

A fák nedvkeringése, a Twitter és a YouTube

Az általánosan elterjedt közvélekedés szerint is nagyon sokat köszönhetünk bolygónk fás szárú növényzetének, illetve az erdőnek. Kezdve a zenétől, mely eredetileg döntően fa hangszerekkel indult hódító útjára, a bútorokon át, melyek körülveszik és szolgálják mindennapjainkat, de ide sorolhatjuk az energetikai alapanyagokat, a papír alapanyagot, az építőanyagokat, melyek segítségével biztonságos otthont építhetünk magunknak, a kikapcsolódásul szolgáló túralehetőségeket, a föld tüdejét – és még sorolhatnánk a pozitívumokat.

Ezeket szinte már mindenki ismeri, de rohamosan fejlődő korunkban is vannak egészen újszerű felfedezések és tulajdonságok a fákkal kapcsolatban, melyek beleilleszkednek a digitális közösségi online világunkba is. Feltehetjük a kérdést: léteznek Twitterező fák? Vagy YouTube-on vannak saját szerzeményeik? *A válasz csodálatos módon igen.*

Kezdem egy kis áttekintéssel. Világszerte egyre nagyobb figyelem szegződik a föld vízháztartására. Ennek a rendszernek az egyik legérzékenyebb résztvevői, persze sok másik élőlény mellett, a növények, ezen belül is a fák. Minden életjelenségük vízhez kötődik, jelen van a sejtekben, körülveszi a gyökereket, a farészben szállítva eljut a levelekben a folyadék pára hártárfelületig. Növekedésük, terméshozamuk érzékenyen reagál a vízellátottságra. Mindemellett árnyalásukkal, holtfaként és lomb avarrétegük tárolókapacitásával, őrzői és egy úttal indikátorai is egy-egy terület vízháztartásának. (Szalay, 1974)

De hogy működik a nedvkeringés a növényekben és hogy függ mindez össze a Twitterrel és a YouTube-bal? A növények vízszállítását jelenleg a *talaj-növény-légkör rendszer* vízpotenciál különbségéből eredeztetik. Mégpedig úgy, hogy a fa párologtatáskor, azaz nyitott sztómáknál, a kapilláris csövekben lévő vízoszlop konkáv meniszkuszának felületi feszültsége következtében felszívja a xilémben a vizet. A kohéziós erő összetartja a vízoszlopot és a gyökérnyomás is az ozmózis révén szerepet játszik a felvett víz továbbításában. A fáokban ilyen módon a víz hozzájárul bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatokhoz, melyek elengedhetetlenek a növény életéhez. Fontos szerepet tölt be a fotoszintézisben, részt vesz a virág, termés, hajtás és levél képzésében, a sztómasejtek működésében, mely a gázcserét is végzi. (Szalay, 1974)

Ez a folyadékáramlás, illetve annak sebessége azonban korántsem egyenletes és nem is egyforma minden egyed esetében. Különbség van gyűrűs és szórt likacsú fák között, ezáltal egyes fafajok között a tracheák méretéből fakadóan. Különbség van éves, szezonális és napi ciklusban is a légköri jellemzők és a párologás mértékének függvényében. A víz szállítása, habár a fa legfiatalabb tracheáin keresztül történik, ugyanakkor nem a fa törzsének teljes területén, hanem annak változó részein. Ráadásul, a legfiatalabb szállítórészekben aktívabban, változó intenzitással és gyorsabban míg a belső, vízraktározó részekből lassabban, egyenletesebben történik a külső szállító részek felé a víz áramlása. (Béres, 1999)

Tavaly ősszel került a kezembe egy *Erdészeti Lapok* cikksorozat *Török András* okl. erdőmérnök tollából: *A fák vízszállítása újszerű elmélete I-II*, valamint a *Vízpotenciál, a növényéletben fehér akáca* címmel. Török András ebben leírja elméletét, mi szerint a fák vízszállítása a következő módon zajlik.

