylvatica et Lignaria Hungarica* 11:(1) pp. 9-25.
- NÉMETH ZS. I. – SÁRDI É. – STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2009) State dependent correlations of biochemical variables in plants, *Journal of Chemometrics* 23, pp. 197-210.
- NÉMETH ZS. I. – BADÁCSY D. ZS. – KOCSIS R. – NÉMETH K. E. (2011): State-dependent regressions of the foliage for indication of the plant adaptation, *Conferentia Chemometrica* 2011, szeptember 18-21., Sümeg; ISBN: 978-963-9970-15-1.
- NÉMETH ZS. I. (2013): Növényi anyagcsere alkalmazkodása a környezet tényezőinek módosulásaihoz. In: ALBERT L. – BIDLÓ A. – JANCsó T. – GRIBOVszKI Z. (szerk.): Városok öko-környezetének komplex vizsgálata a nyugat-dunántúli régióban. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, pp. 237-260.; ISBN 978-963-334-084-4.

- NÉMETH ZS. I. – RÁKOSA R. (2013): Infrared spectrum of foliage as an indicator of interaction between plant and environment, *Conferentia Chemometrica 2013*, szeptember 8-11., Sopron; ISBN 978-963-9970-38-0.
- NÉMETH ZS. I. (2014): Az állapotfüggő és a súlyponti korrelációk kapcsolata biológiai rendszerekben. In: BIDLÓ A. – HORVÁTH A. – SZŰCS P. (szerk.): *IV. Kari Tudományos Konferencia, Konferencia kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia. NymE Erdőmérnöki Kar Sopron p 407*), pp 116-121; ISBN 978-963-359-033-1.
- NOAA NCEI (2017): National Oceanic and Atmospheric Administration, National Centers for Environmental Information. Elérés: www.ncei.noaa.gov
- SCILAB ENTERPRISES (2012): Scilab: Free and Open Source software for numerical computation (OS, Version 5.XX) [Szoftver]. Elérés: www.scilab.org
- SVÁB J. (1981): *Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban*. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest.

A MAGYAR VÍZIVAD MONITORING VÍZMINŐSÉG ADATBÁZISA

FARAGÓ SÁNDOR – GOSZTONYI LÍVIA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces állattani Intézet
farago.sandor@uni-sopron.hu

A Magyar Vízivad Monitoring egy hosszú távú, tartamos vizsgálat, amely nem merül ki abban, hogy havi rendszerességgel meghatározzuk az egyes megfigyelési pontokon észlelhető vízimadár fajokat, és azok pillanatnyi egyedszámát. Igyekszünk olyan vizsgálati módszerekkel kiegészíteni kutatásunkat, amelyek eredményeinek birtokában szélesebb körű következtetéseket tudunk levonni mind az élőhelyek állapotára, mind pedig az ott élő vízimadár-közösségek (és egyéb életközösségek) élőhely-használatára. Természetesen nem egy szezon vizsgálati eredményei adják az alapot a következtetések levonásához, ezeket a vizsgálatokat ugyan olyan tartamossággal, hosszú távon célszerű végezni, mint magát az állomány-felmérést. Az általunk kiválasztott paraméterek hosszú távon nyomon követve látványosan mutathatják az adott vizes élőhelyen bekövetkezett kedvező, vagy kedvezőtlen irányú folyamatokat, változásokat. A Magyar vízivad Monitoring keretein belül 1999 óta folyik a Vízminőség Monitoring, tehát több mint 20 év adatai állnak immáron rendelkezésünkre.

Vizsgálati módszerek

A vízminőségvizsgálatokhoz szükséges mintákat a Monitoringban standardizált megfigyelési területeken veszik munkatársaink, akik egyébként az állományfelméréseket is végzik. Az 1999-es kezdéskor egy teljes víztest-vizsgálattal kezdtük a munkát, amelyet 5 évente végeztetünk el, a közbeeső években pedig egy egyszerűsített lista alapján elemzik mintáinkat. Tavasszal március hónapban, valamilyen akadályoztatás esetén (pl. kiszáradt, vagy teljesen befagyott víztest) esetén április hónapban, ősszel pedig október, szükség esetén november hónapban, 5 literes műanyag kannákba vesszük a mintákat. A kannákat a vízmintavétel után a lehető leghamarabb postai úton juttatják el munkatársaink a Soproni Egyetem Kémia Intézetébe, ahol a szükséges vizsgálatokat elvégzik. Korábban a laboratóriumi vizsgálatokat a Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség szombathelyi laboratóriumában végezték. Azoknak a víztesteknek a vízminőségi adatait, amelyeknek a mintáit nem munkatársaink veszik, a területileg illetékes Vízügyi Igazgatóságoktól szerezzük be (Fertő-tó, Kis-Balaton I. és II. ütem, Duna folyó, Tatai Öreg-tó). Az vizsgált paraméterek egy általunk kiválasztott terület példáján az *Eredmények* pontban kerülnek bemutatásra. A vizsgálatokat az erre a célra kidolgozott szabványoknak megfelelően végezték.

Eredmények

Az 1999 óta folyó vízminőségvizsgálat eredményeit a Dinnyési Fertő példáján szemléltetjük. A terület rövid jellemzése:

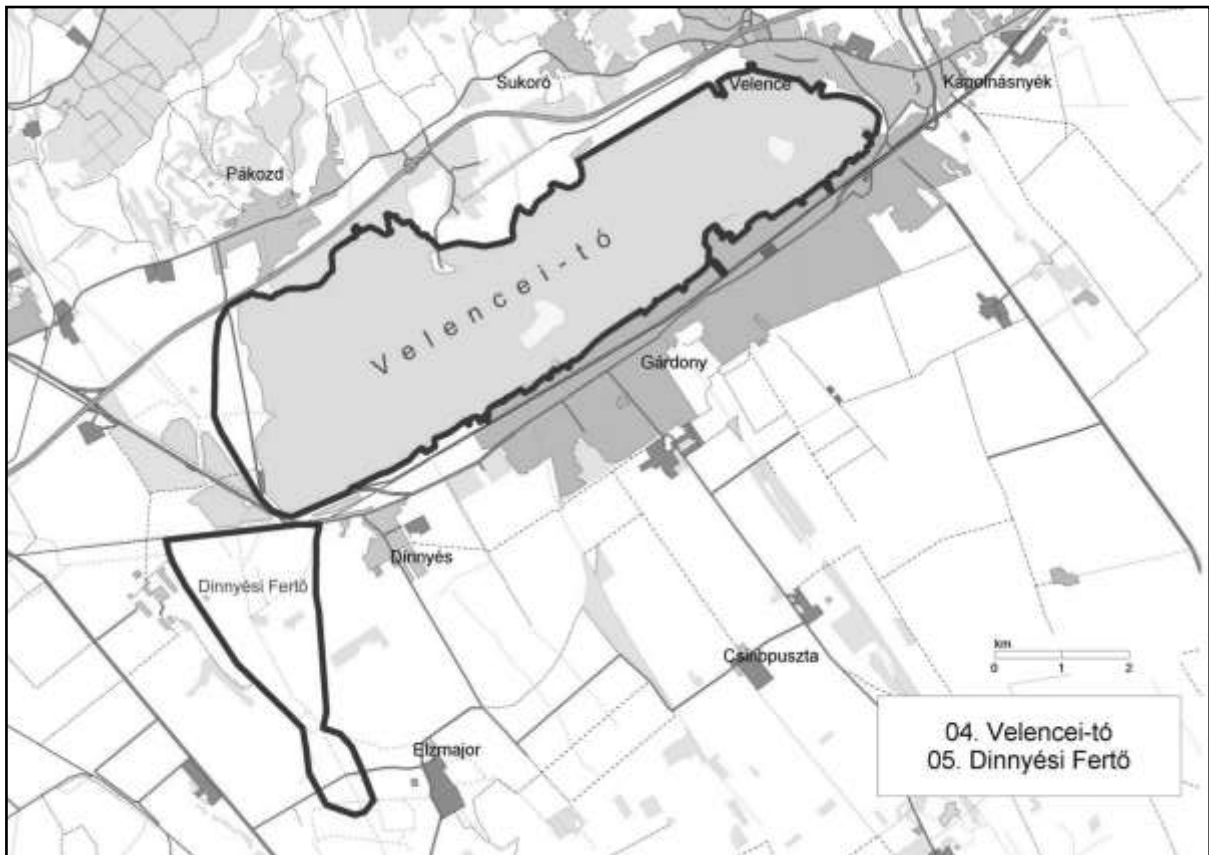
Koordináták: 47,1378°-47,1767° N; 18,5230°-18,5639° E

Területe: A Dinnyési Fertő Természetvédelmi Terület nagysága **545 ha** (1. térkép).

Státus: A Dinnyési Fertő 1966-tól természetvédelmi, 1979 óta Ramsari terület.

Vadászati korlátozás: A Dinnyési Fertő a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság saját kezelésű, természetvédelmi rendeltetésű vadászterületéhez tartozik, amelynek összkiterjedése 5343 ha. A Dinnyési Fertő egyszersmind vízivad kíméleti terület is, ahol 1993 óta egész évben tilos a vízivad vadászata. A környező táplálkozó területeken rendszeresen folyik vadlúd vadászat.

Az évenkénti vízminőség vizsgálatok során vizsgált paramétereket, és azok értékeit tavaszi és őszi időszakra vonatkoztatva az 1. és 2. táblázatban mutatjuk be.



1. térkép: Dinnyési Fertő

1. táblázat: A tavaszi vízminőségvizsgálatok eredményei a Dinnyési Fertőn, 1999-2016

Paraméterek		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
pH		8,60	8,63	8,29	8,81	9,05	8,04	8,45	8,11	8,09
vezetőképesség	μS/cm	2550,00	2140,00	2804,00	2590,00	1940,00	1707,00	2040,00	1927,00	1440,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,59	0,06	0,74	0,21	0,07	0,26	0,05	0,38	0,16
NO ₂ ⁻	mg/l	0,05	0,05	0,53	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17
NO ₃ ⁻	mg/l	1,00	1,00	3,70	1,00	1,60	1,50	1,38	1,38	0,80
NH ₄ -N	mg/l	0,46	0,05	0,58	0,16	0,05	0,20	0,04	0,30	0,12
NO ₂ -N	mg/l	0,02	0,02	0,16	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
NO ₃ -N	mg/l	0,20	0,23	0,85	0,23	0,48	0,35	0,32	0,32	0,18
szerves N	mg/l	*	3,05	4,58	3,14	3,70	2,57	6,10	4,10	*
összes N	mg/l	5,57	3,40	6,20	3,60	3,33	3,10	6,40	4,70	3,07
PO ₄ ³⁻	mg/l	3,80	0,05	3,80	4,60	4,10	2,90	0,62	8,30	0,07
összes P	mg/l	1,27	0,12	1,55	1,80	2,20	1,10	0,56	3,80	0,02
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1,24	0,02	1,24	1,50	1,34	0,95	0,20	2,71	0,02
összes lebegő anyag	mg/l	8,00	23,00	20,00	1,00	22,00	8,00	32,00	22,00	18,00
klorofill-a	mg/m ³	2,96	*	*	*	*	1,00	*	*	61,60

(Folytatás a következő oldalon)

1. táblázat folytatása

Paraméterek		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
pH		8,06	8,90	7,48	8,11	9,04	9,03	8,00	8,13	9,88
vezetőképesség	μS/cm	3670,00	4080,00	1339,00	1584,00	3840,00	2200,00	3443,00	3645,00	3183,00
NH ₄ ⁺	mg/l	9,30	1,35	0,13	0,12	0,28	0,28	2,52	0,22	0,38
NO ₂ ⁻	mg/l	0,01	0,05	0,01	0,05	0,00	0,00	2,58	nyom.	0,72
NO ₃ ⁻	mg/l	2,20	2,10	0,52	11,87	3,78	1,89	54,00	1,80	3,10
NH ₄ -N	mg/l	7,20	1,05	0,10	0,09	0,22	0,22	1,96	0,17	0,30
NO ₂ -N	mg/l	*	0,02	*	0,02	0,00	0,00	0,84	0,00	0,21
NO ₃ -N	mg/l	0,50	0,50	0,12	2,68	0,86	0,43	13,20	0,41	0,70
szerves N	mg/l	*	1,33	*	*	*	*	0,00	*	*
összes N	mg/l	12,10	2,89	0,33	3,05	1,29	0,98	14,90	0,48	1,16
PO ₄ ³⁻	mg/l	6,00	1,99	0,17	0,18	0,39	0,25	5,80	0,82	0,12
összes P	mg/l	3,30	1,32	0,17	0,32	1,98	0,38	10,00	0,57	0,51
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	1,96	0,66	0,06	0,06	0,13	0,08	2,40	0,27	0,04
összes lebegő anyag	mg/l	92,00	47,00	5,80	3,60	306,00	26,00	43,00	6,80	8,40
klorofill-a	mg/m ³	*	30,80	*	*	*	*	11,83	*	*

Mint ahogy azt a vizsgálati módszereknél leírtuk, az évenkénti vizsgálatok mellett 5 évente részletes elemzést végeztetünk. Ezt egy részletesebb paramétertábla alapján tesszük, eredményei pontosabb információkat szolgáltatnak a vizsgált víztest állapotára vonatkozóan (3. táblázat).

A cikkben bemutatott adatok egy adatbázis részei. Jelen pillanatban ezek évenkénti (illetve a részletes vizsgálatok esetében 5 évenkénti) változásaira tudunk következtetni a mért adatok alapján. A későbbiekben érdemes volna ezeket más környezeti paraméterekkel (pl. meteorológiai adatok), illetve az adott területen észlelt madarak faj- és egyedszámával összevetni, összefüggéseket keresve a vízminőség, és a vízimadárfaajok területhasználata között.

2. táblázat: Az őszi vízminőségvizsgálatok eredményei a Dinnyési Fertőn, 1999-2016

Paraméterek		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
pH		7,92	8,37	*	9,55	8,55	9,01	7,59	9,03	7,52
vezetőképesség	μS/cm	2020,00	2120,00	*	1796,00	2400,00	2660,00	1327,00	3830,00	2070,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,42	0,21	*	0,10	2,90	0,24	0,11	0,32	0,03
NO ₂ ⁻	mg/l	0,05	0,06	*	0,05	0,05	0,05	0,05	0,11	*
NO ₃ ⁻	mg/l	2,40	1,10	*	2,00	1,10	1,49	2,40	3,10	0,70
NH ₄ -N	mg/l	0,33	0,16	*	0,08	2,26	0,19	0,09	0,25	0,02
NO ₂ -N	mg/l	0,02	0,02	*	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	*
NO ₃ -N	mg/l	0,55	0,25	*	0,46	0,25	0,34	0,55	0,71	0,15
szerves N	mg/l	1,58	1,84	*	4,96	0,14	1,81	2,20	14,70	*
összes N	mg/l	2,50	2,30	*	5,50	207,00	2,40	2,90	15,60	0,39
PO ₄ ³⁻	mg/l	1,81	0,10	*	6,90	0,08	0,09	9,20	0,28	1,69
összes P	mg/l	0,74	0,07	*	2,50	0,25	0,05	3,30	0,96	2,20
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	0,59	0,03	*	2,25	0,03	0,03	3,00	0,09	0,55
összes lebegő anyag	mg/l	2,00	1,00	*	10,00	36,00	105,00	8,00	33,00	9,40
klorofill-a	mg/m ³	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Paraméterek		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
pH		8,68	*	8,19	8,68	*	8,18	8,20	7,75	8,52
vezetőképesség	μS/cm	1560,00	*	2240,00	3860,00	*	3270,00	3146,00	3276,00	2790,00
NH ₄ ⁺	mg/l	1,41	*	0,27	0,11	*	0,15	4,92	0,23	10,50
NO ₂ ⁻	mg/l	0,09	*	0,03	0,10	*	0,02	3,16	nyom.	nyom.
NO ₃ ⁻	mg/l	1,00	*	2,56	1,41	*	3,16	80,00	9,60	1,58
NH ₄ -N	mg/l	1,09	*	0,21	0,09	*	0,12	3,82	0,18	8,16
NO ₂ -N	mg/l	0,03	*	0,01	0,03	*	0,01	0,98	0,00	0,00
NO ₃ -N	mg/l	0,23	*	0,58	0,32	*	0,71	18,00	2,16	0,36
szerves N	mg/l	*	*	*	*	*	*	0,00	*	*
összes N	mg/l	2,64	*	0,37	0,89	*	2,02	5,49	2,56	3,83
PO ₄ ³⁻	mg/l	0,13	*	0,04	0,13	*	0,07	1,70	1,80	0,21
összes P	mg/l	1,33	*	0,36	0,24	*	0,62	2,00	8,00	0,26
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	*	*	0,01	0,04	*	0,02	0,60	4,33	0,07
összes lebegő anyag	mg/l	31,00	*	2,00	55,00	*	67,00	26,00	339,00	26,40
klorofill-a	mg/m ³	*	*	*	*	*	*	23,70	*	*

Irodalomjegyzék

FARAGÓ S. (2017): A Magyar Vízivad Monitoring vízminőség adatbázisa. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron. 276 p.

3. táblázat: Öt évenkénti részletes vízminőségvizsgálatok eredményei a Dinnyési Fertőn, 1999-2016

Paraméterek		1999. tavasz	2004. tavasz	2004. ősz	2009. tavasz	2009. ősz	2014. tavasz	2014. ősz
KOIMN	O ₂ mg/l	45,70	41,00	*	94,00	*	43,00	66,30
pH		8,60	8,04	*	8,90	*	8,00	8,20
vezetőképesség	μS/cm	2550,00	1707,00	*	4080,00	*	3443,00	3146,00
NH ₄ ⁺	mg/l	0,59	0,26	*	1,35	*	2,52	4,92
NO ₂ ⁻	mg/l	<0,05	<0,05	*	0,05	*	2,58	3,16
NO ₃ ⁻	mg/l	<1	1,50	*	2,10	*	54,00	80,00
NH ₄ -N	mg/l	0,46	0,20	*	1,05	*	1,96	3,82
NO ₂ -N	mg/l	<0,02	<0,02	*	<0,02	*	0,84	0,98
NO ₃ -N	mg/l	<0,2	0,35	*	0,50	*	13,20	18,00
szerves N	mg/l	*	2,57	*	1,33	*	0,00	0,00
összes N	mg/l	5,57	3,10	*	2,89	*	14,90	5,49
PO ₄ ³⁻	mg/l	3,80	2,90	*	1,99	*	5,80	1,70
összes P	mg/l	1,27	1,10	*	1,32	*	10,00	2,00
PO ₄ -P	mg/l	1,24	0,95	*	0,66	*	2,40	0,60
a-klorofill	mg/m ³	2,96	<1	*	30,80	*	11,83	23,70
p- lugosság	mge.é./l	2,20	0,00	*	2,60	*	0,00	0,00
m- lugosság	mge.é./l	6,20	10,20	*	23,60	*	16,00	14,00
összes keménység	CaO mg/l	426,00	294,00	*	74,00	*	584,00	482,00
karbonát keménység	CaO mg/l	174,00	286,00	*	74,00	*	448,00	392,00
Ca	mg/l	39,60	45,70	*	35,40	*	28,18	21,36
Ca e.é.	mge.é./l	*	2,28	*	1,77	*	0,70	0,53
Mg	mg/l	161,00	100,00	*	10,70	*	155,00	99,75
Mg e.é.	mge.é./l	*	8,22	*	0,88	*	6,46	4,16
Na	mg/l	360,00	210,00	*	865,90	*	279,00	229,80
Na e.é.	mge.é./l	*	9,13	*	37,65	*	12,13	9,99
K	mg/l	49,00	37,00	*	142,48	*	43,20	28,34
K e.é.	mge.é./l	*	0,95	*	3,65	*	1,11	0,73
Összes kation e.é.	mge.é./l	*	20,58	*	43,95	*	20,40	15,41
Cl ⁻	mg/L	257,00	165,00	*	546,00	*	337,00	333,00
Cl ⁻ e.é.	mge.é./l	*	4,65	*	15,40	*	9,49	9,38
SO ₄ ²⁻	mg/l	522,00	364,00	*	1081,00	*	768,00	589,00
SO ₄ ²⁻ e.é.	mge.é./l	*	7,58	*	22,52	*	8,00	6,13
HCO ₃ ⁻	mg/l	244,00	622,00	*	1122,40	*	976,00	854,00
HCO ₃ ⁻ e.é.	mge.é./l	*	10,20	*	18,40	*	16,00	14,00
CO ₃ ²⁻	mg/l	*	0,00	*	156,00	*	0,00	0,00
CO ₃ ²⁻ e.é.	mge.é./l	*	0,00	*	5,20	*	0,00	0,00
összes anion e.é.	mge.é./l	*	22,43	*	61,52	*	33,49	29,51
összes lebegőanyag	mg/l	8,00	8,00	*	47,00	*	43,00	26,00

TÖLGYESEK FAANYAGHOZ KÖTÖTT GOMBÁINAK VIZSGÁLATA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A *BASIDIOMYCOTINA* ALTÖRZS EGYES FAJAIRA

FÜZI GÁBOR¹ – KELEMEN GÉZA² – TUBA KATALIN³

¹Bács-Kiskun Megyei Kormányhivatal Kecskeméti Járási Hivatal Agrárügyi Főosztály Erdőtervezési Osztály

²Vas Megyei Kormányhivatal Szombathelyi Járási Hivatal Agrárügyi és Környezetvédelmi Főosztály Erdészeti Osztály

³Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

fuzigabor.gs@gmail.com

Bevezetés

A mikológiai kutatásokra kevés ember vállalkozik, ami valószínűen a vizsgálatok nehézségeire vezethető vissza, hiszen időt és megfelelő felkészültséget igénylő feladatról van szó. A gombák micéliumai rejtve maradnak a talajban vagy a különböző szubsztrátumokban, ráadásul a legtöbb faj termőteste gyorsan elpusztul, így rövid időintervallum alatt kell feltárni adott terület fajait, ami idő- és munkaigényes. Mivel a legtöbb gomba szétszórva helyezkedik el a területen, nehezen lehet megfelelő mintavételi eljárást kialakítani, legegyszerűbbnek erre a terepi bejárás mutatkozik. (SILLER és MAGLÓCZKY 2002)

A gombák megjelenése szoros összefüggésben van a számukra életet jelentő holtfával. Vizsgálatokkal támasztották alá, hogy megjelenésük szempontjából nemcsak a mennyisége, de a minősége is számít a holt faanyagnak. Meghatározó továbbá a korhadás fázisa, a térfogat, a holtfák fajdiverzitása, valamint azok alakja és átmérője is. (BADER és *mtsai* 1995)

A természetszerű, magára hagyott élőhelyeken nagyobb a holtfa mennyisége, mint a kezelt erdőkben. Továbbá az utóbbi helyszíneken kisebb, vékonyabb minőségben van jelen az elhalt faanyag (CHRISTENSEN és *mtsai* 2003 in DOBOS). Az ellenvélemények szerint azonban, egyes védett területeken nincs megfelelő mennyiségű holtfa ezért azok értéke ily módon lecsökken (ANON 2003). Ráadásul a holtfa eloszlása területeken nem egyenletes (SIPPOLA és STOKLAND 2004). Általában a holtfa biodiverzitásának jellemzésére megfelelő indikátorként alkalmazhatóak a fán élő gombák az idős holtfával lévő kapcsolatuk miatt (CHRISTENSEN és *mtsai* 2004). Jelen kutatásban a holtfa tematikus mérését elhagytuk, mennyiségét csak skálaértékekben adtuk meg, illetve mint szubsztrátumot kezeltük és az országosan, eddig csak részben feltárt ökológiai és biológiai összefüggések kibővítése céljából a *Basidiomycotina* altörzs mellőzött csoportjának feltárásába kezdünk. A vizsgálat során a három állományalkotó tölgyön megjelenő szaprotróf, illetve nekrotróf gombák diverzitása és a különböző termőhelyi viszonyok, a helyi mikroklíma, az erdők gazdasági és természetvédelmi rendeltetése, valamint a területeken lévő gazdálkodás között kerestünk összefüggéseket. Eredményeinket a terjedelmi korlátok miatt a teljesség igénye nélkül közöljük. A bővebb leírásokat FÜZI (2017): Tölgyesek faanyaghoz kötött gombáinak vizsgálata, különös tekintettel a Basidiomycotina altörzs egyes fajaira című diplomadolgozatban lehet megtalálni. Itt ismertetett vizsgálataink célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen mértékű a vizsgált fafajok lebontó gombák által történt fertőzöttsége. A területeken folyó gazdálkodás befolyásolja-e a kialakuló (védett és fokozottan védett) taplóközösségeket? Kerestük az eltéréseket és hasonlóságokat a KST, KTT és CS tölgyeken megtelepedő gomba közösségek között. A vizsgálatokat három arborétum területén is elvégeztük.

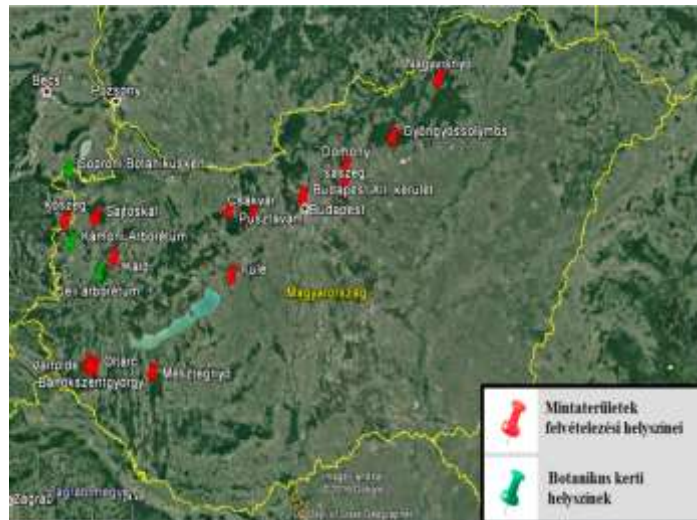
Vizsgálati módszerek

A mintapontok az ország ÉK-DNY irányú tengelyében egy 16 helyszínből és 29 pontból álló hálózat formájában kerültek kialakításra megyei szinten összefogva (1. ábra). Az egyes erdőrészekben lévő felvételezések száma az erdőrészek területétől függően került meghatározásra, azok tulajdonságait figyelembe véve. A 3 ha alatti helyszínek esetében 1, 3-6 ha között 2, míg 6 ha fölött 3 pontot határoztunk meg. Az alapterület 20 × 25 m², azaz 500 m² volt. A területek sarokpontjait GPS pontokkal rögzítettük, a sarokfákat jelölő festékkel jelöltük ki. Az állományokról és a talált fajokról fényképes dokumentációk készültek. A mintaterületen belül az

összes élő és holt fa feljegyzésre került, legyen az álló vagy fekvő, az azokon lévő taplófajokkal, bevonatot képző lebontó szervezetekkel együtt. A fák száma nem mindig tükrözi a valós tőszámot. Egy-egy nagyobb holtfa kupacot, melyről egyértelműen meg lehetett állapítani, hogy nem egy fáról származik, külön sorszámmal jelöltünk. Ilyen eset lehet például a fahasználat után visszamaradt ágak kupacolása.

A felvételezési helyek kijelölésének alapjául az Országos Erdőállomány Adattár (kezelő szoftvere az ESZIR) szolgált. Az adatok szűrése 170 évnél idősebb állományok esetében történt. Az eredmények, mint később kiderült, a kiinduló adattár pontatlanságai miatt tartalmaztak elavult adatokat. Ezek a körülmények a felvételezés későbbi stádiumában kisebb-nagyobb gondot okoztak, ezért néhány helyszínen mind a kor, mind pedig az előre meghatározott helyszín, módosításra kerültek a helyi szakemberek segítségével, az ESZR felhasználásával. Így a lehető legidősebb, az erdőgazdaság területén még megyei szinten felkereshető erdőrészletek kerültek kijelölésre.

Nemcsak az ESZR, hanem az erdőrészletek leírólapjai is rendelkezésünkre álltak, így könnyebben lehetett megállapítani a hasonlóságokat és különbségeket az egyes területek között. Néhány erdőrészlet esetében (szórt vagy csoportos elegyedés, alacsony elegyarány, kon-szociációk, illetve fahasználati munkák miatt keletkezett állományrészek kialakulása) előfordult, hogy az erdőrészlet csak egy részét tudtuk figyelembe venni a területek kijelölésekor. Ezért a mintára szolgáló terület alapján kerültek meghatározásra a mintapontok számai, amelyeket az említett táblázatban is feltüntettünk (1. táblázat). A tölgyek szabálytalan elhelyezkedése a részletekben a mintapontok egyenlőtlen eloszlását eredményezte. Minden érintett megyében 3 erdőrészletet kerestünk fel a 3 fafajnak megfelelően (1. táblázat). A felvételezésre került gomba fajokat termőtestes és telepes csoportra bontottuk a minőségi és mennyiségi elemzés megkönnyítése érdekében.



16. ábra: Az országos mintapont hálózati kialakítása

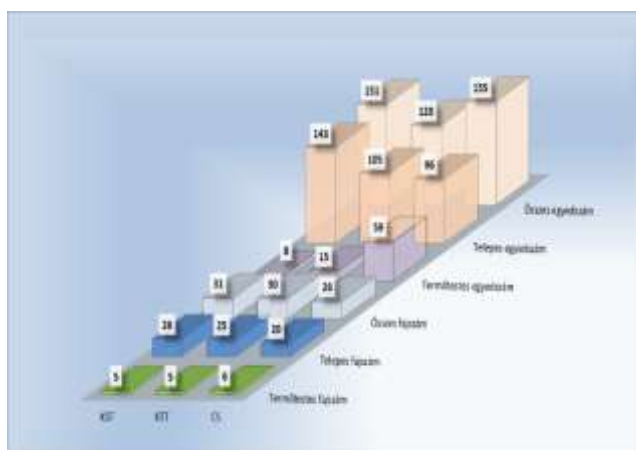
Eredmények

A vizsgálatokban 25 gomba család 49 fajának 426 egyedét regisztráltuk. A termőtestes gombák esetében mind a faj-, mind pedig az egyedszám igen alacsony a telepes gombákéhoz viszonyítva. A termőtestes gombák fajsza ma az összes felmért fajsza ma arányában csupán 16% a KST, 17% a KTT és 23% a CS esetében. Ugyanez az egyedszámra vonatkoztatva 0,05%; 0,13% és 0,38%. Az arányok azonban félrevezetőek lehetnek a fafajonkénti gombadiverzitás ismerete nélkül. Ugyanis, mind a három tölgy esetében a fajsza ma köze azonosak. A cseren lévő fajok száma 80%-a a másik két fafajon megtelepedő fajokénak, ám az egyedszámban jelentős eltérések figyelhetők meg (2. ábra). A detektált gombafajok közül 11 mindhárom, 11 csak két és 16 csak egy fafajon fordult elő, melyet a 2. táblázat színeltérései is jól mutatnak. A fehér hátterű cellák

mutatják azon fajok összességét, melyek 1 fafajon fordulnak elő. A fejlécből azt is megtudhatjuk melyek ezek a fajok.

2. táblázat: A felvételezésekre vonatkozó adatok összefoglaló táblázata

Társulás	Megye	Helyszín	Terület (ha)	Mintára szolgáló terület (ha)	Mintapontok száma	1-es pont (500m ²) /összes fa	2-es pont (500m ²) /összes fa	3-as pont (500m ²) /összes fa	Mintavétel időpontja
Cseres tölgyes	Pest	Budapest XII. ker. 16/I és 16/B	21,08 13,79	21,08 és 13,79	2 és 1	40	30	40	2016.03.25
	Heves	Gyöngyössolymos 57/A	11,13	2	1	27	-	-	2016.08.11
	Fejér	Füle 49/D	2,95	2,95	1	43	-	-	2016.08.17
	Vas	Sajtókál 4/E	5,4	0,4	1	31	-	-	2016.08.06
	Zala	Oltárc 47/C	3,26	1,77	1	33	-	-	2016.08.22
Kocsányos tölgyes	Pest	Isaszeg 36/C	3,77	3,77	2	21	56	-	2016.03.26
	Heves	Gyöngyössolymos 62/B	0,68	0,68	1	80	-	-	2016.08.11
	Fejér	Pusztavám 40/B	10	10	3	47	58	49	2016.07.27
	Vas	Káld 15/B	1,7	1,7	1	25	-	-	2016.08.06
	Zala	Bánokszentgyörgy 6/C	11,95	11,95	3	40	42	35	2016.08.22
	Somogy	Mesztegyő 13/I	3,57	2,99	1	25	-	-	2016.08.13
Kocsánytalan tölgyes	Pest	Domony 18/H	5,51	5,51	2	103	57	-	2016.08.03
	Heves	Nagyvisnyó 24/B	19,47	19,47	3	22	20	60	2016.08.10
	Fejér	Csákvár 29/A	52	52	3	65	78	68	2016.07.27
	Vas	Kőszeg 98/A	3,64	3,64	2	57	31	-	2016.08.06
	Zala	Várförde 10/A	22,79	2	1	27	-	-	2016.08.22



2. ábra: A faj- és egyedszám megoszlása tölgyenként

Az eredmények rámutattak arra, hogy az egyes tölgyek között a faanyaghoz kötött gombák kapcsolatban rezisztencia különbség van. A vizsgált tölgyfajokon a fák darabszámát tekintve a taplógombák általi fertőzöttség szinte azonos. A CS 68, KTT 67, KST 66 egyede fertőzött. Az összes egyedek tekintve a CS 162, a KTT 268, míg a KST 131 fával képviseltette magát. A KTT 25%-os, a CS 42%-os, míg a KST 50,38%-os fertőzési értékkel bír. Továbbá az is kiderült, hogy a legtöbb védett területen (5 db) a KST rendelkezik a legnagyobb fertőzöttséggel, valamint a legtöbb nem védett területen (4 db) lévő CS a második, míg a 3 védett és 3 nem védett helyszínen rendelkező KTT a harmadik (3. táblázat).

Egy amerikai kutatásban a tölgyeken megtelepedő *Basidiomycetes* osztály fajait vizsgálták, ami a mai *Basidiomycota* törzset jelenti. Előre döntött törzseken figyelték a megtelepedő fajokat, melyből mintavételt követően tenyészetet készítettek. A törzsek hosszát, átmérőjét megmérték a minta begyűjtésekor. 31 fajt azonosítottak a bomlási folyamatok során, az egyes tölgyfajokon, melyek a *Hymenocenomyces* alosztály *Corticaceae*, *Hericiaceae*, *Hymenochaetaceae*, *Polyporaceae*, *Steccherinaceae*, *Stereaceae* és *Tricholomataceae* családjaiba tartoztak. Három család, a *Corticaceae*, *Hericiaceae* és *Steccherinaceae* kivételével az általunk, illetve az ő kutatásban feljegyzett családok megegyeznek

(BERRY és LOMBARD 1978). Ezeket a családokat a kutatásban nem vizsgáltuk, mivel bevonat-szerű termőtestük összetettebb azonosítási eljárást kíván faji szinten. Azonban tapasztalataink szerint itthon is előfordulnak ezekbe a családokba tartozó fajok. Az általunk beazonosított fajok közül 6, a nemzetségek közül szinte az összes átfedésben van az amerikai területen találtakkal. Az egyetlen különbség a mintavételben található, illetve mi regisztráltuk az *Ascomycota* fajokat is. Ha a 49 fajból nem vesszük figyelembe az előző csoportot, akkor 37 fajt azonosítottunk, ami közel azonos az általuk megemlített 31 fajjal.

3. táblázat: Telepes gombák előfordulása az egyes fajok esetében

Faj	KST	KTT	CS	Össz.	Faj	KST	KTT	CS	Össz.
<i>Armillaria mellea</i>	0	1	3	4	<i>Mycena galericulata</i>	0	1	0	1
<i>Auricularia auricula-judae</i>	1	1	2	4	<i>Nectria cinnabarina</i>	1	2	0	3
<i>Basidioradulum radula</i>	2	3	0	5	<i>Nectria coccinea</i>	2	0	1	3
<i>Bulgaria inquinans</i>	3	0	0	3	<i>Phellinus contiguus</i>	1	2	0	3
<i>Calocera sp.</i>	3	1	2	6	<i>Polyporus squamosus</i>	0	0	2	2
<i>Cerrena unicolor</i>	0	1	0	1	<i>Pleorotus ostreatus</i>	0	0	1	1
<i>Cyathus striatus</i>	2	0	0	2	<i>Radulomyces molaris</i>	1	0	0	1
<i>Dacryomyces stillatus</i>	3	0	0	3	<i>Schizophyllum commune</i>	16	4	16	36
<i>Daedalea quercina</i>	0	3	0	3	<i>Stemontis fusca</i>	3	0	3	6
<i>Diatrype disciformis</i>	0	9	0	9	<i>Stereum gausapatum</i>	9	1	8	18
<i>Diatrype stigma</i>	1	3	4	8	<i>Stereum hirsutum</i>	12	7	10	29
<i>Exidia glandulosa</i>	7	2	5	14	<i>Stereum sanguinolentum</i>	0	0	5	5
<i>Fuligo septica</i>	1	3	0	4	<i>Stereum subtomentosum</i>	19	14	8	41
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	18	27	0	45	<i>Trametes gibbosa</i>	0	0	1	1
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	10	1	4	15	<i>Trametes hirsutum</i>	2	8	0	10
<i>Hypxylon rubiginosum</i>	2	3	0	5	<i>Trametes versicolor</i>	7	0	1	8
<i>Inonotus cuticularis</i>	1	0	1	2	<i>Trichaptum quercinum</i>	0	1	0	1
<i>Kretzschmaria deusta</i>	0	0	1	1	<i>Valsa ambiens</i>	15	5	17	37
<i>Marasmius rotula</i>	0	1	0	1	<i>Xylaria polymorpha</i>	1	1	1	3

Febér háttérrel: 1 fajon, sötét szürke: 3 fajon, világos szürke: 2 fajon előforduló gombafajok.

HEILMAN-CLAUSEN és mtsai. (2005) egy másik kísérletben ugyancsak alátámasztották, hogy a tölgyeken az átlagos fajszám 15-20 közé tehető, míg a vizsgálat többi fajain (hárs, éger, nyár, bükk) ez a szám 25. A mi eredményeink mindezeket alátámasztják. A tölgyenkénti fajszám KST esetében 26, KTT esetében 25, míg CS-nél 21. A magasabb eredmények feltehetően a mintavételi eljárásnak köszönhetőek, valamint mi feljegyeztünk 2 *Myxomycota* fajt is.

Az eredmények alátámasztják, hogy egy védett vagy fokozottan védett erdő (nem erdőrezervátum) esetében sokszor nem beszélhetünk egy, a gombák szempontjából diverzebb rendszerről, illetve, hogy egy terület védeltség alá helyezésével nőhet az ott előforduló gombák faj- és egyedszáma, de ez nincs eleve elrendelve (3. ábra).

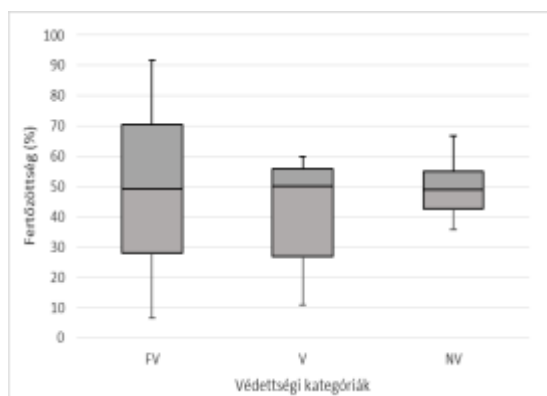
Összefoglalás

A gombák megjelenése szempontjából kiemelten fontos a holtfa. Nemcsak a fafaj, de a korhadás foka, az átmérő, a denzitás, az alak és a térfogat is. Mivel a vizsgált gazdasági és természetvédelmi erdők holtfa minősége és mennyisége a skáladatok szerint szinte megegyező volt, legalábbis a regisztrált vékony ágak és gallykúpok tekintetében, a gombák diverzitása is nagyon hasonlóan bizonyult. Ezért a megtelepedő gombák fajspektruma nem tért el jelentősen az egyes *Quercus* fajok között. Csak kis eltéréseket mutatott, ami valószínűleg a közeli rokonsági viszonyokat tükrözi (2. táblázat). Ezért az egyes speciestekhez tartozó kiegyenlítetttség is majdnem azonos (4. ábra). Az egy fajhoz tartozó daranszámok általában az erdőművelési beavatkozásoknak (pl. eü termelés), néhány esetben pedig az abiotikus károknak (pl. szélöntés) volt köszönhető. A termőtestes családok és fajok számában jelentős kiegyenlítetttségbeli különbséget találtunk (4. ábra).

Ez arra utal, hogy az egyes gombák nem az egyes tölgyekhez, hanem sokkal inkább a termőhelyi tényezőkhöz kötődnek.

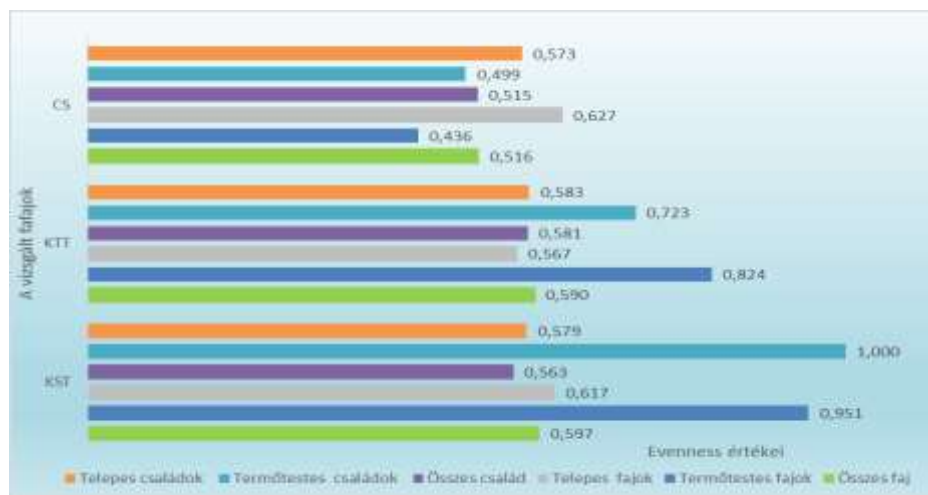
3. táblázat: Átlagos fertőzöttség helyszínenként és fajonként

Összesítés helyszínenként						
Megye	Hely	Fafaj	Össz db.	Fertőzött db.	Fertőzött %	Állomány fertőzöttség
Somogy	Mesztegnyő	KTT	0	0	0,00	60,00
		KST	10	6	60,00	
		CS	0	0	0,00	
Pest	Budapest	KTT	21	0	0,00	25,00
		KST	0	0	0,00	
		CS	27	12	44,44	
	Domony	KTT	32	17	53,13	53,13
		KST	0	0	0,00	
		CS	0	0	0,00	
	Isaszeg	KTT	0	0	0,00	91,67
		KST	12	11	91,67	
		CS	0	0	0,00	
Heves	Nagyvisnyó	KTT	60	4	6,67	6,67
		KST	0	0	0,00	
		CS	0	0	0,00	
	Gyöngyössolymos 57/A	KTT	4	1	25,00	44,00
		KST	0	0	0,00	
		CS	21	10	47,62	
	Gyöngyössolymos 62/B	KTT	1	1	100,00	50,00
		KST	33	16	48,48	
		CS	0	0	0,00	
Fejér	Pusztavám	KTT	1	0	0,00	29,03
		KST	26	9	34,62	
		CS	35	9	25,71	
	Csákvár	KTT	71	8	11,27	10,81
		KST	0	0	0,00	
		CS	3	0	0,00	
	Füle	KTT	0	0	0,00	50,00
		KST	0	0	0,00	
		CS	32	16	50,00	
Zala	Várfölde	KTT	20	12	60,00	60,00
		KST	0	0	0,00	
		CS	0	0	0,00	
	Oltárc	KTT	5	4	80,00	66,67
		KST	0	0	0,00	
		CS	16	10	62,50	
	Bánokszentgyörgy	KTT	0	0	0,00	48,94
		KST	47	23	48,94	
		CS	0	0	0,00	
Vas	Sajtoskál	KTT	1	1	100,00	41,38
		KST	0	0	0,00	
		CS	28	11	39,29	
	Káld	KTT	0	0	0,00	58,33
		KST	12	7	58,33	
		CS	0	0	0,00	
	Kőszeg	KTT	52	19	36,54	35,85
		KST	1	0	0,00	
		CS	0	0	0,00	



3. ábra: Védettség szerinti fertőzöttség eloszlás (FV: fokozottan védett, V: védett, NV: nem védett)

Ahol a statisztikai mutatószámok szélsőértékeket szolgáltatnak eredményként, a gazdálkodási mód vagy az erdő történeti háttere pontos magyarázatot ad erre a tényre (FÜZI 2017). Budapesten például abiotikus kárt követve jelent meg a *Fomes fomentarius* magas egyedszámmal. Természetesen tudjuk, hogy normál körülmények között ez a szám alacsonyabb lenne. Isaszegen a tűzkárnak köszönhetően, a felerődött sarjakon értékelhető darabszámban, termőtestes egyedek nem tudtak megtelepedni, de a telepés fajok közül is csak néhány alacsonyabb rendűt regisztráltunk. Jó példák továbbá a termőhelyi szélsőségek miatt kiesett erdőrészek (Nagyvisnyó és Csákvár) is. Zala megyében a *Stereaceae* család diverzitáscsökkentő hatása is szélsőségek felé mutató tényező.



4. ábra: Kiegyenlítettség értékek megoszlása fajajonként

A vizsgálatainkban a holtfa átmérőjét, denzitását, korhadási fokát nem mértük fel, azonban jelenlétét skálaértékkel és álló vagy fekvő helyzetét igen. Az így kapott eredményeink nagyon hasonlóak a tölgy állományok eddigi kutatási eredményeihez. Ebből arra következtethetünk, hogy egy állományban a holtfa mérését elhagyva, csak a gombadiverzitásra összpontosítva, következtetni tudunk a holtfa jelenlétére vagy eloszlására is. Az eddigi kutatások inkább a holtfa átmérője, fafaja, korhadási fázisa és a gombadiverzitás közötti összefüggésekre irányult. A mi esetünkben az erdőállomány, mint élőhely-komplex került górcső alá. Megfelelő aljzat nélkül taplógomba-diverzitást nem lehet mérni, ezért a holtfát, mint szubsztrátum jelenlétét, elsődleges fontossággal kezeltük a dolgozat elkészítése során. Minél több a holt faanyag az erdei ökoszisztémában, annál kedvezőbbek lesznek a lebontó szervezetek megtelepedési feltételei.

Irodalomjegyzék

- ANON (2003): State of Europe's Forests 2003: The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe, MCPFE Liaison Unit, Vienna and UN Food and Agricultural Organization, Rome
- BADER, P. – JANSSON, S. – JONSSON, B. G. (1995): Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests, *Biological Conservation* 72: 355-365
- BERRY, H. F. – LOMBARD, F. F. (1978): Basidiomycetes Associated with Decay of Living Oak Trees, *Forest Service Research Paper NE-413*
- CHRISTENSEN, M. – HAHN, K. – MOUNTFORD, E. P. – WIJDEVEN, S. M. J. – MANNING, D. B. – STANDOVAR, T. – ÓDOR P. – ROZENBERGAR, D. (2003): A Study On Dead Wood In European Beech Forest Reserves. In Dobos A. (2015): Holtfához kötődő bogarak vizsgálata őrségi erdőkben, diplomamunka, NYME-EMK, Sopron
- CHRISTENSEN, M. – HEILMANN-CLAUSEN, R. – WALLEYN, R – ADAMICK, S. (2004): Woodinhabiting Fungi as Indicators of Natura Value in European Beech forests in Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe- From Ideas to Operationality, *EFI Proceedings No. 51*, p. 229-238
- FÜZI G. (2017): Tölgyesek faanyaghoz kötött gombáinak vizsgálata, különös tekintettel a Basidiomycotina altörzs egyes fajaira. Soproni Egyetem, diplomamunka.
- HEILMANN-CLAUSEN, J. – CHRISTENSEN, M. – AUDE, E (2005): Cryptogam communities on decaying deciduous wood – does tree species diversity matter?, *Biodiversity and Conservation* 14: 2061–2078
- SILLER I. – MAGLÓCKY ZS. (2002): Mikológiai vizsgálatok. In Horváth F. és Borhidi A.: A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei, *TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest*
- SIPPOLA, A. – STOCKLAND, J. N. (2004): Monitoring protocol for wood-inhabiting fungi in the Alberta Biodiversity Monitoring Program, *Norwegian Institute of Land Inventory and University of Lapland, Arctic Centre*

A KUVIK [*Athene noctua* (SCOPOLI, 1769)] JELLEMZŐ DEMOGRÁFIAI ADATAI ÉS DISZPERZIÓS MOZGÁSFORMÁI A FELSŐ-KISKUNSAÍGI FOGÁS-VISSZAFOGÁS ADATOK ALAPJÁN

HÁMORI DÁNIEL¹ – WINKLER DÁNIEL¹ – VADÁSZ CSABA²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

²Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság,
hamoridanielkoe@gmail.com

Vizsgálatainkkal a kuvik (*Athene noctua*) felső-kiskunsági populációjára jellemző korspecifikus, éves túlélési rátákat kívántuk meghatározni. A Magyarországon élő törzsalak (*Athene noctua noctua*) országosan elterjedt, különösen a Duna folyótól keletre (GORMAN 1995). A magpopuláció az alföldi területeken él, de a dombvidékeken is előfordulnak fészkelő párok kisebb sűrűségben. Költőhelyei hazánkban jellemzően tanyasi és gazdasági épületek padlásteréi. A hazai állományt 2008-ban 1500-2500 párra becsülték (BANKOVICS & VADÁSZ 2009). Európában a kuvikpopulációk jelentős állománycsökkenést szenvedtek az elmúlt évtizedekben. A mezőgazdálkodási gyakorlat változása és ezáltal a tájképi heterogenitás csökkenése erős negatív hatást gyakorol a fajra (Šálek & Schröpfer 2008). Jelenléte és túlélése szempontjából közép-európában létfontosságúak az emberi települések környezetében gondozott legelők. A felismert állománycsökkenés révén a faj védelme és kutatása egyre nagyobb természetvédelmi jelentőséget kapott (Exo 1992). Ökológiai igényeit Európában igen részletesen, de populációdinamikai- és túlélési jellemzőit, demográfiai mechanizmusait többségében csak érintőlegesen vizsgálták (PEDERSEN *et al.* 2013). A fokozottan védett kuvik kutatottsága hazánkban igen csekély, Észak- és Nyugat-Európaéhoz képest elenyésző a hazai publikációk száma. Egy nem vonuló, de kóborló madár esetében is fontos a faj térbeli viselkedés- ökológiájának, várható túlélési esélyeinek és diszperziós jelenségeinek ismerete.

Vizsgálati módszerek

2005. május és 2017. április között a madarak fémgyűrűvel történő jelölése és visszafogásaik első sorban a vizsgálati területre kihelyezett mesterséges kuvikodúkban (március-június), vagy azok 168 méteren belüli fészkelési skála-tartományában, függőhálóval történt. A fészkelési skála (168 m sugarú, 8,9 ha) a kuvik térbeli és táplálkozási aktivitásának központi területe a költési időben, amely az otthonterület 35%-a (GOTTSCHALK *et al.* 2011). A gyűrűzések során rögzítettük az időpontot, az adott egyed biometriai adatait, korát, ivarát, az odú helyét (odú sorszáma) vagy a pontos helyszínt (GPS, EOVS koordináta). Az ivart pullus korban nem szexáltuk, gyűrűzéskor csak 1y kortól azonosítottuk a nemeket. Az odúkihelyezések 2003-ban kezdődtek meg a telepítési koncepció szerint olyan táplálkozó- és élőhelyeken, ahol az alkalmas költőhelyek hiánya, valamint az épületek szerkezetén belül és annak közvetlen környezetében regisztrált veszélyeztető tényezők miatt célszerű volt azok kihelyezése. Telepítésük minden évben a kirepülést követő időszakban (augusztus–március) történt. 2003-ban 39 db, 2017-ben már 124 db fészkelésre alkalmas kuvikodú volt a területen. Az odúkat többségében fára rögzítettük (91%). A teljes odúpark ellenőrzésére 2003–2017 között a kotlási és fiókanevelési időszakban, valamint a kirepülést követően is minden évben sor került. A terepi felmérések során rögzítettük a reprodukciós adatokat. Meghatározásra került a foglalási ráta (%), a kelési siker (%), valamint a költési siker (%). Utóbbi az odú fészkelésre alkalmas évei, a tojásszám, valamint a sikeresen kirepült fiókaszám alapján képeztük. Egy odút akkor tekintettünk foglaltnak, ha tojásokat vagy fiókákat találtunk a fészkekben. Sikeres kirepülésként értelmeztük azon fiókák egyedszámát, amelyek ellenőrzéskor legalább a 21 napos kort elérték. A fogás-visszafogási adatokat nyílt populációs Jolly-Seber módszerrel elemeztük, az alternatív modellekben az egyedek túlélését magyarázó tényezőként a korcsoportot, az évhatást, valamint ezek kombinációját szerepeltettük. A modellszelekcióra az AICc értékeket használtuk, a szignifikáns magyarázóerővel bíró alternatív modellekből modellátlagolással állítottuk elő a végleges modellt, illetve annak paraméter

értékeit. A túlélési ráta ivar-függését a tojó és a hím ivarú adult madarak költőodúban történő tavaszi megfogásának jelentősen eltérő megfogási valószínűsége miatt nem vizsgáltuk.

Eredmények

A 2005. május és 2017. április közötti időszakban a Felső-Kiskunságban 640 egyed gyűrűzése történt (visszafogásokkal együtt 746 alkalom). A gyűrűzött egyedek között számottevőek a fióka korú madarak. A visszafogásokból csak 14 esetben regisztráltunk idő- és egyben térbeli elmozdulást. A többi esetben a madarakat ugyan azon a költőhelyen fogtuk vissza. A vizsgált populációban az átlagos fészekaljméret $3,78 \pm 0,76$ SD pullus/fészek volt. Az átlagos, apparens túlélési ráta (amely a mortalitást és a permanens emigrációt nem különíti el) a pullus kortól a 2y korban bekövetkező, első revír-foglalásig becsült értéke $15,8\% \pm 3,0\%$ SE, míg az 1+ korú egyedek esetében az átlagos éves apparens túlélési ráta becsült értéke $70,7\% \pm 8,1\%$ SE volt. Adott fészkelőhelyen gyűrűzött fiókák közül a következő évben az eredeti gyűrűzési helytől akár csak néhány száz, vagy maximum 8,8 km-es távolságban kerültek meg, mint költő tojó egyedek (0,3-8,8 km). A tojó 1y-2y korú egyedek a kóborlási időszakban a lehető legközelebbi megfelelő élőhelyeket, illetve területet őrző, pár nélküli hímeket keresik fel. A jelölt hímeknél az elmozdulások jellemzően nagyobbak (3,7-51,5 km).

Összefoglalás

Az eredmények azt támasztják alá, hogy a Felső-Kiskunságban a kuvikállomány stabil, az emigráció és a mortalitás elkülönítése nélkül is enyhe növekedő tendenciát mutat. A kihelyezett mesterséges költőládák igen magas elfoglalási aránya azonban azt is jelzi, hogy a költésre alkalmas helyek száma fontos limitáló tényező lehet a vizsgált állomány esetében. A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A terepi vizsgálatokban a Magyar Madártani Egyesület Ragadozómadár-védelmi Szakosztály Kuvik Munkacsoportja, valamint a Magyarországi Kuvik Oltalmi Egyesület tagjai is részt vettek.

Irodalomjegyzék

- BANKOVICS A. – VADÁSZ CS. (2009): Kuvik. – In: CSÖRGŐ T. – KARCZA ZS. – HALMOS G. – MAGYAR G. – GYURÁ CZ J. – SZÉP T. – BANKOVICS A. – SCHMIDT A. – SCHMIDT E. (szerk.) (2009): Magyar madárvonulási atlasz. – Kossuth Kiadó Zrt., Budapest, pp. 361–362.
- EXO, K. M. (1992): Population ecology of Little Owls *Athene noctua* in Central Europe: a review. – In: GALBRAITH C. A. – TAYLOR I. R. – PERCIVAL S. (eds) (1992): The Ecology and Conservation of European Owls. – Joint Nature Conservation Committee. UK Nature Conservation, No. 5. Petersborough, pp. 64–75.
- GORMAN, G. (1995): The status of owls (Strigiformes) in Hungary. – *Buteo* 7: 95–108.
- GOTTSCHALK, T. K. – EKSCHMITT K. – WOLTERS V. (2011): Efficient placement of nest boxes for the little owl (*Athene noctua*). – *Journal of Raptor Research* 45(1): 1-14.
- PEDERSEN, D. – THORUP, K. – SUNDE, P. – JACOBSEN, L. B. – RAHBEK, C. (2013): Post-fledging behaviour of juveniles in the Little Owl (*Athene noctua*). – *Ornis Fennica* 90(1): 117–128.
- ŠÁLEK, M. – SCHRÖPFER, L. (2008): Population decline of the little owl (*Athene noctua* Scop.) in the Czech Republic. – *Polish Journal of Ecology* 56: 527–534.

HIBRID ÉS ELEKTROMOS TECHNOLÓGIA AZ ERDŐHASZNÁLATBAN

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ – HORVÁTH BÉLA – SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS KATALIN
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki Környezettechnikai Intézet
ahorvath@uni-sopron.hu

Manapság szinte nem telik el úgy nap, hogy ne találkoznánk közvetve vagy közvetlenül az évtized egy meghatározó fogalmával, a hibrid technológiával. „Az értelmező szótár szerint a hibrid a különböző eredetű dolgok keverékét jelenti. Napjainkban ez legszembeűnőbben a járműiparban jelentkezik. A hibrid jármű olyan jármű, amelyben a hagyományos belsőégésű motor mellett található egy elektromos motor is.” (KARSA 2010) A technológia fejlődése révén egyre inkább terjednek a hibrid és az elektromos meghajtású autók. A környezettudatosság, az alternatív energiatermelés és hasznosítás, valamint a fenntartható erdőgazdálkodás folyamányaként már az erdészeti gépek körében is megjelentek a hibrid energiaforrással rendelkező gépek. Ezen megoldásnak jelenleg még kevés képviselője van, de a személyautókhoz hasonlóan itt is prognosztizálható a folyamatos térnyerésük.

Hibrid technológia

Erdészeti gépek tekintetében ez a technológia a dízelmotor és az elektromos motor kombinációjaként jelentkezik. Az első hibrid meghajtással rendelkező erdészeti gép egy kihordó volt. Jelenleg már a forvarderek mellett a harveszterek, aprítógépek, rakodógépek és szállítójárművek körében is jelen van a hibrid technológia (1. ábra). A dízelmotoros erőforrások működéséről általánosságban elmondható, hogy az alap erőforrás egy gázolajjal üzemeltetett belső égésű motor, amely egy generátorral van kapcsolatban. A generátor a dízelmotor révén elektromos áramot állít elő, amely egy része az elektromotor által a gép munkavégzése során hasznosul, a másik része pedig akkumulátorokban elraktározásra kerül. A gépek munkavégzése során folyamatosan változik a pillanatnyi energiaigényük. A többlet teljesítmény igényt az akkumulátorokban tárolt energia biztosítja az elektromotor számára. Ezen technológia megoldás révén a dízelmotor folyamatos és egyenletes terhelési viszonyok mellett működik, így alacsonyabb a tüzelőanyag felhasználásuk, kisebb a káros anyag és zaj kibocsátásuk, valamint hosszabb a motor élettartama. A hibrid technológiával felvértezett harveszterek és forvarderek annyiban különböznek a fent leírtaktól, hogy ott a dízelmotor által megtermelt energiával az elektromotor egy vagy több hidraulika szivattyút üzemeltet (LOGSET 2017). A hidraulikus rendszer, pedig a gép járószerkezetének (gumikerekek), darukarjának és harveszterfejének ill. rönkfógo kanalának működtetését látja el.



1. ábra: Hibrid erőforrású munkagépek a fahasználásban (Forrás: Saját szerkesztés)

Elektromos technológia

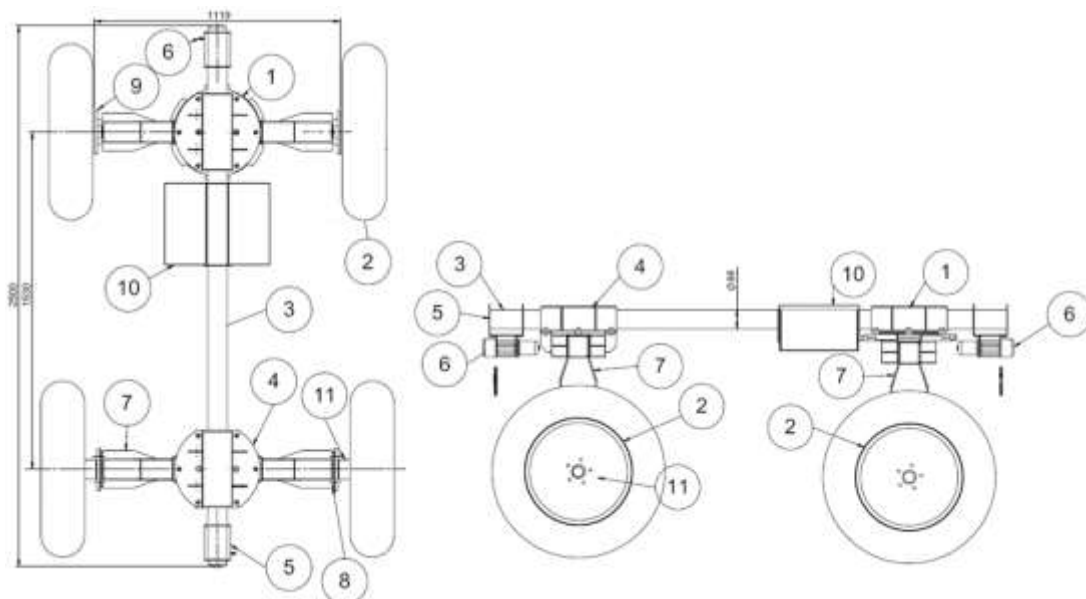
Tisztán elektromos erőforrás alkalmazása fahasználattal terén egyelőre még csak a kézi eszközök terén terjed. Több gyártó is fejleszt és forgalmaz elektromos motorfűrészeket és tisztítófűrészeket. Ezen

gépek egyelőre még csak kisebb volumenű munkák (pl. kertészeti, ültetvényes) elvégzésére alkalmasak, de az akkumulátor technológia fejlődésével a közeljövőben pozitív változáson fog átesni. Fakitermelő és faanyagközelítő gépek tekintetében az elektromos technológia széles körű elterjedése egyelőre még csak távoli jövőkép, azonban már vannak ez irányú fejlesztési kísérletek. Ilyen például az Elektromos Erdészeti Közelítőgép, melynek fejlesztésében és vizsgálatában az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet főszerepet vállalt (HORVÁTH – HORVÁTH 2013).

EEK-02 típusú erdészeti elektromos közelítőgép

A fejlesztés során elkészült az EEK-02 típusú erdészeti elektromos közelítőgép, mely a fakitermelés közelítési műveletének munkagépe. Faanyag közelítésére alkalmazható, a faanyag teljesen felemelt formájú mozgatását oldja meg, kisebb volumenek esetében. Alkalmazása kifejezetten javasolható törzskiválasztó és növedékfokozó gyérítésekben, bontóvágásokban. A géppel a közelítés történhet tő mellől gyűjtögetve, vagy a közelítőnyom mellől előközelített állapotból is. Az erdészeti elektromos közelítőgép mobil, sajátmotoros (elektromotoros) célgép. Olyan konstrukciójú eszköz, amely a vágásterületeken és a közelítő nyomokon távvezérelve képes mozgásra, munkavégzésre. A gép fő szerkezeti részei (2. ábra):

- vázszerkezet (3, 5, 10),
- első futómű (1, 2, 7),
- hátsó futómű (4, 7, 8, 11),
- hajtóművek (9);
- elektromos rendszer;
- csörlők (6);
- távvezérlő rendszer.



2. ábra: Az erdészeti elektromos közelítőgép felül és oldalnézete

1. első futómű; 2. első futómű járókereke; 3. vázszerkezet; 4. hátsó futómű; 5. vázszerkezet csörlőtartója; 6. csörlő; 7. futómű váza; 8. hátsó futómű tengelyrögzítése; 9. hajtómű; 10. vázszerkezet akkumulátor-tároló dobozai; 11. hátsó futómű merev tengelye

Vizsgálati módszerek

Az erdészeti elektromos közelítőgép munkájának értékelése az alábbiak szerint történt:

- szemrevételezés;
- időszerkezet meghatározása;
- a ciklusonként közelített választékok számának [db], hosszának [m], csúcsátmérőjének [cm] mérése;

- a közelítési úthossz (üresjárat, teherjárat, ill. az átállások során megtett útszakasz hossza [m]) mérése;
- ciklusonként közelített faanyag tömör fatérfogatának [m³] meghatározása;
- munkateljesítmény [m³/h] meghatározása.

Az időszerkezet meghatározása során a következő műveletelemek kerültek elkülönítésre:

- üresjárat: a rakodótól a vágásterén lévő faanyagig történő nagyobb távolságú teher (rakomány) nélküli mozgás;
- teherjárat: a vágásterülettől a rakodóig végrehajtott nagyobb távolságú anyagmozgatás (a faanyag emelve, esetleg függesztve történő közelítése);
- faanyag felterhelése: a csörlőkötelek leengedését, faanyagon történő rögzítését és a képzett rakomány felemelését magába foglaló időelem;
- faanyag leterhelése: a közelített faanyag rakodón történő lerakásának időtartama (a közelített faanyag csörlők segítségével történő leengedését, a faanyag lekötését és a kötél felcsörlőzését magába foglaló művelet);
- előközelítés csörlővel: a szabadonfutó csörlőkötél kihúzása a több méterre lévő előközelítendő faanyaghoz, a kötél rögzítése, majd a faanyag gép közelébe történő vonszolása a csörlő segítségével;
- vágásterületi finom mozgás: a közelítendő faanyag fölé állás / járás (a faanyag elhelyezkedésétől függő, kis területre szorító precíziós mozgás);
- rakodói finom mozgás: az előzetesen közelített faanyag elhelyezkedésétől, ill. a rakodó adottságaitól függő, kis területre szorító precíziós mozgás;
- hibaelhárítás: a terepi körülmények között kivitelezhető javítási munkálatok időtartama;
- karbantartás: a gép megfelelő működéséhez szükséges egyéb cselekvések időszükséglete (pl. akkumulátorcsere);
- pihenő: a személyi szükségletek kielégítésének időtartama (pl. ebédszünet);
- várakozás: a munkavégzést hátráltató egyéb cselekvések (pl. beszélgetés, telefonálás);
- vágásterületi kézi anyagmozgatás: az egységakatok képzésének (kettő vagy több választék koncentrációja egy helyre) időszükséglete;
- rakodói kézi anyagmozgatás: a leterhelést akadályozó faanyag kézzel vagy kézi eszközzel történő mozgatásának időtartama.

Eredmények

Az első mérések egy 45 éves akácós véghasználatában történtek. Az akácok átlagos magassága 19 m, az átlagos mellmagassági átmérőjük 29 cm volt. A fakitermelést motorfűrészsel végezték el, a faanyagot pedig 3 m-es hosszra darabolták a vágásterületen. A közelítési távolság 50-150 m között változott. E területen a gép vizsgálata több, mint 17 órán (1034,41 percen) keresztül folyt, mialatt összesen 10,96 m³ faanyag közelítése valósult meg.

A második mérésre egy 18 éves erdei fenyves gyérítésében került sor. Az fenyők átlagos magassága 9 m, az átlagos mellmagassági átmérőjük 15 cm volt. A fakitermelést motorfűrészsel hajtották végre. Egységesen 2 m-es hosszban termelték a papírfát és a tűzifát. A gyérítés során a fakitermelő egység rakatokat képzett, melyeket egy ászokfára helyezett. A rakodó a terület mellett volt található. A választékok szétválogatása a rakodón történt meg. A vizsgálat közel 137 percig folyt. Az átlagos közelítési távolság mindössze 20 m volt. A mérés során csupán 1,3 m³ faanyag közelítése valósult meg.

A harmadik mérésre egy 51 éves cseres-kocsányos tölgyesben végrehajtott egészségügyi termelés után került sor. Az állomány átlagos magassága 17 m, az átlagos mellmagassági átmérő 20 cm volt. A fakitermelést motorfűrészsel hajtották végre. Egységesen 3 m-es hosszban termelték a tűzifát. Az egészségügyi termelés során a fakitermelő a kijelölt fák döntését úgy hajtotta végre, hogy

a ledőlő fák koronái egy helyre koncentráálódtak. Az anyagmozgatás során először a tődarabok közelítése valósult meg kettesével - négyesével, majd a gépkezelő a koronarészekből egységgrakatokat képzett. A kézi anyagmozgatást kézi közelítő-olló segítette. A közelítési távolság 20-30 m közötti volt. A vizsgálat közel 160 percig zajlott. A rövid idejű mérés során közel 3 m³ faanyag közelítése valósult meg.

Az egyes műveletelemek összesített és átlagos időtartamát, valamint elemszámát, vizsgálati helyszínenként az 1. táblázat tartalmazza. A műveletelemek százalékos megoszlásai a 3. ábrán láthatóak. A munkaidő legnagyobb részét az üresjárat, a teherjárat, valamint a faanyag felterhelése és leterhelése tette ki.

1. táblázat: A három vizsgálati terület összesített munkaidő szerkezete

Sor-szám	Művelet	Akác			Erdei fenyves			Cseres - kocsányos tölgyes		
		Σ idő	Elem	Átl.idő	Σ idő	Elem	Átl.idő	Σ idő	Elem	Átl.idő
		min	db	min	min	db	min	min	db	min
1	Üresjárat	205,57	68	3,02	38,7	12	3,23	14,67	15	0,98
2	Teherjárat	223,54	65	3,44	16,9	15	1,13	10,02	13	0,77
3	Vágásterületi finom mozgás	85,53	55	1,56	7,15	5	1,43	7,06	13	0,54
4	Rakodói finom mozgás	8,45	22	0,38	0	0		0	0	
5	Faanyag felterhelése	114,14	68	1,68	29,95	14	2,14	24,18	12	2,02
6	Faanyag leterhelése	81,93	62	1,32	5,05	13	0,39	13,17	12	1,1
7	Előközelítés esőrlővel	5,13	14	0,37	8,41	4	2,1	0	0	
8	Vágásterületi kézi anyagmozgatás	85,64	29	2,95	5,57	4	1,39	42,17	15	2,81
9	Rakodói kézi anyagmozgatás	33,56	16	2,1	15,67	12	1,31	0	0	
10	Pihenő	39,45	17	2,32	0	0		20,86	2	10,43
11	Karbantartás	88,52	14	6,32	0	0		3,04	1	3,04
12	Hibaelhárítás	16,17	19	0,85	6,87	4	1,72	0	0	
13	Várakozás	46,78	34	1,38	2,18	2	1,09	29,61	9	3,29
14	Összesen:	1034,41			136,45			164,78		

A kapott adatok alapján meghatározásra kerültek az erdészeti elektromos közelítőgép teljesítmény adatai (2. táblázat). A gép teljesítményei a mérések teljes időtartamára (műszakidőre) nézve 0,64 m³/h, 0,57 m³/h és 1,08 m³/h lett. A 8 órás műszakosszra vetített produktív teljesítmények, vizsgálati területenként: 7,26 m³/műszak, 5,83 m³/műszak és 20,60 m³/műszak. Vizsgálataink alapján a munkateljesítmények tekintetében eltérések mutatkoztak a különböző választékok közelítésekor, továbbá azonos famínőségeknél is, a befolyásoló tényezőktől függően, melyek az alábbiak:

- közelítés átlagos távolsága;
- átállások átlagos távolsága;
- vágástéri melléktermék (áganyag) mennyisége;
- átlagos rakomány nagyság;
- rakatképzés ideje;
- rakatnagyság;
- gépkihasználati tényező.

A géptől (4. ábra) – a vizsgálati adatokból következtethető – elvárható műszakóra-teljesítmény (függően a befolyásoló tényezőktől): 0,4-1,0 m³/h közötti.



3. ábra: Az erdészeti elektromos közelítőgépek munkaidő szerkezetei

2. táblázat: A három vizsgálati területen elért és várható teljesítmény értékek

	Akácos		Erdei fenyves		Cseres-kocsá-		
Mért teljesítmény [m ³]	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /h	m ³ /műszak	
Termelési időben	1...7	0,91	7,26	0,73	5,83	2,58	20,60
(faanyag közelítés + kézi anyagmozgatás)	1...9	0,78	6,24	0,61	4,86	1,60	12,79
Várakozás nélküli műszakidőben	14-13	0,67	5,33	0,58	4,61	1,32	10,53
Műszakidőben	14	0,64	5,09	0,57	4,53	1,08	8,64
Várható teljesítmény [m ³]	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /h	m ³ /műszak	
Műszakidőben	14	0,47	3,76	0,36	2,91	0,96	7,68

Megjegyzés: a táblázat 2. oszlopának számai az 1. táblázatban sorszámozott műveleteket jelentik.



4. ábra: Az erdészeti elektromos közelítőgép munka közben

Összefoglalás

Az erdőhasználatban a hibrid technológia most kezd kibontakozni, az erdészeti elektromos gépek fejlesztése pedig még csak korai stádiumban vannak. A hibrid gépek teljesítménye megegyezik a hagyományos erőforrással rendelkezőkével. Elektromos gépek esetében, ökonómiai szempontból is elfogadható teljesítmény csak nagyon magas költségráfordítással valósítható meg. Az akkumulátorok és az elektromotorok fejlődésével mindinkább elérhetővé fog válni az elektromos meghajtás a fahasználatban dolgozók számára is. Az EEK-02 elektromos gép pozitív megítélésben részesült a hazai szakmai közönség által. Előrelátónak és innovatívnak titulálták.

Irodalomjegyzék

- HORVÁTH A. L. – HORVÁTH B. (2013): EEK-02 típusú erdészeti elektromos közelítőgép. Gépesítési információ 27, NYME EMK EMKI, Sopron. 32 p.
 KARSA R. (2010): Hibrid technológia és mentési taktika. Előadás. <http://tuztorony.hu/index.php>
 LOGSET (2017): Logset 12H GTE hybrid prospektus ENG. Logset Oy, Koivulahti

MAG- ÉS SARJEREDETŰ AKÁC ÁLLOMÁNYOK VÁLASZTÉK-ÖSSZETÉTELÉNEK VIZSGÁLATA A NYÍRSÉGBEN

ISKI RICHÁRD – MAJOR TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
major.tamas@uni-sopron.hu

Bevezetés

Napjainkban Magyarországon a fehéракác (*Robinia pseudoacacia*) a legelterjedtebb fafaj. Európa egyetlen országában sincs annyi akácerdő, mint hazánkban. Jellemző akáctermesztő területek főleg az Alföldön (pl.: Nyírség, Duna-Tisza köze), illetve a Dél-Dunántúlon (Belső-Somogy) találhatók.

Gyors elterjedését hazánkban jó adaptációs képességének, a csemetetermesztés alapját képező gyakori és bőséges magtermésének, kiváló sarjadzó-képességének, gyors növekedésének, és viszonylag nagy fahozamának köszönheti.

Az akác fájának kedvező fizikai tulajdonságai és rendkívüli tartóssága széles körű felhasználhatóságot tesz lehetővé a fűrészipar, a bútoripar és az épületasztalos-ipar területén egyaránt. A hordógyártásnak is fontos alapanyaga, mivel fája bármely vágásirány esetén sem engedi át a folyadékot. Széles körben alkalmazzák a föld- és vízépítésben, tartós kerítésoszlop, szőlőtám, szőlőkaró. Az akácot a cellulóz, a farostlemez és a forgácslap gyártásnál is felhasználják. Újabban rétegelt-ragasztott tartókat is készítenek belőle. A kitermelt akác fatérfogatának fele energetikai célokat szolgál, azaz tűzifa lesz belőle.

Elterjedtsége és széleskörű felhasználása miatt érdemes megvizsgálni, hogy a különböző eredetű állományok milyen választékokat „adnak”, hogyan befolyásolják az akác felhasználhatóságát.

Vizsgáló módszerek

Sok vita kering az erdészettársadalomban, hogy a mag- vagy a sarjeredetű akác a jobb. Cikkünkben erre a kérdésre próbálunk meg választ adni. Ezért vizsgáljuk az azonos termőhelyen található mag- és sarjeredetű akác állományok választék-összetételét, illetve hogy ennek következtében miként alakul a különböző eredetű állományok esetében a felhasználási árbevétel.

Vizsgálatainkat a NYÍRERDŐ Zrt. Nyíregyházi Erdészetének területén végeztük.

A kutatás során az utóbbi 7 év, azaz a 2010-16 közötti időszak végfelhasználatait vettük a kutatás alapjául. Az elsődleges szempont az erdőrészek kiválasztása során az volt, hogy azonos termőhelyi potenciállal rendelkező talajokon legyenek az állományok.

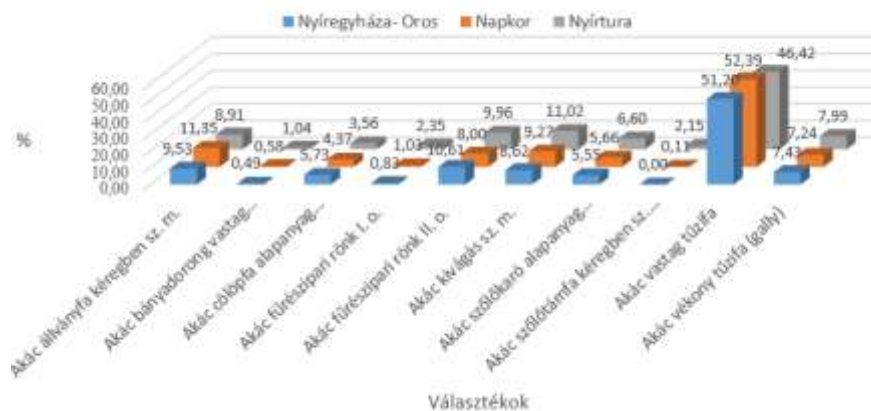
A Nyírségben az akác legfőképpen két genetikai talajtípuson fordul elő, nevezetesen humuszos homokon (HH) és kovárványos barna erdőtalajon (KBE). A kiválasztott erdőrészek termőhelyeiről általánosságban elmondható, hogy kocsánytalan tölgyes, ill. cseres klímában (KTT) találhatóak, hidrológiájukat tekintve többletvízhatástól függetlenek (TVFLN), a termőréteg vastagsága egy esettől eltekintve közép mély (KMÉ), valamint a fizikai talajféleség homok (H). Így tehát, egy-egy kivételes esettől eltekintve, a termőhelytípus-változat, Napkor, Nagykálló, Nyíregyháza-Oros községhatár területén KTT-TVFLN-HH-KMÉ-H, Nyírtura községhatárban pedig KTT-TVFLN-KBE-KMÉ-H. Az erdőrészek zöme a közepes fatermési osztályba, egy-két erdőrészlet pedig a gyenge fatermési osztályba esik.

Mag eredetű akác állományból találtunk többet, annak ellenére, hogy manapság egyre inkább sarjval történik a felújítás. Ennek az az oka, hogy amikor a vizsgált időszakban letermelt erdőrészeket ültették, azaz az 1970-es évek végén, az akkori akácpolitika szerint csak végső esetben szabadott sarjaztatni, elsősorban mesterséges erdősitések zajlottak, ritkábban rövid gyökérdugvánnyal, zömében csemetekertből mag eredetű csemetékkel. Így tehát a 14 mag eredetű erdőrészlet, amelyet kiválasztottunk, nagyobb területet (87,21 ha) képvisel, mint a sarjeredetű a 8 erdőrészlettel és a maga 42,19 hektárjával.

Az adatokat községhatáronként összesítettük és 1 ha-ra vetítettük, az így kapott m³/ha adatok szolgálnak az összehasonlító elemzések alapjául.

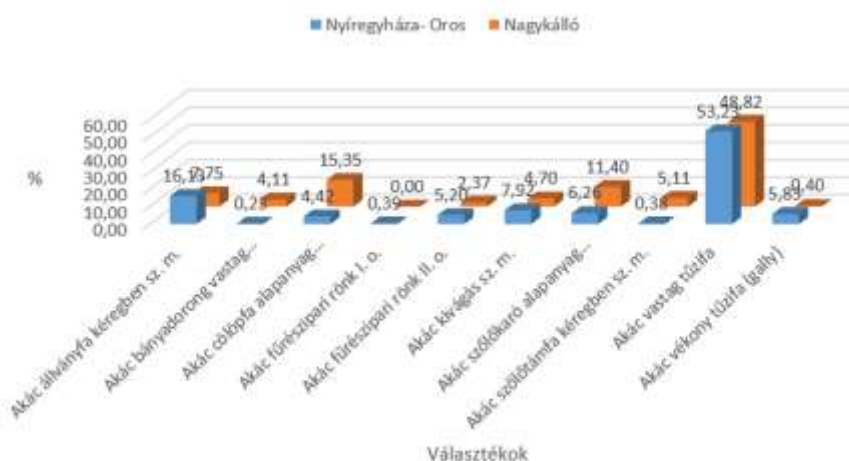
Eredmények értékelése, következtetések

Az egyes választékok százalékos eloszlását, mageredetű állományok esetében az 1. ábra, sarj eredetű állományok esetében a 2. ábra mutatja.



1. ábra. Mageredetű állományok választékeloszlása

A három községhatár mageredetű erdőrésztelének választék-összetételében nincs szignifikáns különbség.



2. ábra. Sarjeredetű állományok választékeloszlása

A 2. ábrán látható, hogy a két községhatár sarjeredetű erdőrésztelének választék-összetételében a különbség az állványfa és a cölöpfa választékok mennyiségében van. Ez a különbség azonban nem a termőhelyi tényezőkre, hanem a piaci igényekre vezethető vissza, mert ez a két választék olyan méreti és minőségi tulajdonságokkal bír, amelyek hasonló habitusú fákat feltételeznek.