A leveleken lévő sztómák segítségével, azok nyitott állapotában, a kapillárisokban lévő víz párolog, amely hőelvonással jár. Mivel a rendszer lehűl, a szállítócső (víz szállításáért felelős sejtek összessége) keresztmetszete lecsökken, mindaddig, amíg egy minimális szintre jutva a sztómák záródását idézi elő. Ekkor a párologás szünetel és emiatt beindul egy hőkiegyenlítőedés. Így a szállító cső keresztmetszete tágulni kezd, a tágulás miatt a rendszer vizet szív a gyökerek felől.

Az elmélet egyik fő eleme, hogy a szívás és a nyomás eltérő időfázisban történik. Nem pedig úgy, hogy a gyökerek felől folyamatos a nyomás, a leveleknél pedig a párologás miatt folyamatos a szívás. Ennek következtében pedig a rendszer pulzál. Az áramlás nem egyenletes, hanem gyors és lassú szakaszok váltják egymást. Az elmélet



1. kép. Mogyoróvirágzása (Fotó: Nagy László/Erdészeti Lapok)

szerint ez egy eltérő időfázisú szivattyú működéséhez hasonló rendszer, ami párologáskor nyomja a vizet, mikor nincs párologás akkor pedig a gyökerek felől szívja. A rendszer egyes része számos kutatási eredményben megtalálható.

Vannak víztárolók amelyeket CT-vizsgálattal bizonyítottak. Az elmélet szerint ide történik a szívás, majd a nyomás szakaszban innen a víz továbbáramlik. Az erőt a párologás biztosítja. A mechanizmust, azaz a munkavégzést, melynek feltehető, hogy ez erő úton el tudjon mozdulni, a pulzáló, illetve perisztaltikus mozgás hozza létre. A rendszer szakaszolása pedig sejtmembránban elhelyezkedő szelepekkel, a 2003-ban felfedezett akvaporinokkal történik.

Lombhulláskor a rendszer telt állapotban, azaz nyomás alatt kerül téli nyugalomba. Tavasszal az akvaporinok elhalnak és az elhalt részekben keresztül kinyomott víz, kapcsolatba kerülve a már készenlétben lévő cukorvegyületekkel, építi fel a fa a hajtásrendszerét és lombját. Tehát így indul be az élet.



2. kép. A Török András által kifejlesztett mérőműszer prototípusa

Török András azonban kihangsúlyozza, hogy organikus rendszerről lévén szó, nem lehet teljesen fizikai rendszerhez hasonlítani a dolgot. A növényeknek vízszállító rendszerükkel az evolúció során fel kellett készülniük arra, amire egy szivattyúval működteztetett rendszernek nem. Vagyis a változó klímához, szélsőséges időjárási anomáliákhoz és a változó vízkészlethez. Azt is megjegyzi, hogy valószínűsíthető, hogy további bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatok is részt vesznek a mechanizmusban, melyek további kutatásra szorulnak.

A téma felkeltette az érdeklődésem és felkerestem a szerzőt, az elmélet kidolgozóját, aki segítőkészen fogadott. Olyannyira, hogy tüzetesen elmagyarázta elméletét és az általa kifejlesztett mérőműszerének egy félkész prototípusát odaajándékozta nekem. Így ezt összeszerelve otthon, én is megfigyeléseket végezhettem.

A műszer pontos leírása a már említett cikkben szerepel. Röviden a műszerrel a fa átmérőváltozását lehet nyomon követni adott keresztmetszetben. Úgy, hogy a keresztmetszet változása, tehát a vastagodás-vékonyodás, egy folyadék-szál vertikális kétirányú (fel-le) cm-ben mért elmozdulásává alakul át. Ezt egy skála segítségével le tudjuk olvasni.