A választék összetétele mellett vizsgáltuk azt is, hogy miként alakul a különböző eredetű akác állományok esetében a fahasználati árbevétel. Az árak az erdőben, tő mellett értetendőek és a 2016-os fapiaci helyzetet tükrözik.

Az első összehasonlítás: mag és sarj eredetű állományok összehasonlítása, humuszos homok (HH) genetikai talajtípuson. Ezen a termőhelyen fordul elő a Nyírségben legtöbbször az akác, így talán ez az összehasonlítás a leghitelesebb. Ezek választékeloszlását a 3. és 4. ábra mutatja.



3. ábra. Mag eredetű akác állományok választék-összetételének megoszlása HH-on (m³/ha,%)



4. ábra. Sarj eredetű akácállományok választék-összetételének megoszlása HH-on (m³/ha,%)

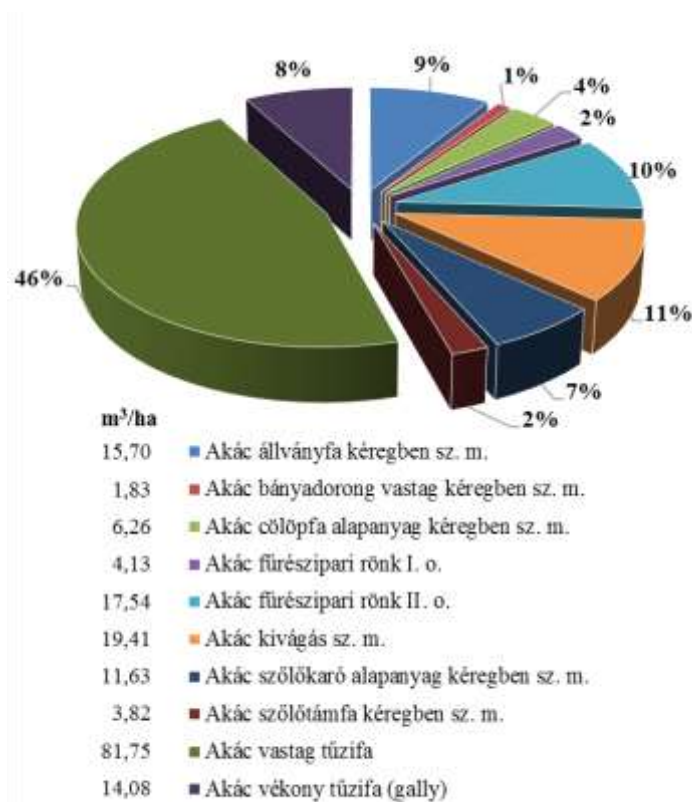
Az első dolog, ami szembeűnik, hogy a mag eredetnél sokkal kisebb az állványfa aránya, mint a sarjnál. Az előbbinél 10%, ami 12,95 m³/ha-t jelent, az utóbbinál 16%, vagyis 20,85 m³/ha. A másik különbség a II.o. fűrészrönknél mutatkozik. Itt a magnál 11%, azaz 14,41 m³/ha, a sarjnál 5%, vagyis 6,72 m³/ha. Ha megvizsgáljuk ezeknek a választékoknak a szabványon belüli méreteit,

azt látjuk, hogy az állványfa 3-20 m hosszú, 14-22 cm-es középátmérő között termelhető, míg a II. o fűrészrönk 2-6 m hosszú, 18 cm-es csúcsátmérőtől. Ez arra enged következtetni, hogy a mag eredetű állománynál kisebb tőszámhoz nagyobb átmérő társul, mint a sarj eredetűnél. Ennek oka nevelésbeli, sarj eredetűnél a kezdeti sűrű állomány és a kevesebb élettér miatt jobban nyurgulnak a fák. A mag eredetűnél viszont van egy állandó sortáv, majd azt később gyérítik, tehát több helye van a fának a vastagsági növekedéshez.

Összehasonlítva a mag és a sarj eredetű állományok hektáronkénti véghasználati fatömegét, azt látjuk, hogy a mag eredetűnél kb. 135 m³/ha, a sarj eredetűnél kb. 130 m³/ha a hektáronkénti fatérfogat.

Gazdasági szempontból viszont nincs nagy különbség a két eredet között, mivel a két választék a 2016-os árlista szerint azonos értéket képvisel, így a mag eredetű állománynál 2,88 millió Ft/ha, sarj eredetű állománynál 2,77 millió Ft/ha a fahasználati árbevétel.

A második összehasonlítás: szintén mag és sarj eredetű állományok között történt, azonban kovárványos barna erdőtalajon (KBE-n). A választék-összetételüket az 5. és a 6. ábra mutatja.



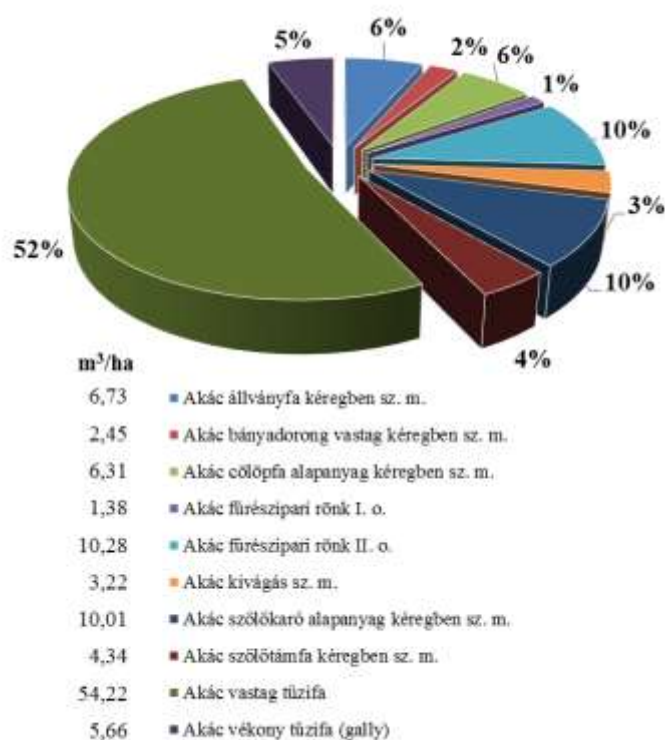
5. ábra. Mag eredetű akác állományok választék-összetételének megoszlása KBE-on (m³/ha;%)

Ebben az esetben határozott különbség látható a mag eredet javára.

Ha összevetjük a mag és a sarj eredetű állományok hektáronkénti véghasználati fatérfogatát, azt látjuk, hogy elég nagy (70 m³/ha) választék-szerkezetbeli különbség van a kettő között. Mag eredetűnél kb. 175 m³/ha, a sarj eredetűnél kb. 105 m³/ha a hektáronkénti fatérfogat.

Jelentős a különbség a választékeloszlásban az I. o. fűrészrönknél (mag: 4,13 m³/ha, 2%; sarj: 1,38 m³/ha, 1%), valamint a kivágásnál (mag: 19,41 m³/ha, 11%; sarj: 3,22 m³/ha, 3%). Továbbá a II. o. fűrészrönknél is van több mint 7 m³/ha eltérés a mag eredetű javára.

Mag eredetű állomány esetében a fahasználati árbevétel 3,86 millió Ft/ha volt, míg a sarj eredetű állomány esetében 2,20 millió Ft/ha adódott. Tehát ezen a talajtípuson sokkal nagyobb különbségek tapasztalhatók, mind a választék-összetételben, mind a fahasználati árbevételben.



6. ábra. Sarj eredetű akác állományok választék-összetételének megoszlása KBE-on (m³/ha;%)

Köszönetnyilvánítás: A tanulmány/kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

BARTHA D. (2016): Tények és tévhit a fehér akác első európai megjelenéséről. Erdészeti lapok, CLI. évf. 292- 295.

ISKI R. (2017): Akác faállományok választék-összetételének vizsgálata a Nyírerdő Zrt. területén. Diplomamunka, Sopron.

MAJOR T. (2016): A fahasználat irányítási műveletei. In: RUMPF J. (szerk.): Erdőhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

MOLNÁR S. (1996): Az akácfa jelentősége, tulajdonságai és ipari felhasználása. I-II. Bútor és Faipar, Budapest.

RÉDEI K. (1997): Az akáctermesztés kézikönyve. Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest.

A HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A BARÁTPOSZÁTA (*SYLVIA ATRICAPILLA*) KÖLTÉSI SIKERÉRE

KISS CSILLA¹ – WINKLER DÁNIEL¹ – GYURÁ CZ JÓZSEF²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Savaria Biológiai Intézet

kiss.csilla@phd.uni-sopron.hu

A barátposzáta (*Sylvia atricapilla*) hazánk leggyakoribb poszátafaja. Főként a fás, bokros élőhelyeket kedveli, sűrű aljnövényzetű erdőkben, parkokban, kertekben költ (MULLARNEY *et al.* 2005). Évente két fészekaljat nevel, először április-májusban, majd június-júliusban (SCHMIDT 1984).

Jelen tanulmányunkban egy nyugat- (Tömörd) és egy kelet-magyarországi (Szalonna) gyűrűzőállomáson, a CES (Constant Effort Sites = Állandó Ráfordítású Gyűrűzés) program keretében gyűjtött adatsor alapján a barátposzáta fogásszáma, valamint költési sikere és a költési időszak hónapjainak hőmérséklete között kerestünk kapcsolatot a 2004 és 2016 közötti időszakra vonatkozóan.

Vizsgálati módszerek

Az Állandó Ráfordítású Gyűrűzés (CES) célja a költő madarak standardizált keretek között folyó hosszútávú monitoringja, ezáltal a madárpopulációk egyedszámváltozásának és szaporodási sikerének vizsgálata (KARCZA & MAGYAR 2009). A CES fontos eleme, hogy a felméréseket minden évben megegyező helyen, állandó hálófelülettel, állandó hálóhelyekkel, rögzített időpontokban, meghatározott időtartamban kell elvégezni, meghatározott előírás szerint. A fészkelő állományok vizsgálata költési időszakban (áprilistól júliusig) 9 egymást követő 10 napos periódusban történik. A mintavétel egy adott napon napkeltétől számított 6 órán keresztül tart (BÁLDI *et al.* 1997).

2004-ben a Tömördi Madárvárta és a Bódva-völgyi Madárvonuláskutató és Természetvédelmi Tábor (Szalonna) is csatlakozott a CES-programhoz. Ebben az időszakban Tömördön 13 db, 2,5 m magas, 5 zsebes, 12 m hosszú hálót használtunk, így összesen 390 m² hálófelülettel fogtuk be a madarakat, míg Szalonnán 8 hálóval történt a befogás, összesen 240 m² hálófelületen. Az összehasonlíthatóság miatt a fogási adatokat egységnyi hálófelületre (100m²), standardizálva adjuk meg ($N_s = (N/A_{háló}) \cdot 1000$). A költési sikert (kirepült fiatalok aránya = produktivitás) a fiatal (juvenilis = első éves) és öreg (adult = legalább 1 éves madár) egyedek fogásszámából származtattuk: juv/(juv + ad).

A Tömördön és Szalonnán gyűjtött adatsor alapján a barátposzáta fogásszáma, illetve költési sikere és a költési időszak hónapjainak időjárása között kerestünk kapcsolatot. Az időjárás tényezők hatásainak vizsgálatakor a két fent említett madárvártához legközelebb eső, nagyobb meteorológiai állomások vonatkozó adatait vettük alapul. Ezek alapján a tömördi adatokat a szombathelyi, míg a szalonnai adatokat a jósvafői állomás adatsorával vetettük össze (NNDC 2017). Korábbi vizsgálatok alapján, az időjárás tényezők megválasztásánál elsősorban azt vettük figyelembe, hogy mely paraméterek lehetnek hatással a barátposzáta költési sikerére. Ezek alapján a havi középhőmérsékletet (T_{mean}), a minimum és maximum hőmérsékletet (T_{min}; T_{max}) és a csapadékösszeget (P) emeltük ki.

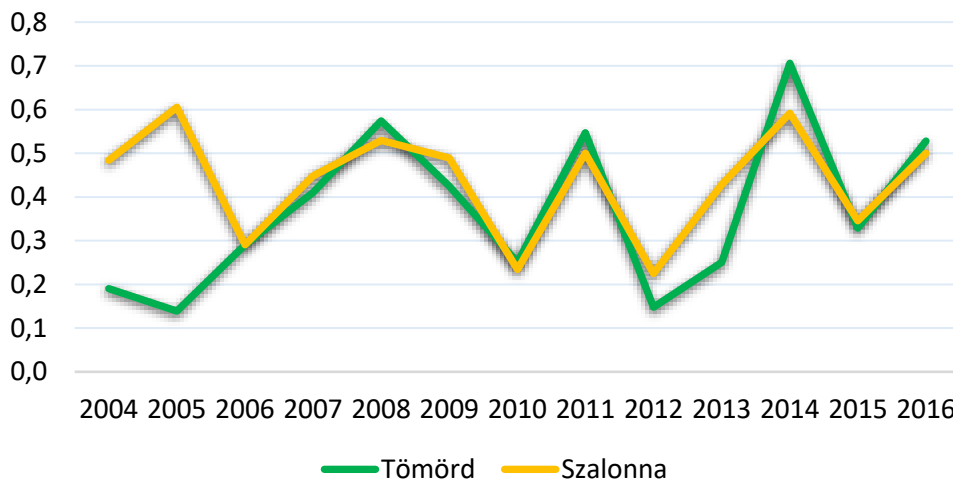
A két vizsgálati terület fogásszáma, a fiatal és öreg madarak fogásszáma, valamint a produktivitás és az öreg madarak fogásszáma között feltételezett kapcsolatot Pearson-féle korrelációs számítás ellenőriztük. A hőmérséklet és a produktivitás között feltételezett kapcsolat ellenőrzésére általános lineáris modellt (GLM) használtunk. Ez a modell lehetővé teszi több független változó (pl. minimum és maximum hőmérsékleti értékek) együttes hatásának egyidejű vizsgálatát.

Eredmények

A befogott fiatal és öreg madarak mennyisége 2004 és 2016 között nem mutatott szignifikáns növekvő trendet Tömördön és Szalonnán sem.

A Tömördön és Szalonnán befogott fiatal madarak mennyisége között szoros pozitív korreláció van ($r = 0,71$; $p = 0,01$), míg az öreg madarak és a produktivitás esetében nincs szoros kapcsolat.

A befogott öreg és fiatal madarak száma között nincs lényeges kapcsolat, míg a befogott öreg madarak száma és a produktivitás között lényeges negatív korreláció van mindkét helyen (Tömörd: $r = -0,64$; $p = 0,02$), Szalonna: $r = -0,76$, $p = 0,00$).



1. ábra: A barátposzáta produktivitás változása a két vizsgálati területen

Annak ellenére, hogy a két állomás produktivitási értékei közötti hasonlóság nem szignifikáns, a 100 m² hálófelületre standardizált produktivitás értékek mindkét területen hasonlóan alakultak a vizsgált időszakban (1. ábra). A 2004-2005-ös év kivételével a változás azonos irányú volt. 2006-tól a hasonlóság statisztikailag is kimutatható ($p = 0,0001$, $r = 0,90$). A kezdeti években megfigyelhető különbségek a tömördi fiatal madarak rendkívül alacsony számából adódnak, aminek hátterében nem csak hőmérsékleti, hanem egyéb okok is állhatnak (pl.: táplálékkínálat, betegségek, predáció).

A barátposzáta adatok és az időjárási paraméterek összefüggéseit vizsgálva az 1. táblázatban bemutatott szignifikáns kapcsolatokat sikerült kimutatni.

Az áprilisi hőmérséklet és a fiatalok éves fogása között nem, míg az áprilisi hőmérséklet és a produktivitás között lényeges pozitív kapcsolat mutatkozott Tömördön. Szalonnán a korrelációk nem voltak szignifikánsak. Az áprilisi hőmérséklet és az öreg madarak éves fogása között szignifikáns, negatív korreláció adódott Tömördön, Szalonnán nincs lényeges kapcsolat a miskolci értékekkel. Az áprilisi minimum hőmérséklet és az öreg madarak között egyik területen sem mutatható ki szignifikáns kapcsolat. Tömördön az áprilisi minimum hőmérséklet és a fiatal barátposzáta száma, valamint a produktivitás között lényeges pozitív kapcsolat van, míg Szalonnán nem találtunk szignifikáns kapcsolatot.

A májusi, júniusi és júliusi középhőmérséklet és a barátposzáta adatok között egyik állomáson sem volt lényeges kapcsolat. A májusi és júniusi minimum hőmérséklet és a fiatal barátposzáta száma között Szalonnán erős negatív kapcsolat van, valamint a májusi minimum hőmérséklet és a szalonnai produktivitás is erős negatív korrelációt mutat. Tömördön a korrelációk nem szignifikánsak.

A kora tavaszi csapadékösszeg nincs kapcsolatban a barátposzáta állomány-változásaival. Szalonnán a júniusi csapadékösszeg és a fiatalok, valamint a produktivitás között negatív kapcsolat van, míg Tömördön a júliusi csapadékösszeg és a fiatal madarak száma, illetve a produktivás között szignifikáns pozitív kapcsolat mutatkozott.

1. táblázat: A produktivitás, valamint a minimum és maximum havi hőmérsékletek közötti kapcsolat elemzésének eredményei, általánosított lineáris modellel (GLM)

			Coeff.	SE	t	p
Szombathely – Tömörd	T _{min}	április	0,04	0,01	3,72	0,005
		május	-0,07	0,02	-3,34	0,01
		június	-0,01	0,02	-0,67	0,52
		július	0,06	0,02	2,55	0,03
	T _{max}	április	-0,03	0,02	-1,16	0,28
		május	0,02	0,02	0,77	0,46
		június	0,009	0,03	0,30	0,77
		július	-0,000	0,03	-0,002	0,99
Jósvafő – Szalonna	T _{min}	április	-0,01	0,03	-0,51	0,05
		május	-0,05	0,03	-2,03	0,07
		június	-0,01	0,02	-0,65	0,53
		július	0,04	0,05	0,76	0,47
	T _{max}	április	-0,01	0,03	-0,45	0,66
		május	0,02	0,02	1,24	0,25
		június	-0,01	0,03	-0,25	0,81
		július	-0,01	0,03	-0,32	0,76

A független változók egyidejű hatásának vizsgálata (GLM) esetén az áprilisi minimum hőmérséklet és a produktivitás között mindkét állomáson pozitív kapcsolatot mutattunk ki. Tehát a barátróspozáta első költésének idején a hideg időjárás negatívan befolyásolja a kirepülés sikerességét.

A májusi minimum hőmérséklet és a produktivitás között ellentétes, szignifikáns kapcsolat volt megfigyelhető, a júliusi minimum hőmérsékletek és a produktivitás között pedig pozitív kapcsolat adódott.

Megvitatás

A barátróspozáta kirepülési sikerére jelentős hatással van a fészkelési időszak elejére jellemző, tavaszi hőmérséklet. Enyhébb tavaszi időjárás esetén több fióka hagyja el sikeresen a fészket (LEECH & CRICK 2007), ez azonban helyi változatosságot is mutathat. A hűvösebb tavaszi időjárás növeli az első költések fióka-mortalitását. Ennek a sűrűség-független szabályozásnak egyik feltételezhető oka lehet a fészkek nyitott jellege, ami a hideg miatti mortalitás növekedése mellett a nagyobb predáció lehetőségét is jelenti (CRAMP 1992). A felnőtt madarak ilyenkor több időt töltenek a fészken kotlással, illetve a fiókák melengetésével (termoreguláció), ennek következtében kevesebbet tudnak emiatt etetni. (PEARCE-HIGGINS & YALDEN 2004; HØYE & FORCHAMMER 2008).

A fészkelő öreg madarak nagyobb éves fogása esetén sokszor kisebb a produktivitás, ami sűrűségfüggő populációszabályozásra utal. Egyes területeken a több fészkelő madár átlagosan kevesebb fiókát tud felnevelni a megnövekvő intrapopulációs forráskompetíció miatt. A klímaváltozás következtében egyes táplálék rovarfajok populációi csökkenő trendet mutatnak, ami szintén hatással lehet az erdei énekesmadárfajok, így a barátróspozáta költési sikerére is (JONES *et al.* 2003; BOTH & VISSER 2005). A költési siker, a kompetíció mértéke élőhelyfüggő (WEIDINGER 2000), erre következtethetünk azon eredményeinkből is, mely szerint a két vizsgálati területen tapasztalt produktivitási értékek évenkénti alakulása között nincs szignifikáns korreláció.

Csapadékösszegre vonatkozó szignifikáns korrelációkat csak a második költés esetében tudtunk kimutatni, ahol a júniusi negatív irányú kapcsolat a fészkekpusztulások miatti mortalitást jelezheti, míg a júliusi pozitív kapcsolatot a táplálékhiánnyal hozható összefüggésbe (JONES *et al.* 2003).

Egy angliai hosszú távú, több fajra vonatkozó vizsgálat (PEARCE-HIGGINS, *et al.* 2015) szintén kimutatta, hogy egyes énekesmadárfajok érzékenysége a hőmérsékletre jobban meghatározta a költési sikert, mint a csapadékösszeg mértéke.

Felhasznált irodalom

- BÁLDI A. – MOSKÁT CS. – SZÉP T. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer IX. Madarak. In: HORVÁTH F. – KORSÓS Z. – KOVÁCSNÉ LÁNG E. – MATSKÁSI I. (szerk.): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer. Magyar Természettudományi Múzeum. Budapest
- BOTH, C. – VISSER, M. E. (2001): Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296–298.
- CRAMP, S. (ed.) (1992): Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol. VI. Warblers. Oxford University Press, Oxford.
- HØYE, T. T. – FORCHAMMER, M. C. (2008): Phenology of High-Arctic arthropods: effect of climate on spatial, seasonal and inter-annual variation. *Advances in Ecological Research* 40: 299–324.
- JONES, J. – DORAN, P. J. – HOLMES, R. T. (2003): Climate and food synchronize regional forest bird abundances. *Ecology* 84(11): 3024–3032.
- KARCZA ZS. – MAGYAR G. (2009): A madárgyűrés története. In: CSÖRGŐ T. – KARCZA ZS. – HALMOS G. – MAGYAR G. – GYURÁ CZ J. – SZÉP T. – BANKOVICS A. – SCHMIDT A. – SCHMIDT E. (szerk.): Magyar madárvonulási atlasz. Kossuth Kiadó. Budapest, 48–62.
- LEECH, D. I. – CRICK, H. Q. P. (2007): Influence of climate change on the abundance, distribution and phenology of woodland bird species in temperate regions. *Ibis* 149(s2): 128–145.
- MULLARNEY, K. – SVENSSON, L. – ZETTERSTRÖM, D. – GRANT, P.J. (2005): Madárhatározó. Park Könyvkiadó, Budapest, 400 p.
- NNDC (2016): National Climatic Data Center. <http://www.ncdc.noaa.gov/> Letöltés dátuma: 2016-11-10.
- PEARCE-HIGGINS, J. W. – YALDEN, D. W. (2004): Habitat selection, diet, arthropod availability and growth of a moorland wader: the ecology of European Golden Plover *Pluvialis apricaria* chicks. *Ibis* 146(2): 335–346.
- PEARCE-HIGGINS, J. W. – EGLINGTON, S. M. – MARTAY, B. – CHAMBERLAIN, D. E. (2015): Drivers of climate change impacts on bird communities. *Journal of Animal Ecology* 84(4): 943–954.
- SCHMIDT E. (1984): Barátka poszáta. In: HARASZTHY L. (szerk.): Magyarország fészkelő madarai. Natura, Budapest-Dabas. pp. 188–189.
- WEIDINGER K. (2000): The breeding performance of Blackcap *Sylvia atricapilla* in two types of forest habitat. *Ardea* 88: 225–233.

A FEKVŐ HOLTFA MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI BECSLÉSE A SOPRONI-HEGYVIDÉKEN

KOMLÓS MARIANN¹ – TÓTH VIKTÓRIA²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

A holtfa mennyiségét a biodiverzitás egyik kulcs indikátorának tartják. Több ország nemzeti erdő-felmérésének részét képezi. Annak ellenére, hogy napjainkban intenzíven kutatott téma, még mindig sok kérdés maradt a holtfa dinamikáját, keletkezését, kívánatos és minimális mennyiségét, a hozzá kötődő élőlények sokaságát, valamint az erdő egyéb alkotóelemeivel való kölcsönhatását illetően. Megítélése továbbra is ellentmondásos: egyesek szerint erdővédelmi kockázatot jelent és eltávolítandó, míg mások nélkülözhetetlen szerepéről beszélnek és a lehetőségek szerinti legtöbb faanyag visszahagyását támogatják.

A holtfa kialakulásában és felhalmozódásában nagyszámú tényező játszik közre, ilyenek például a fa életkora, fafaja, a környezet biotikus és abiotikus jellemzői. A különböző bolygatások a holt faanyag képződésének fő kiváltó tényezői, ezáltal nagyon fontos élőhely-alakító tényezők, növelik a mozaikosságot és egy habitat diverzitását (SCHUCK *et al.* 2004). A holtfa mennyisége függ az adott terület éghajlatától, termőhelyi jellemzőitől, az erdőciklusban betöltött fázisától, a fafajától, a múltbeli és jelenlegi kezelések módjától és a bolygatási rezsimtől. (KIRBY *et al.* 1998, SOMOGYI 1998, ÓDOR *et al.* 2004, CHRISTENSEN *et al.* 2005, VACEK *et al.* 2015). A holtfa kulcsszerepet tölt be az erdei ökoszisztémák összetételében. Számptalan faj kötődik hozzá, és sok szempontból meghatározza egy erdő biodiverzitását. Az erdei fajok több mint fele kötődik a holtfához obligát vagy fakultatív módon (ÓDOR 2016, STOCKLAND *et al.* 2004, MORGANICOVÁ 2012, MERKL 2016). Sok ritka faj kötődik a nagy átmérőjű fekvő holtfához ezért is fontos, hogy legyen a területen. Fontos a holt faanyagon megjelenő fajok abundanciája szempontjából annak korhadtsági foka, valamint mérete is (BOBIEC *et al.* 2005, CSÓKA 2011, JOHANSSON *et al.* 2005, MERKL 2016).

A Soproni-hegység két patak völgyében, a Tolvaj-árokban és a Vadkan-árokban vizsgáltuk a fekvő holtfa mennyiségi és minőségi jellemzőit. A Tolvaj-árok erdőrészei (Sopron 109E, 110G, 110M, 122A, 122D, 123E, 123H, 126D és 126E) jellemzően természetvédelmi rendeltetésűek, nagyjából vágásos üzemmódban kezelt állományok, átlagos koruk a 8-9 évestől a 117 évesig terjed, többségük 60-80 éves. Az itt található erdőállományok többségükben kifejezetten elegyesek. A fő fafajok kocsánytalan tölgy és bükk, többségükben gyertyán eleggyel. Kifejezetten magas a fenyőfélék aránya – erdei-, luc- és vörösfenyő. Az állományok 50%-a megfelelően záródott. A Vadkan-árok erdőrészeinek (Sopron 162A, 163B, 163O, 168B, 168C, 169D és 169E) elsődleges rendeltetése elsősorban szintén természetvédelmi, üzemmódjuk nagyjából átalakító. Átlagos koruk a 6-7 évtől a 112 évesig terjed, többségük fiatalabb, 40-50 éves. A korábbi nagyarányú szűkítés miatt a fenyő előfordulása itt csekélyebb. Főfafajukat a bükk, a kocsánytalan tölgy és a mézgas éger alkotja, gyertyán eleggyel. Záródásuk kifejezettebb, az erdőrészek 66%-a záródott megfelelően.

Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: van-e kimutatható különbség a hegység két különböző klímájú részén található patak völgy között a holtfa paramétereket tekintve? Hogyan befolyásolja a holtfa mennyiségét a kitérttség? A különböző élőhelytípusok között milyen eltérések fedezhetők fel a holtfa minőségi paramétereinek megoszlásában? Az állományok kora milyen hatással van a holt faanyag eloszlására?

Vizsgáló módszerek

A fekvő holtfa becslését a vonal menti mintavétel (line intersect method) módszerével végeztük két patak völgy hosszában egyenletesen elosztott keresztirányú transzekt mentén. A korhadási fázisokat ÓDOR (2005) 6 fokozatú skálája alapján határoztuk meg. A kiértékelés a következőképpen zajlott: egy kiválasztott pontból 3 db, egymástól 60°-ra kihúzott vonal mentén rögzítettük azon fák

átmérőjét, amiket a vonal metszett. Csak meghatározott átmérőn felüli (általában 5 cm) fák kerültek felvételre. A területre vonatkoztatott térfogatot az alábbi képlettel számoltuk ki: $V = (\pi^2 \Sigma d^2) / 8L$, ahol, V az egységnyi területre vonatkoztatott térfogat, d a fák átmérője, L a vonal hossza (KIRBY *et al.* 1998; ÓDOR 2005). A fekvő holtfa térfogatának eloszlását elemeztük a korhadás mértéke, átmérőosztályok, élőhelyek, korcsoportok és a völgyekben elfoglalt pozíciójuk alapján.

Vizsgálati eredmények

A Tolvaj-árokban 14 mérési ponton az átlagos holtfa térfogat 30,66 m³/ha, ami az élőfakészlet 13,19%-a, a Vadkan-árokban 12 mérési ponton az érték 31,53 m³/ha, az élőfakészlet 8,88%-a, tehát lényeges különbség a két árok között a fekvő faanyagot tekintve nem volt.

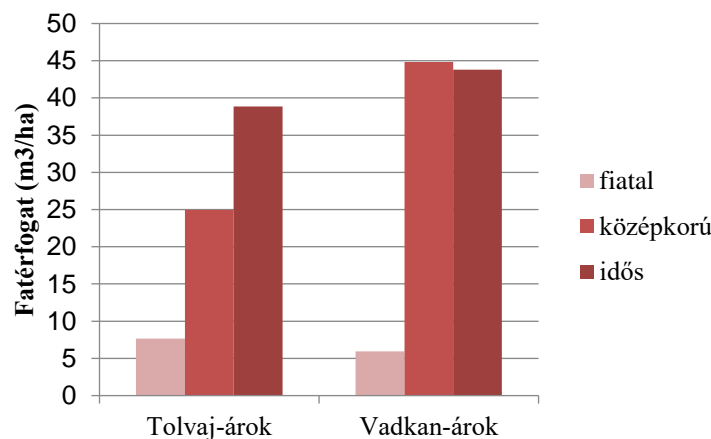
Mind a korhadtságot, mind az átmérőt vizsgálva megállapítható, hogy a nagyobb kategóriákban alacsony értékeket vesznek fel. Elsősorban a vékony és alacsony korhadási fázisban lévő, friss faanyagot találtunk.

Az erdőrészesletek korának megoszlását tekintve az előzetes elvárásoknak megfelelően a fiatalok (0-30 év) holtfa mennyiség értékei mindkét árokban elmaradtak mind a középkorú (30-70 év), mind az öreg (70 év felett) erdőktől (1. ábra). A Tolvaj-árok esetében növekvő a tendencia, míg a Vadkan-ároknál a középkorú erdőkben mért értékek a legmagasabbak.

Az egyes kitétségekben tapasztalt holtfa mennyiségekre az alábbi eredmények jöttek ki:

a legszámtovább holtfa-felhalmozódás a Tolvaj-árok völgyoldalaiban fedezhető fel, ez részben rossz egészségi állapotú fenyőknek köszönhető, részben pedig a lejtők holtfa-megfogó hatásának. Ez a folyamat kétirányú, vagyis minél több a völgyoldalakon található faanyag, annál struktúráltabb a lejtő, így a hatás felerősödik.

Ugyan egyértelmű mind a völgyek, mind az egyes kitétségek közötti különbségek megléte, ez statisztikailag nem mutatható ki, szignifikáns eltérést nem találtunk, mint ahogy az az 1. táblázatból látható (p = 0,40269 és p = 0,79734).



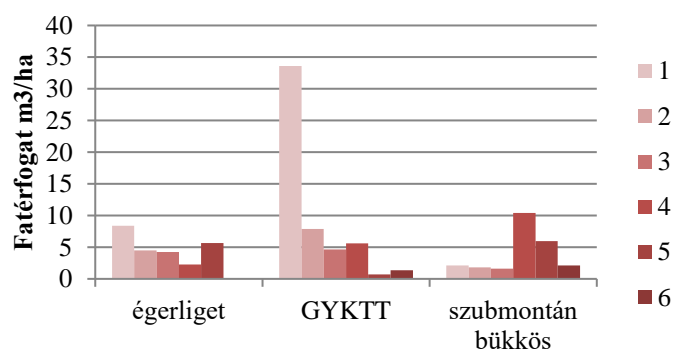
1. ábra: A fekvő holtfa mennyiségi eloszlása a Tolvaj- és Vadkan-árokban az állományok kora alapján

Mindkét mintaterületet felosztottuk SZMORAD (2011) hegységre vonatkozó potenciális vegetációtípusokat ábrázoló térképe szerint. A Tolvaj-árok területén 3 (égerligetek, gyertyános-kocsánytalan tölgyesek és szubmontán bükkösök), a Vadkan-árokban 2 (égerligetek és montán bükkösök) élőhelyet különítettünk el. A 2. és 3. ábrán látható azok korhadás szerinti eloszlása az élőhelyeken ÓDOR (2005) 6 fokozatú skálája alapján.

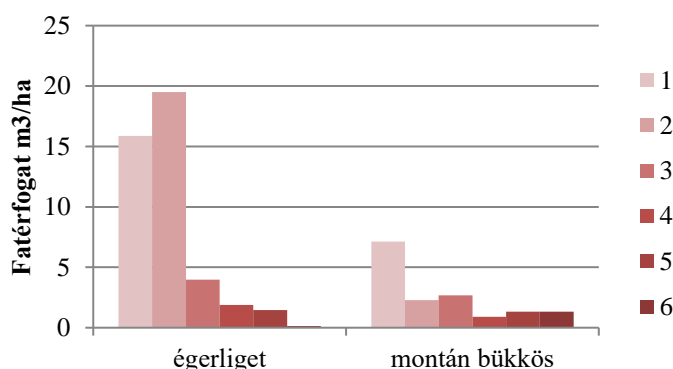
A holt faanyagban kiemelkedően gazdag élőhelyek a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek voltak, melyet a Vadkan-árok égerligetei követtek. Részben oka lehet ennek a másodlagos fafajok és a fenyők magas aránya, valamint az erdőállományok magasabb kora. Ennél a két élőhelytípusnál figyelhető meg a legnagyobb szórás is, amely a növényzet foltmintázatából adódhat.

1. táblázat: A Tolvaj- és a Vadkan-árok kitétségi vizsgálatának eredményei

Univariate Results for Each DV (Tolvaj-és Vadkan-árok kitétség)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	Degr. of Freedom	Adat SS	Adat MS	Adat F	Adat p
Intercept	1	7156.18	7156.178	7.485891	0.013570
Árok	1	702.15	702.149	0.734500	0.402695
Kitétség	2	438.49	219.245	0.229346	0.797341
Error	18	17207.20	955.955		
Total	21	18099.00			



2. ábra: A felmért holt faanyag mennyiségi viszonyai a Tolvaj-árokban elkülönített élőhelytípusokban korhadás szerint



3. ábra: A felmért holt faanyag mennyiségi viszonyai a Vadkan-árokban elkülönített élőhelytípusokban korhadás szerint

Összefoglalás

A vizsgált két völgy holt faanyagának mennyisége ugyan megfelelt az ÓDOR ÉS STANDOVÁR (2003) által hazai bükkös gazdasági erdőkből mért holtfa értékeknek, de alulmarad a védettségi státuszukból valamint domborzati adottságaik alapján elvárható mennyiségnek. Több kutatás alátámasztotta, hogy kis ráfordítással és a gyéritések gondos tervezésével sokat lehet tenni egy terület biodiverzitásának holtfa visszahagyásával való emeléséért (FRANK ÉS SZMORAD 2015, JAKOBY *et al.* 2010, JOHNSON *et al.* 2005, LAKATOS 2006). A lejtők erózió védelmének elősegítésében szintén fontos szerep juthat a visszahagyott holtfáknak, a völgyoldalak strukturáltságának növelésével.

Ugyan a két völgyben felmért holt faanyag mennyisége között számottevő különbséget nem találtunk, ám mind a kitétség, mind az élőhelytípusok megoszlása, valamint az állományok kora is jelentősen befolyásolta a holtfa eloszlását.

Irodalomjegyzék

- BOBIEC, A. – GUTOWSKI, J. M. – LAUDENSLAYER, W. F. – PAWLACZYK, P. – ZUB, K. (2005): The after-life of a tree. WWF Poland, Warsaw-Hajnówka, 251 pp.
- CHRISTENSEN, M. – HANH, K. – MOUNTFORD, E.P. – ÓDOR P. – STANDOVÁR T. – ROZENBERGAR, D. – DIACI, J. – WIJDEVEN, S. – MEYER, P. – WINTER, S. – VRSKA, T. (2005): Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210 (2005) 267-282
- CSÓKA GY. (2011): A holtfa erdő- és természetvédelmi szerepe magyarországi keménylombos erdőkben. OTKA K68618 sz. pályázat zárójelentése
- FRANK T. – SZMORAD F. (2014): Védett erdők természetességi állapotának fenntartása és fejlesztése. *Rosalia kézikönyvek 2. – Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest* 160 pp.
- JAKOBY, O. – RADEMACHER, C. – GRIMM, V. (2010): Modelling dead wood islands in European beech forests: how much and how reliably would they provide dead wood? *European Journal of Forest Research* 129 (2010) 659-668
- JOHANSSON, B.G. – KRUYIS, N. – RANIUS, T. (2005): Ecology of species living on dead wood – Lessons for dead wood management. *Silva Fennica* 39 (2) 289-309
- KIRBY, K. J. – REID, C. M. – THOMAS, R. C. – GOLDSMITH, F. B. (1998): Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. *Journal of Applied Ecology* 35 (1998) 148-155
- LAKATOS F. (2006): Fennyőállományokban végrehajtott egészségügyi termelések szerepe védett és/vagy veszélyeztetett fában és kéregben költő bogárfajok esetén (Coleoptera). *Természetvédelmi Közlemények* 12 pp. 123-131
- MERGANICOVÁ, K. – MERGANIC, J. – SVOBODA, M. – BACE, R. – SEBEN, V. (2012): Deadwood in Forest Ecosystems. In: BLANCO, J.A. (ed): *Forest Ecosystems – More than Just Trees*. InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/forest-ecosystems-more-than-just-trees/deadwood> 2016.10.31.
- MERKL O. (2016): A szaproxilofág bogarak (Coleoptera) szerepe a holtfa lebontásában. 129-154 In: *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény*
- ÓDOR P. (2005): Javaslat a fekvő holt fa szisztematikus mérésére az erdőrezervátumokban. *Kutatási jelentés, kézirat*
- ÓDOR P. (2016): Az erdei biodiverzitást meghatározó tényezők az Őrségi Nemzeti Parkban. 603-624 In: *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére. Tanulmánygyűjtemény*
- ÓDOR P. – STANDOVÁR T. (2003): Changes of physical and chemical properties of dead wood during dead wood. *Nat-Man Working Report* 24.
- ÓDOR P. – VAN HEES, A. F. M. – HEILMANN-CLAUSEN, J. – CHRISTENSEN, M. – AUDE, E. – VAN DORT, K.W. – PILTAVER, A. – SILLER, I. – VEERKAMP, M. T. – GREBENC, T. – KUTNAR, L. – STANDOVÁR, T. – KOSEC, J. – MATOÉEC, N. – KRAIGHER, H. (2004): Ecological Succession of Biophytes, Vascular Plants and Fungi on Beech Coarse Woody Debris in Europe. *Nat-Man Working Report* 50.
- SCHUCK, A. – MEYER, P. – MENKE, N. – LIER, M. – LINDNER, M. (2004): Forest Biodiversity Indicator: Dead Wood – A Proposed Approach towards Operationalising the MCPFE Indicator. 49-77 In: MARCETTI, M. (ed): *Monitoring and indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to opportunity*. EFI Proceedings No. 51
- SOMOGYI Z. (1998): A bolygatás jelentősége, szerepe az erdei ökoszisztémákban és erdőművelési jelentősége. *Erdészeti Kutatások* 88 (1998) 165-194
- STOCKLAND, J. N. – TOMTER, S. M. – SÖDERBERG, U. (2004): Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. 207-226 In: MARCETTI M. (ed): *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Opportunity*. EFI Proceedings No. 51
- SZMORAD F. (2011): A Soproni-hegység erdeinek történeti, növényföldrajzi és cönológiai vizsgálata. In: BARTHA D. (szerk): *TILIA Vol XVI. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Növény-tani Tanszék* 272 pp.
- VACEK, S. – VACEK, Z. – BÍLEK, L. – HEJCMANOVÁ, P. – STÍCHA, V. – REMES, J. (2015): The dynamics and structure of dead wood in natural spruce-beech forest stand – a 40 year case study in the Krokonose National Park. *Dendrobiology* 73 (2015) 21-32

ORSZÁGOS ERDŐÁLLOMÁNY PROGNÓZIS – 2050

KOTTEK PÉTER

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Erdészeti Igazgatóság
KottekP@nebih.gov.hu

Bevezetés

Az erdőállomány-prognózis, illetve a céljaiban szűkebb, de koncepciójában a prognózishoz szorosan kötődő és módszertanilag is rokon hozamszabályozás egészen az 1990-es évek közepéig a magyar erdőrendezéstani tudományok meghatározó témái voltak. KIRÁLY LÁSZLÓ professzor iskolateremtő tézisei nemzetközi szinten is elismerést arattak. (KIRÁLY 1986, KIRÁLY és tsai. 1992, KIRÁLY – MÉSZÁROS 1995).