A leolvasásokat folyamatosan mobiltelefonnal fotóztam, amely rögzítette a felvétel időpontját dátum, óra, perc pontossággal. Ebből az adatállományból egy kimutatást szerkesztettem (1. és 2. ábra), vizsgált időszakban, azonos napszakokban mérve (18 és 19 óra között). Azonos napon, de eltérő

napszakban mérve (délelőtt-este) is tapasztaltam napi ingadozást.

Mi történt az 1. ábrán február 10. és 12-e között, mikor az értékek, vagyis a keresztmetszet csökkenésnek indult? Megfigyelhetjük, hogy a mogyoró a porzós virágait kibontotta, mellyel egy időben a törzs keresztmetszete lecsökkent.

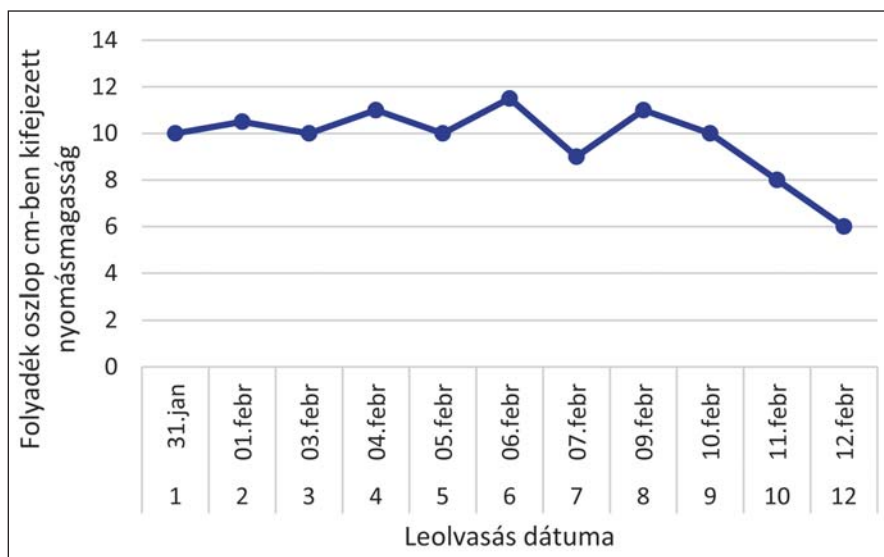
Mi történt a 2. ábrán február 19-én, mikor az értékek, vagyis a keresztmetszet csökkenésnek indult? Azt olvashatjuk le az értékekről, hogy a nyír rügyei kipattantak, mely a törzs keresztmetszetének lecsökkenését okozta.

Ezek az eredmények egybevágóan azzal, amit Török András a tavaszi élet beindulásáról mondott és írt. Azaz, hogy az elhalt akvaporinokon keresztül kinyomott víz miatt, csökken a törzs keresztmetszete, a víz pedig így kapcsolatba lépve a már készenlében lévő cukorvegyületekkel teszi lehetővé a növények hajtásrendszerének felépítését.