Az erdőállomány-prognózisok továbbgondolása a gazdálkodás fenntarthatóságának kérdése és a gazdálkodásra vonatkozó összetett, gyakran egymásnak ellentmondó, élesen artikulált elvárások miatt újra aktuális. Szemben állnak egymással a gazdasági eredményesség és a természetvédelem igényei; az erdőállomány fahozamának konkurens felhasználási lehetőségei (pl. faipari alapanyagként, megújuló energiaforrásként, vagy ki nem termelve széntárolóként); a klímaváltozás átalakítja a termőhelyeket és a különböző adaptációs stratégiák hevesen vitatottak; az emelkedő élelmiszer-árak eltolják a földhasználati arányokat, s ezzel próbálnak versenyezni az erdőtelepítési támogatások.

Az ország erdőállománya azonban csak egyféle kompromisszum mentén szolgálhatja a fenti célokat, s mint MÁTYÁS (2010) véleménycikkének címében tömören összefoglalta: „előrejelzések szükségesek” a különböző célok, az ismert trendek, a lehetséges intézkedések hatásainak és a szakértői várakozásoknak a vizsgálatára. Az előrejelzések erdőállomány-szinten szintetizáló eszköze pedig az erdőállomány-prognózis: a fenti diskurzus algoritmusokba, modellekbe és értékelhető statisztikákba foglalása.

Vizsgálati módszerek

KIRÁLY (1994) két lehetőséget ír le az erdőállomány jövőképeinek meghatározására:

1. A jövőkép az erdőállomány egy előre definiált, statikus célállapota, amit a termőhelyi viszonyok, a kiindulási állapot, az erdőgazdálkodás ágazatpolitikai céljainak stb. függvényében valamilyen optimum-számítási eljárással határozzunk meg. A szabályozás célja az, hogy az erdőállomány a jövőkép felé konvergáljon és a konvergenciát a prognózis algoritmusai biztosítják.
2. A célállapot előre nem ismert, csak a vizsgált szabályozó paramétersorok (véghasználati-, erdőnevelési- és felújítási mátrixok stb.), és a stratégia sok cikluson keresztül ismételt működése mutatja meg a végállapotot – ha egyáltalán konvergens a folyamat. A jövőkép tehát valamilyen vizsgálni kívánt szabályozási stratégia határ-állapota.

Nehéz választ adni arra, hogy eleink miért az első verziót alkalmazták – talán nem volt mód a megfelelő részletességű tapasztalati paramétersorok előállítására –, de az Országos Erdőállomány Adattár (OEA) jelenleg már alkalmas a gyakorlatban megvalósuló szabályozó mátrixok levezetésére.

A tervezett négy scenárióból egy készült el, a legfontosabb, a Business as Usual (BAU), ami abból a feltételezésből indul ki, hogy a folyamatok a közeljövőben is ugyanúgy fognak zajlani, mint a megelőző 10 éves (2006-2015) referencia-időszakban. A BAU scenárió arra ad választ, hogy az erdőállomány-gazdálkodás közelmúltjának folyamatai hová vezetnének a közép-távú jövőben.

A modell az Országos Erdőállomány Adattár erdőrészelein fut, minden erdőrészetet külön kezel, az erdőrészek és fajajsoaik évenkénti állapotait állítja elő. A fajajsokat évenként korosbítja, újraszámolja fakészletüket és növedéküket, kalkulálja az előhasználatokat és a vég-

használat elérkezteivel letermeli őket. A magassági növedékesítést a függvényesített kor-magasság növekedésmentek alapján végzi (GÁL 1988). Az élőfakészletet és a folyónövedéket az igazgatásban alkalmazott fatermési táblák szerint számítja.

A modell jelenleg csak tarvágásokkal dolgozik. A fahasználati rezsimet, a vég- és előhasználati vágáskorok eloszlását (vég- és előhasználati mátrix) a referencia-időszak erdőgazdasági gyakorlatából vezettem le, fafajcsoportonként, rendeltetésenként (gazdasági és természetvédelmi) és fatermési osztályonként. Az elterjedt fokozatos felújítóvágások vágáskor-eloszlásait a szabályozó mátrix figyelembe veszi.

A tény-adatok alkalmazása és a vágáskorok eloszlásának fuzzy-logikája miatt a modell jól kezeli az ún. FNAWS¹ (Forest Not Available for Wood Supply) területeket: olyan állományokat, amelyek véghasználata a rendezetlen gazdálkodói jogviszonyok, az erdő rendeltetése (főleg talajvédelmi), a felújítás kockázatos volta, vagy az alacsony jövedelmezőség stb. miatt hosszú ideig nem várható és a bizonytalan ideig kitolódhat.

Ukor terv (vágásérettség) - tény (vágáskor)

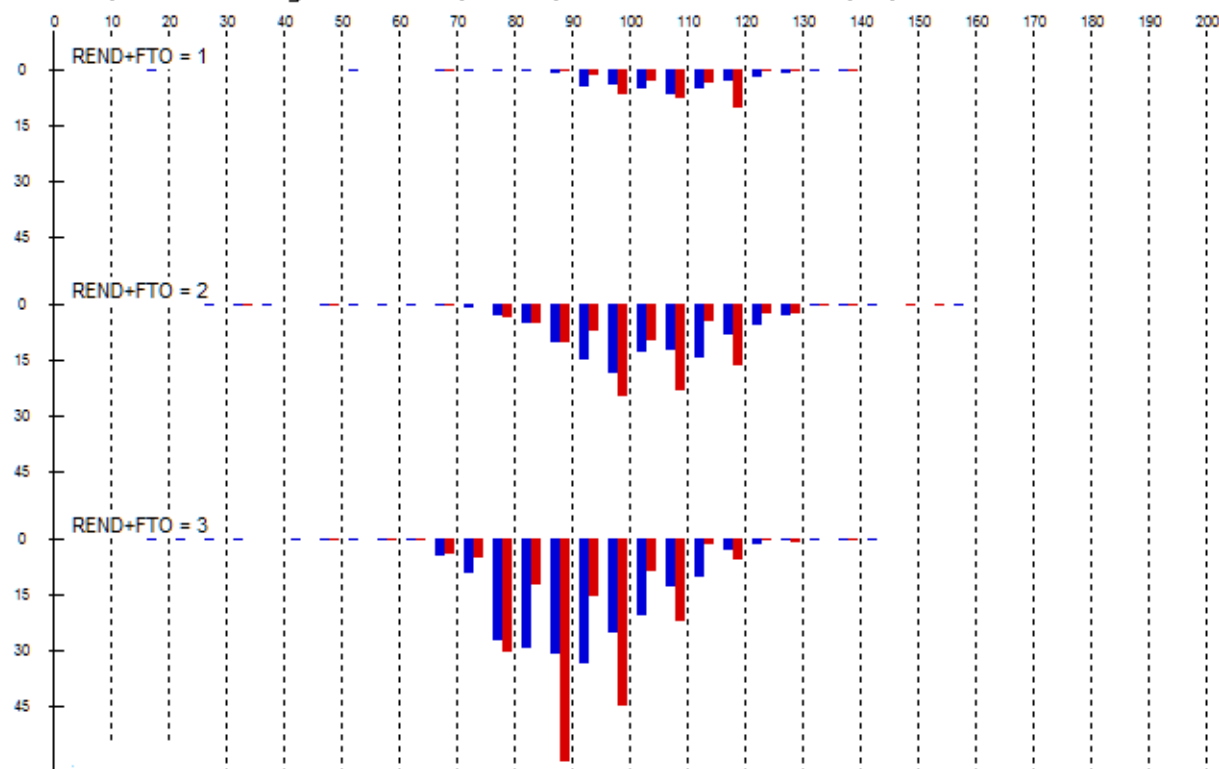
Főfafaj csoport (korosztálytáblai 22db-os): KTT (2)

FC-definíciók v21 szerint (igazgatási)

Korosztályszélesség: 5 év

Csoport: REND+FTO (GAZD)

Hozam (1 éves átlag 2006-2015): 764,18 hozami terület (ha)



1. ábra. A KTT fajfajcsoport véghasználati hozami területének eloszlása gazdasági rendeltetésben, 5 éves bontásban, hektárban, az 1-3 fatermési osztályban, az erdőtervi előírások (piros) és a megalósult véghasználatok (kék) szerint. (Az ábráról terjedelmi okokból a 4-6 fatermési osztály hisztogramjait elbogytam.) Ez a véghasználati mátrix egyik sora, a teljes mátrixot a további fajfajcsoportok sorai (rendeltetés és fatermési osztály szerinti bontásban) alkotják.

A projekt egyik legfontosabb tapasztalata, hogy a tény véghasználati vágáskorok jelentősen eltérnek a körzeti erdőtervezéskor előírt vagy ajánlott vágásérettségtől, illetve eltérnek az erdőnevelési modelltáblák javaslataitól is.

¹ FNAWS: magyarra faanyagtermelést nem szolgáló erdőknek lehetne fordítani, de mivel ez a kifejezés az OEA kódjegyében az egyik üzemmód megjelölése szolgál (FANE), a fogalmak elválasztásának érdekében megtartottam az eredeti angol formát.

Az erdőfelújításokat a felújítási mátrix írja le: ez annak eloszlása, hogy az egyes véghasznált erdőrészek milyen eséllyel alakulnak át más faállománytípusokká. A modell kezeli az identikus felújításokat, a sarjzatatást, a fajaj-azonos, de mag eredetre való átalakítást és a teljes fajajcserét is. Külön gondot fordítottam a véghasználat éve és az elsőkivitel megjelenése közti üresvágás időszakainak realiztikus leírására, mert ezek a rövidebb-hosszabb eltolódások elég jelentősen befolyásolják az erdőállomány összképét.



2. ábra. A véghasznált KST mag eredetű állományokat követő, felújított állományok faállománytípusának eloszlása gazdasági rendeltetésben, a referencia-időszak adatai alapján. Ez a felújítási mátrix első sora, a teljes mátrixot a további fajajcsoportok sorai (rendeltetés és eredet szerinti bontásban) alkotják.

Az erdőállományba belépő talált erdők, a felújítások, a telepítések a referencia-időszak talált erdeit, felújított és telepített részleteit másolják. Az algoritmus a 2006-2015-ös referencia-időszak új erdőrészeiből (pool) a kívánatos faállománytípus-eloszlásnak megfelelően, de ezen belül véletlenszerűen válogat, és minden ciklusban a kívánt területhatárig lépet be részleteket. A megoldás előnye, hogy a beléptetett részletek megőrzik fajajcsoportjaikat, elegységüket és minden egyéb paraméterüket (pl. természetesség) továbbviszik.

Az erdőtelepítés a rendelkezésre álló nagy területek miatt eddig elsősorban támogatási kérdés volt. A telepítési prognózist SZAMOSFALVI KÁROLY, NAGY JÓZSEF és KIRÁLY ÉVA ILONA dolgozta ki (SZAMOSFALVI és tsai 2017) az uniós támogatási források, a korábbi erdőtelepítések determinációja és a telepítési költségek ismeretében, abból kiindulva, hogy a jelenleg futó 7 éves EU-s költségvetési ciklushoz hasonló támogatási színvonal várható a jövőben is.

Eredmények

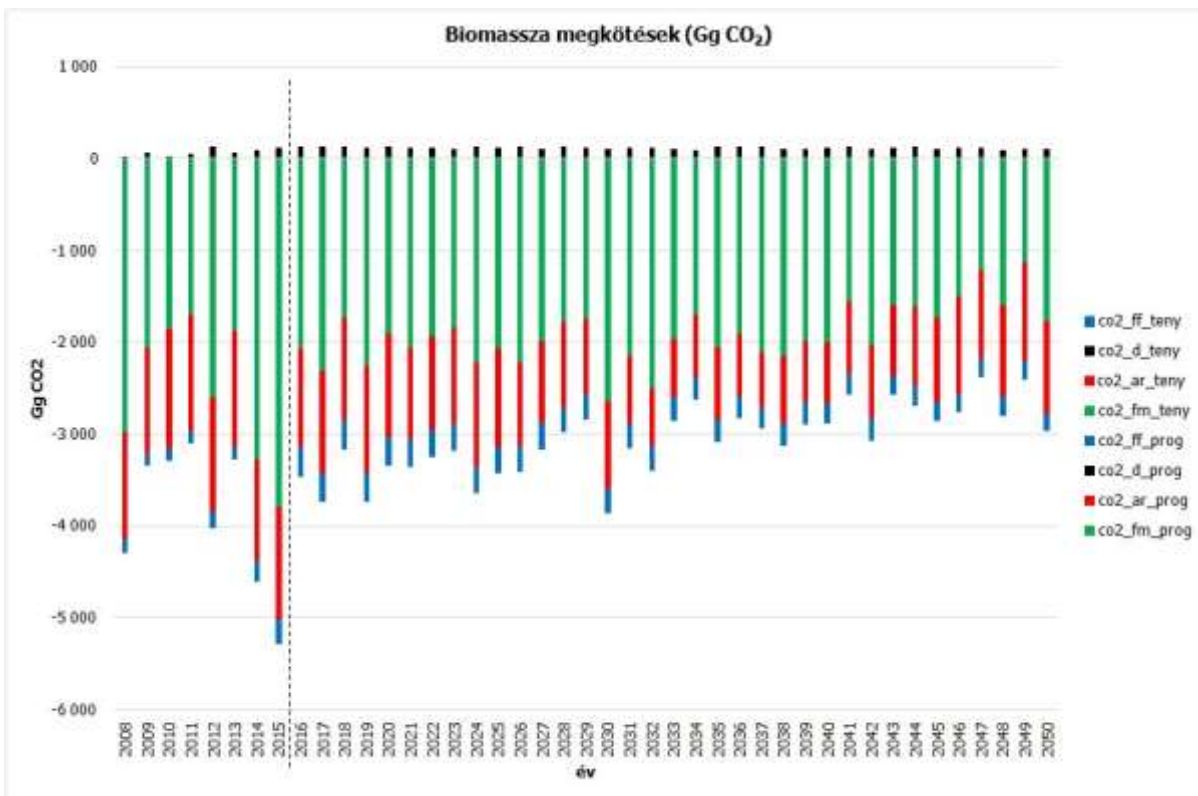
A BAU szcenárióban a prognosztizált erdőterület lassan növekszik, de az erdőszűkség 2050-re is csak 22,7%-ra emelkedik (2015-ben 20,9% volt). Az erdőállomány öregedőben van, az átlagos kor 42,8 évről (2015) 53,4 évre (2050) nő, egyre több állomány lépi túl a ma szokásos vágásérettséget, de a zömük még nem lesz elég idős ahhoz, hogy a fenntarthatóságuk megkérdőjeleződne. A véghasználati fakészlet enyhén emelkedik: a 2010-2015 között jellemző évi 5,0-5,5 millió m³-ről 2050-ig 6,5 millió m³-re. Ezzel együtt középtávon az erdőállomány egészére nézve továbbra is a felhalmozódás jellemző, az élőfakészlet továbbra is növekszik, igaz, egyre lassabb ütemben. A tartamosság a vizsgált periódusban nem sérül.

A modell kisebb gazdálkodási egységekre is (pl. erdészetek, erdőgazdasági Zrt-k) alkalmazható.

Ellenőrzés

Vizsgáltam a referencia-periódus (2006-2015) tényeinek és egy 2006-ból indított modell-futás eredményeinek eltérését. A főbb mutatók jellemző éves átlagos eltérései és az adattári tényezőtől való eltérés iránya:

- Élőfakészlet: [+] 0,5-1,5 % (~3,5 millió m³-rel több, mint a tény-adat).
- Az élőfakészlet növekménye: [-] 5-6 % (~200 ezer m³-rel kevesebb, mint a tény).
- Véghasználati hozami terület: [+] 0,3-0,4 % (~ 100 ha-ral több).



3. ábra. Az erdőállomány föld feletti és föld alatti biomasszájának előre jelzett CO₂-megkötései az IPCC-módszertan (ENSZ üvegházgáz-leltárak) szerint. 2016-tól kezdődően láthatók a prognosztizált adatok. Megfigyelhető a megkötések enyhe csökkenése a fahasználatok hasonlóan enyhe növekedésével összefüggésben.

Fejlesztési irányok

- A különböző becslési módszerek szerint az OEA nyilvántartásán kívül a 70-200 ezer hektár faállomány létezik az ország területén: kidolgozandó ezek beépítése a prognózisba.
- A Erdőtörvény 2017-es módosításának hatásvizsgálata. A legutóbbi erdő törvény-módosítás felszabadította a magánszektorban levő kultúrerdők és faültetvények vágáskorát, és jelenleg élénk viták tárgya, hogy ennek milyen hatása lesz. Egyes vélemények szerint az erdőtervezés már eddig is nagyjából piaci viszonyoknak megfelelő vágáskorokat írt elő, mások szerint hatalmas turbulenciák és legalább átmenetileg jelentős kitermelések várhatók.
- A Klímaváltozási scenárió (KLM) kidolgozása. A BAU scenáriót alapul véve becsléseket lehet tenni a véghasználati rezsim módosulására: feltételezhetően megszaporodnak az egészségügyi termelések és előre tolódnak a vágáskorok. Az Agrárklíma 2 projekt várható eredményeinek (ILLÉS és tsai 2014, ILLÉS és FONYÓ 2016) beépítésével (a klímascenáriók, a FAI-index (FÜHRER 2010) megváltozása, s ezek következményeként a fatermőképesség-eltolódások, a mortalitási határ eltolódása, az elegyarányok megváltozása, a záródáscsökkenés, a felújítási rezsim célszerű átalakítása fafajcserékkel, klímateránsabb származásokkal stb.) megfogalmazható az erdőállomány valószínű fejlődési pályája.
- A nettó fakitermelés becslése. Egy nettósítási eljárás beépítésével becsülhető a tűzifa- és iparifa-kihozatal.
- Szálalás és nem vágásos üzemmódok beépítése. A nem vágásos üzemmódok eltérő gazdálkodási gyakorlatot jelentenek: más hozamokat, eltérő élőfakészleteket, a várakozások szerint nagyobb stabilitást, nagyobb társadalmi elfogadottságot és alacsonyabb felújítási költségeket. Jelenleg (2017) összesen 18 500 hektárt kezelnek szálalással és emellett 76 ezer hektár faanyagtermelést nem szolgáló illetve 73 ezer hektár átalakító üzemmódú erdő

van. A nem vágásos üzem módok erdőtörvény által elvárt területaránya sem meghatározó az erdőállomány egészére nézve (a kötelezés összesen kb. 100 ezer hektár állami tulajdonú területre vonatkozik), de mindenképpen foglalkozni kell ezzel az alternatívával.

Köszönetnyilvánítás: Ez a kutatás 2015-ben az Agrárklíma 2 projekt keretében (VKSZ 12-1-2013-0034), a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet megbízásából és finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

- FÜHRER E. (2010): A fák növekedése és a klíma. „KLÍMA-21” Füzetek, 61. szám, 98-107
- GÁL J. (1988): Fatermési függvények bevezetése az üzemtervek számítógépes adatfeldolgozásába. Kutatási jelentés. – Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőrendezéstani Tanszék, Sopron.
- ILLÉS G. – KOLLÁR T. – VEPERDI G. – FÜHRER E. (2014): A zalai faállományok magassági növekedésének és fatermésének kapcsolata a termőhelyi tényezőkkel. Erdészettudományi Közlemények 4. évfolyam, 2. szám, 77-89.
- ILLÉS G. – FONYÓ T. (2016): A klímaváltozás fatermésre gyakorolt várható hatásának becslése az AGRATÉR projektben. Erdészettudományi Közlemények 6. évfolyam, 1. szám, 25-34.
- KIRÁLY L. (1986): Új eljárások a hosszúlejáratú erdőgazdasági üzemtervek készítésében. Kandidátusi értekezés, Budapest.
- KIRÁLY L. és *tsai* (1992): Zárójelentés az 1875. nyt. sz. OTKA kutatásról. Az erdőállománnyal való gazdálkodás optimális szabályozási stratégiájának megalapozása. – Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőrendezéstani Tanszék, Sopron.
- KIRÁLY L. (1994): Erdeink jövőképe (kézirat). – Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőrendezéstani Tanszék, Sopron.
- KIRÁLY L. – MÉSZÁROS K. (1995): Konvergens prognózisok szerepe az erdőgazdasági stratégiák tervezésében. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 1994-95, 137-149.
- MÁTYÁS CS. (2010): Forecasts needed for retreating forests (Opinion). Nature, 464 (7293): 1271.
- SZAMOSFALVI K. és *tsai* (2017): Erdőtelepítési prognózis. Kutatási jelentés, az Agrárklíma 2 (VKSZ_12-1-2013-0034) projekt keretében a NAIK ERTI és a NÉBIH Erdészeti Igazgatóság közt létrejött szerződés alapján készülő erdőállomány-prognózis részanyaga.

TALAJTANI VIZSGÁLATOK A LAJTA-PROJECTBEN

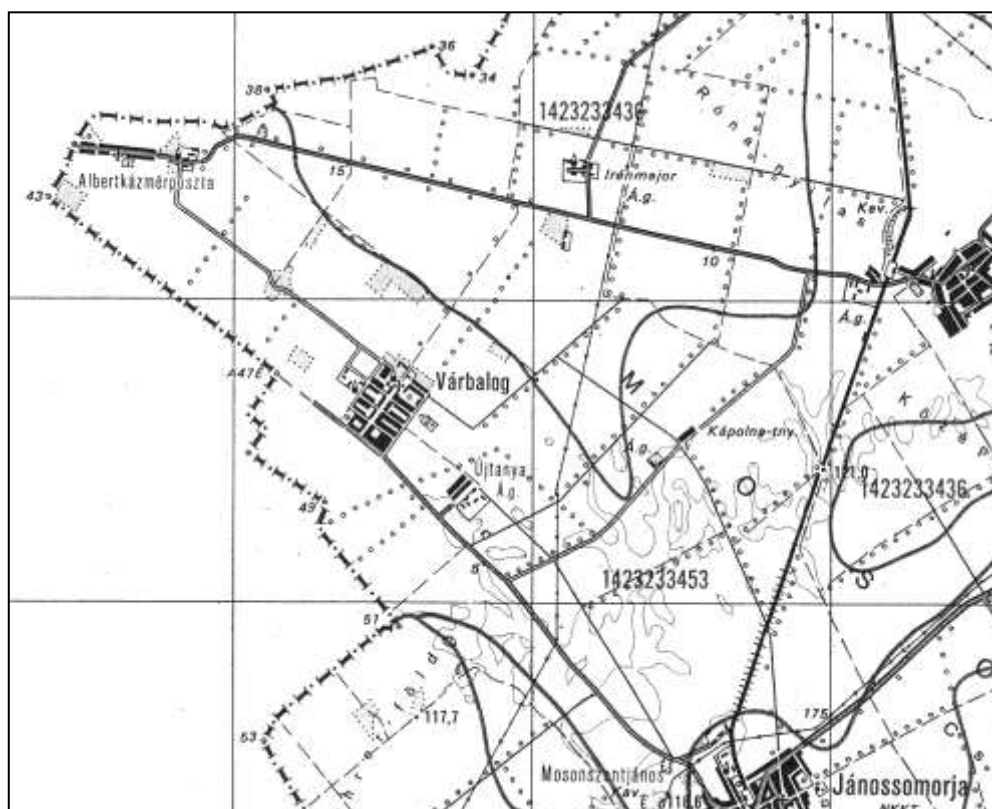
LÁSZLÓ RICHÁRD¹ – HEIL BÁLINT²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
laszlo.richard@uni-sopron.hu

Bevezetés

A Soproni Egyetem Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetének apróvadas kiemelt jelentőségű kutatási területe a Lajta Project, amely az ország észak-nyugati felében Győr-Moson-Sopron megyében, Mosonszolnok, Várbalog és Albertkázmerpuszta települések határában található (1. ábra), kiterjedése 3065 ha. A terület jellemzően mezőgazdasági művelés alatt áll, az erdő, fasorok területe csekély, ami jórészt az éghajlati és talajadottságainak köszönhető.



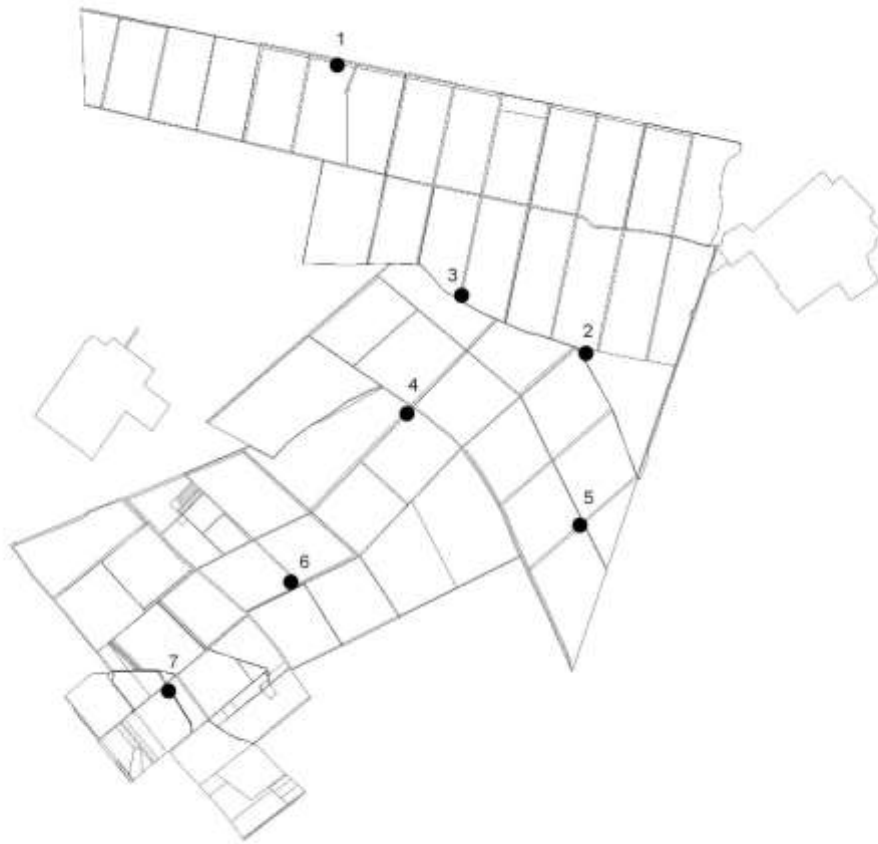
1. ábra: A Lajta project területének agrotopográfiai térképe (MÉM OFTH, 1983)

A Lajta-project területének kialakulását földtani szempontból meghatározta, hogy a Duna és mellékfolyóinak árterében helyezkedett el, így jelentős mennyiségű kavics, honok és agyag rakodott le. (PÉCSI, 1962). A kavicslerakódások jelentős nagyságát bizonyítják a környéken működő kavicsbányák, valamint a Magyar Állami Földtani Intézet fúrásai (PÉCSI 1975). A mezőgazdálkodáshoz kapcsolódó művelt talajréteg tulajdonságait feltáró talajvizsgálatokon kívül az elmúlt évtizedekben jelentősebb talajtani kutatás nem zajlott.

Anyag és módszer

A területen folyó vadgazdálkodási kutatások segítése érdekében vizsgáltuk meg a talajviszonyokat a projectben 2011-ben, e munka keretében először talajfúrásokat végeztünk, majd 7 jellegzetes ponton talajszelvényt nyitottunk (2. ábra), ügyelve arra, hogy egy-egy szelvény jól jellemezze az adott területrészt. A szelvénynyitást követően helyszíni talajvizsgálatokat végeztünk a

talajszelvényekben az általános metodika szerint (BELLÉR – VARJÚ 1986), ennek keretében elkülönítettük a szinteket, leírtuk az egyes szintek jellemző morfológiai jegyeit, majd pedig a laboratóriumi vizsgálatokhoz talajmintákat vettünk.



2. ábra: A talajszelvények elhelyezkedése a Lajta projektben

A laboratóriumi vizsgálatokat az UIS Ungarn Laborvizsgáló Szolgáltató Kft végezte el akkreditált laboratóriumában Mosonmagyaróváron az alábbi szabványoknak megfelelően:

- pH (H₂O) - MSZ-08-0206-2:1978,
- pH (KCl) - MSZ-08-0206-2:1978,
- y₁ - MSZ-08-0206-2:1978,
- y₂ - MSZ-08-0206-2:1978,
- Vízdoldható összes só - MSZ-080206:1978
- Szóda lúgosság - MSZ-080206-2:1978
- Szénsavas mész – MSZ-080206-2:1978
- Arany-féle kötöttségi szám - MSZ-08-0205:1978
- Kuron-féle hy% - MSZ-08-0205:1978,
- Humusztartalom - MSZ-080210:1977
- Foszfor (P₂O₅) (AL) - MSZ 20135:1999,
- Kálium (K₂O) (AL) - MSZ 20135:1999.

Eredmények

Megállapítottuk, hogy a projekt területén jellemzően karbonátos öntéscsernozjom talajok képződtek, melyeknek a PÉCSI (1975) által is említett felszín közeli kavicskúpokon, a mezőgazdasági művelés hatására fellépő erózió mellett igen sekély termőrétegű, felszín közeli talajhibával terhelt, nagyon gyenge termőképességű formája a meghatározó (3. ábra). A terület kisebb részét

sekély/közepes termőrétég mélységű karbonátos öntéscsernozjom jellemzi (4. ábra). Ezen talajtípusokra jellemző a területen, hogy közepes humusztartalommal bírnak, vályog fizikai féleségűek, az AL-P ellátottság gyenge ill. közepes, míg az AL-K ellátottság közepes ill. jó, a termőrétég kémhatása semleges ill. gyengén lúgos, míg az alapkőzeté a gyengén lúgos, lúgos, a feltalaj általában meszes, az altalaj erősen meszes. A szelvényekben szóda és összes só nincs jelen.

A mosonszolnoki vasútvonal mentén a mészlepedékes csernozjom (5. ábra) is előfordul. Erre talajtípusra jellemző, hogy közepes humusztartalomú, vályog fizikai féleségű STEFANOVITS (1992) szerint jelentős durva por frakcióval, az AL-P ellátottság közepes, míg az AL-K ellátottság jó, a termőrétég kémhatása lúgos, az A-szint gyengén meszes, a B-szint meszes, másodlagos mészkiválásokkal. A szelvényekben szóda és összes só nincs jelen.

A Lajta projekt déli részein egy viszonylag keskeny sávban eltemetett humuszos szinttel jellemezhető karbonátos öntés csernozjom talaj kombinációja figyelhető meg. Erre talajtípusra jellemző, hogy közepes humusztartalomú, homokos vályog fizikai féleségű. A talaj kémhatása gyengén lúgos. A szelvényben gyenge kilúgozás fedezhető fel, az öntés rétegzettség és az eltemetett A-szint miatt jellegzetes pH-profil nincs. A felső szintben a szénsavas mész-tartalom alacsony, az alapkőzetben közepes, majd az eltemetett szintben ismét lecsökken. Szóda és összes só nincs jelen a talajszelvényben.



3. ábra: sekély termőrétégű karbonátos öntéscsernozjom

4. ábra: közép mély termőrétégű karbonátos öntéscsernozjom

5. ábra: mészlepedékes öntéscsernozjom

Összefoglalás

A szakirodalmi adatok szerint a területen talajtani szempontból meghatározó a dunai hordalék és az arra rakódó löszön lezajlott talajképződés. Az erdőssztyepp klímában, az alföldihez hasonló körülmények között a csernozjom fő típusba tartozó talajtípusok alakultak ki. A 2011-es talajvizsgálatok (talajfúrások, szelvények és ezek laboratóriumi vizsgálata) eredményeképpen megállapítottuk, hogy a Lajta project területére a karbonátos öntéscsernozjom talajok jellemzőek. A felszín közeli kavicskúpokon meghatározó az igen sekély termőrétégű, felszín közeli talajhibával terhelt, nagyon gyenge termőképességű változat, míg a terület többi részét se-

kély/közepes termőréteg mélységű karbonátos öntéscsernozjom a jellemző. A Csorna – Hegyeshalom vasútvonal menti területeken a mészlepedékes csernozjom is előfordul, míg a déli részeken egy viszonylag keskeny sávban eltemetett humuszos szinttel jellemezhető karbonátos öntés csernozjom talaj kombinációja figyelhető meg.

A területen előforduló talajok vízgazdálkodása a jellemzően sekély termőréteg és a felszín közelében elhelyezkedő kavics ágyazati kőzet miatt gyenge, ezért a mezőgazdasági termelés biztonsága aszályos időszakban alacsony.

A területen részletes talajtérkép elkészítése indokoltnak tűnik, tekintettel arra, hogy az öntéseredet következtében a talajok rendkívül változatos mélységűek és összetételűek, a termőhelyi foltok mozaikosan helyezkednek el.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást támogatta az UIS Ungarn Laborvizsgáló Szolgáltató Kft.

Irodalomjegyzék

- BELLÉR P. – VARJÚ P. (1986): Termőhelyismerettan gyakorlat I. EFE Egyetemi jegyzet. Sopron.
MÉM OFTH (1983): Agrotopográfiai térkép 72. Kartográfiai Vállalat, Budapest
PÉCSI M. (1962): A Kisalföld geomorfológiai képe. Földrajzi Közlemények X. kötet, 2. szám
PÉCSI M. (1975): A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi-peremvidék. Magyarország tájféldrajza, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet sorozata, Akadémiai Kiadó, Budapest
STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

MIKROKLIMATIKUS VISZONYOK VIZSGÁLATA FERTŐDÖN A 2016/17 ÉVBEN

NAGY GABRIELLA MÁRIA

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet
nagy.gabriella@fruitresearch.naik.hu

Bevezetés

Az agrometeorológia a meteorológia egyik gyakorlati felhasználási területe, ami az egyre olcsóbb mérőműszereknek köszönhetően egy rohamosan fejlődő ágazattá válik. A nagy mennyiségű és jó minőségű adatot adó szenzoroknak és az online hozzáférésnek köszönhetően a gazdálkodók szinte azonnal hozzájuthatnak a saját ültetvényükben lévő időjárási jellemzőkhöz, ami a mezőgazdasági termelés számára jelentős előrelépést jelent az ültetvényfenntartási munkáktól, a növényvédelmen át, egészen a betakarítás időzítéséig. A gazdálkodók által felvett időjárási adatok – a saját ültetvény működtetésén túl – értékes információval szolgálnak az adott terület klimatikus specifikumairól, ami hosszútávon segít pontosítani az országos előrejelzést és a regionális szintű klímamodelleket.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálati terület Fertőd külterületén (hrsz. 0213) található. A Fertődi-medencére jellemző sík, 2 méternél kisebb mikro-domborzati különbségek tapasztalhatók a közel 20 ha-os egybefüggő, mezsgyékkel határolt mezőgazdasági művelés alatt álló területen.

A Péczeli-féle éghajlati körzet-osztályozás szerint a terület a mérsékelt meleg–száraz zónába tartozik, évi átlagos középhőmérséklete 10-11 °C, a téli hónapok időjárása változékony, a leghidegebb téli hónap általában a január. A nyári hónapok időjárása kiegyenlítettebb, jellemzően a legmelegebb időszak július utolsó harmada és augusztus első fele közé esik (AUJESZKY *et al.* 1951., BACSÓ 1973, PÉCZELY 1998, VARGA-HASZONITS *et al.* 2006).

A méréseket egyrészt az Agrárin Kft. által biztosított METOS[®] mérőegységgel, másrészt a NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézetével közösen beszerzett COMET[®] és TRACK-IT[®] szenzorokkal és adatrögzítőkkel végeztem. A szenzorok 10 perces gyakorisággal rögzítik az adatokat. A mért adatok: léghőmérséklet talajszinten, 1 m magasságban és 1,5 m magasságban [°C]; talajhőmérsékletet 15 cm mélységben [°C]; csapadék mennyiség [mm]; levélnedvesség [min]; relatív nedvesség [%]; harmatpont [°C].

Az összehasonlító adatokat BACSÓ (1973), PÉCZELY (1998), VARGA-HASZONITS és munkatársai (2006) és az Országos Meteorológiai Szolgálat [URL1] közlései alapján dolgoztam fel.

Vizsgálati eredmények és az eredmények értékelése

A mérések eredményeként megállapítható, hogy az éves átlag hőmérséklet a Péczeli osztályoknak megfelelően alakult, 10,6 °C volt, viszont a szélsőértékek tekintetében jelentősen eltért az OMSZ által publikált Győrre vonatkozó sokéves (1963-2007) jellemzőktől. A vegetációs időn kívüli mért minimum értékek jóval alacsonyabbak voltak, mint az átlag, a tavaszi és őszi havi minimumok is jellemzően alacsonyabbaknak bizonyultak, továbbá a vegetációs időszaki maximumok is magasabb értéket mutattak. A január kiugró mértékben tért el a megszokottól, különösen hosszú, hideg időszak jellemezte, a napi minimum érték csak egy napon haladta meg a 0°C-ot, és a napi átlag hőmérséklet is csak 5 napon volt fagyponthoz közel.

Az évi közepes hőingás az átlagos 21-22°C-ot jelentősen meghaladó, 27,1°C volt, ami első sorban a kiugróan hideg januári -4,3°C-os átlaghőmérsékletnek a következménye, míg az év legmelegebb napján az átlaghoz közeli 38,1 °C-ot mértem.

A vegetációs időszak hőmérséklete az átlagost enyhén meghaladó volt a teljes időszakban, viszont a hőmérsékleti minimumok és maximumok jelentősen eltértek a megszokottól, a minimumok alacsonyabbak, míg a maximumok magasabbak voltak az átlagosnál.

A téli és fagyos napok számában a 2016-os tél kiemelkedőnek számított, bár a téli napok száma csak 27 volt, ami a sokéves átlagnak megfelelő, viszont a fagyos napok száma 84 volt (1. táblázat), ami alul múlja a területen tapasztalt 90-100 napot (PÉCZELY 1998), viszont az utolsó fagy igen későn, május 10-én $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. A hosszan és egyenletesen hideg télnek köszönhetően csekély mértékű volt a téli kifagyás (AUJESZKY *et al.* 1951), viszont a tavasz végi elfagyás jelentős mértékű volt az arra érzékeny növénykultúrákban.

1. táblázat: Hónapok szerinti fagyos, téli, nyári, hőség- és forró napok száma¹⁻⁵ 2016. november 1-től 2017. október 31-ig.

Év	Hónap	Téli napok ² száma $T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$	Fagyos napok ³ száma $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	Nyári napok ⁴ száma $T_{\max} \geq +25^{\circ}\text{C}$	Hőség napok ⁵ száma $T_{\text{át}} > +25^{\circ}\text{C}$	Forró napok ⁶ száma $T_{\max} \geq +35^{\circ}\text{C}$
2016	November	0	13	0	0	0
	December	7	28	0	0	0
2017	Január	17	30	0	0	0
	Február	3	3	0	0	0
	Március	0	6	0	0	0
	Április	0	3	0	0	0
	Május	0	1	13	0	0
	Június	0	0	27	4	1
	Július	0	0	25	3	0
	Augusztus	0	0	23	6	4
	Szeptember	0	0	6	0	0
Október	0	0	0	0	0	
Összesen		27	84	94	13	5

A hőmérsékletileg lehetséges vegetációs periódus (LHVP)⁷ (VARGA-HASZONITS *et al.* 2006) 5°C -os küszöbértéken számolt kezdete az 52. nap volt, aminél korábbi vegetációs periódus kezdet az 1880-2000 közötti időszakban csak kétszer fordult elő 1990-ben és 1974-ben (VARGA-HASZONITS *et al.* 2006), a LHVP november 1-én zárult le az első $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os talajmenti faggal az év 305. napján, így a periódus hossza 253 nap volt, ami jól közelíti a sokéves átlagot ($LHVP_{\text{át}}=248,2$ nap, $s=13,88$).

A LHVP 10°C -os küszöbértéken számolt kezdete az év 121. napján volt (május 1.), míg a vége október 29-én a 302. napon, így a terminus 181 napos volt, aminél rövidebb periódus az 1881-2000 közötti időszakban az évek 18,5%-ában fordult elő.

A vegetációs ciklusban mért nyári napok száma 94 volt, ami jelentősen meghaladja az átlagos 65-70 napot. A hőségnapok száma 13 volt, amiből a legtöbb a megszokott módon augusztusban volt, viszont az olyan napok, amikor a hőmérséklet maximuma meghaladta a $+30^{\circ}\text{C}$ -ot 47 volt, egyenletesen 14-17 nap júniusban, júliusban és augusztusban, 1-1,5 hétnyi hőhullámmal jellemezhetően, továbbá a forró napok száma is elérte az 5 napot, ami többnyire csak 1 szokott lenni (1. táblázat).

A naptári időszakban meghatározott tenyészidőszaki⁸ hőösszeg $3289,24^{\circ}\text{C}$ volt, ami jelentősen meghaladta a sokéves átlag szerinti $3000-3100^{\circ}\text{C}$ -ot (BACSÓ 1973), ennek következtében számos növényfajon tapasztalható volt a napégés mind termésen, mind levélen.