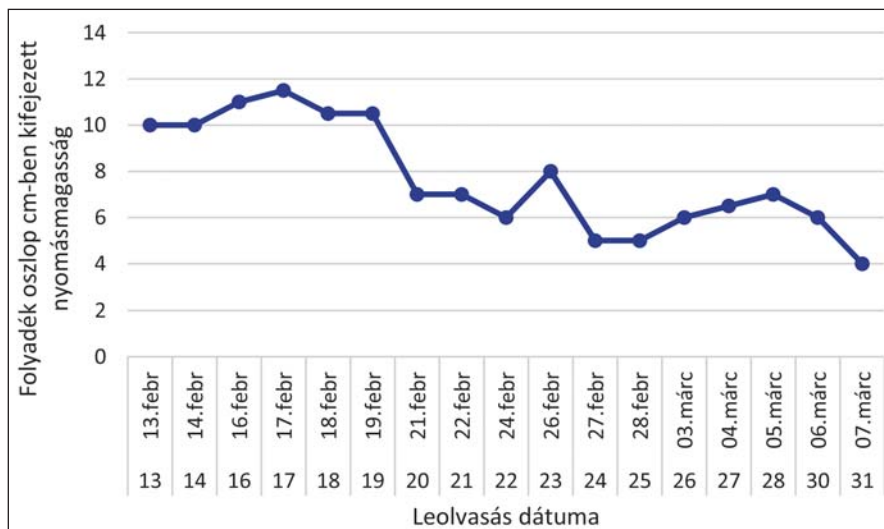
Azonos napon, de eltérő napszakban mérve (délelőtt-este) itt is tapasztaltam napi ingadozást. Méréseim szerint is a keresztmetszetnek volt egy napi ingadozása, és szembeűnő volt a változás virágrügy és hajtásrügy kipattanását követően. A mérést tovább folytattam, a levelek kibontásáig még további keresztmetszet-csökkenésre számítottok. Érdekes a vízszállítási elméletekkel kapcsolatban, hogy ebben a vizsgált időszakban (február, március) lomb, illetve levél még nincsen, tehát transzpiráció sincs.

Török András emellett, hogy a témához kapcsolódó elméletét ismertette velem, melyet ezúton is hálásan köszönök, és csodálattal adózom gondolkodásának és logikájának, számos más érdekességre felhívta a figyelmem. Ennek nyomán kutakodva a témában, találtam rá a bevezetőmben említett „Twitterező fákra”.

A <https://treewatch.net>, amely a „Tree Water and Carbon monitoring Network”



1. ábra. A mogyoró (*Corylus avellana*) napi törzskeresztmetszet változásai.



2. ábra. A nyír (*Betula pendula*) napi törzskeresztmetszet változásai.

oldala, nagyon érdekes és témába vág. Céljuk, hogy a fák nedvzárlását és növekedését vizsgálják és jelenítsék meg adott időben, illetve időszakban. Módszerük, hogy egy dendrométerrel (ami a fa keresztmetszetének változását méri) és egy nedvzárlásmérő szenzorral (ami a nedvzárlás intenzitását méri) folyamatosan mérést végeznek úgy, hogy az adatok feldolgozása naprakészen jelenik meg az oldalon diagramok formájában. Ezzel ki tudják mutatni, hogy egy külső stresszre (pl. aszály) hogy reagál az adott fa abban a pillanatban, mikor a környezeti tényezők megváltoznak.

Hollandiában, Németországban, Belgiumban, Angliában és Indiában vannak megfigyelési alanyok, különböző fajok egyedei. A fajok között szerepel többek között bükk (*Fagus sylvatica*), kocsányos tölgy (*Quercus robur*), korai juhar (*Acer platanoides*), erdei fenyő (*Pinus sylvestris*), de Indiában egy mangrove (*Avicennia marina*) egyedét figyelnek meg.

Különböző kutató csapatok az egyes monitoringpontokon sokféle mérést végeznek. Van, ahol más műszerekkel, például liziméterekkel párhuzamosan mérik a fák egyes reakcióit egy adott környezeti változásra. Amiből egy adott erdtípusnak a talaj vízháztartására gyakorolt hatására, illetve a terület vízellátottságának az adott faj(ok)ra gyakorolt hatására is következtetni tudnak.

Más helyen komplett parcellákat hoztak létre erdtípusokkal, amelyeknél azt vizsgálják, hogy bizonyos időjárási feltételekre mely erdtípus reagál jól, vagy éppen rosszul.

Közös azonban a projektekben, hogy mindenhol van egy fa, amelyet az érdeklődő közönség számára láthatóvá tesznek. Oly módon, hogy az érdeklődő online rá tud nézni az oldalon, hogy az adott fa éppen abban a pillanatban, hogy reagál egy éghajlati vagy időjárási változásra. A fa reakcióit közérthetően emberi beszéddé alakítják partner iskolák diákjai és kutatói. Magyarul lefordítják mit üzen a fa az adott reakcióval, amit rögzítenek a műszerek. Erre létrehoztak egy Twitter-oldalt, <https://twitter.com/treewatchwur> címen.

Kis ízelítő gyanánt ide másolok magyarra fordítva egy ilyen „Twitterező fát”, illetve egy bejegyzését, amit csak első kattintásokra találtam: „– Bükk vagyok Németországban (Britz), a Thünen Erdészeti Ökoszisztémák Intézetének erdejében. Stresszes a mai nap, eléggé ingadozik az átmérőm, 2,11 mm, ami



3. kép. A nyír (*Betula pendula*) rügypatanása (Lókút, 2022)

magasabb a normálnál. Nagyon sok belső tartalékot kell felhasználnom”. Ilyen és ezekhez hasonló bejegyzéseket találhatunk az oldalon.

A másik nagyon érdekes dolog, amit Török András felvázolt nekem, hogy elmélete szerint a pulzáló mozgás amplitúdója a szállítórendszer egyre kisebb keresztmetszetei felé, tehát a levél erei felé haladva csökken, a frekvenciája pedig nő. Ez a rezgés pedig a sejteken keresztül eljut a sztómáig. Ezzel összefüggésben javasolta, hogy nézzek utána a <https://www.musicoftheplants.com> nevű oldalnak.

A következőket találtam, mely azt gondolom önmagában is egy nagyon érdekes dolog. A Damanhur projektet Észak-Olaszországban indították útjára az 1970-es években tudósok, orvosok, kutatók és művészek. Ahogy a bemutatkozásukban írják „...*hogy megértsék a természet, mint élő, intelligens erő funkcióját*”.

Számos érdekes felfedezés mellett rájöttek, hogy a növények rendelkez-

nek bioelektromos tulajdonságokkal és fontos tulajdonságuk a vezetőképesség, amely a tápanyag- és vízszállító rendszerrel van összefüggésben. Rengeteg kísérletet végeztek elektronikus eszközök segítségével, míg egy kifejlesztett algoritmussal a növények elektromos impulzusait sikerült hangokká, illetve végül egyfajta zenévé alakítani. Létrehoztak erre egy eszközt, ami a fa aktuális állapotának (időjárás, egészségi állapot, külső hatások) megfelelő impulzusokat átalakítja hangokká. Hangszerhangot, hangszínt, skálákat különböző paramétereket lehet az eszközök kiválasztani, de magát az impulzusokat a növény adja. Az eszköz egyébként bárki számára elérhető, megvásárolható és megtekinthető olyannyira, hogy Magyarországon Budapesten, a Széna és a Szent Gellért téren egy növényekkel berendezett villamosmegállóban fel is szereltek egy ilyen médialejátszót. Az így felvett zeneművek a YouTube-on is bárki számára elérhetőek.

Az egész téma amellet, hogy csodálatra méltó kutatási eredményeken, folyamatban lévő kutatásokon nyugszik, jó példája annak, hogyan értheti meg jobban, hogyan kerülhet közelebb az ember a természethez. Ráadásul ebből a szorosabb kapcsolatból a meglévő eredményeken túl, ma még beláthatatlan hasznok is származhatnak a jövőben. Információkhoz juthatunk ilyen módon egy-egy terület vízháztartását illetően, vagy egy adott terület, adott termőhelyviszonyainak leginkább megfelelő faj kiválasztásához, de akár a fák éghajlati és időjárási változásokra adott válaszaikat is jobban megismerhetjük.