² Téli nap: a hőmérséklet napi csúcserőke nem haladja meg a 0°C -ot. (PÉCZELY 1998)

³ Fagyos nap: a hőmérséklet napi minimuma kevesebb, mint 0°C . (PÉCZELY 1998)

⁴ Nyári nap: a hőmérséklet napi csúcserőke eléri, vagy meghaladja a $+25^{\circ}\text{C}$ -ot. (PÉCZELY 1998)

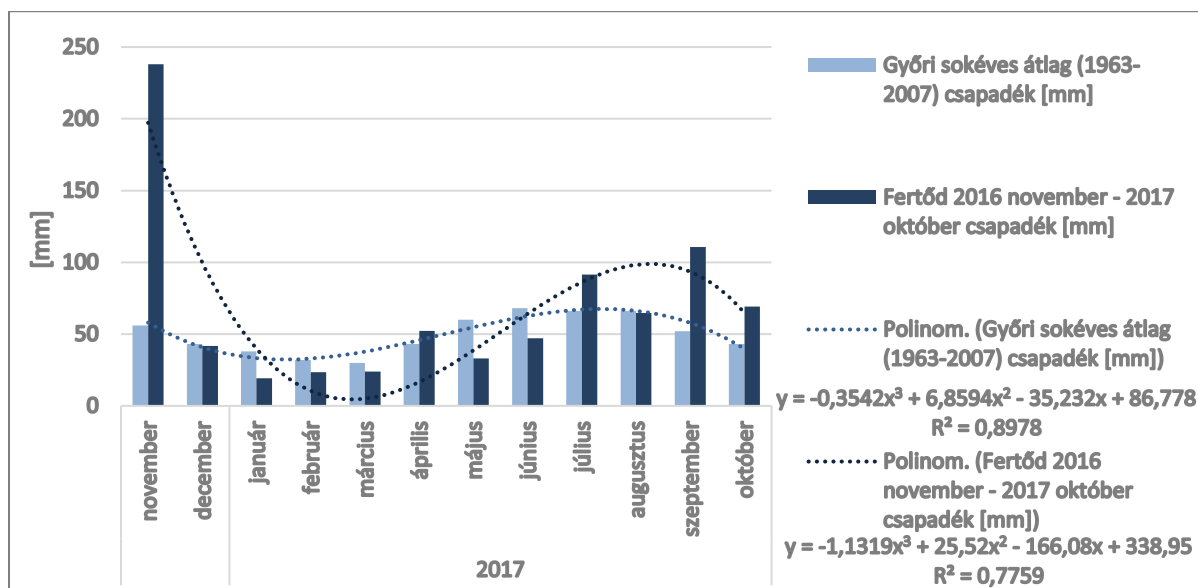
⁵ Hőség nap: a hőmérséklet napi átlaga eléri, vagy meghaladja a $+25^{\circ}\text{C}$ -ot. (PÉCZELY 1998)

⁶ Forró nap: a hőmérséklet napi csúcserőke eléri, vagy meghaladja a $+35^{\circ}\text{C}$ (BACSÓ 1973)

⁷ Hőmérsékletileg Lehetséges Vegetációs Periódus 5°C küszöbértéknél $\sum(T_{\text{át}}-5) \geq 0$ képlet szerint: az 5°C napi középhőmérséklet első átlépése után a napi középhőmérséklet ($T_{\text{át}}$) és az 5 fokos küszöbérték közötti különbség nem haladja meg a 0°C -ot (VARGA-HASZONITS *et al.* 2006).

⁸ Naptári időszakban meghatározott tenyészidőszak: április 1. – szeptember 30. (BACSÓ 1973)

Az összes lehullott csapadék a vegetációs időszakban kissé több volt az átlagosnál. A nyugalmi időszakra általában jellemző csapadékszegénységet nem tapasztaltam, hiszen a teljes vegetációs időszakkal közel megegyező mennyiségű (322,4 mm) csapadék hullott, ami a sokévi átlag közel kétszerese.



1. ábra: A 2016-2017-es vegetáción kívüli (november 1. – február 28.) és a 2017-es vegetációs időszak (március 1. – október 31.) csapadékvizsgálatai [mm] Fertődön, és az OMSZ által gyűjtött (1963-2007) sokéves havi csapadék-összegek átlaga a Győri mérőállomáson

A teljes vegetációs ciklusra vonatkozó éves csapadékösszeg 812,4 mm volt, ami a sokéves átlagot meghaladja (1. ábra). Bár a csapadék hullás jelleggörbéje az átlaghoz hasonló, viszont annak intenzitása jelentős eltéréseket mutat már a harmadfokú polinom függvényen is, kiugróan jelentősek a szélsőérték különbségek.

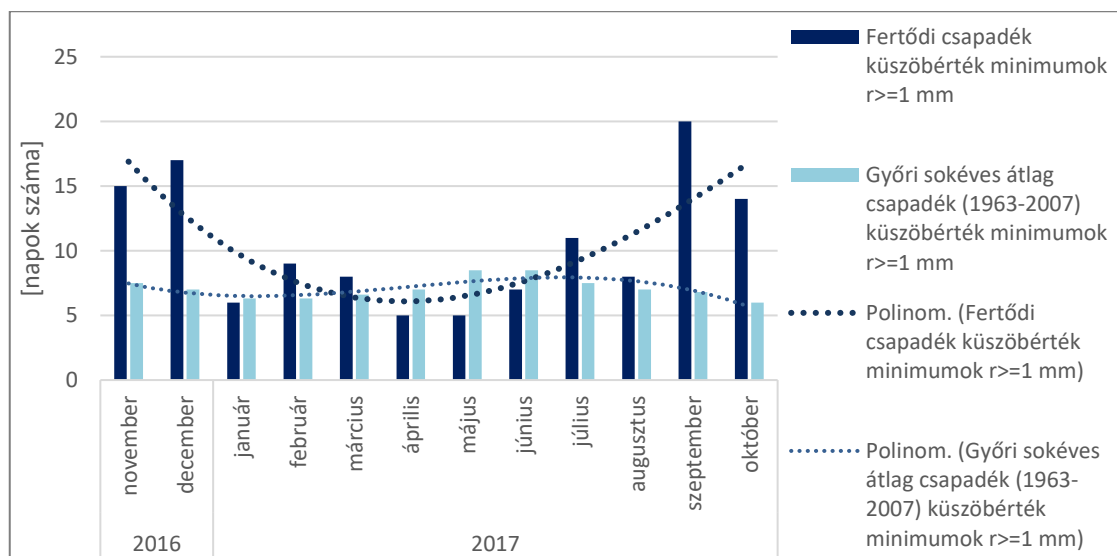
A Pálfai-féle ariditási index⁹ (PAI) szerinti számítással a vegetációs ciklus ariditási értéke 8,57, míg a sokéves átlag 9,98, bár az időszak elmarad az átlagos értéktől, összességében mégis elfogadható humiditás volt jellemző.

A vegetáción kívüli időszak átlagosan kezdődött (2016 októberében) 67,2 mm csapadékkal, viszont novemberben 238 mm eső esett (1. ábra), aminek 72,1%-a 3 nap alatt hullott le, a kiemelkedően csapadékos napok kiválasztásánál $r \geq 30$ mm csapadék küszöbérték minimumot vettem figyelembe. A fenti 3 kiugróan esős nap kivételével az átlagos csapadékontenzitást meg nem haladó napok egyenletesen alakultak a hónap folyamán: 24 napon hullott 0,1 mm-nél, 15 napon 1 mm-nél és 7 napon 5 mm-nél több csapadék (2. ábra). Októberben és novemberben a hónapok csapadékos napjain a napi középhőmérsékletek fagypont fölött alakultak, így a csapadék főleg eső volt, így az elszivárgást nem akadályozta a fagy. A december az összes lehullott csapadéktekintetében az átlagost közelítő mennyiséget mutatott, viszont a csapadék mennyiségi megelozlásában jelentősen meghaladta az általában tapasztalt viszonylag kismennyiségű, de gyakori csapadékképződés trendjét (2. ábra).

A vegetációs időszakot közvetlenül megelőző időszakban január-februárban a csapadék összeg 42,6 mm volt, ami a sokéves átlagnak csak 60,9%-a, amiből a januári csapadékösszeg különösen alacsony volt, mindössze 50,5%-a a szokásosnak. A csapadékhiányt súlyosbította a januári és februári kitartó fagy, ami megakadályozta a csapadék elszivárgását, viszont ahhoz nem volt elegendő, hogy jelentős védelmet jelentsen a talajfeletti növényi részek számára. A január-februári csapadékhiány miatt a vegetáció kezdetére a talaj nedvességtartalma igen alacsony volt, ami a vegetációs időszak kezdetén (márciusban) sem pótlódott. Márciusban is csak 23,8 mm

⁹ Pálfai-féle ariditási index (PAI) $PAI_0 = t_{IV-VIII} / P_{X-VIII}$ (GÁLYA et al 2015)

csapadék hullott, az is jellemzően igen kis mennyiségekben. Áprilisban a sokéves átlagnál több, 52,2 mm csapadék hullott, viszont május-júniusban ismét a sokéves átlag alatt maradt a csapadékösszeg 33 és 47 mm. Júliusban és szeptemberben a sokéves átlagot meghaladó mennyiségű csapadék hullott, míg augusztusban az átlagost megközelítő volt a mennyisége. Összességében a 2017-es vegetációs időszak kezdetén kiemelkedően kevés csapadék hullott, március-júniusban a sokéves átlag 77,6%-a volt, míg a vegetációs időszak végén a csapadék mennyisége a sokéves átlagot meghaladó mennyiségű volt, július-októberre 336 mm (147%) eső esett.



2. ábra: A 2016-2017-es vegetáción kívüli (november 1. – február 28.) és a 2017-es vegetációs időszak (március 1. – október 31.) $r \geq 1$ mm csapadék küszöbérték viszonyai [nap] Fertődön, és az OMSZ által gyűjtött (1963-2007) sokéves havi értékek a Győri mérőállomáson

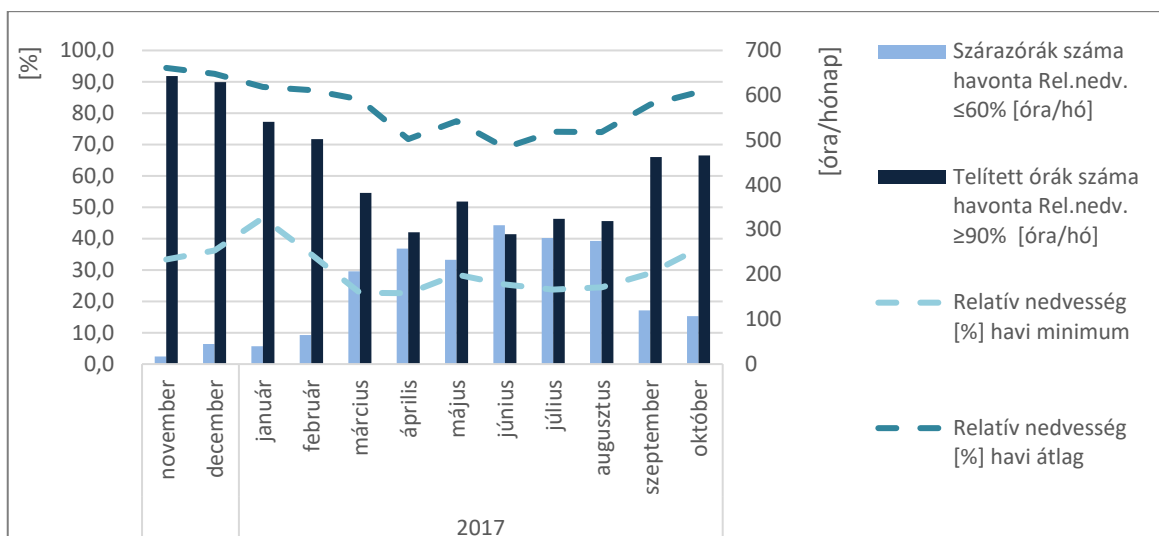
A csapadékinzintést jellemző csapadékküszöbérték minimumokat $r \geq 0,1; 1; 5; 10; 20; 30$ mm-re értékeltem ki. A növények számára az optimális 1-5 mm közötti mennyiséget általában meghaladja a 0,1 mm mennyiségű csapadékkal jellemezhető napok száma, ami a március-májusi időszakot leszámítva kedvező értéket mutatott, ez a csapadék éppen csak nedvesítő, akár köd formájú csapadék is lehet, ami segít a hőstressz leküzdésében, viszont jelentős, összefüggő időtartam esetén kedvez a gomba kártevők elszaporodásának, mint szeptember, október, november és decemberben történt. A napi 20-30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma 8 volt, ami megfelel a sokéves minimumnak.

A relatív nedvesség havi átlagainak az alakulása a megszokotthoz hasonló volt (BACSÓ 1973), a késő őszi, tél eleji hónapok, 80 % fölötti értékével. A sokéves átlagtól kismértékben eltértek a téli, a tavasz eleji és az őszi eleji időszakok havi relatív nedvesség átlagai, az ideális 80-60 % közötti átlagos érték helyett 81,1% volt jellemző, míg a tavaszvégi, nyári hónapok 40-60% közötti jellemző értékeihez képest kimondottan magas havi átlagértékeket mértem (73,5%) (3. ábra).

Kritikusan alacsony relatív nedvesség napi szinten csak a nyári hónapokban alakult ki, ebben az időszakban voltak jellemzőek a 300 órát is meghaladó száraz periódusok (relatív nedvesség napi átlag ≤ 60 %) és a relatív nedvesség napi minimumai is ekkor mutattak 30% alatti értékeket, ami kedvezett az atkák elszaporodásának. Kirívó volt az áprilisi szárazság, amikor a levegő relatív nedvességtartalma mellett a csapadék is csak kis mennyiségben hullott, így a vegetációs időszak egyik legintenzívebb vízfelvétellel jellemezhető hónapjában volt jelentős a nedvességhiány.

A 2016-2017-es vegetációs ciklus éghajlati adatai Fertődön a sokéves átlaghoz közelítők voltak, csak a csapadék és nedvesség viszonyokban alakult ki a növényeket negatívan befolyásoló anomália. Kiugró jelenség volt az őszi és nyár végi csapadékos, valamint a tavaszi és nyár eleji

viszonylag hosszú, száraz, meleg időszak, továbbá az egész év folyamán tapasztalható volt a szélsőséges időjárási értékek gyakori előfordulása.



3. ábra: A 2016-2017-es vegetáción kívüli (november 1. – február 28.) és a 2017-es vegetációs időszak (március 1. – október 31.) relatív nedvesség átlag és minimum adatai [%], a száraz és telített órák száma [óra] havi bontásban Fertődön

A vegetációs periódus kezdete az év 52. napján volt, ami kiugróan korainak mondható, míg az utolsó talajmenti fagy a 130. napon volt, így a tavaszi fagykár a gyümölcskultúrákban jelentős mértékű volt.

Irodalomjegyzék

- AUJESZKY L. – BERÉNYI D. – BÉLL B. (1951) Mezőgazdasági meteorológia, Akadémiai Kiadó, Budapest
- BACSÓ N. (1973) Bevezetés az agrometeorológiába, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- BÁRTFAI E. – DUNKEL Z. – JUSTYÁK J. – KARÁCSONY J. – KOVÁCS F. – MAJOR Gy. – MIKA J. – SZÁSZ G. – SZEPESI D. – TÓKEI L. – VARGA-HASZONITS Z. – VERMES L. – VIG P. (1997) Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek, Szerk.: SZÁSZ G., TÓKEI L., Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 9639239232
- GÁLYA B. – NAGY A. – BLASKÓ L. – DÁLYAI B. – TAMÁS J. (2015) Pálfai-féle aszályossági index és a Normalizált Csapadék Index összehasonlítása az Észak-alföldi régióban, Agrártudományi Közlemények, 2015/63. pp 59-64.
- PÉCZELY Gy. (1998) Éghajlat, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., ISBN 9631889246
- VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS Zs. – ENZSÖLNÉ GELENCSÉR E. (2006) Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Kiadó
- URL1: <http://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/csapadek/>, 2017. 10. 31.

A KÉSEI MEGGY (*PRUNUS SEROTINA*) SARJAK NÖVEKEDÉSI ÜTEMÉNEK VIZSGÁLATA ELTÉRŐ ZÁRÓDÁSI VISZONYOK KÖZÖTT

NEMES VIKTÓRIA ERZSÉBET^{1,2} – MOLNÁR MIKLÓS¹ – CSISZÁR ÁGNES²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet

viikii1991@gmail.com

Bevezetés

Az Észak-Amerikában őshonos kései meggy (*Prunus serotina* Ehrh.) hazánkban számos termőhelyen megjelenő, homoki kultúrerdőekben és természetközeli élőhelyeken tömegesen fellépő inváziós növényfaj.

Első ismert európai megjelenésének adata Párizs környékén 1626-ból ismert. Közel kétszáz évig csak díszfaként ültették. Erdőgazdasági hasznosításával a 19. század végén kezdtek el foglalkozni. Napjainkban Európa síkságainak jelentős részén megtalálható, előfordulása nagyjából egybeesik a homoki talajok elterjedésével. Parkfásítás mellett hazánkban is próbálkoztak erdőgazdasági hasznosításával, főként homokvidékeken. Robbanásszerű terjedése az 1970-es évek elején kezdődött és napjainkban is tart (JUHÁSZ 2012).

Allelopátiás tulajdonságai révén közrejátszik az általa elfoglalt területeken az avar- és humuszképződés felgyorsításában, akadályozza a természetes felújulást, valamint csökkenti az erdészetileg hasznosított fafajok hozamát, mindemellett fokozatosan alakítja át az állomány cserjeszintjét, majd alsó lombkoronaszintjét, árnyalásával a gyepszintet, hosszabb távon az állományalkotó fák szintjét is. Levele, gallya, kérge és magja mérgező ciánglikozidot tartalmaz (JUHÁSZ 2004, 2012).

Növényvédelmi szempontból meghatározó tulajdonságai a madarak útján történő hatékony magterjedés, a magoncok tartós árnyéktűrése, az intenzív növekedés és az erőteljes sarjadzóképeség. Utóbbi kettő a tápanyagokat hatékonyan raktározó gyökérzetének köszönhető és az erdőállományokban való védekezés szempontjából döntő fontosságú. Egy kifejlett egyed kidöntése után igen erőteljes sarjképződésre kell számítani. Vizsgálatunkban a sarjképződés mértékét, a sarjak növekedésének ütemét és a sarjak levélfelületének változását követtük nyomon két azonos termőhelyen álló, de különböző fényviszonyok között fejlődő sarj-állomány egyedein.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatunk során a Pilisi Parkerdő Zrt. Valkói Erdészetének két erdőrészletében összesen 50 egyed fejlődési ütemét vizsgáltuk 2017. április 30-a és augusztus 5-e között, két hetes lebontásban. A vizsgálatra kijelölt egyedek ötven százaléka egy tarvágás előtt álló erdőrészletben került kijelölésre. Az idős, magszóró kései meggyek kitermelése az erdőrészlet tarvágásával egy menetben, 2017 áprilisában történt. A tarvágással egyidőben további 25 kifejlett, magszóró kései meggy egyed kitermelése is megtörtént. A kiválasztott egyedek törzsmérete átlagosan 12 cm volt. Ezek egy szomszédos erdőrészletben, egy idős zárt akác másodlagos lombkoronaszintjében álltak. Ebben az erdőrészletben csak a kései meggy egyedeket döntöttük ki, az akácállomány megmaradt. A két szomszédos területen visszamaradó tuskókból fejlődő sarjak így egymástól nem különböző termőhelyi körülmények között, de egymástól eltérő fényviszonyok mellett fejlődtek.

A zárt állományban kijelölt egyedeket döntése után, jelölő sprayvel fújtuk le a későbbi felismerés és megtalálás megkönnyítése érdekében (1. ábra), míg a nyílt állományban műanyag karókat vertünk a talajba, amelyet szintén jelölő sprayvel számoztunk be (2. ábra).

Kétheti gyakorisággal megszámoztuk az egyes tövekről fejlődő sarjak számát, majd cm pontossággal megmértük a hosszukat.

A vegetációs időszak végén, 2017 szeptemberében mindkét vizsgálati területünkről 100-100 db levelet gyűjtöttünk. A leveleket – egy rövid préselés után – lapszkenner segítségével digitalizáltuk, majd szoftveres úton meghatároztuk a levélfelület nagyságát. A két különböző helyről gyűjtött levelek átlagos levélfelületét kétmintás t-próba segítségével értékeltük.



1. ábra zárt állomány egyede

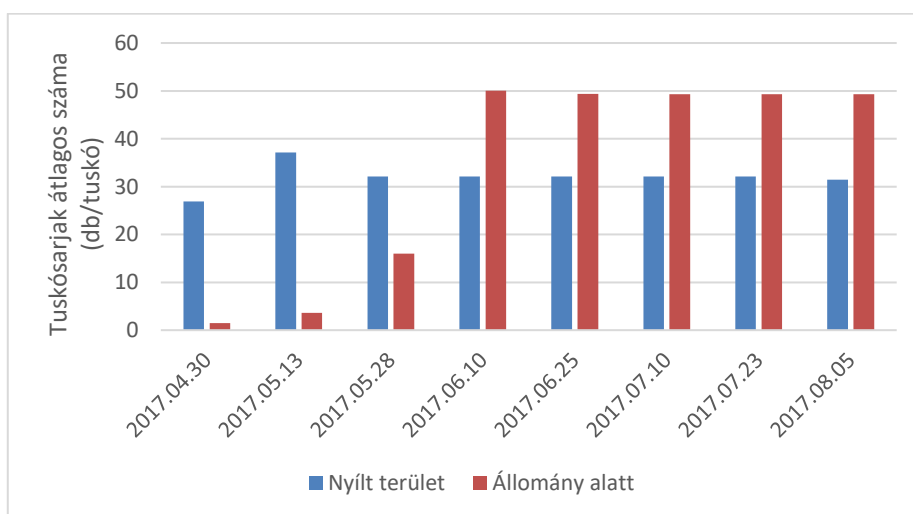


2. ábra nyílt állomány egyede

Vizsgálati eredmények

A sarjbajtások számának és méretének alakulása

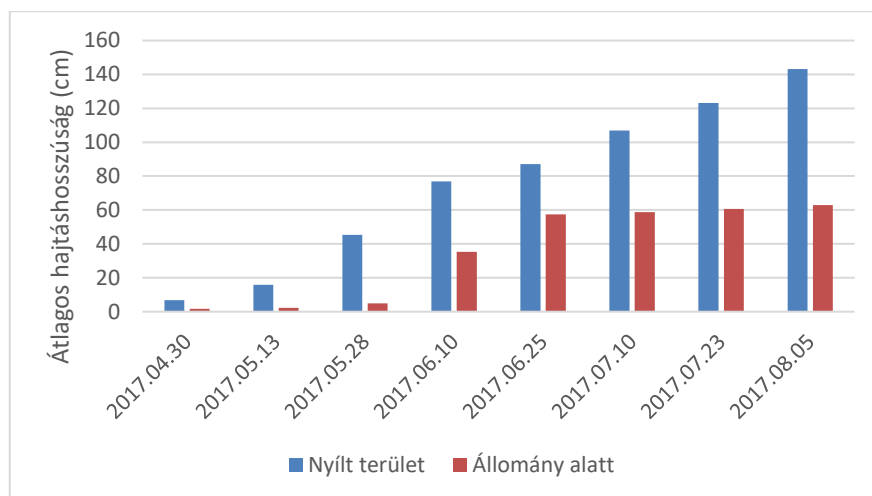
Az első terepi vizsgálat idején, április 30-án a zárt állományban lévő tuskókon még nem, vagy csak alig kezdődött el a sarjképződés. A sarjak száma a nyár elejéig folyamatosan emelkedett, június 10-én már átlagosan 50 db sarjat számoltunk tuskónként. A sarjak száma a nyár folyamán nem változott. Az erdőfelújításban található tuskókon a sarjképződés már nagyon korán megindult, április 30-án már átlagosan 26 db sarjat számoltunk tuskónként. A sarjak száma a nyár elejéig kismértékű növekedést mutatott, a vegetációs időszak folyamán 32 db/tuskó mennyiségben állt meg (3. ábra).



3. ábra A vizsgált tuskókon fejlődött sarjbajtások átlagos mennyisége (db/tuskó)

A sarjak hosszúsága a zárt állomány alatt lévő tuskók esetén tavasszal alig változott. Június folyamán egy ugrásszerű növekedést tapasztaltunk, az átlagos hajtáshossz 57 cm-re emelkedett.

A növekedés a hónap végén erősen lelassult, a vegetációs időszak hátralévő részében gyarapodás alig történt. Ezzel szemben az erdőfelújításban a hajtásnövekedés folyamatos volt, a hajtások hosszúsága augusztus 5-én több mint kétszerese volt a zárt állomány alatt fejlődő hajtásokénak (4. ábra).



4. ábra A vizsgált tuskókon fejlődött sarjhajtások átlagos hossza (cm)

Átlagos levélfelület különbsége a két vizsgált állományban

A zárt állományban gyűjtött levelek átlagos felülete 44,55 cm² volt. A teljes fényben fejlődő sarjakon a levelek felülete kisebb, átlagosan 37,44 cm². A különbség szignifikáns ($p \leq 0,05$).

Összefoglalás

Az akácállomány lombkoronájának árnyéka alatt található tuskók több sarjat hoztak, mint az erdőfelújításban lévő teljes fényben lévőek. Az árnyékban fejlődő sarjak végig alacsonyabbak voltak, növekedésük később indult meg, és a nyár folyamán erősen lelassult. A teljes fényben fejlődő sarjak a vizsgálat végén több mint kétszer hosszabbak voltak az árnyékban fejlődő társaiknál, de szignifikánsan kisebb leveleket viseltek.

Felhasznált irodalom

- JUHÁSZ M. (2012): Kései meggy (*Prunus serotina*). In: CSISZÁR Á. (szerk.): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 95-100.
- JUHÁSZ M. (2004): Kései meggy. In: MIHÁLY B. – BOTTA-DUKÁT Z. (szerk.): Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, 273-292.

A SOPRONI EGYETEM KÖRNYEZETMÉRNÖK KÉPZÉSI STRUKTÚRÁJÁNAK FEJLESZTÉSE

ELEKNÉ FODOR VERONIKA – KORONIKÁNÉ PÉCSINGER JUDIT – PINTÉRNÉ NAGY EDIT –
POLGÁR ANDRÁS

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

Bevezetés

A környezetmérnök képzés a környezetvédelmi szakmérnökképzés és a környezetvédelmi szakmai gyakorlat azon tapasztalatai alapján alakult ki, hogy a környezetvédelemnek egyrészt be kell épülnie minden szakma tevékenységébe, másrészt vannak olyan komplex feladatok, amelyek önálló szakterületként, önálló szakmai tevékenységként oldhatók meg. Az 1990-es évek elején létesített környezetmérnök szakok egy része (elsősorban a főiskolai szakok) a már akkor is hagyományosnak tekinthető környezetvédelmi ismeretekre, eljárásokra építették a tantervüket, az egyetemi (5 éves) képzésekben azonban már – több-kevesebb súllyal – megjelentek a komplex eljárások, így például a környezetállapot-értékelés, a környezetmenedzsment, a környezeti hatásvizsgálat, környezeti informatika, a környezettervezés ismeretkörei. A Soproni (akkori nevén Erdészeti és Faipari) Egyetemen az itt már 1975 őszén elindított környezetvédelmi szakmérnökképzés alap-konceptiójának megfelelően a komplex környezeti problémák megoldását helyezte a képzés központjába. A képzés tananyagait már 1991-ben elfogadták az Egyetem döntéshozói, azonban a szak indítására – a főhatósági engedély kiadása után – csak 1993 őszén került sor (PÁJER 2008).

A környezetmérnökök társadalmi és gazdasági szerepvállalása jelentős változáson ment keresztül. A kezdeti ágazati problémákat felváltották a komplex mérnöki feladatok. A változó követelményeknek való gyors megfelelés igénye a környezetmérnök képzés folyamatos korszerűsítését és fejlesztését teszi szükségessé.

Az új törvényi előírásoknak megfelelően a kreditrendszerű képzésre való áttérés majd az ezt követő újabb reform során bevezetett alap- és mesterképzési szakok indítása új tantárgyak bevezetését tette szükségessé. 2015-ben megkezdődött a bolognai folyamat során kialakított felsőoktatási „Képzési és Kimeneti Követelmények (KKK)” legutóbbi átalakítása a Magyar Rektori Konferencia szervezésében. Az átalakítás egyik fő szempontja az volt, hogy a munkaadók igényei milyen követelményeket támasztanak a felsőoktatásból kikerülő munkavállalókkal szemben (NAGY 2017). Az eddigiekben is elvárt szakmai tudás mellett egyéb tényezők is előtérbe kerültek, így például a személyes adottságok/jellemzők, vagyis a „soft skill” elemek, melyek jelentősen kihatnak a munkateljesítményre és hatékonyságra (JUHÁSZ 2004).

Az átalakítás első lépcsőfoka a 139/2015. (VI. 9.) Korm. rendelet „A felsőoktatásban szerzhető képesítések jegyzékéről és új képesítések jegyzékbe történő felvételéről”. Az új KKK-k fejlesztése a fenti jogszabályban rögzített képesítésekre vonatkoznak. Ezt a fejlesztést az adott szakokat oktató felsőoktatási intézmények képviselői által alkotott (szakonként életre hívott) munkacsoportok végezték, majd a konszenzusos anyagokat a kormányzati intézmények véglegesítették. Az új KKK-kat a 18/2016 EMMI rendelet vezette be.

Az 1. táblázatban bemutatjuk a vizsgálataink tárgyát képező környezetmérnöki alapképzési és mesterképzési szakok összefoglaló jellemzőit.

Célkitűzés és vizsgálati módszer

Munkánk során célul tűztük ki a régi és új KKK-k, valamint a szakmai kompetenciák súlyponti áthelyeződésének összevető elemzésére alapozva, a megvalósítás paramétereinek változásának bemutatását.

A Képzési és Kimeneti Követelmények esetén bázisévnek – a kétszintű képzés akkori bevezetése miatt – a 2006-os évet tekintettük, melyet a 2016. évi állapottal hasonlítottunk össze.

A mintatantervek vonatkozó vizsgálatait 2013. évi és 2017. évi állapotban hajtottuk végre.

A bázisév (2013) megválasztását az indokolta, hogy ebben az évben történt olyan jelentősebb szerkezeti átalakítás, amely az addig szerzett tapasztalatok beépítésével az elmúlt időszak meghatározó mérföldkövének számított. A környezetmérnöki BSc és MSc szakok képzési programjának 2017 ősztől már az új KKK-nak kell megfelelni, így elkészültek a továbbfejlesztett mintatantervek, amelyekben az egyes tudásterületek hangsúlyainak változása figyelhető meg.

A Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán oktatott környezetmérnöki alap- és mesterszak KKK összehasonlító vizsgálatához NAGY (2017) szempontrendszerét vettük alapul (deskriptorok elemzése).

Kutatásunk során tanulmányoztuk:

- a Képzési és Kimeneti Követelmények (KKK) változó paramétereit,
- a régi és új mintatantervek (BSc és MSc) készítésének keretfeltételeit,
- az előírásoknak való megfelelés lehetőségeit.

1. táblázat. Környezetmérnöki alap- és mesterszak bemutatása, KKK, 18/2016 EMMI rendelet alapján

KÖRNYEZETMÉRNÖKI ALAPKÉPZÉSI SZAK	KÖRNYEZETMÉRNÖKI MESTERKÉPZÉSI SZAK
<p>1. Az alapképzési szak megnevezése: környezetmérnöki (Environmental Engineering)</p> <p>2. Az alapképzési szakon szerzhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése</p> <ul style="list-style-type: none"> - végzettségi szint: alap- (baccalaureus, bachelor, rövidítve: BSc-) fokozat - szakképzettség: környezetmérnök - a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Environmental Engineer <p>3. Képzési terület: műszaki</p> <p>4. A képzési idő félévekben: 7 félév</p> <p>5. Az alapfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: 210 kredit</p> <ul style="list-style-type: none"> - a szak orientációja: kiegyensúlyozott (40-60 százalék) - a szakdolgozat készítéséhez rendelt kreditérték: 15 kredit - a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 10 kredit 	<p>1. A mesterképzési szak megnevezése: környezetmérnöki (Environmental Engineering)</p> <p>2. A mesterképzési szakon szerzhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése</p> <ul style="list-style-type: none"> - végzettségi szint: mester- (magister, master; rövidítve: MSc-) fokozat - szakképzettség: okleveles környezetmérnök - a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Environmental Engineer <p>3. Képzési terület: műszaki</p> <p>4. A képzési idő félévekben: 4 félév</p> <p>5. A mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: 120 kredit</p> <ul style="list-style-type: none"> - a szak orientációja: kiegyensúlyozott (40-60 százalék) - a diplomamunka készítéséhez rendelt kreditérték: 30 kredit - a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 6 kredit

Eredmények

A Képzési és Kimeneti Követelmények vizsgálata során megállapítottuk, hogy a 2006-os KKK szerint a BSc és az MSc szintek szerkezeti felépítése közel azonos. A KKK-k a Képesítési Keretrendszerhez (KKR) viszonyítva alapszak esetén csak tudást és a képességet, mesterszaknál csak a képességet rögzítik, az alkalmasságot (mint deskriptort) már nem.

NAGY (2014) összefoglaló megállapításai alapján a 2006-os KKK ismeret és alkalmas szintje meghatározó módon besorolható az adott képzési terület KKR tudás és képesség deskriptorhoz. Az eltérés elsősorban a fogalmak használatának, értelmezésének a módjából következik. A Képzési és Kimeneti Követelményekből hiányzik az attitűd és felelősségvállalás deskriptor. Megállapítható továbbá, hogy a régi KKK általánosabb és nagyon vegyes szinteket tartalmaz.

A 2016-os Képzési és kimeneti követelményekben a két szint (BSc, MSc) már egyértelműen elkülönül. Azok az elvárások, amelyeknek a képzés elvégzését követően rendelkeznie kell a végzett környezetmérnököknek, a következőképpen alakulnak:

- alapszakon (BSc): felmérnek, alapfolyamatokat irányítanak, munkát szerveznek, átlagos bonyolultságú kutatást, tervezést (környezeti kárcsökkentés, megszüntetés), folyamatirányítást (pl. hulladék újrahasznosítás, ártalmatlanítás) végeznek.
- mesterszakon (MSc): képesek rendszerek és folyamatok irányítására, környezeti veszélyek azonosítására, felmérésére, kármegelőzésre és csökkentésre, vezetési, irányítási és szervezési feladatok ellátására, kutatás, tervezés és innováció feladatainak ellátására, hazai és nemzetközi szintű mérnöki projektek irányítására.

A 2016-os KKK dokumentum tartalmazza a tanulási eredmények leírásait. A KKK deskriptor elemei a tudás, képesség, attitűd, autonómia és felelősségvállalás.

Tudás

A környezetmérnök képzésben a tudás leírásához alap- és mesterszinten jellemzően az ismeri taxonómia elem és egy határozószó társul, azonban utóbbi értelmezésének hiánya miatt az egyes elemek elkülönítése nagyon nehéz (NAGY 2017).

Képesség

A NAGY (2017) által alkalmazott vizsgálati módszertan szerint a környezetmérnöki képzés esetében a szerző általános megállapításaihoz hasonló következtetéseket vonhatunk le. A képesség leírásához az alap és a mester szinten is jellemzően a képes szó és még egy „ige” mint taxonómia elem társul. A tudás leírásához hasonlóan nem kerültek be a valódi „soft skill” elemek és a „vezetéssel” kapcsolatos képességek.

2. táblázat. Képesség deskriptor alakulása, KKK, 18/2016 EMMI rendelet alapján

Környezetmérnöki alapképzési szak/ képesség	Környezetmérnöki mesterképzési szak/ képesség
Képes alkalmazni, képes megérteni, képes használni, alkalmaz, ellenőriz, irányít, értelmez	Képes alkalmazni, képes megoldani, képes megszervezni, felkészült, képes elsajátítani

Attitűd

A környezetmérnök képzés esetében ez a deskriptor elem a 2016-os KKK-ban jelenik meg először, melyben részletes megoldások olvashatóak, jellemzően azonos leíró elemekkel. A leírásokban már megjelennek olyan a „soft skill” elemek, amelyeket a gyakorlatban a munkaadók is keresnek.

3. táblázat. Attitűd deskriptor alakulása, KKK, 18/2016 EMMI rendelet alapján

Környezetmérnöki alapképzési szak/ attitűd	Környezetmérnöki mesterképzési szak/ attitűd
Vállalja, képviseli, törekszik, nyitott, kitartó	Elkötelezett, nyitott, fogékony, törekszik, felvállal

Autonómia és felelősség

Az új KKK az autonómia és felelősség deskriptorokat szintén új elemként tartalmazza. A leírásához a BSc és MSc szinteken hasonló taxonómiai elemeket használnak fel, megjelenítve a gyakorlati munka során szükséges személyiségjegyeket.

Környezetmérnöki alapképzési szak/ autonómia és felelősség	Környezetmérnöki mesterképzési szak/ autonómia és felelősség
Önállóan döntést hoz, képvisel, együttműködik, irányít, felelősséget vállal	Értékel, önállóan megold, kezdeményező, felelősséget vállal, önállóan döntést hoz

A gyakorlati életben a munkavégzés során szükséges „soft skill” elemeket a 2016-os Képzési és kimeneti követelmények már hangsúlyosan megjelenítik. Ezek kifejlesztéséhez azonban a felsőoktatási gyakorlat és módszertan módosítására valamint átalakítására van szükség. Ennek érdekében az oktatási módszereknek a „soft skill” elemek kifejlesztéséhez alkalmassá kell válnia, és az értékelési megoldásoknak tükrözniük kell az ez irányú fejlődést.

A tantárgyak elméleti és gyakorlati oktatásába be kell vonni olyan technikákat, amelyek lehetőséget adnak a hallgatók számára, hogy:

- személyiségük megjelenjen, fejlődjön;
- gyakorlati feladatok során önállóan, párban vagy csoportban dolgozzanak;
- koordinálják, vezessék, irányítsák mások munkáját, vagy éppen alkalmazkodjanak adott szituációkhoz.

Mintatantervi átalakítások a Soproni Egyetemen

A Képzési és kimeneti követelményeknek való megfelelés mintatantervi átalakításokat kívánt meg. Ennek eredményeképpen szükségszerű volt a Soproni Egyetemen is a környezetmérnök képzés struktúrájának és tartalmi súlypontjainak megváltoztatása. A legmeghatározóbb változások a környezetmérnök mesterképzés mintatantervében történtek.

A képzés keretein belül a környezetmérnök BSc szakon a kötelező szakmai gyakorlatok órakerete közel duplájára nőtt a KKK-ban előírthoz képest. Ez a növekmény az MSc szakon közel 10%. Ez utóbbi indoka, hogy az MSc képzésbe jórészt már a gyakorlatban tevékenykedők jelentkeznek. A BSc szakon az esttanulmányok kiértékelése, az MSc szakon a csoportos munkára épülő komplex projektgyakorlatok tárgyai kerültek bevezetésre, célszerű összhangban a KKK-k bemutatott új elvárásaival.

A „Komplex projektgyakorlat” 6 kreditértékű tantárgy, amely a hangsúlyt a megszerzett elméleti tudás gyakorlatban történő alkalmazására helyezi. A hallgatók esettanulmányok megismerését követően a gyakorlati feladatok során (adott létesítmény környezeti hatásvizsgálata, települési környezetvédelmi program tervezése és értékelése, környezeti teljesítményértékelés stb.) megtapasztalják az egyéni és a csoportban történő munkavégzést, lehetőségük nyílik egy szimulált közmeghallgatás levezetésére, valamint csoportos problémamegoldó/minőségfejlesztési technikák használatára.

A szakirány vagy specializáció választás megszűnésével, egy adott szakterületre való korlátozás helyett, átfogó ismeretanyag biztosítása volt a cél, elősegítve a komplex környezeti problémákra való rálátást, azok megfelelő kezelését és megoldását, igazodva ezzel a munkaerőpiac igényeihez is.

Összefoglalás

A környezetmérnökök társadalmi és gazdasági szerepvállalása a jelentős változáson ment keresztül. A kezdeti ágazati problémákat felváltották a komplex mérnöki feladatok. A környezetmérnök képzés folyamatos korszerűsítése és fejlesztése lehetővé teszi a változó követelményeknek való gyors megfelelést.

Az új törvényi előírásoknak megfelelően kreditrendszerű képzésre való áttérés majd az ezt követő újabb reform során bevezetett alap- és mesterképzési szakok indítása új tantárgyak bevezetését tette szükségessé.

Munkánk során elvégeztük a régi és új KKK-k, valamint a szakmai kompetenciák súlyponti áthelyeződésének elemzését. A Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán oktatót környezetmérnöki alap- és mesterszak KKK összehasonlító vizsgálatához NAGY (2017) szempontrendszerét vettük alapul (deskriptorok elemzése). A KKK deskriptor elemei a tudás, képesség, attitűd, autonómia és felelősségvállalás.

Végül bemutattuk a vizsgált szakokon jellemző főbb mintatantervi átalakításokat is.

Irodalomjegyzék

- JUHÁSZ M. (2004): A „Soft Skillek” szerepe a munkahelyi viselkedésben. In: Munkaügyi Szemle.11. 8-12p.
- NAGY T. (2014): Műszaki Képzésiterület Képesítési Keretrendszere – 8. szint. [Kézirat]. Oktatási Hivatal, Budapest
- NAGY T. (2017): Képzési és Kimeneti Követelmények (KKK) és a felsőoktatási tantervek, programok átalakítása. In: Karlovitz, J. T.(szerk.) Válogatott tanulmányok a pedagógiai elmélet és szakmódszertanok köréből. International Research Institute, Komárno. pp. 207-219
- Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezetmérnöki BSc mintatanterve 2013. (Elérhetőség: http://www.emk.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/Akkredit%C3%A1ci%C3%B3/Mintatanterv20130402/Mintatanterv_2013._%C3%A1prilis_2.KMBSc.pdf)
- Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezetmérnöki MSc mintatanterv 2013. (Elérhetőség: http://www.emk.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/Akkredit%C3%A1ci%C3%B3/Mintatanterv20130402/Mintatanterv_2013._%C3%A1prilis_2.KMMSc.pdf)
- PÁJER J. (2008): Környezet- és természetvédelem. In: ALBERT L. – BARTHA D. – FARAGÓ S. – FÜHRER E. – MASTALÍRNÉ Z. M. – MÁTYÁS CS. – NÁHLIK A.- RÁCZNÉ SCHNEIDER I.- SARKADY S. – SOLYMOS R.- SZEMEREY TNÉ – TOMPÁNÉ SZÉKELY ZS. – VARGA T. (2008): Az erdészeti felsőoktatás 200 éve: Emlékkönyv. Selmecebánya 1808 – Sopron 2008. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron
- Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezetmérnöki BSc mintatanterv 2017. (Elérhetőség: <http://emk.nyme.plugin.hu/content/index/id/2202>)
- Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezetmérnöki MSc mintatanterv 2017. (Elérhetőség: <http://emk.nyme.plugin.hu/content/index/id/2199>)
- 15/2006. (IV. 3.) OM rendelet az alap- és mesterképzési szakok képzési és kimeneti követelményeiről
- 18/2016. (VIII. 5.) EMMI rendelet a felsőoktatási szakképzések, az alap- és mesterképzések képzési és kimeneti követelményeiről, valamint a tanári felkészítés közös követelményeiről és az egyes tanárszakok képzési és kimeneti követelményeiről szóló 8/2013. (I. 30.) EMMI rendelet módosításáról

ERDÉSZETI TECHNOLÓGIÁK KOCKÁZATI VISZONYAI A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

PÉCSINGER JUDIT – POLGÁR ANDRÁS
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet és Földtudományi Intézet
pecsinger.judit@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az erdőgazdálkodás során alkalmazott technológiai folyamatok, eltérő intenzitásukból adódóan más-más környezeti hatást fejtenek ki, amelyekhez eltérő környezeti kockázati értékeket tudunk hozzákapcsolni (HANKÓ, FÖLDI 2009). A hozzájuk tartozó anyag- és energia elvonások, kibocsátások és átrendezések alapján a globális környezeti problémákhoz, mint a biodiverzitás csökkenése, vagy a globális klímaváltozás, is eltérő módon járulhatnak hozzá. Ezen folyamatokat sokféle oldalról meg lehet közelíteni, mi a kutatásunk során a folyamat- és életciklus szemléletben történő környezeti vizsgálatot helyeztük előtérbe, amely során megállapítottuk az egyes folyamatok klímaváltozáshoz való hozzájárulását. Ezt az elemzést kiegészítettük környezeti kockázatelemzéssel.

A kockázat fogalmának lényegét első közelítésként már a köznyelvi jelentéssel is megragadhatjuk. A Magyar Értelmező Kéziszótár szerint: „*Kockázat (főnév): valamely cselekvéssel járó veszély, veszteség lehetősége.*”

USA-EPA (Environmental Protection Agency, USA) megfogalmazásában a kockázat egy adott veszély eredményeként bekövetkező életet, egészséget, vagyont és/vagy a környezetet érintő károsodás valószínűségének mértéke; a kockázat egészség- vagy környezeti károsodást előidéző hatások valószínűsége.

Különbséget kell tenni környezeti kockázat becslés és ökológiai kockázatbecslés között. A környezeti kockázatbecslés során megnézzük, hogy az egyes környezeti elemekben (talaj, víz, levegő) milyen kockázatok jelennek meg és ezek a végső hatásviselő, az ember esetén mekkora kockázati értéket képviselnek. Az ökológiai kockázatbecslés során viszont a káros ökológiai hatásokra helyezük a hangsúlyt.

A módszer, amellyel közelebb juthatunk a kockázatok értékének meghatározásához, a kockázatbecslés (CSEH 1999). Az USA-EPA definíciója: Az ökológiai kockázatbecslés annak a valószínűségét méri fel, hogy egy vagy több stresszor expozíció révén káros ökológiai hatást (hatásokat) okoz (USEPA 1998). Segítségével értékelni lehet annak valószínűségét, hogy a különféle környezeti stresszorok, mint például a vegyi anyagok, az invazív fajok, az éghajlatváltozás stb. milyen környezetterhelő hatással járnak az egyes ökológiai rendszerekben.

A kockázat felmérésének végcélja az élőhely, jelen esetben az erdei ökoszisztémák funkciói károsodásainak minimalizálása, a környezeti kockázat szempontjából legmeghatározóbb technológiák vizsgálata révén.

Az ökológiai kockázatbecslés több fő részből épül fel. Beletartozik a veszély azonosítása, majd a stresszor-válasz kapcsolatok feltárása, az expozíció becslése, végül a kockázat jellemzése. USA-EPA egy hatlépéses kockázatbecslési eljárást is használ. Ezt az új paradigmát az alábbiak jellemzik: (1) a receptor azonosítása, (2) a veszély azonosítása, (3) a végpont azonosítása, (4) az expozíciós értékelés, (5) az egyes feladatok értékelése és (6) kockázat jellemzése (LIPTON *et al.* 1993).

A fő kérdés, amelyre a választ kerestük, az volt, hogy a hazai, jellemző állományalkotó fafajok általános erdőszeti technológiai folyamatai milyen részesedéssel és milyen kockázati értékkel bírnak a klímaváltozást illetően. A kockázatbecslés alapján lehetőségünk van az egyes technológiákhoz tartozó értékek összehasonlítására, rangsorolására.

Vizsgálati módszerek

Első lépésben a kiválasztott erdőszeti technológiák környezeti szempontú feltárására volt szükség.

Következő lépésben az elemzésre kijelölt technológiák környezeti életciklus-elemzését (LCA) végeztük el. Az LCA elkészítéséhez alkalmazott módszertan megfelel az ISO 14040:2006 és ISO 14044:2006 szabvány követelményeinek. Az elemzést a GaBi 6.0 Professional szoftverrel végeztük el.

A vizsgálati területen (Magyarország) jellemző, vizsgált erdőállományokban (bükk, tölgy, luc, akác, nemesnyár) a környezeti szempontból meghatározó erdőhasználati technológiákra koncentráltunk. Rövidfás munkarendszerek felső felkészítőhelyi változatait azonosítottuk, valamint adatgyűjtést végeztünk rövid vágásfordulójú energia ültetvények esetében is (fűz és nyár).

A kutatásba bevont technológiákról szakértői adatok, számítások segítségével környezeti leltáradatbázist (input-output, elemi áramok) hoztunk létre. A figyelembe vett gépek az alábbiak: kézi motorfűrész/forwarder/harvester/tehergépkocsi. Földrajzi érvényességet tekintve az adatok hazaiak. Vonatkoztatási évük: 2014-2016.

A vizsgált állományokban jellemző technológiai életciklus szakaszok a következők voltak: 1. életszakasz: tisztító vágás (TI), 2. életszakasz: törzskiválasztó gyérités (TKGY), 3. életszakasz: növedékfokozó gyérités (NFGY), 4. életszakasz: véghasználat (VH).

A GaBi szoftverrel számított eredmények közül az erdőhasználati technológiák kimutatott szénlábnymára összpontosítottunk a „CML 2001 - Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO₂-Equiv.]” értékek alapján. Ez a szénlábnym érték tartalmazza az életszakaszokra jellemző mennyiségű tűzifa (abszolút száraz), apadék (félnedves) fizikai és biológiai égéséből származó biotikus eredetű (neutrális), illetve a faanyag szállításból és különböző hajtóanyagok elégetéséből származó fosszilis eredetű CO₂ emisszió mennyiségét is.

A kapott értékekre alapozva felállítottuk a technológiák növekvő környezeti rangsorát. Ezáltal megkaptuk a technológiákra vonatkozó környezeti hatások szénlábnym alapú hatásminősítését. Ezen adatokból kiindulva tudtunk következtetni a kockázati értékekre.

A napjainkban széles körben alkalmazott és kutatásunkban is felhasznált algoritmus (USEPA 1998) három fázisból épül fel: problémafelvetés, analízis és kockázatjellemzés (KOVÁTS-PAULOVITS 2001).

A három fázis egymást időrendi sorrendben követi, ugyanakkor van lehetőség visszacsatolásra. Így például az analízis során kapott eredmények, következtetések alapján van lehetőség a problémafelvetés módosítására, vagy szükség lehet újabb adatok gyűjtésére.

Eredmények

1 fázis: Problémfelvetés

A problémafelvetés fázisában az a kérdés, hogy a klímaszcenáriókkal összekapcsolva az egyes erdészeti munkarendszerek milyen környezeti kockázatokkal bírhatnak. A környezeti leltáradatak összeállításakor figyelembe vettük a kb. 100 éves időtartamra a várhatóan jellemző, technológiai fejlődésből származó értékeket, a stresszorok jellemzése során.

A stresszorok és azok forrása is adottá válnak (munkagépek kibocsátásai, valamint a felhasznált anyagok). Így ezek szénlábnyma azonosnak vehető a klímaváltozástól függetlenül. Újdonságot jelenthet a hatásterületi kiterjedés, illetve eltolódás a klímaövek módosulása miatt. Ebből következik, hogy azokon a területeken, ahol jelenleg egy adott növényfaj termesztése minimális kockázati értékkel bír, a klímaövek tolódása miatt ugyanazon területen jóval nagyobb környezeti kockázatot fog maga után vonni, hiszen a termesztésre kevésbé alkalmas helyeken több beavatkozásra, pl. adott esetben több önzésre is szükség lehet. Így egyfajta kettősség jön létre a kockázatok megjelenését tekintve, hiszen egyrészt számolni kell a globális felmelegedési potenciállal, ami ugyanazon értéket képvisel, viszont ez pl. a hőmérsékletváltozás miatt nagyobb hatást, nagyobb kockázati értéket fog jelenteni technológiánként.

2 fázis: Analízis

A fázis célja, hogy meghatározza a lehetséges stresszor-válasz kapcsolatokat, milyen ökológiai válaszadás várható a feltételezett expozíció következtében.

Kutatásunkban stresszorként a CO₂ kibocsátás volt a kulcselem, amit az egyes technológiai folyamatok során használt gépek és eszközök okoznak a jelentősebb kibocsátókhöz képest elenyésző mennyiségben, az ökológiai válasz pedig a klímaváltozása, ami lokális szinten is érzékelhető változásokat eredményezhet például területi adottságok megváltozása útján.

3 fázis: Kockázat jellemzése

A kockázat jellemzésekor az előző lépések során kapott információkat (például fafajok adott technológiai fázisban megkapott szénlábnym százalékos részesedése) összegeztük, végeredményként pedig felállítottuk a kockázati mátrixokat. A mátrixokban a globális felmelegedési potenciál értékek (GWP 100 years) alapján rangsorolt technológiákat a klímaváltozási forgatókönyvek átlaghőmérséklet változásával (dT [°C]) összefüggésben helyeztük el. További lehetőség, hogy a kockázati mátrixok körét ki lehetne bővíteni, pl. össze lehetne vetni a csapadékviszonyok változását a vízlábnym alapján rangsorolt technológiákkal is.

A kutatás során kiválasztott állományok (bükk, tölgy, luc, akác, nemes nyár, rövid vágásfordulójú energia ültetvények) jellemző munkafolyamatait elkülönítve vizsgálatuk a globális felmelegedési potenciál érték szempontjából. Az így kapott százalékos hozzájárulásokat fafajonként ábrázoltuk a függőleges tengelyen, a vízszintesen pedig az egyes scenáriókhoz tartozó átlaghőmérsékleti változásokat. Eredményként megkaptuk, hogy az egyes fafajok adott szénlábnymú munkarendszerei milyen környezeti kockázati osztályba sorolhatók a hőmérséklet emelkedésnek függvényében.

A munkarendszerek teljes életciklusuk során a legnagyobb hatással a globális felmelegedésre (GWP 100 years) voltak. Ez a technológiákban alkalmazott gépek hajtóanyag felhasználásából légkörbe jutó szén-dioxid mennyiségével magyarázható.

A globális felmelegedési potenciál (GWP 100 years) alapján rangsorolt technológiákat szakértői mátrixban (1 táblázat: Véghasználat) helyeztük el az éghajlatváltozási forgatókönyvek átlagos hőmérsékletváltozásaival összefüggésben:

Ezzel a technológiák környezeti kockázatát a jelenlegi (1980-2010), a 2025-ben (2010-2040), a 2055-ben (2040-2070) és 2085-ben (2070-2100) időszakban lehet meghatározni.

A környezeti kockázatok osztályozása a következőképp történt:

- I. osztály: magas kockázati értékek;
- II-III. osztály: közepes kockázati értékek;
- IV. osztály: alacsony kockázati értékek.

A mátrixokat elkészítettük tisztító vágás, törzskiválasztó gyérités, növedékfokozó gyérités esetére is.

Az állományokban jelentkező környezeti hatásokat egyértelműen a fakitermelés és alkalmazott gépek volumene határozza meg, mely életszakaszonként egyre növekszik. A véghasználati életszakaszban jelentkeznek a legnagyobb környezeti hatások. Ekkor jellemző a legjelentősebb volumenű faanyag kivitel.

A mátrixokban megjelenített eredményeket az értelmezés során árnyalni kell. Az egyes életszakaszok összehasonlítása nem kívánatos, mivel a megadott kockázati osztályok életszakaszonként más-más jelentéssel bírnak.

A véghasználat életszakaszban – a szénlábnymhoz való hozzájárulás százalékában – a nemesnyár állományok esetében a legkevésbé kockázatos (8%) a technológiai folyamat a többi állományhoz képest, ezt követi a bükk (9%), majd a lucfenyő (11%) kockázata. Az akác állományok életszakaszait megvizsgálva megállapítható, hogy azok közül a véghasználatban zajlanak olyan munkafolyamatok (35%), amik jelentősebb környezeti kockázatot jelenthetnek. A mátrixok alapján megállapítottuk, hogy a tölgy állomány az, ami minden egyes technológiai életszakaszban, így a véghasználat során is a legkockázatosabb. Az ezekben végzett műveletek hordozzák magukban a legtöbb környezeti veszélyt, kockázatot már egy gyenge emelkedésű átlaghőmérséklet esetében is.

A nyár állományokkal kapcsolatosan életszakaszonként minimális környezeti kockázatot feltételezhetünk klímascenárióktól függetlenül.

Ha a kérdést a klímaszenáriók oldaláról közelítjük meg, akkor egyértelműen látszik a mátrixokból, hogy már minimális átlaghőmérséklet emelkedés is jelentős kockázat növekedést eredményez.

1. táblázat: Véghasználat szakértői mátrixa

Klíma	Változó	Jelen (1980- 2010)	2025 (2010- 2040)	2055 (2040- 2070)	2085 (2070- 2100)
		mérsékelt	meleg	melegebb	melegebb, szárazabb
Hőmérséklet	Átlagos változás (dC°)	mérsékelt	gyenge emelkedés	emelkedés	erős emelkedés
Technológia/ CF hozzájárulás [%]	Jellemző	0	0,9	2,1	3,2
Akác [9%] munkarendszer felső felkészítőhelyi változat	Technológia környezeti kockázata a globális GWP 100 years [kg CO ₂ -equivalent] érték alapján	IV. osztály	IV. osztály	IV. osztály	IV. osztály
Nyár [11%] munkarendszer felső felkészítőhelyi változat	Technológia környezeti kockázata a globális GWP 100 years [kg CO ₂ -equivalent] érték alapján	IV. osztály	IV. osztály	IV. osztály	IV. osztály
Bükk [12%] munkarendszer felső felkészítőhelyi változat	Technológia környezeti kockázata a globális GWP 100 years [kg CO ₂ -equivalent] érték alapján	IV. osztály	IV. osztály	IV. osztály	III. osztály
Luc [16%] munkarendszer felső felkészítőhelyi változat	Technológia környezeti kockázata a globális GWP 100 years [kg CO ₂ -equivalent] érték alapján	IV. osztály	III. osztály	II. osztály	II. osztály
Tölgy [52%] Rövidfás munkarendszer felső felkészítőhelyi változat	Technológia környezeti kockázata a globális GWP 100 years [kg CO ₂ -equivalent] érték alapján	II. osztály	I. osztály	I. osztály	I. osztály

A kapott kockázati mátrixok előre vetítik, hogy az egyes erdészeti céllal termesztett fafajok és a hozzájuk kapcsolódó adott életszakaszt érintő munkafolyamatok, adott szenáriókban milyen kockázati értéket képviselhetnek. Így az erdészeti munkarendszerek környezeti tervezési fázisaiban segítségként használhatók fel.

Az eredmények további, megfelelő felhasználásához, értelmezéséhez hozzá tartozik, hogy az erdőállományokra vetített teljes szénmérleg készítésekor a technológiai aspektus mellett számba kell venni az egyes állományok hektáronkénti szénmegkötési potenciálját is.

Összefoglalás

Tanulmányunkban életciklus-elemzés segítségével megvizsgáltuk az erdészeti technológiák életszakaszainak fő környezeti hatásait. Első lépésben feltártuk a különféle technológiai folyamatokat jellemző főbb anyag- és energia elvonásokat és kibocsátásokat (környezeti leltár). Környezeti életciklus-elemzés módszerével, szoftveres támogatással kimutattuk a jelentős környezeti hatáskategóriákat (életciklus-hatásértékelés). A globális felmelegedési potenciál értékei jelezték a fő hatásokat, ezért a környezeti kockázatot is ehhez kötöttük. Az egyes életszakaszokban megvizsgáltuk, mekkora a százalékos részesedésük a szénlábnyom tekintetében. Ennek függvényében kötöttük össze az adott technológia globális felmelegedési potenciál (GWP 100 years) értékét a klímaszenáriókkal, így megkaptuk a hozzájuk tartozó ökológiai kockázati osztályokat (életciklus-hatásértelmezés).

Köszönetnyilvánítás: Köszönetünket fejezzük ki az „AGRARKLÍMA.2 VKSZ_12-1-2013-0034” projekt támogatásáért.

Irodalomjegyzék

- CML 2001: GUINÉE, J.B. – GORRÉE, M. – HEIJUNGS, R. – HUPPES, G. – KLEIJN, R. – KONING, A. DE – OERS, L. VAN – WEGENER SLEESWIJK, A. – SUH, S. – UDO DE HAES, H.A. – BRUIJN, H. DE – DUIN, R. VAN – HUIJBREGTS, M.A.J.: Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp. on-line: <http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html>
- CSEH G. (1999): Az ipari kockázatok értékelésének és hatósági szabályozásának elvei és terminológiája. www.mbf.hu [Átdolgozott változat: CD Cégbiztonság, 2004. II. n.év, KJK-KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó, Budapest, 2004.]
- Eco-Indicator 99 Manual For Designers (2000). A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, The Netherlands, The Hague
- HANKÓ M. – FÖLDI L.(2009): A környezeti kockázatok elemzése. Hadmérnök. IV. évfolyam 4 szám. 39-48 pp. on-line: http://hadmernok.hu/2009_4_hanko2.pdf
- <http://www.lcia-recipe.net/project-definition> (2014.06.15)
- <https://www.epa.gov/risk/ecological-risk-assessment>
- KOVÁTS N. – PAULOVI TS G. (2001): Ökológiai kockázatelemzés és -becslés, mint vizes élőhelyek kezelését megalapozó metodológia. Tanulmány. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, Budapest
- LIPTON, J. – GALBRAITH, H. – BURGER, J. – WARTENBERG, D. (1993): A Paradigm for Ecological Risk Assessment IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: VOL. 17. NO.1: 1–5.
- MSZ EN ISO 14040:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)
- MSZ EN ISO 14044:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutatók (ISO 14044:2006)
- USEPA (1998): Guidelines for Ecological Risk Assessment U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington D.C. 2-19 pp.

A FERTŐN FÉSZKELŐ NYÁRI LUDAK (*ANSER ANSER*) TÉLI TERÜLET-HASZNÁLATA BOLGHERIBEN (TOSCANA, OLASZORSZÁG)

PELLINGER ATTILA¹ – HUNYADY JÓZSEF² – PAOLO MARIA POLITI²

¹Fertő-Hanság Nemzeti Park, Soproni Egyetem Alkalmazott Természetvédelmi Intézet

²Padule di Bolgheri, Tenuta San Guido

pellinger.attila@fhnp.hu

Bevezetés

A mikroelektronika gyors fejlődésével az elmúlt években a madárvonulás kutatásában is új technológiák jelentek meg, amelyek korábban elképzelhetetlen részletességű és pontosságú adatokat szolgáltatnak a megjelölt madarak tartózkodási helyéről és mozgásáról. Ez a vonulás nagy léptékű mintázatainak megismerésén túl időben és térben képessé tesz annak sokkal nagyobb részletességű felbontására, változásainak nyomon követésére és térinformatikai alkalmazások felhasználásával, a területhasználattal (pl. táplálkozás) összefüggő elemzések elvégzésére.

A Fertő tó magyarországi részén fészkelő nyári lúd (*Anser anser*) állomány területhasználatának és vonulásának vizsgálatára indult projekt keretében 2014-2016 között 5 db nyakgyűrűbe épített GPS-GSM nyomkövető került felszerelésre összesen hét madárra. Két alkalommal is működőképes állapotban sikerült megtalálni a jeladókat elpusztult madarak tetemén lehetőség nyílt azok újrafelhasználására. Az egyik példányt rétisas (*Haliaeetus albicilla*) a másikat olasz vendégvadász ejtette el, előbbi került egy tojó madárra 2014. június 6-án Mekszikópusztán. Ez az egyed a továbbiakban három telelési szezont töltött a toscanai Padule di Bolgheri Rezervátumban, a Tirrén-tenger partvidékén (1. ábra). A jeladó naponta több alkalommal rögzítette a pozícióit a nappali órákban ez az aktuális beállítások valamint a pillanatnyi töltöttség szerint jellemzően napi 4-11 pozíciót jelentett. A beérkezett napi jelek alapján hamar kiderült, hogy a madár aktivitása sokkal kisebb területre korlátozódik, mint a fészkelő helyén, ez lehetőséget biztosított a telelőterület táplálékkínálatának felmérésére, ezáltal az élőhely preferenciák vizsgálatára. A jelek alapján vizuális észlelésekre is sor került.

A vizsgálati terület leírása

Az 513 hektár kiterjedésű Padule di Bolgheri Rezervátum teljes egészében Castagneto Carducci község területén fekszik a Tirrén-tenger partján Toscana tartományban, Livorno közelében. Tulajdonosa Mario Incisa della Rocchetta 1959-ben úgy döntött, hogy a korábbi vadászati hasznosítás helyett természetvédelmi rendeltetést kap a terület. Azóta a WWF 1966-ban megalakuló olasz szervezetével együttműködve folyik a terület kezelése, amelyet 1977-ben az országban az elsők között nyilvánítottak Ramsari Területté, jelenleg pedig már része a Natura 2000 hálózatnak is.

A Rezervátumot nyugat felől határoló tengerparttal párhuzamosan beerdősített dűnesor húzódik észak-déli irányban, 350 m szélességben, ettől keletre 1-2 km széles síkság terül el, amelynek nyugati része természetserű állapotú, másutt mindenütt intenzív mezőgazdálkodás folyik (szőlők, olajfa-ültetvények stb.), vagy turisztikailag hasznosított. A főként mandulafenyővel (*Pinus pinea*) és magyaltölgygel (*Quercus ilex*) megkötött dűnék természetes gátat alkotnak a közeli dombok felől összefolyó csapadékvizek számára, ezért a téli időszakban kiterjedt sekély vízborítás alakul ki, amelyet részben a főként keskenylevelű kőris (*Fraxinus angustifolia*) alkotta ligetek határolnak, illetve tagolnak.

A sekély vízben pihenő és táplálkozó helyet találnak a vízimadarak, a nyári ludak mellett jellemzően úszóréce fajok. Legnagyobb egyedszámban a tőkés (*Anas platyrhynchos*), fűtyülő (*Anas penelope*) és csörgő réce (*Anas crecca*), a halevő fajok közül a kárókatona (*Phalacrocorax carbo*), a nagy kócsag (*Egretta alba*) és kis kócsag (*Egretta garzetta*) valamint a szürke gém (*Ardea cinerea*) jellemzőek. Az utóbbi években egyre gyakrabban jelennek meg a rózsás flamingó (*Phoenicopterus ruber*) kisebb csapatai. A partimadarak közül téli hónapokban a bíbic (*Vanellus vanellus*) és az aranylile (*Pluvialis apricaria*) gyakori.



1. ábra: Bolgheri elhelyezkedése

A lőfegyveres vadászat zavaró hatásának hiánya a vadállomány méretében, a vadfajok viselkedésében is tükröződik: a vaddisznó (*Sus scrofa*) kondái és az idegenhonos dámszarvas (*Dama dama*) csapatai az embertől való félelem jelei nélkül nappal is aktívak a területen. Az ugyancsak adventív nutria (*Myocastor coypus*) szintén gyakori.

Alkalmazott módszerek

A területhasználatra vonatkozó adatokat a nyomkövető által továbbított pozíciók kiértékelésével nyertük. A GSM hálózaton továbbított adatokat a szolgáltató internetes felületéről letöltve adatbázisba konvertáltuk és ArcGIS programmal dolgoztuk fel. A telelőterület aktuális területhasználati állapotát a három vizsgált évben a helyszínen rögzítettük GIS fedvényekbe.

Eredmények és megvitátásuk

A nyári ludak Észak- és Közép-Olaszország tengerparthoz közel eső vizes élőhelyein jellemzően néhány száz, összességében néhány ezer példányban telelnek (ZENATELLO 2014) elsősorban Friuli, Emilia-Romagna és Toszkána régiókban (BOLDREGHINI & MONTANARI 1991; PERCO, 1991). Az 1984-től lassan növekvő helyi fészkelő populáció egyedeihez októbertől érkeznek az északabbi madarak, amelyek túlnyomó többsége a német, lengyel, cseh, osztrák és magyar fészkelő területekről származik, kevés balti eredetűvel keveredve (SPINA & VOLPONI, 2008). A Fertő ausztriai részén 1981-től előbb TRIEBL (1984) majd DICK (1987) végzett nyári lúd jelölést nyakgyűrűvel. Ezeknek a gyűrűs madaraknak egy része eljutott Észak-Afrikába, a tunéziai Ichkeultóig és Algériáig (DICK *et al.* 1991), márpedig az olaszországi érintett telelőhelyek – beleértve vizsgálati területünket – éppen ebbe a vonulási útvonalba esnek. Erre vonatkozó adatot a kis számú korábbi, fém lábgyűrűvel végzett hazai jelölés nem szolgáltatott (PELLINGER 2009) saját jelöléseink első adatai, viszont alátámasztják, több nyakgyűrűvel jelölt példányt is megfigyeltek az észak-olasz régiókban. Vizsgálatunkban még észak-afrikai telelésről nincsen visszajelentés, ennek oka lehet egyszerű adathiány, de utalhat akár a vonulási útvonal hosszának rövidülésére, a végpont felmelegedés miatt északabbra tolódódására.

A toszkánai telelőterület kiterjedése szokatlanul kicsi, ennek oka részben a földrajzi adottságokkal magyarázható. A közeli Tirrén-tengert, alig néhány száz méternyi távolsága ellenére a jeladós madár sosem kereste fel pihenésre, vagy valamely zavaró hatás elkerülésére. A telelőhelyet a tengertől beerdősítéssel megkötött dűnesor választja el, amely a keleti irányban fekvő hegycsúcsból lefolyó vizeket visszatartja, így alakult ki az a mocsaras terület, amely mélyebben fekvő részein ősztől tavaszig folyamatosan édesvízzel borított. Keleti irányban vasúti töltés határolja,

amelyen túl részben lakott területek, részben intenzíven mezőgazdasági művelés alatt álló szántók, szőlők és olajfautetvények, majd a magasabban fekvő részekben erdők találhatók, amelyek a nyári ludak számára táplálkozásra alkalmatlanok.

A bolgheri védett területen szarvasmarha legeltetés folyik, emellett extenzív szántóföldi műveléssel termelnek takarmányt a téli időszakra. A vetésszerkezet évről-évre változik és lényegesen eltér a fertői fészkelő hely környezetében megművelt területektől, és eltérő a termesztett növények köre is. A Kisalföldön a gabonafélék mellett a repce, a kukorica és a napraforgó legnagyobb arányban vetett haszonnövények – utóbbit a ludak semmilyen formában nem fogyasztják (FARAGÓ 1994).

Mindhárom telelési időszakban (2. ábra) a mocsár és a legelőterület együttes preferenciája volt meghatározó, a gabonafélék és a lucerna fogyasztása annak ellenére sem volt jelentős, hogy a bekerített területen számottevő zavarás nem volt.

Összefoglalás

A Fertő tó magyarországi részén fészkelő nyári lúd (*Anser anser*) állomány területhasználatának és vonulásának vizsgálatára indult projekt keretében 2013-2016 között nyakgyűrűbe épített GPS-GSM rendszerű nyomkövetőket szereltünk fel összesen hét madárra, emellett távcsővel leolvasható nyakgyűrűvel jelöltünk meg további 193 pd-t. A vizsgálati időszak relatív enyhe és kevés havas nappal jellemezhető időjárása miatt a madarak nagy része fagypont alatti hőmérsékletek idején sem hagyta el a Kárpát-medencét.

Az egyik jeladós példány azonban három egymást követő évben a Tírrén-tenger partvidékre vonult el, ahol egy mindössze 2 km × 2 km kiterjedésű privát védett területen telelt át, a Padule di Bolgheri Rezervátumban. A részben mocsaras, vízzel borított gyepterület, részben extenzíven megművelt területen teljes vadászati tilalom van életben, míg a környező területeken intenzív vadászat folyik. Ez magyarázza, hogy a táplálkozásra használt terület kiterjedése a rendkívül kicsi, a madár végig a határain belül maradt. A telelőhelyen tartózkodó 500-800 pd nyári lúd gabonafélék (őszi árpa, tritikálé, durumbúza) vetéseken és lucernán, valamint szarvasmarha legelőn táplálkozott. Gyűrűs példányok megfigyelései szerint ezt a telelőhelyet a fertői madarakon kívül cseh és lengyel fészkelő helyekről származó madarak is felkeresik.

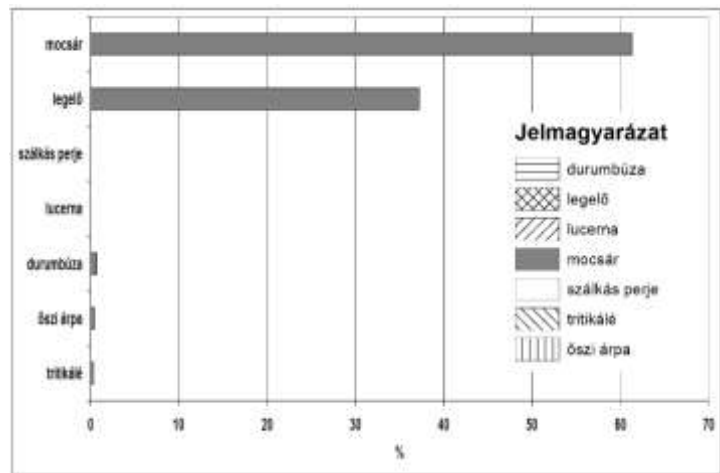
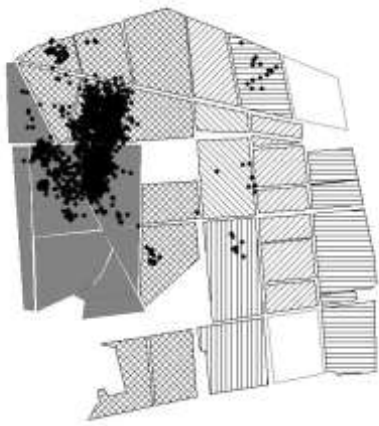
A téli időszakban Bolgheriben táplálkozó nyári ludak területhasználatára lényegesen eltér a Fertőnél és a többi kárpát-medencei vizes élőhely környezetében telelőkéitől. Fertői vizsgálatok szerint a táplálkozó terület, amelyre a vadludak naponta csapatosan kihúznak 10 km-es sugarú körben található szántókat foglal magába, ahol jellemzően a kukoricatarlókat, a gabonafélék és repce vetéseket preferálják.

Summary

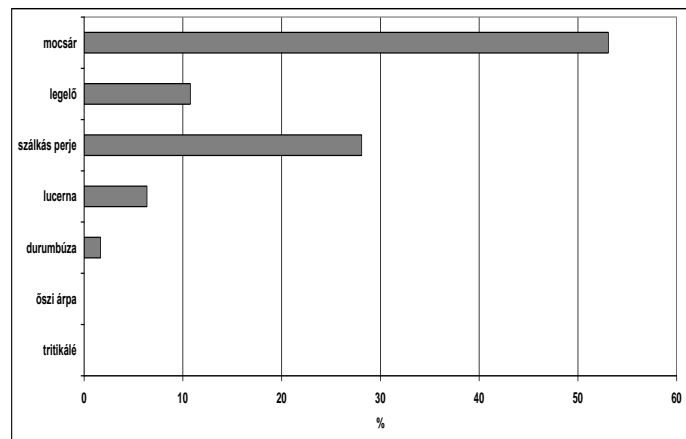
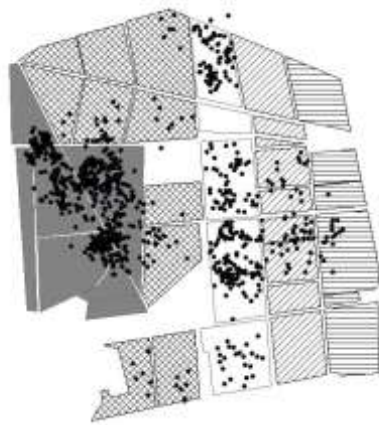
Within the project started for the study of habitat use and migration of the Greylag goose (*Anser anser*) population breeding at the Hungarian part of Lake Fertő we deployed GPS-GSM system loggers integrated into neckrings on altogether 7 birds between 2013 and 2016. Parallel to that further 193 individuals were marked with neckrings the codes of which can be read with spotting scopes. Due to the relatively mild weather and few snowy days in the winters of this period the majority of the birds didn't leave the Carpathian Basin, not even at temperatures below zero.

One of the birds with loggers, however, left in three subsequent winters for the coast of the Tyrrhenian Sea to spend the winter in a private protected area only 2 km × 2 km large, the Padule di Bolgheri Reserve. On the partly marsh- and grassland with water coverage and partly extensively farmed area there is a total hunting ban, whereas on the surrounding areas there is intensive shooting. This may explain why the extension of the foraging area is extremely small, the bird stayed within its borders all along. The 500-800 individuals of greylag geese on the wintering site was foraging on cereal (winter barley, triticale, durum wheat) and alfalfa fields or cattle pasture. According to the sightings of ringed individuals this wintering site is visited –

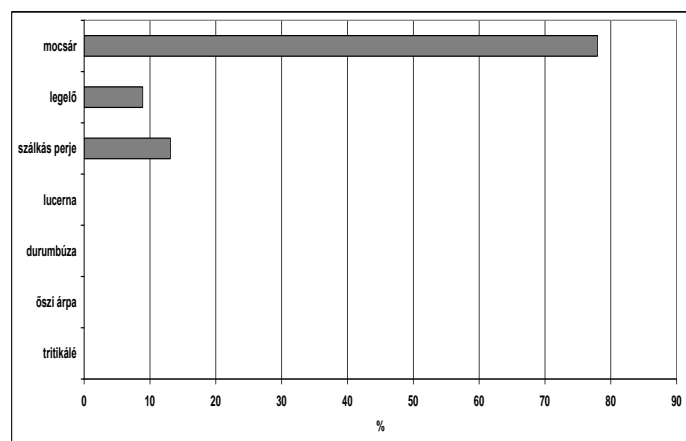
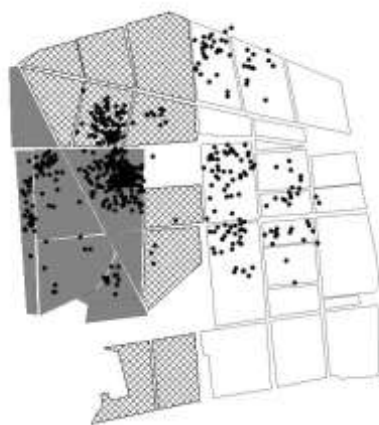
apart from birds arriving from Lake Fertő – also by birds originating from Czech and Polish breeding grounds.



*Nyári lúd területhasználata Bolgheriben 2014/15
Habitat use of a Greylag goose 2014/15*



*Nyári lúd területhasználata Bolgheriben 2015/16
Habitat use of a Greylag goose 2016/16*



*Nyári lúd területhasználata Bolgheriben 2016/17
Habitat use of a Greylag goose 2016/17*

2. ábra: A nyári lúd területhasználata idényenként

Figure 2. Winter Habitat Use of Greylag Geese Breeding at Lake Fertő (Anser anser) in Bolgheri (Tuscany, Italy)

The habitat use of greylag geese foraging in Bolgheri in the winter period differs significantly from that of those wintering at Lake Fertő or near other wetlands within the Carpathian Basin. According to surveys at Lake Fertő, the foraging grounds visited daily by wild geese groups are arable land situated within a circle with a radius of 10 km where they typically prefer corn stubbles or cereal and rape fields.

Irodalomjegyzék

- BOLDREGHINI, P. – MONTANARI, F. L. (1991): A short note on wintering geese in northern Italy. *Ardea*, 79(2): 173-174.
- DICK, G (1987): The significance of the Lake Neusiedl of Austria migrating geese. *Wildfowl*, 38: 19-27.
- DICK, G. – REHFISCH, M. – SKINNER, J. – SMART, M. (1991): Wintering greylag geese *Anser anser* in North Africa. *Ardea*, 79: 283-286.
- FARAGÓ S. (1994): Habitat use, daily activity and feeding of the geese of Lake Fertő. *Aquila*, 101: 65-88.
- PELLINGER A. (2009): Nyári lúd. In: CSÖRGŐ T. – KARCZA ZS. – HALMOS G. – MAGYAR G. – GYURÁ CZ J. – SZÉP T. – BANKOVICS A. – SCHMIDT A. – SCHMIDT E. (szerk.): Magyar Madár vonulási Atlasz. Kossuth Kiadó, Budapest. 119-122. p.
- PERCO, F. (1991) Recent changes in size of goose populations in Italy. *Ardea*, 79 (2): 169-171.
- SPINA, F. – VOLPONI, S. (2008): Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 1. non-Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).
- TRIEBL, R. (1984): Die Graugans (*Anser anser*) im Neusiedler-Seegebiet, Österreich. *Acta Sc.Nat.Brno*, 18: 25-30.
- ZENATELLO, M. – BACCETTI, N. – BORGHESI, F. (2014): Risultati dei censimenti degli uccelli acquatici svernanti in Italia. Distribuzione, stima e trend delle popolazioni nel 2001-2010. ISPRA, Serie Rapporti, 206/2014.

KÜLÖNBÖZŐ SZÁRMAZÁSÚ FIATAL KOCSÁNYOS TÖLGYEK LEVÉLKÁROSÍTÓINAK VIZSGÁLATA

SZABÓ ÁDÁM – TUBA KATALIN

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
szaboadam0821@gmail.com

Bevezetés

Változó klímájú világunkban folyamatosan nehézségekbe ütközik az erdészszakma. A közép-európai régió egyértelműen a felmelegedés jeleit mutatja, illetve a szélsőséges időjárási események gyakoriságának a növekedését. A klímaváltozás annyira gyorsan következik be, hogy nincs ideje a hazánkban honos fajoknak alkalmazkodni. Célszerűbb és gazdaságosabb, ha nem várunk az adaptációra, hanem más országokból származó szaporítóanyaggal újítjuk fel erdeinket. Tölgyek esetében az állományon kívüli beporzás az 50%-ot is meghaladhatja, és ez a pollen több száz kilométerről is származhat. Tehát egy soproni kocsánytalan tölgyet beporzó egyed a széljárástól függően akár nyugat-ausztriai felmenőktől is származhat, és ez a nyugat-ausztriai egyed, akár francia ősszel is rendelkezhet. Ebből kiindulva nem követünk el olyan mértékű ökológiai károkozást, hogy azt a természet ne tudná kompenzálni, ha máshonnan szerezzük be a tölgy-makkot. A tölgyek nagyon nehezen hoznak létre új genotípusokat, amelyek alkalmazkodnának a változó környezethez (MÁTYÁS 2002). A kocsányos tölgy ideális a herbivor rovarközösségek vizsgálatára, hiszen Európában a legfajgazdagabb rovarcsoportot tartja fent, eddig kb. 600 fajt azonosítottak rajta (CSÓKA 2015). Kutatásunk során Franciaországból, Skóciából, Magyarországról származó makkból felnevelt kocsányos tölgyeken (*Quercus robur*) kialakuló levélkárosítók körét vizsgáltuk aszerint, hogy milyen fajok, és milyen számban fordulnak elő egy adott időszakban? Illetve milyen mértékű kárt okoznak rajtuk?

Vizsgálati módszerek

A kísérleti terület a bejagyertyánosi csemetekertben található. A különböző származások más-más parcellákon helyezkednek el, egy parcella 12 egyedet számol, 3 × 4-es felosztásban. A területen összesen 30 parcella található.

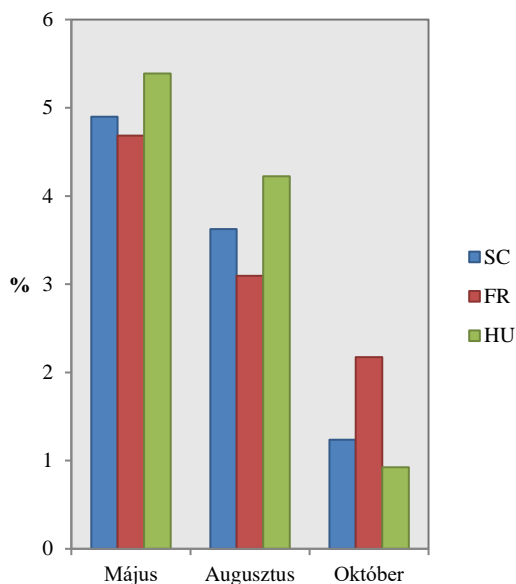
A herbivor közösségre vonatkozó vizsgálatokat 2016-ban három alkalommal végeztük el, május, augusztus és október hónapban, a 3 származás 41-41-41 egyedének, 20 véletlenszerűen kiválasztott levelén.

A herbivorokat funkcionális csoportokra osztottuk fel, így külön vizsgáltuk a rágó, vázasító-hámozgató, aknázó és a gubacsképző fajokat. A rágáskárból ritkán lehet pontosan megállapítani, hogy melyik fajba tartozó herbivor okozta, ezért csak a kár mértékét határoztuk meg. Ezt a következőképpen vizsgáltuk: megnéztük, hogy az ép levélfelület területének hány százalékán keletkezett károsítás. A vázasításból és hámozgatásból keletkezett károsítások mértékének meghatározásakor is a fentiek szerint jártunk el. Ezután a kiválasztott leveleken fellelhető aknákat és levélgubacsokat faj szerint meghatároztuk és megszámláltuk. A hajtásgubacsokat pedig húsz véletlenszerűen kiválasztott hajtáson meghatároztuk és megszámláltuk.

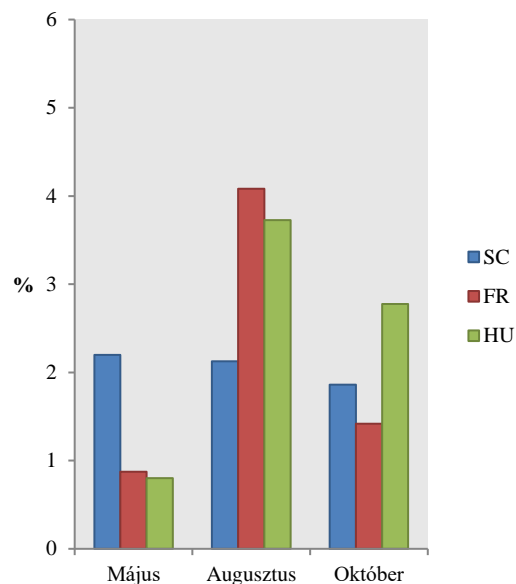
Eredmények

A rágáskár akkor a legnagyobb, amikor a fiatal levélkék előbújnak. A vegetáció során ezt követően a vázasítók és a hámozgatók kerülnek előtérbe. Ezek az eredmények Feeny (1968) megállapításaihoz hasonló tendenciát vázolnak fel. A származások között kisebb eltérések voltak megfigyelhetők. Májusban és augusztusban a magyar származású tölgyeket rágták legszívesebben a károsítók. Ez októberre megváltozott. Akkor előtérbe kerültek a francia egyedek. Összességében a rágáskár a vizsgált származásokon a tenyészidőszak előrehaladtával csökkenő tendenciát mutatott (1. ábra). A vázasítás és a hámozgatás vizsgálata során érdekes módon azt az eredményt kaptuk, hogy a skót egyedeken végig kiegyenlített volt a vázasítás és a hámozgatás mértéke a vegetációs időben. Kezdetben a skóton dominálták ezek a kártevők, de augusztusra a magyar és

a francia származások átvették a vezető szerepet, majd októberre ez a kárforma mindhárom származáson kismértékben visszaesett, de legfőképpen a francia fák esetén. A vázasítás maximumát a magyar és a francia származásoknál egyértelműen a vegetáció középső harmadában érte el, míg a skótoknál a tenyészidőszak első és második harmada közel azonos károsítási szintet mutatott (2. ábra).



1. ábra A rágáskár százalékos aránya a különböző származások levelein



2. ábra A vázasítás és hámozgatás százalékos aránya a különböző származások levelein

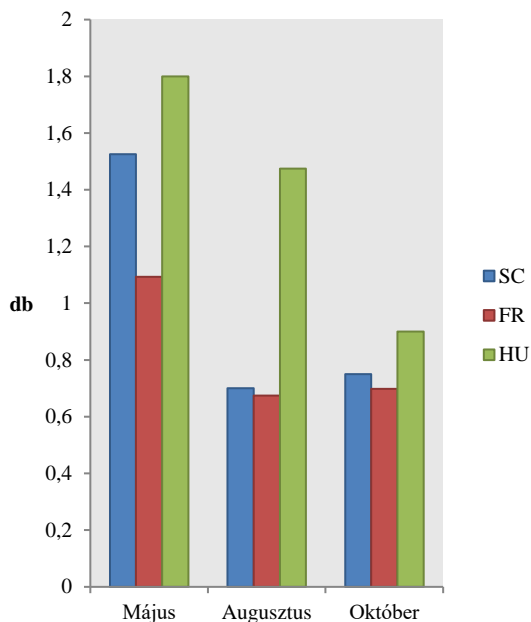
A 3. ábrán jól látszik, hogy az aknák száma az idő előrehaladtával a magyar egyedeken folyamatosan csökkent. Az idegen származásoknál a tenyészidőszak második és harmadik harmadában az aknák számában jelentős eltérés nem mutatkozott. A származásokat nézve végig a magyar egyedek szenvedték el a legnagyobb károsítást, ez augusztus hónapban volt a legszembetűnőbb. A francia és a skót egyedek között nagy eltérést nem találunk, kivéve május hónapban. A legtöbb aknát a *Tischeria ekebladella* és a *Phylonomorycter roboris* okozta. A gubacsok száma az idő előrehaladásával fokozatosan növekedett. Ebben az esetben is a magyar egyedeket kedvelték leginkább a gubacsokozók (4. ábra). A leggyakoribb fajok az *Andricus kollari* és az *Andricus lucidus* voltak.

Következtetések

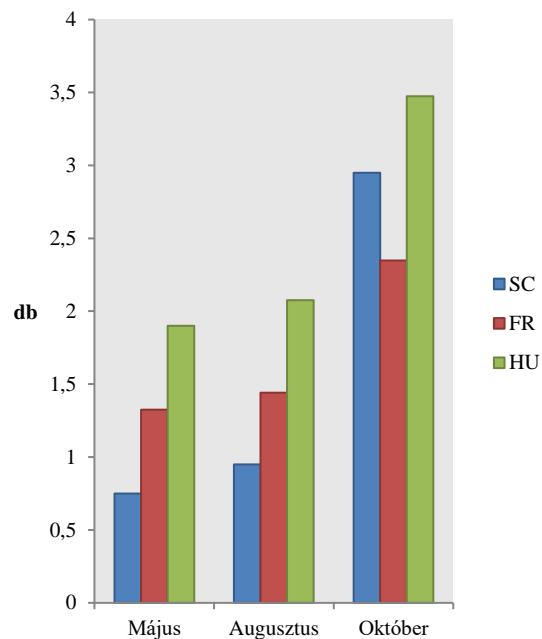
A szabadon rágók, a vázasítók és a hámozgatók esetén elmondható, hogy a származások károsítása közötti eltérés az év folyamán változott, de összességében a hazai származások bizonyultak a legkedveltebbnek közöttük. Valószínűleg az idő múlásával az idegen származásukat is hasonlóan fogják majd károsítani, de egyelőre az adatok még azt mutatják, hogy a magyar fákat fogyasztják a legszívesebben.

A rágáskár akkor a legnagyobb, amikor a fiatal levélkéek előbújnak. A vázasítók és a hámozgatók a legnagyobb levélfelületi veszteséget augusztusban okozták. Ennek oka a levelek nitrogén és tannin tartalmában keresendő (FEENY 1968). Augusztusban szignifikáns különbség volt kimutatható a magyar-francia ($p = 0,05$; $p = 0,0030$) és a magyar-skót ($p = 0,0047$) származások aknaszámai között. A legtöbb aknát a májusi felvételezés során figyeltük meg. A szakirodalom szerint nyár végén kellene a legtöbb aknát találni. Ennek az eltérésnek valószínűleg az az oka, hogy a területen többségben voltak a *Coleoptera* aknázók, melyek a tavasz végi, nyári eleji időszakban aknáznak (CSÓKA 2003). A gubacsokat tekintve a származások között szignifikáns eltérés ($p = 0,0040$) volt megfigyelhető május hónapban, mely elsősorban a magyar-francia származások eltéréseinek köszönhető ($p = 0,3170$). A gubacsok száma az idő előrehaladtával nőtt a

mintaterületen. Ennek részben oka lehet az is, hogy véletlenül a régi gubacsok is belekerültek a mérésekbe, terepen nagyon nehéz a gubacsok korát meghatározni. Az aknák számának növekedése szignifikáns növekedést mutat a gubacsok számának növekedésével mind augusztusban ($p = 0,2260$), mind októberben ($p = 0,2258$). Ennek oka egyrészt, hogy a vegetációban az év folyamán egyre több faj jelenik meg és feltételezhetően a gyengébb növényeket keresik, ahol már több a károsítás. Mind az aknázók, mind a gubacsokozók többnyire a magyar egyedeket keresték.



3. ábra Az aknák száma származás szerint a vizsgált leveleken



4. ábra A gubacsok száma származás szerint a vizsgált leveleke és a hajtásokon

Irodalomjegyzék

CSÓKA GY. (2003): Levélaknák és levélaknázók. Agroinform Kiadó, Budapest.

CSÓKA GY. (2015). Rovardrámák a kocsányos tölgyön. Élet és Tudomány, 2015/43.

FEENY, P. P. (1968): Effects of oak leaf tannins on larval growth of the winter moth *Operophtera brumata*. Journal of Insects Physiology 14:805-817

MÁTYÁS CS. (2002): Erdészeti – természetvédelmi genetika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

A *CORDULEGASTER HEROS* ELTERJEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA A SOPRONI-HEGYSÉGBEN

SZITA RENÁTA – AMBRUS ANDRÁS
Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság
szita.reni@gmail.com

Bevezetés

Régtől fogva ismert a balkáni hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros*) soproni előfordulása, a faj hazai tenyészése a Soproni-hegységből (Ambrus *et al.*, 1992) lett bizonyítva elsőként. Az állomány rendszeres vizsgálata a Rák-patak vízrendszerének két pontján, az Autós-pihenőnél és a Tacsí-árokban történt meg az elmúlt évtizedekben, egyébként szórványadatok állnak rendelkezésre a hegyvidékről 1992 óta. A fajjal kapcsolatos kutatások 2004 óta nagyobb hangsúlyt kaptak hazánkban, mivel Magyarország Európai Unióhoz való csatlakozásával a *C. heros* is felkerült a Natura 2000 jelölőfajok listájára és közeli rokon fajtársával, a *Cordulegaster bidentata*val együtt hazánkban fokozottan védettek. A 2016-2017-es időszakban a Rák-patak 200 m-es szakaszán (Hidvégvíz-völgyben) havi rendszerességgű lárva vizsgálatra és kelési mintázat vizsgálatra került sor. Átfogó, az egész hegyvidéket felölelő vizsgálata eddig még nem történt.

Vizsgálati módszerek

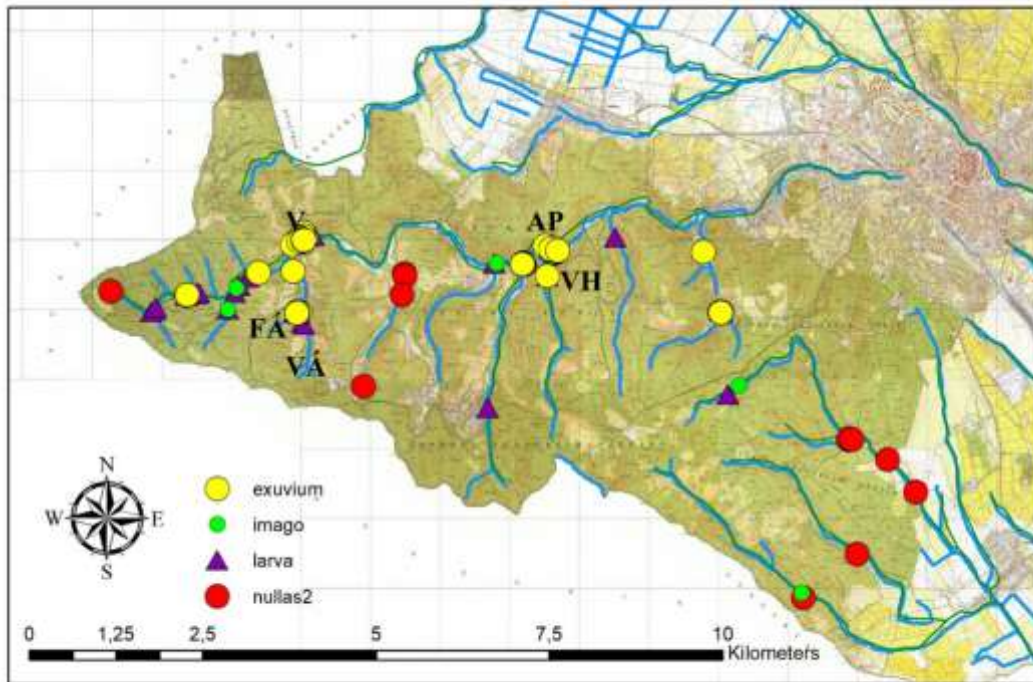
A vizsgálatok kiterjedtek a Soproni-hegység teljes vízrajzi hálózatára, ahol a faj számára alkalmas, állandó vizű patakok, időszakosan rövid időre kiszáradó vízfolyások előfordulnak. Mivel a faj több éves fejlődésű, a kutatás egész évben folytatható. A felmérés a Rák-patak teljes vízrendszerét felölelte. Ehhez új elemként csatoltuk a – korábban csak elvétve vizsgált – Házhegy-árkot (Kocsedó-völgyet), a Kánya-szurdokot és a Kecské-patakot, melyek az Arany-patak vízgyűjtőjéhez tartoznak, míg a többi vizsgált terület a Rák-patakba ömlik. A több-kevesebb rendszerességgel vizsgált helyek így összesen 32 mintavételi pontot jelentettek, negatív eredménnyel zárult mintavételekkel együtt.

A szisztematikus felmérés 2017 májusától július végéig tartott, először a lárva stádiumra (annak korosztály eloszlására, morfológiai paraméterek mérésére) koncentrálni, később az exuvium (levedlett lárvabőr) gyűjtésére, imágók megfigyelésére. Az lárvabőrök gyűjtésénél rögzítésre került azok elhelyezkedésének pontos koordinátája, neme, távolsága a víztől, távolsága a földfelszíntől és az aljzat típusa, amelyre az állat kimászott. Ehhez kapcsolódóan egyes mintaterületeken a teljes vízi makrogerinctelen közösség és a jellemző fizikai környezeti változók is rögzítésre kerültek.

Eredmények

A felmérés során összesen 106 adatot sikerült gyűjtenünk, 17 imágó, 49 exuvium és 31 lárva rekordot. A 32 vizsgált szakasz közül kilenc ponton nem sikerült megtalálnunk a fajt, a legtöbb esetben a vízfolyások kiszáradtak a száraz és meleg nyár következtében. Az érintett vízfolyások vízhozama egyébként is alacsonyabb a többinél, nagy szárazság esetén kiszáradhatnak, forrás közeli, felső szakasz jellegük miatt inkább a *Cordulegaster bidentata* fajnak jelentenek optimális élőhelyet. A *C. bidentata* a hegység szomszédos, ausztriai oldalán és a közeli Kőszegi-hegység alkalmas élőhelyein tenyészik. Itteni előfordulásáról korábbi imágó adatok vannak a Tacsí-árok-ból és a Hermesi-árok-ból, az utóbbi helyről lárva adata is van. Jelen vizsgálat során nem került elő, a Soproni-hegység *Cordulegaster* népszerűségét egyértelműen a *C. heros* dominanciája jellemzi.

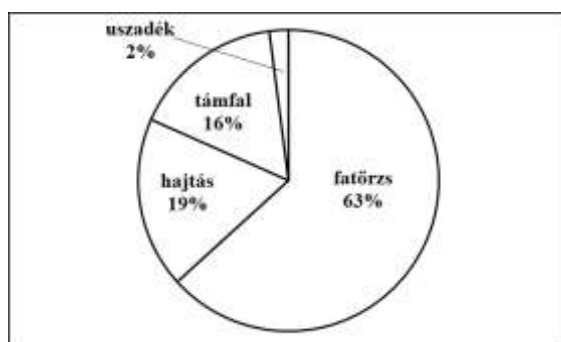
A *C. heros* faj előfordulási gócpontja a Rák-patak vízrendszerére tehető a Soproni-hegységben. Szinte az összes mellékágban előfordul a faj, ami vélhetően a stabil Rák-patakban található populációnak köszönhető, a visszatelepülés nagy szárazságok után a kompenzációs repüléssel könnyen megvalósulhat.



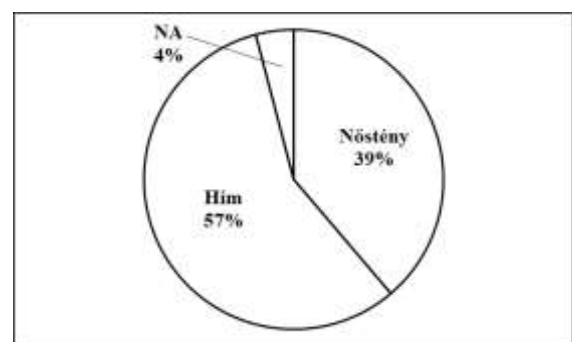
1. ábra *C. heros* előfordulások a Soproni-hegységben (többszöri exuvium mintavételi helyek: AP – Autós-pihenő, VH – Vörös-híd, V – Vadászház, FA – Farkas-árok, VÁ – Vadkan-árok)

Az exuviumok gyűjtése ugyan az egész vízrendszerre kiterjedt, azonban voltak olyan pontok, melyeket nagyobb intenzitással látogattunk a felmérés során. Ide sorolható az Autós-pihenő, a Vörös-híd, a Hidegvíz-völgyi Vadászház körüli szakasz, és a Farkas- és Vadkan-árok összefolyásánál található terület (1. ábra).

Az exuviumok 57%-a hím, 38%-a nőstény volt, 2 bőrnél nem lehetett megállapítani az állat nemét (2. ábra). A lávák maximálisan 2 m, minimálisan 0,2 m magasságban keltek ki, míg a víztől megtett távolság maximálisan 6 m, minimálisan 0 m volt. Legtöbb esetben fatörzsön, legkevesebb esetben uszadékon történt a kikelés (3. ábra).



2. ábra Talált exuviumok ivararánya



3. ábra *C. heros* lárvák bújási aljzat

Veszélyeztető tényezők: mivel a lávák a laza üledékben fejlődnek, a vízgyűjtőt érő heves esőzések – ha az erdőszűrés mértéke csökken – az üledékkel együtt könnyen lemoshatják őket alsóbb, számukra alkalmatlan szakaszokra. A vízfolyást közvetlenül övező árnyékoló állomány eltávolítása a víz fölmelegedését, gyorsabb kiszáradását okozhatja, ami aszályos időszakban végzetes lehet.

Összefoglalás

A Soproni-hegység *Cordulegaster heros* népségéről a vizsgálatok alapján elmondható, hogy a hegység vízhálózatának állandó vízellátottságú, megfelelő árnyalással rendelkező szakaszain többnyire népes állománnyal tenyészik. A vízfolyások legfelső, forráshoz közeli szakaszai – melyek a rokon *Cordulegaster bidentata* optimális élőhelyei lennének – többnyire nem stabil vízháztartásúak, gyakran kiszáradnak, így a *C. bidentata* csak ritkán és időlegesen fordul elő a területen. A *C. heros* a Rák-patak vízgyűjtőjéhez tartozó, szinte valamennyi vizsgált vízfolyás szakaszról megkerült, míg a hegység déli oldalán, az Arany-patak vízgyűjtőjén csak a legfelső szakaszról, a vízvásztó közeléből (Füzes-árok) került elő lárvája, az alsóbb szakaszokról nincs recens tenyészési adata, csak kóborló imágó példányra vonatkozó megfigyelés. A faj fennmaradása a főként a Rák-patak vízgyűjtőjének állapotától, a vízháztartás stabilitásától, a vízhozam kiegyenlítetttségétől és a völgyek árnyaló állományainak fennmaradásától függ.

Irodalomjegyzék

AMBRUS A. – BÁNKÚTI K. – KOVÁCS T. (1992): A Kisalföld és a Nyugat-Magyarországi peremvidék Odonata faunája. Tanulmányok 2. Győr: 1-81

HAZAI *LEPIDOCYRTUS* FAJOK (COLLEMBOLA) FILOGENETIKAI VIZSGÁLTÁNAK ELŐZETES EREDMÉNYEI

TÓTH VIKTÓRIA¹ – LAKATOS FERENC¹ – FEHÉR KATALIN¹ – WINKLER DÁNIEL²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

toth.viktoria@uni-sopron.hu

Napjainkban megfigyelhető trend, hogy egyre több ország genetikai markerek segítségével katalogizálja és tárja fel flórájának, faunájának diverzitását. Különösen igaz ez a talajlakó élőlényekre, amelyeknél számos taxon esetén mutattak ki kriptikus fajokat genetikai markerek segítségével (HOGG & HEBERT 2004; PORCO *et al.* 2012; ZHANG *et al.* 2014). Az ugróvillások (Collembola) egyik legelterjedtebb génusza a *Lepidocyrtus*, amelynek 33 európai fajából 16-ot mutattak ki, és/vagy írtak le Magyarországról (BELLINGER *et al.* 1996-2017). Ez a szám a jövőben feltehetőleg emelkedni fog. A hazánkban megtalálható 16 fajból mindössze 8 fajról található nukleotid szekvencia adat a génbankban (web1).

Nukleotid szekvencia adatokat használnak a Collembola fajok filogenetikai (CARAPELLI *et al.* 1995; FRATI *et al.* 1997; SOTO-ADAMES 2002), populáció genetikai és filogeográfiai vizsgálatai során (STEVENS *et al.* 2007), valamint a faji azonosításhoz is (PORCO *et al.* 2012).

Főbb célkitűzéseink az alábbiak voltak: 1, A *Lepidocyrtus lignorum* fajcsoport populációkon belüli és populációk közötti genetikai diverzitásának felmérése, morfológiai különbségek alapján már feltételezett, esetleges kriptikus fajok kimutatása. 2, Leírás alatt álló taxonok létjogosultságának bizonyítása genetikai markerek segítségével.

Vizsgálati módszerek

Talajmintákat 9 település határából gyűjtöttünk (1. ábra). Módosított Berlese–Tullgren talajfuttatót alkalmaztunk. A fajok határozását Leica DM2500 LED hagyományos átesőfényű fénymikroszkóp alatt végeztük.



1. ábra: A vizsgált *Lepidocyrtus* fajok gyűjtési helyei

Létező, leírt fajokat (*L. arrabonicus*, *L. cyaneus*, *L. isabelleae*, *L. lanuginosus*, *L. mariani*, *L. nigrescens*, *L. paradoxus*, *L. peisonis*, *L. traseri*, *L. tomosvaryi*, *L. violaceus*) és leírás előtt álló potenciális új fajokat

(*lignorum* csoport: *Lepidocyrtus* sp1, *Lepidocyrtus* sp2, *Lepidocyrtus* sp3; *pallidus* csoport: *Lepidocyrtus* sp4; *serbicus* csoport *Lepidocyrtus* sp5) vizsgáltunk. A *L. peisonis* esetén több populációt is megmintáztunk.

A vizsgált egyedeket feldolgozásig 4 °C-on, 96%-os alkoholban tároltuk.

A DNS kivonást Phire Animal Direct PCR Kit-tel végeztük a gyártói Dilution protokoll szerint.

A PCR reakciókhoz a COI gén 585 bp hosszú szakaszának amplifikálására a LCO1490f/HCO2198r primer párt használtuk (FOLMER *et al.* 1994). COII gén esetén a tRNA-20-LcuJ/ tRNA-13-LcuN, valamint tRNA-K-LcuJ/ tRNA-L-LcuN primer párokat használtuk (CICCONARDI *et al.* 2010). A 28S rDNS D2-D3 domainjéhez a D1F/ D3R primereket (LOPEZ-VAAMONDE *et al.* 2001), valamint alternatív primereként a 28S-1F/ 28S-4R primerpárt használtuk (ÁLVAREZ-PRESAS *et al.* 2008). EF-1- α gén kb. 598 bp hosszú szakaszához (mely az első exont, az első intront és a második exont tartalmazza) az EFLcuJ/ EFLcuN (CICCONARDI *et al.* 2010) primer párt használtuk.

A fragmentek bázissorrendjének leolvasását az Eurofin Laboratóriumában (Németország, Ebersberg) végezték.

A szekvencia leolvasás eredményét minden esetben Sequence Scanner program (web2) segítségével ellenőriztük és az esetlegesen előforduló hibákat manuálisan javítottuk. Külső kontrollként a génbankból (web1) a KF364851 *Seira* sp., KC236262 *Seira delamarei* szekvenciáját használtuk fel.

A szekvenciákat a ClustalX programmal illesztettük (THOMPSON *et al.* 1994). A gének leszármazási viszonyainak elemzését Neighbour-Joining (NJ) módszerrel, Kimura2 (K2) (KIMURA 1980) modellel, 5000-szeres bootstrap módszerrel, „pairwise-deletion” beállítással, gamma eloszlás mellett végeztük. Az egyes taxonok közötti (between group average distance), valamint a csoportokon belüli genetikai (within group average distance) távolságokat ugyanezzel a beállítással végeztük el. Az elemzésekhez a MEGA 5.02 (TAMURA *et al.* 2011) szoftvert használtuk.

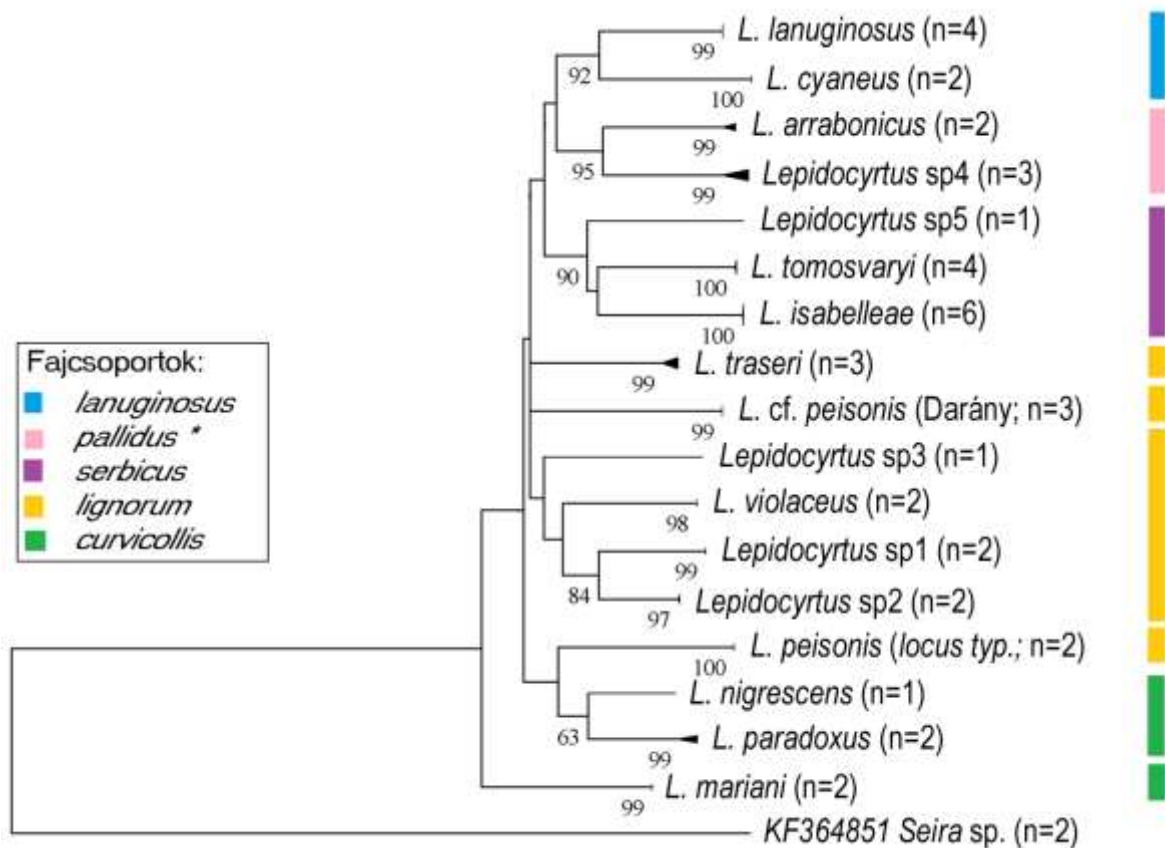
Eredmények és következtetések

A már leírt fajok közül 6 olyan fajról sikerült nukleotid szekvencia adatot nyernünk különböző genetikai markerekkel, melyekről korábban semmiféle génbanki adat nem áll rendelkezésre.

COI gén 585 bp szakaszán 7 faj 10 egyedét vizsgáltuk. A korábban leírt fajok alapján a fajon belüli átlagos genetikai távolságok 0,00 – 2,80%, a fajok közötti disztanciák 21,22 – 29,41%-ot mutattak. A leírás előtt álló *Lepidocyrtus* sp2 taxon genetikai távolsága a *lignorum* fajcsoport már leírt fajaitól 21,64 – 22,93%; fajon belüli genetikai divergencia 1,73%, ez alapján elfogadható új fajként. Az utóbbi években leírt *L. traseri* genetikai távolsága a fajcsoporton belül 21,64 – 25,53%, ez megerősíti a taxonómiai létjogosultságát. Ez az érték megközelítően azonos a HOGG ÉS HEBERT (2004) által publikált adatokkal. Munkájukban 13 Collembola nemzetség 19 faja alapján számolt fajon belüli átlagos szekvencia divergencia <1%, a fajok közötti divergencia minden esetben 8% fölötti (8-25% a vizsgált genusokon belül). *Tomocerus* nemzetségben a különböző fajcsoportokon belül az intraspecifikus diverzitás 0,00 – 5,17%, az interspecifikus diverzitás 1,89 – 22,08% között változott (ZHANG *et al.* 2014).

COII gén 441 bp hosszú szakaszáról 16 faj 42 egyedéről nyertünk értékelhető adatot. A fajon belüli átlagos genetikai távolság 0,00 – 3,27 % között, míg a fajok közötti genetikai divergencia 17,23 – 38,90% között változik. Viszonylag magas fajon belüli diverzitást sikerült kimutatni *L. paradoxus* (3,27%), *L. traseri* (2,02%), és egy leírás előtt álló taxon (*Lepidocyrtus* sp4 3,12%) esetén, de az érték nem közelíti meg az interspecifikus divergencia értékét. A vizsgált *Lepidocyrtus* fajokon belüli genetikai divergencia értékek megfelelnek más Collembola nemzetségek szakirodalomban található értékeinek, pl. *Isotoma* fajokon belül 1,0 – 4,4% (BURKHARDT & FILSER 2005), *Desoria klovstadi* haplotípusai között 0,1 – 1,6% (STEVENS *et al.* 2007), *Orchesella* fajok populációin belül 0 – 19,5% (SMITH *et al.* 2015) genetikai divergenciát mutattak ki. A vizsgált *Lepidocyrtus* fajok között mért divergencia értékek is megfelelnek a más genusoknál tapasztaltaknak pl.: *Orchesella* 45,9%, *Isotomurus* 41,2% és *Isotoma* 8,7 – 24,3%. Az *Orchesella cincta* és *O. villosa* fajok populációi között 21,3 – 28,7% a divergencia (BURKHARDT & FILSER 2005; FRATI *et al.* 1997; SMITH *et al.* 2015). Ezek alapján a *L. traseri* és a *L. isabelleae* jó elkülönül a saját fajcsoportjának többi fajától (25,77 – 32,61%; utóbbi

24,91%). Ezzel a genetikai markerrel a *Lepidocyrtus* sp4 jól elkülönül a *L. arrabonicus*-tól (23,59%). Az eddigi eredmények alapján mind a *Lepidocyrtus* sp5, mind a *Lepidocyrtus* sp1 (27,04 – 27,16%, 23,14 – 35,59%) jól elkülönül a korábban leírt fajoktól, divergencia értékeik nagyságrendileg is megfelelnek a nemzetség átlagos értékeinek. A *Lepidocyrtus* sp2 genetikai távolsága a már leírt fajoktól 22,98 – 30,14%, viszont a *Lepidocyrtus* sp1-től 16,63%. Ez még mindig elég magas genetikai távolság ahhoz, hogy akár új faj is lehet. A *Lepidocyrtus* sp1 esetén azonban a fő kérdés, hogy milyen távolságra helyezkedik el a *L. lignorum*-tól. A *Lepidocyrtus* sp3 jól elkülönül (29,10 – 34,28% a távolsága a fajcsoport többi tagjától). A *L. peisonis* fertőrákosi és darányi populációi között 33,09% a genetikai távolság, ami arra utal, hogy akár kriptikus fajok is lehetnek. A NJ algoritmussal futtatott filogenetikai törzsfán (2. ábra) a *lanuginosus*, *serbicus* fajcsoportok, valamint a *L. arrabonicus* és a *pallidus* fajcsoportba tartozó *Lepidocyrtus* sp4 jól elkülönülnek (92%, 90%, 95%). A *lignorum* és *curvicollis* fajcsoportok fajait ugyan alacsony statisztikai valószínűséggel származtatta le az algoritmus, de a részeredmények azt sejtetik, hogy a két fajcsoport nem monofiletikus.



2. ábra COII filogenetikai törzsfá (NJ algoritmus, K2 szubsztitúciós modell)

A 28S rDNS gén 814 bp hosszú szakaszán 16 faj 45 egyedéről használtunk fel adatot. A fajon belüli átlagos genetikai távolság 0,00 – 0,04% között, a fajok közötti 0,37 – 4,73% között változott. Ez hasonló a *Tomocerus* fajok esetén mért genetikai távolságokhoz (bár ott a gén D1-D2 doménjét vizsgálták) (ZHANG *et al.* 2014). A *T. ocreatus* fajcsoportnál az intraspecifikus divergencia 0,00 – 2,14%, az interspecifikus divergencia 0,59 – 4,89% volt; a *T. nigrus* fajcsoportnál az intraspecifikus divergencia 0,13 – 2,46%, az interspecifikus divergencia 0,07 – 1,65% volt (ZHANG *et al.* 2014). Ezek alapján a *L. traseri* és a *L. isabelleae* jó elkülönül a saját fajcsoportjának többi fajától (0,62 – 1,13%; utóbbi 1,00%). A leírás előtt álló taxonok közül a *Lepidocyrtus* sp5 (0,50 – 1,0%) és a *Lepidocyrtus* sp1 (0,50 – 1,13%) genetikai távolsága támogatja a faji szintű elkülönítésüket. A *Lepidocyrtus* sp3 jól elkülönül, távolsága 0,87 – 1,50% a fajcsoport fajaitól. Ezzel a markerrel a *Lepidocyrtus* sp4 nem különíthető el a *L. arrabonicus*-tól (0,00%), ezért a fajcsoport további tagjait is be kell vonni az

elemzésbe. A *L. peisonis* fertőrákosi és darányi populációi között 0,65% a genetikai távolság, akár lehetnének kriptikus fajok is.

EF-1- α gén (598 bp hosszú szakaszáról 11 faj 27 egyedéről van értékelhető adatunk. A fajokon belüli átlagos genetikai távolság 0,00 – 4,54% között (1% fölötti értéket eddig egyedül az *L. peisonis* fertőrákosi populációjában mértünk), a fajok közötti genetikai távolság 3,35 – 20,92 % között mozgott. Ez alapján a *L. traseri* és a *L. isabelleae* jól elkülönül a saját fajcsoportjának többi tagjától (az előbbi 5,64 – 9,04%, az utóbbi 9,81%). A *Lepidocyrtus* sp2 viszonylag jól elkülönül a fajcsoport többi tagjától (3,03 – 8,33%). A *L. peisonis* két populációja között 6,97% az eltérés, ami kriptikus fajokra utal.

Összefoglalás

A már leírt fajok közül 6 olyan fajról sikerült nukleotid szekvencia adatot nyernünk, melyekről korábban semmiféle génbanki adat nem állt rendelkezésre.

Az utóbbi néhány évben leírt két taxon (*L. traseri* és *L. isabelleae*) esetén több genetikai markerral is megerősítettük faji szintű létjogosultságukat (előbbit 4, utóbbit 3 markerral). Két leírás előtt álló taxon (*Lepidocyrtus* sp2 és *Lepidocyrtus* sp5) esetében több markerral is megerősítettük, hogy indokolt a faji szintű leírásuk (előbbit 2, utóbbit 3 markerral).

A *L. peisonis* és a hozzá nagyon hasonló taxonok (pl. *Lepidocyrtus* sp3) esetén érdemes több lokalitásból mintát venni.

Több potenciális faj (*Lepidocyrtus* sp1, *Lepidocyrtus* sp4) esetén pedig a fajcsoport további fajait is be kell vonni a vizsgálatba ahhoz, hogy egyértelmű eredményt kapjunk.

Irodalomjegyzék

- ÁLVAREZ-PRESAS, M. – BAGUÑA, J. – RIUTORT, M. (2008): Molecular phylogeny of land and freshwater planarians (Tricladida, Platyhelminthes): from freshwater to land and back. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 555-568.
- BELLINGER, P. F. – CHRISTIANSEN, K. A. – JANSSENS, F. (1996-2017): Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org> - Last updated on 2017.08.31 by Frans Janssens.
- BURKHARDT, U. – FILSER, J. (2005): Molecular evidence for a fourth species within the *Isotoma viridis* group (Insecta, Collembola). – *Zoologica Scripta* 34:177-185.
- CARAPPELLI, A. – FANCIULLI, P. P. – FRATI, F. – DALLAI, R. (1995): The use of genetic markers for the diagnosis of sibling species in the genus *Isotomurus* (Insecta, Collembola). – *Italian Journal of Zoology* 62:71-76.
- CICCONARDI, F. – NARDI, F. – EMERSON, B. C. – FRATI, F. – FANCIULLI, P. P. (2010): Deep phylogeographic divisions and long-term persistence of forest invertebrates (Hexapoda: Collembola) in the North-Western Mediterranean basin. – *Molecular Ecology* 19: 386–400.
- FOLMER, O. – BLACK, M. – HOEH, W. – LUTZ, R. – VRIJENHOEK, R. (1994): DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. – *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294-299.
- FRATI, F. – SIMON, C. – SULLIVAN, J. – SWOFFORD, D. L. (1997): Evolution of the mitochondrial cytochrome oxidase II gene in Collembola. – *Journal of Molecular Evolution* 44: 145-158.
- HOGG, I. D. – HEBERT, P. D. (2004): Biological identification of springtails (Hexapoda: Collembola) from the Canadian Arctic, using mitochondrial DNA barcodes. – *Canadian Journal of Zoology* 82: 749-754.
- KIMURA, M. (1980): A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. – *Journal of Molecular Evolution* 16: 111-120.
- PORCO, D. – BEDOS, A. – GREENSLADE, P. – JANION, C. – SKARŻYŃSKI, D. – STEVENS, M. I., – VAN VUUREN, B. J. – DEHARVENG, L. (2012): Challenging species delimitation in Collembola: cryptic diversity among common springtails unveiled by DNA barcoding. – *Invertebrate Systematics* 26: 470-477.
- SMITH, C. L. – MOULTON, J. K. – BERNARD, E. C. (2015): European Springtails *Orchesella cincta* (L.) and *O. villosa* (L.) (Collembola: Entomobryidae): Vagabond Species of the Nearctic Region. – *The Great Lakes Entomologist* 48: 103-110.

- SOTO-ADAMES, F. N. (2002): Molecular phylogeny of the Puerto Rican *Lepidocyrtus* and *Pseudosinella* (Hexapoda: Collembola), a validation of Yoshii's "color pattern species". – *Molecular Phylogenetics and Evolution* 25: 27-42
- STEVENS, M. I. – FRATI, F. – MCGAUGHRAN, A. – SPINSANTI, G. – HOGG, I. D. (2007): Phylogeographic structure suggests multiple glacial refugia in northern Victoria Land for the endemic Antarctic springtail *Desoria klovstadi* (Collembola, Isotomidae). – *Zoologica Scripta*, 36(2): 201-212.
- TAMURA, K. – PETERSON, D. – PETERSON, N. – STECHER, G. – NEI, M. – KUMAR, S. (2011): MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. – *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731-2739.
- THOMPSON, J. D. – HIGGINS, D. G. – GIBBSON, T. J. (1994): Clustal W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position specific gap penalties and weight matrix choice. – *Nucleic Acids Research* 22:4673-4680.
- ZHANG, F. – YU, D. – LUO, Y. – HO, S. Y. W. – WANG, B. – ZHU, C. (2014): Cryptic diversity, diversification and vicariance in two species complexes of *Tomocerus* (Collembola, Tomoceridae) from China. – *Zoologica Scripta* 43:393–404.
- web 1: GenBank – National Center for Biotechnology Information
Megtalálható: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
Hivatkozva: 2016.04.25.
- web 2: Sequence Scanner Software; Peak Scanner Software
Megtalálható:<http://www.lifetechnologies.com/global/en/home/technical-resources/software-downloads/sequence-scanner-software.html>
Hivatkozva: 2012.11.08

A SORDÉLY (*EMBERIZA CALANDRA*) ÉLŐHELYVÁLASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A MOSON PROJECT TERÜLETÉN

VARGA SZABOLCS¹ – KELEMEN PETRA¹ – CSISZÁR ÁGNES² – WINKLER DÁNIEL¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet

varga.sz.1993@gmail.com

Bevezetés

Az egyre növekvő mezőgazdasági intenzifikáció már a mezei életközösségek ún. gyakori fajait is veszélyezteti (INGER *et al.* 2015). Ilyen fajnak számít a sordély (*Emberiza calandra*), melyet a nyugat-európai államokban már az agrárélőhelyek indikátorfajaként tartják számon (WATSON *et al.* 2007). A volt szocialista országokban a rendszerváltást követő időszakban újra az extenzív jellegű gazdálkodás került előtérbe, ezért ezekben az államokban – így Magyarországon is – kedvezőbbek a körülmények (VERHULST *et al.* 2004). Az utóbbi években végzett hazai kutatások eredményei azonban aggodalomra adnak okot, ugyanis kimutatták, hogy a hazai énekesmadár populációknál is megfigyelhetők negatív változások (ERDŐS *et al.* 2007; KOVÁCS *et al.* 2007, NÉMETH 2017). Munkánk fő célkitűzése a sordély állományfelmérése és élőhelyválasztásának vizsgálata volt extenzív agrárkörnyezetben, a Kisalföld északi részén található MOSON Project területén. További célunk volt a sordély territóriumok botanikai értékelése, valamint a táplálékkínálat felmérése.

Vizsgálati anyag és módszer

A sordélyok állományfelmérésére április elejétől május végéig került sor, ez nagyjából lefedi a faj első költésének idejét. A felmérés során összesen 4 alkalommal jártuk be a területet, térképen jelölve a jellegzetesen kiülőhelyeken éneklő sordélyokat. Az akusztikus észlelést követően behatároltuk a madár pontos helyét, majd bemértük a kiülőhelyek koordinátáit. A biztos kiülőhelyeket – amelyen a madarat legalább 3 felmérés során megfigyeltünk – praktikusán a territórium középpontjának tekintettünk.

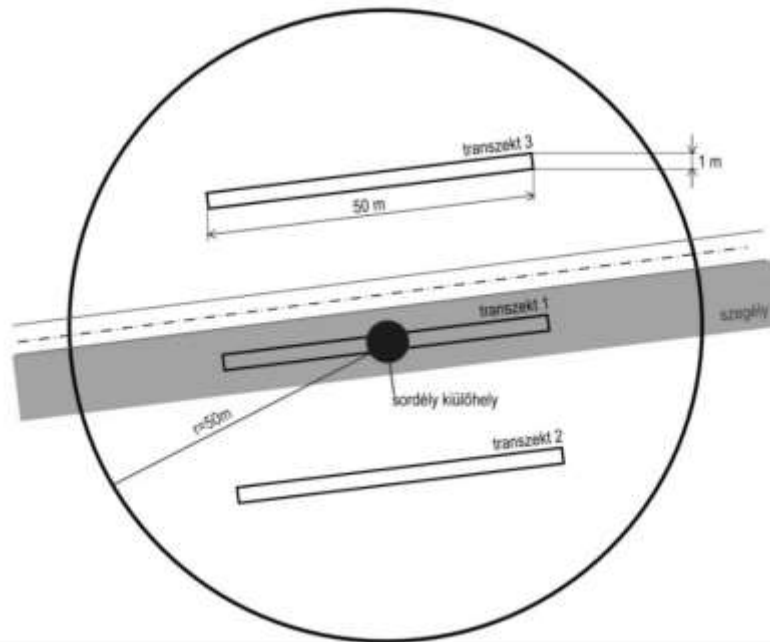
A felmért territóriumokból összesen 8-at választottunk ki további vizsgálatokra (botanikai felvételezést, táplálékkínálatra irányuló vizsgálatok). A tényleges territóriumok (SOR) mellett random pont generáló függvény segítségével kijelölt, ugyancsak 8 kontrolpont (KTR) esetében is elvégeztük a botanikai és az ízeltlábú táplálékkínálat vizsgálatokat.

A botanikai felvételezés során a sordély élőhelyek, valamint a kontrolpontok növényzetét transzsektek mentén vizsgáltuk. Minden egyes éneklőpont és kontrolpont körül 50m sugarú körben (~0,8ha területű territórium) három, 50 méteres transzsektet fektetünk le, a sordély által használt szegélyekkel párhuzamosan (1. ábra).

Az 1 méter széles, 50 méter hosszú transzsektek felvételezése BRAUN-BLANQUET-módszerrel (1928) történt, az abundancia-dominancia viszonyok jellemzésére 7-fokozatú egyszerűsített skálát használtunk. A növényfajok meghatározása az Új Magyar Fűvészkönyv (KIRÁLY 2009) felhasználásával történt. A felvételek feldolgozása során a fajokhoz a Flóraadatbázis 1.2 taxon listájának (HORVÁTH *et al.* 1995) felhasználásával hozzárendeltük a Borhidi féle szociális magatartás típusokat (BORHIDI 1993), valamint KIRÁLY (2009) munkája alapján képzett átlagos magasságukat.

A faj változatos táplálkozását figyelembe véve az állati eredetű táplálékkínálatot kétféle módszerrel is vizsgáltuk mindegyik minta és kontrolterületen. A talajfelszíni ízeltlábú (*Arthropoda*) fauna gyűjtéséhez Barber-féle talajcsapdát használtunk, amely a talajlakó, talaj felszínén vadászó-táplálkozó (*fissurbiontok*) állatcsoportok felmérésére leginkább alkalmas, a nemzetközi gyakorlatban is elfogadott módszer (KÁDÁR – SAMU 2006). Minden mintavételi helyen transzsektenként (1. ábra) 3-3 talajcsapda működött május és június hónapokban 2 hetes intervallumokban. A gyűjtött anyagot főbb taxonok szintjén határoztuk meg. Ezt 24 órás szárítás követte 85-90°C-on, majd a száraz biomassza mérése.

A növényzeten előforduló ízeltlábú fauna vizsgálatához rovarszívót alkalmaztunk. Vizsgálatunk során egy átalakított lombszívót használtunk, amely működése megegyezik az ismert rovarszívókéval (pl.: D-vac). A beszívott állatok egy szövetsákba kerültek, majd a mintákat 70%-os etilalkoholban konzerváltuk.



17. ábra: A botanikai felvételezés sémája

Az adatfeldolgozáshoz és kiértékeléshez többváltozós módszereket alkalmaztunk. Az elemzésekhez összesen 9, az élőhely növényzetére, valamint a táplálékkínálatra vonatkozó paramétert számszerűsítettünk (1. táblázat).

1. táblázat: Az élőhelyet leíró jellemzők adatrendszere

Az adatrendszer komponensei	Jelölés az elemzés során
növényzet fajszáma	PL_S
növényzet diverzitása (Shannon)	PL_Div
növényzet természetessége (sensu Borhidi)	PL_Nat
növényzet magassági diverzitása	PL_HDiv
foltosság	Pacth
ízeltlábú táplálék egyedszám (Barber csapda)	F_NBar
ízeltlábú táplálék tömeg (Barber csapda)	F_WBar
ízeltlábú táplálék egyedszám (rovarszívó)	F_NVac
ízeltlábú táplálék tömeg (rovarszívó)	F_WVac

A statisztikai elemzéseket a Past programcsomag (HAMMER *et al.*, 2001) és az SPSS statisztikai program (NIE *et al.*, 1975) segítségével végeztük.

A felmért territóriumok és a kontrollpontok alapján, a sordély habitat-preferencia összefüggéseinek feltárásához a felmért vegetáció és táplálékkínálat jellemzők értékeiből összeállított adatrendszerre főkomponens analízist (PCA) végeztünk.

Vizsgálati eredmények

A vizsgálati időszak alatt összesen 18 biztos sordély territóriumot sikerült felmérni, amelyek kivétel nélkül szegélyélőhelyekben voltak megtalálhatók.

A főkomponens analízis eredményeként három olyan változó jött létre, melynek a sajátértéke 1,000-nál nagyobb. A három komponens a teljes varianciának a 83,7%-át magyarázza, ami a vizsgálat szempontjából megfelelő. A kiválasztott három komponens varimax ortogonális forgatással kapott együtthatóit a 2. táblázat tartalmazza.

Az 1. főkomponens (PC1) leginkább a mintaterületek növényzetéhez kötődő változókat (fajszám, Shannon-diverzitás, magassági diverzitás) tartalmazza nagy súllyal. Az átlagos főkomponens-szkórok szignifikáns különbséget mutattak a tényleges territóriumok és a kontroll mintakörök között (Mann-Whitney U teszt; $U=6$, $p<0,01$).

A 2. főkomponens (PC2) leginkább a táplálék-kínálatához kötődő változók határozzák meg: nagy súllyal szerepelnek mind a Barber-csapda, mind pedig a rovarszívós gyűjtés alapján vett egyedszámok (F_NBar, F_NVac), valamint száraztömegek (F_WBar, F_WVac) is. Az átlagos főkomponens-szkórok ebben az esetben is szignifikáns eltérést mutattak a territóriumok és a kontrollterületek között (Mann-Whitney U teszt; $U = 2$, $p < 0,01$).

A 3. főkomponens (PCA3) legfőképpen a foltosság (Patch) határozza meg, ez a változó szerepel a legnagyobb súllyal. A főkomponens-szkórok átlagai szignifikáns eltérést mutattak a territórium és a kontroll pontok között (Mann-Whitney U teszt; $U = 4$, $p < 0,01$).

2. táblázat: A komponens-együtthatók mátrixa varimax forgatás után; átlagos főkomponens-szkórok a tényleges territóriumoknál és a random pontoknál

	Component		
	PC1	PC2	PC3
PL_S	-,697	-,189	,270
PL_Div	,836	-,326	,085
PL_Nat	-,396	,249	-,598
PL_HDiv	,943	-,004	-,007
Pacth	-,279	-,241	,866
F_NBar	-,201	,916	-,003
F_WBar	,324	,883	-,238
F_NVac	,345	,774	,387
F_WVac	,277	,729	,178
	átlag ± SD		
Territórium	2,732±1,919	2,802±3,509	5,809±3,629
Kontroll	0,106±1,297	-0,064±0,998	-0,279±0,999

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A MOSON projekt ideális élőhelyet jelent a fajnak, ennek ellenére, mindössze 0,21 pár/10ha denzitást sikerült kimutatnunk (18 állandó pár a 880 ha projekt területen). A vizsgálatok kimutatták, hogy a sordély egyértelműen a gyepes táblaszegélyeket választotta, mivel itt álltak rendelkezésre megfelelő kiülőhelyek, éneklőpontok, amelyek gyakorisága a táblák belsejében jelentősen kisebb. A szegélyekben a gyomfajok diverzitása, és a sordély által leginkább preferált pókszabásúak (*Arachnida*) és a félfedelesszárnyúak (*Hemiptera*) aránya is magasabb, így a táplálékkínálat is itt a legváltozatosabb (DONALD – EVANS 1995).

A MOSON Project területén lényegesen kevesebb veszélyeztető tényezővel kell számolnunk, mint egy intenzíven kezelt mezőgazdasági területen. Problémát jelent viszont a területen a kaszálás, amely sokszor már június végén – július elején megkezdődik, ami a fészkelők legnagyobb veszélyeztető tényezője lehet. Több európai tanulmány kimutatta, hogy a kaszálások idejének eltolása a sordély, és számos más földön fészkelő faj költségének eredményességét nagymértékben növelheti (PERKINS *et al.* 2013), ezért legfőbb javaslatként a kaszálások ütemtervének átgondolása jelölhető meg.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-1-I kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai érték-számái. A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem Kiadványa. Pécs. 93 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer. Berlin. 330 p.
- DONALD, P. F. – EVANS, A. D. (1995): Habitat selection and population size of Corn Buntings *Miliaria calandra* breeding in Britain. *Bird Study* 42: 190-204.
- ERDŐS S. – SZÉP T. – BÁLDI A. – NAGY K. (2007): Mezőgazdasági területek felszínborításának és tájszerkezetének hatása három madárfaj gyakoriságára. *Tájökológiai Lapok* 5(1): 161-172.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D. A. T. – RYAN, P. D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica* 4(1): 1-9.
- HORVÁTH F. – DOBOLYI Z.K. – MORSCHHAUSER T. – LŐKÖS K. – KARAS L. – SZERDAHELYI T. (1995): Flóra adatbázis. 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. FLÓRA munkacsoport, MTM Növénytára. Vácrátót. 141-196.
- INGER, R. – GREGORY, R. – DUFFY, J. P. – STOTT, I. – VORISEK, P. – GASTON, K. J. (2015): Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters* 18(1): 28-36.
- KÁDÁR F. – SAMU F. (2006): A duplaedényes talajcsapdák használata Magyarországon. *Növényvédelem* 42(6): 305-312.
- KIRÁLY G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. Jósvafő. 616 p.
- KOVÁCS A. – BATÁRY P. – BÁLDI A. (2007): Különböző intenzitással kezelt szántóföldek madár és növény fajszámának és abundanciájának összehasonlítása. *Természetvédelmi Közlemények* 13: 371-378.
- NÉMETH T. M. (2017): Agrártájhoz kötődő madárfajok („farmland birds”) állományának változása, helyzete Európában. *Magyar Ápróvad Közlemények* 13: 143-160.
- NIE, N. H. – HULL, C. H. – JERKINS, J. G. – STEINBRENNER, K. – BENT, D. H. (1975): SPSS: Statistical Package for the Social Sciences. 2. edition. McGraw-Hill Inc. New York. 675 p.
- PERKINS, A. J. – MAGGS, H. E. – WILSON, J. D. – WATSON, A. (2013): Delayed mowing increases corn bunting *Emberiza calandra* nest success in an agri-environment scheme trial. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 181: 80-89.
- SPSS (1999): SPSS Base 10.0. SPSS Incorporation. Chicago.
- VERHULST, J. – BÁLDI A. – KLEIJN, D. (2004): Relationship between land-use intensity and species richness and abundance of birds in Hungary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 456-473.
- WATSON, A. – PERKINS, A. J. – MAGGS, H. E. – WILSON, J. D. (2007): Decline of Corn Buntings *Emberiza calandra* on east Scottish study areas in 1989–2007. *Bird Study* 56(2): 213-220.

PEROXIDÁZ ÉS POLIFENOL-OXIDÁZ ENZIM AKTIVITÁS ÉS AZ ÖSSZFEHÉRJE-TARTALOM, MINT A BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) KLIMATIKUS ADAPTÁCIÓJÁNAK LEHETSÉGES INDIKÁTORAI

VISINÉ RAJCZI ESZTER – HOFMANN TAMÁS – ALBERT LEVENTE
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet
visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

Bevezetés

A bükk (*Fagus sylvatica* L.) különösen érzékeny a klímaváltozás következtében kialakuló hőmérséklet-emelkedésre és a csapadék mennyiségének csökkenésére. A legutóbbi becslések szerint az elkövetkezendő évtizedekben a bükkösök által érintett területek drasztikusan csökkennek az éghajlati viszonyok megváltozása miatt (HICKLER *et al.* 2012, STOJANOVIC *et al.* 2013). Ezen változások alól a magyarországi bükk állományok sem kivételek (BERKI *et al.* 2009, GÁLOS *et al.* 2011). A kutatások eredményei alapján a bükk fafaj akár teljesen el is tűnhet a magyarországi erdőkből (MÁTYÁS *et al.* 2010, CZÚCZ *et al.* 2011).

Kutatásaink a bükk klimatikus alkalmazkodásához, ezen belül a származási kísérletekhez kapcsolódnak. Kísérleteinkkel az előrevetített klímaváltozás hatásait tanulmányoztuk bükk fafaj esetében. A bucsutai származási kísérlet területén növekvő hat kiválasztott bükk származás egyedeinek leveleiben vizsgáltuk és összehasonlítottuk az összfehérje-tartalmat, a peroxidáz (POD), és a polifenol-oxidáz (PPO) enzimek aktivitását. A POD és PPO antioxidáns enzimek bizonyítottan részt vesznek a növények stressz folyamatokkal szembeni védekezési mechanizmusában (PUCINELLI *et al.* 1998, ZOLFAGHARI *et al.* 2010), így bükk esetében is indikátorai lehetnek az eltérő klímához való adaptációnak. Ennek vizsgálatára összefüggéseket kerestünk a kémiai paraméterek és a származások klimatikus paraméterei (Ellenberg-index), valamint „teljesítménye” (átlagos mellmagassági törzsátmérő) között.

Vizsgálati anyag és módszerek

A levélminták származási helye: Zala megyei Bucsután létesített kísérleti terület. Mintavétel időpontja: 2015-2017 június vége, július eleje. Vizsgált származások: Farchau (D), Pidkamin (UA), Torup (S), Gråsten (DK), Magyaregregy (H), Bánokszentgyörgy (H). Minden származási területről 4 törzset választottunk ki. A megjelölt fákról 20 árnyéklevelet és 20 fénylevelet vettünk 3-6 méter magasságból, melyeket faegyedenként homogenizálva kaptuk az adott évjáratot és származást reprezentáló négy mintát. A mintákat feldolgozásig szárazjégben tároltuk, extrakció előtt ledaráltuk.

Extrakció: 0,5 g homogenizált levél + 10 ml foszfát puffer (pH = 5,6; 80 g/l PVP40), 3-4 percig rázva, majd centrifugálás 10 percig 6000/min fordulatszámon.

Összfehérje-tartalom meghatározása: BRADFORD-módszerrel történt (BRADFORD 1976). Standardnek 92%-os BSA-t (szérum albumin) használtunk. A fehérjetartalmat száraz tömegre vonatkoztatva adtuk meg, mintánként kettő párhuzamos meghatározást végeztünk.

POD aktivitás meghatározása: Szubsztrátum: 0,01g/ml koncentrációjú 3,3'-diaminobenzidin metanolban (20 µl), 0,3%-os H₂O₂ (30 µl); puffer: KH₂PO₄-Na₂HPO₄·2H₂O (1700 µl); minta: (20 µl). Abszorbancia mérés 480 nm-en (SHANNON *et al.* 1966). 0,01 ΔA/perc -et vettünk 1 Unit-nak. Mintánként három párhuzamos mérést végeztünk.

PPO aktivitás meghatározása: A PPO enzim kétféle aktivitása közül (katekoláz-, illetve krezoláz-aktivitás) a kísérleteinkben a katekoláz aktivitást vizsgáltuk (o-difenolok oxidációja o-kinonná). Szubsztrátum: 0,2 M-os pirokatechin pufferben oldva (pH = 5,6) (1000 µl); puffer: KH₂PO₄-Na₂HPO₄·2H₂O puffer (1000 µl); minta: (500 µl). Abszorbancia mérése 420 nm-en (FLURKEY *et al.* 1978). 0,001 ΔA/perc -et vettünk 1 Unit-nak. Mintánként három párhuzamos mérést végeztünk.

Ellenberg-index (EQ): a legmelegebb hónap (július, T₀₇ [°C]) középhőmérsékletének és az éves csapadék (P_{ann}, [mm]) hányadosának 1000-szerese (ELLENBERG 1988):

$$EQ = 1000 \cdot T_{07} \cdot P_{ann}^{-1}$$

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Az összfehérje-tartalom, a POD és PPO esetében az adott mintára kapott párhuzamos mérések eredményeit átlagoltuk és ezekkel az értékekkel jellemeztük az egyes mintákat. Egy adott évjárat és származás négy mintájának ilyen módon kapott eredményeit átlagoltuk és kiszámoltuk a négy minta szórását, és ezekkel az eredményekkel jellemeztük az adott származás adott évjáratát (1-3. táblázatok). Az adatokból megállapítható, hogy az összfehérje-tartalom a vizsgált időszakban szignifikánsan nő ($p < 0,05$) több állományban is (Farchau, Pidkamin, Magyaregregy). Az enzimaktivitások ilyen jellegű változása nem mutatható ki egyértelműen.

A 4. táblázatot az átlagos mellmagassági törzsátmérők (cm) változásait mutatja a 2015-2017 időszakban a származási helyek függvényében.

1. táblázat: A POD aktivitás változása a 2015-2017 időszakban a származási helyek függvényében (átlagérték \pm szórás). Különböző kisbetűk azonos sorban (eltérő évek) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten. Különböző nagybetűk azonos oszlopban (származások) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten.

Származás	Peroxidáz enzim (U/ μ g)		
	2015	2016	2017
Farchau	3,41 \pm 1,65 ^{aAB}	2,49 \pm 1,62 ^{aAB}	2,25 \pm 1,15 ^{aA}
Pidkamin	6,15 \pm 2,25 ^{bB}	2,66 \pm 1,86 ^{abABC}	2,12 \pm 2,30 ^{aA}
Torup	3,02 \pm 2,15 ^{bAB}	2,71 \pm 2,23 ^{abABC}	1,42 \pm 1,67 ^{aA}
Bánokszentgyörgy	3,60 \pm 1,54 ^{aAB}	3,08 \pm 2,57 ^{aABC}	2,94 \pm 2,44 ^{aA}
Magyaregregy	5,68 \pm 1,08 ^{bB}	5,13 \pm 0,38 ^{bC}	3,06 \pm 0,98 ^{aA}
Grasten	2,16 \pm 1,50 ^{aA}	1,68 \pm 1,58 ^{aA}	1,54 \pm 1,08 ^{aA}

2. táblázat: A PPO aktivitás változása a 2015-2017 időszakban a származási helyek függvényében. Az eredményeket (átlagérték \pm szórás). Különböző kisbetűk azonos sorban (eltérő évek) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten. Különböző nagybetűk azonos oszlopban (származások) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten.

Származás	Polifenol-oxidáz enzim (U/ μ g)		
	2015	2016	2017
Farchau	2,52 \pm 2,72 ^{aA}	1,79 \pm 1,05 ^{aA}	1,69 \pm 0,48 ^{aA}
Pidkamin	2,36 \pm 1,35 ^{aA}	2,52 \pm 1,92 ^{aA}	1,99 \pm 1,43 ^{aA}
Torup	1,91 \pm 1,22 ^{aA}	0,61 \pm 0,12 ^{aA}	1,79 \pm 0,98 ^{aA}
Bánokszentgyörgy	0,53 \pm 0,67 ^{aA}	1,25 \pm 0,74 ^{aA}	0,91 \pm 0,65 ^{aA}
Magyaregregy	0,40 \pm 0,10 ^{aA}	1,97 \pm 0,24 ^{bA}	1,82 \pm 0,35 ^{bA}
Grasten	0,48 \pm 0,25 ^{aA}	0,58 \pm 0,30 ^{aA}	1,47 \pm 1,03 ^{aA}

Az egyes származásokra mért kémiai paraméterek átlagait mind három évben összevetettük az állományok klimatikus indexével (Ellenberg-index), illetve az állományok „teljesítményével” (átlagos mellmagassági törzsátmérő) (1-6. ábra) korrelációs vizsgálat segítségével.

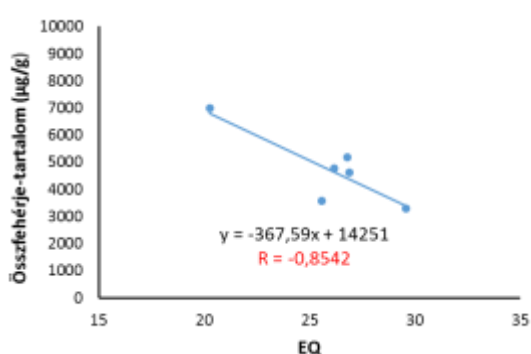
Megállapítottuk, hogy mind három évben szignifikáns ($p < 0,15$) negatív kapcsolat van az összfehérje-tartalom és az Ellenberg-index (EQ) között, ami arra utal, hogy a szárazabb és melegebb klímához adaptálódott bükk származások (magas EQ) alacsonyabb összfehérje-tartalommal rendelkeznek. Szignifikáns pozitív kapcsolatot ($p < 0,15$) mutattunk ki a származások átlagos mellmagassági törzsátmérője és a POD enzim aktivitása között 2016-2017 években.

3. táblázat: Az összfehérje-tartalom változása a 2015-2017 időszakban a származási helyek függvényében (átlagérték ± szórás). Különböző kisbetűk azonos sorban (eltérő évek) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten. Különböző nagybetűk azonos oszlopban (származások) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten.

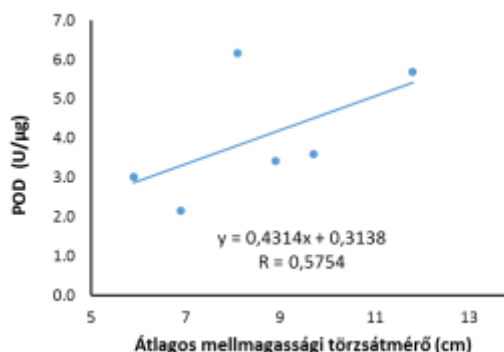
Származás	Összfehérje-tartalom (µg/g)		
	2015	2016	2017
Farchau	3565 ± 544 aA	5902 ± 4424 abA	6918 ± 854 bAB
Pidkamin	3297 ± 220 aA	5412 ± 1141 bA	6124 ± 1782 bA
Torup	4780 ± 1496 aAB	4526 ± 1316 aA	7425 ± 211 bAB
Bánokszentgyörgy	5189 ± 2361 aAB	4465 ± 940 aA	6777 ± 2020 aAB
Magyaregregy	4613 ± 746 aAB	5763 ± 860 aA	9001 ± 513 bB
Grasten	6991 ± 2167 aB	7232 ± 3635 aA	9015 ± 1121 aB

4. táblázat: Az átlagos mellmagassági törzsátmérők (cm) és az Ellenberg-index változásai a 2015-2017 időszakban a származási helyek függvényében.

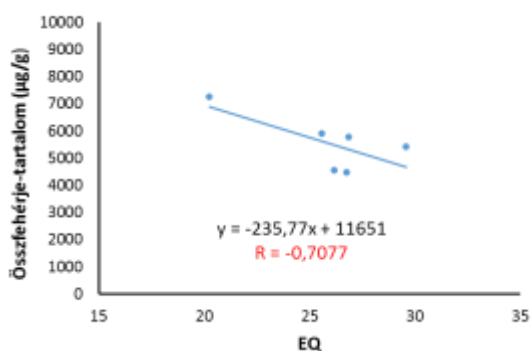
Származás	Átlagos mellmagassági törzsátmérő (cm)			Ellenberg-index
	2015	2016	2017	
Farchau	8,9	9,5	10,1	25,59
Pidkamin	8,1	8,6	9,1	29,58
Torup	5,9	6,5	7,3	26,18
Bánokszentgyörgy	9,7	10,1	10,6	26,77
Magyaregregy	11,8	12,5	13,1	26,87
Grasten	6,9	7,4	7,9	20,26



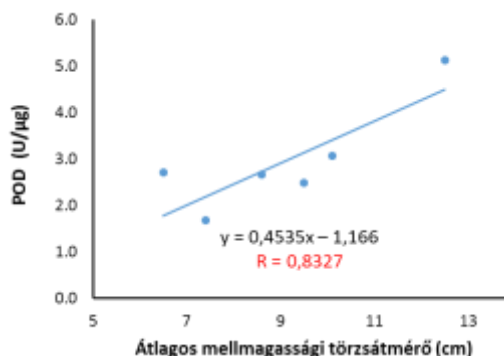
1. ábra: Korreláció az Ellenberg-index és az összfehérje-tartalom között, a 2015-ben vett levélminták esetében.



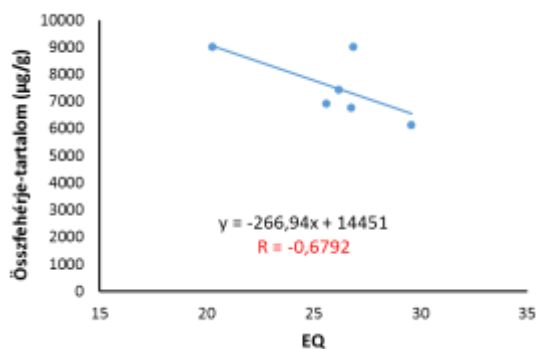
2. ábra: Korreláció az átlagos mellmagassági törzsátmérő és a POD aktivitás között, a 2015-ben vett levélminták esetében.



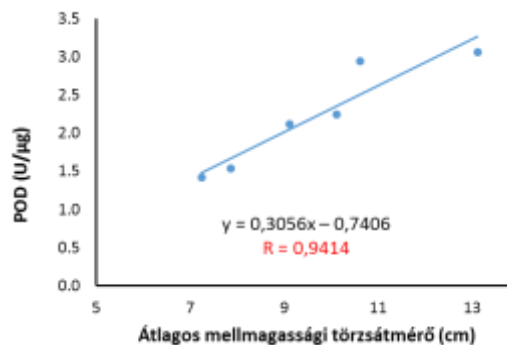
3. ábra: Korreláció az Ellenberg-index és az összfehérje-tartalom között, a 2016-ban vett levélminták esetében.



4. ábra: Korreláció az átlagos mellmagassági törzsátmérő és a POD aktivitás között, a 2016-ban vett levélminták esetében.



5. ábra: Korreláció az Ellenberg-index és az összfehérje-tartalom között, a 2017-ben vett levélminták esetében.



6. ábra: Korreláció az átlagos mellmagassági törzsátmérő és a POD aktivitás között, a 2017-ben vett levélminták esetében.

Következtetések

A vizsgált minták alapján az összfehérje-tartalom és a POD enzim aktivitása közvetlen kapcsolatban áll a vizsgált származások klimatikus indexével (Ellenberg-index), illetve a „teljesítményével” (átlagos mellmagassági törzsátmérő). Az általunk talált összefüggések alapul szolgálhatnak a klímaváltozás jövőbeli hatásainak előrejelzésére, a megfelelő szaporító anyag kiválasztására, jövőbeni erdősítések céljára bükk fafaj esetében.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás a Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alap (FSA) támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BERKI I. – RASZTOVITS E. – MÓRICZ N. – MÁTYÁS Cs. (2009): Determination of the drought tolerance limit of beech forests and forecasting their future distribution in Hungary. *Cereal Research Communications* 37. 613–616.
- BRADFORD, M. M. (1976): A rapid sensitive method for the quantisation of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72. 248–254.
- CZÚCZ B. – GÁLHIDY L. – MÁTYÁS Cs. (2011): Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Annals of Forest Science* 68 (1). 99–108.
- ELLENBERG, H. (1988): *Vegetation ecology of Central Europe*, 4th ed. Cambridge University Press.
- FLURKEY, W. H. – JEN, J. J. (1978): Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *Journal of Food Science* 43. 1826–1829.
- GÁLOS B. – JACOB, D. – MÁTYÁS Cs. (2011): Effects of Simulated Forest Cover Change on Projected Climate Change – a Case Study of Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 7. 49–62.
- HICKLER, T. – VOHLAND, K. – FEEHAN, J. – MILLER, P.A. – SMITH, B. – COSTA, L. – GIESECKE, T. – FRONZEK, S. – CARTER, T. R. – CRAMER, W. – KÜHN, I. – SYKES, M. T. (2012): Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model. *Global Ecology and Biogeography* 21 (1). 50–63.
- MÁTYÁS Cs. – BERKI I. – CZÚCZ B. – GÁLOS B. – MÓRICZ N. – RASZTOVITS E. (2010): Future of beech in Southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 6. 91–110.
- PUCCINELLI, P. – ANSELMINI, N. – BRAGALONI, M. (1998): PEROXIDASES: suitable markers of air pollution in trees from urban environments. *Chemosphere* 36 (4-5). 889–894
- SHANNON, L. M. – KAY, E. – LEW, J. Y. (1966): Peroxidase isoenzymes from horseradish roots. *The Journal of Biological Chemistry* 241. 2166–2172.
- STOJANOVIC, D. B. – KRŽIĆ, A. – Matović, B. – ORLOVIĆ, S. – DUPUTIE, A. – DJURDJEVIĆ, V. – GALIĆ, Z. – STOJNIC, S. (2013): Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 176. 94–103.
- ZOLFAGHARI, R. – HOSSEINI, S. M. – KORORI, S. A. A. (2010): Relationship between peroxidase and catalase with metabolism and environmental factors in Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in three different elevations. *International Journal of Environmental Sciences* 1. 243–252.

NEM KONVENCIONÁLIS BIOMASSZA FORRÁSOK FELMÉRÉSÉRE SZOLGÁLÓ EGYEDI MÓDSZER KIDOLGOZÁSA

VITYI ANDREA – VÁGVÖLGYI ANDREA – CZUPY IMRE
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet
vityi.andrea@uni-sopron.hu

A magyarországi zöldenergia-termelés bázisa az ország adottságait tekintve a biomassa. A decentralizált energiatermelésben a tüzeléstechnikai célra felhasználható biomassa vertikumban szerepet kap: az erdőből kikerülő szabvány tűzifa, az erdei apadék (vágástéri hulladék, tisztítási, gyérítési anyagok, kéreg, tuskó, ágfa); fafeldolgozási hulladékok (másod nyersanyagok); elhasznált fatermékek („altholz”); energetikai faültetvények anyaga (MOLNÁR *et al.* 2013).

Ahhoz viszont hogy az energetikai célra felhasználható biomassa mennyiséget fenntarthatóvá tegyük és maximalizálni tudjuk, más – nem konvencionális – területek (pl. felhagyott területeken vagy vonalas létesítmények mellett található) biomassa készletére is szükség lehet.

Kutatócsoportunk mintaprojektjében egy művelés alatt nem álló invazív és nem invazív növényeket egyaránt tartalmazó terület mennyiségi és minőségi jellemzését, értékelését végezte el. Felállítottunk egy általánosan alkalmazható felvételezési és mérési protokollt, melynek segítségével a természetes, vagy természet közeli területen a hasznosítás tervezéséhez megfelelő megbízhatósággal becsülhető az energetikai célra felhasználható biomassa mennyisége.

Vizsgálati módszerek

A vizsgálati területünk a Duna-Ipoly Nemzeti Park (DINP), Sas-hegyen fekvő látogatóközpontja melletti 15 ha-os terület volt. Az invazív és nem invazív növények kombinációját tartalmazó területen letermelhető biomassa a Sas-hegyi központ biomassa kazánjának alapanyagául szolgál. A fa- és cserjefajok változatossága és heterogenitása miatt az erdőgazdálkodásban használt eljárások és a faültetvények hozam becslésére szolgáló módszerek a biomassa forráskészlet felméréséhez nem voltak alkalmasak, ezért egyedi módszert kellett kidolgozni. A felmérés menete a következő lépésekben foglalható össze (1. ábra).



1. ábra: A biomassa potenciál felmérés lépései

A terület helyszíni bejárással szemrevételezésre került. A bejárás célja a terület kiterjedésének áttekintése, a dendromassa-összetétel felmérése és területen belüli heterogenitásának feltérképezése. A helyszíni szemle alapján megállapítható volt, hogy a fő állományalkotó fa- és cserjefajok aránya a területen belül változó, az állomány egyes területeken virágos kőrissel vegyített (10-15%). A terepbejárást követően kijelöltük a mintaparcellákat. A mintaterületek számának és méretének kijelölése függ a felméréendő terület nagyságától, heterogenitásától. A vizsgált terület mérete és az

állományalkotó fajok arányának változékonysága miatt három mintaparcellát jelöltünk ki, melynek területe mintaterületenként 0,02 ha volt. A mintaparcellák kijelölése mérőszalaggal történt, végpontjai színes jelölő karókkal kerültek rögzítésre. A biomassza betakarítására motormanuális módszerrel került sor.

A dendromassza aprítása kisteljesítményű aprítógéppel történt. A mennyiségi mérés és a mintavétel a helyszínen történt. Az egyes mintaparcellákon kapott biomassza tömeg az aprítékhalom térfogatának meghatározásával, valamint sűrűségméréssel történt. A térfogat-meghatározást a Little-féle módszerrel végeztük. Az energetika vizsgálatokhoz az egyes területekről letermelt biomassza-aprítékhalomból hármas ismétléssel (a halom közép magasságában, 3 különböző helyről, 10-15 cm mélységből) mintákat vettünk, azokat zárható műanyag tasakokba helyeztük és laboratóriumokba szállítottuk, ahol a minták előkészítését és energetikai jellemzőinek mérését azonnal megkezdtük (a minták befülledésének megakadályozása érdekében).

Az Egyetem laboratóriumában a terepen vett mintákon nedvességtartalom mérést és fűtőérték vizsgálatot végeztünk. A nedvességtartalom függ többek között a biomassza típusától, a vegetációs időszaktól, és a kitermelést követő tárolástól. A nedvességtartalom mérése szárítókemencében való szárítással és analitikai tömegméréssel történt, ahol a kiindulási és végső tömeg különbségének százalékos eltérése adja a minta nedvességtartalmát. A biomassza fűtőértékének meghatározásához első lépésben minta-előkészítést végeztünk, mely magában foglalta a cserjékből vett minták darabolását, a növényi részek szétválasztását, valamint a finomaprítást. Ezt követően laboratóriumban, kaloriméterrel – szintén hármas ismétléssel - mértük a minták égéshőjét, valamint nedvességtartalmát. A fűtőértéket a kalibrációt követően mért égéshő és a nedvességtartalom értékek függvényében határoztuk meg. A vizsgálatok és a kalkulációk kiterjedtek mind a mintaterületekről letermelt vegyes biomassza, mind a domináns állományalkotó fajok fűtőértékének meghatározására.

Eredmények

A mintaparcellákon történt mérések alapján az 1 hektárra számított átlagos dendromassza tömeget vonatkoztattuk a teljes terület nagyságra, így határoztuk meg a teljes terület biomassza mennyiségét (1. táblázat).

1. táblázat: A mintaterületekről letermelt biomassza mennyisége

1. mintaterület			2. mintaterület			3. mintaterület		
terület	nedves dendromassza tömeg	száraz dendromassza tömeg	terület	nedves dendromassza tömeg	száraz dendromassza tömeg	terület	nedves dendromassza tömeg	száraz dendromassza tömeg
ha	t	t	ha	t	t	ha	t	t
0,02	0,29645	0,24487	0,02	0,33823	0,27836	0,02	0,19012	0,13814
1	14,8225	12,24339	1	16,9115	13,91816	1	9,506	6,90706

A felmérés utolsó pontjaként a fajlagos energiahozamot határoztuk meg a vizsgált területen. A terepi felvételezések és a laboratóriumi mérések eredményeit a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: A mintaterületekről letermelt biomassza energetikai paramétere

	1. mintaterület	2. mintaterület	3. mintaterület
A mintaterületekről letermelt biomassza átlagos térfogat sűrűsége [kg/m ³]	245,00	231,70	192,05
A mintaterületekről letermelt biomassza átlagos nedvességtartalma [%]	17,40	17,70	27,34
A mintaterületekről letermelt biomassza átlagos fűtőértéke szárazanyagra [MJ/kg]	15,71	15,51	15,53

A vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált mintaterületekre vonatkozóan 7-14 atrotonna/ha fajlagos hozam és 15,58 MJ/kg fajlagos energiatartalom (száraz faanyagra vonatkoztatva) jellemző, mely alapján 109-218 GJ/ha energiahozam kalkulálható.

Irodalomjegyzék

- LITTLE, S. N. (1980): Estimating the volume of wood in large piles of logging residue. Portland, OR U S. Department of Agriculture.
- MOLNÁR S. – PÁSZTORY Z. – KOMÁN SZ. (2013): A faenergetika minőségi fejlesztésének szakmai megalapozása (mire elég a magyar dendromassza?!). FATÁJ online. Elérhető: www.fataj.hu; Letöltés: 2013. május 19.