Felhasznált irodalom:

- Szalay I. (1974): A növény és a víz - Vízforgalom és vízgazdálkodás, Növényélettan, Tankönyvkiadó.
- Béres Cs. (1999): A fák vízforgalma, Élet és Tudomány 1999/50, 1999/51.
- Török A. (2016): A fák vízszállításáról újszerűen I., Erdészeti Lapok, 2016 január
- Török A. (2016): A fák vízszállításáról újszerűen II., Erdészeti Lapok, 2016 június.
- Török A. (2019): Vízpotenciál a növényélettan fehér akáca, Erdészeti Lapok, 2019 június.
- <https://twitter.com/treewatchwur> Letöltés dátuma 2022.03.10.
- <https://www.musicoftheplants.com> Letöltés dátuma 2022.03.10.

Kökény Gergely Levente
okl. erdőmérnök
erdőgazda, VERGA Zrt.

Honlapjaink:

www.oeo.hu

www.vandorgyules.hu

www.azevfaja.hu

www.erdokhete.hu

www.erdeivandor.hu

A jogosult erdészeti szakszemélyek továbbképzése F e l h í v á s !

A szakmai híryanagyokban korábban már megjelent, hogy sokan vannak, akik nem teljesítették időarányosan a jogszabály által meghatározott JESZ képzési elvárást. Ennek több oka is lehetséges.

A pandémiás helyzet miatt több jelenléti képzés elmaradt. Az internetes, online rendezvényeknek nagy sikere volt, és bár nem mindenki szereti az ilyen képzéseket, de egyre inkább számolni kell azzal, hogy a jövőben a képzések mellett a különböző szakmai fórumok is élő, számítógépes vagy okostelefonos videokonferenciákon keresztül fognak zajlani.

Sok olyan, jelenleg JESZ kiemelt besorolású személy van, akik ugyan korábban elvégezték a tanfolyamot és letették az alapvizsgát, de igazából nincs szükségük a JESZ kiemelt besorolásra, nem dolgoznak jogosult erdészeti szakszemélyként, de nem is kérték az ilyen nyilvántartásuk törlését, illetve számolnak azzal, hogy a jogszabály által szabott határideig fognak csak ilyen jellegű tevékenységet végezni.

Ilyenek tipikusan a kutatás, oktatás, igazgatás területén dolgozók, akiknek munkájához nem szükséges a JESZ besorolás, illetve sok, az erdészeti pályát elhagyó, volt kollégáról is tudunk – róluk nincs kimutatás, de számuk több százra tehető.

A közvetlen nyugdíj előtt álló vagy nyugdíjas JESZ kollégák aránya 30%. Fontos megjegyezni, hogy a képzési kötelezettség csak a kiemelt besorolásuk meghosszabbításának feltétele, akik elveszítik kiemelt besorolásukat, azok természetesen beosztott erdészként tovább dolgozhatnak.

Azok számára, akik szeretnék megtartani a kiemelt besorolásukat, de valamely ok miatt eddig nem tudtak kellő képzésen részt venni, lehetőséget kell teremteni megfelelő képzések szervezésével.

Az Egyesületünknek is kiemelten fontos, hogy a tagjaink meg tudják tartani a jogosultságukat. Az Alapszabályunk szerint, az Egyesület tagjai számára lehetőséget teremt ismereteik, tapasztalataik, eredményeik kicserélésére és ismertetésére, hirdeti és terjeszti a tartamos erdőgazdálkodás alapelveit, ismerteti az erdőgazdálkodás céljait, lehetőségeit, eredményeit és szerepét a gazdasági és társadalmi fejlődésben.

Ezért felhívjuk a helyi csoportjaink és szakosztályaink vezetőit, hogy szervezzenek a tagság részére akkreditált képzéseket!

Kérjük, hogy az elkövetkező időszakban – a korábban lejárt határidő miatt – elsősorban a középfokú végzettségű kollégák részére teremtsenek lehetőséget ismereteik bővítésére, aktualizálására.

Az NFK honlapján az Erdészeti Főosztály főmenüben, a Szakszemélyzeti képzés menüben minden szükséges információ a kreditpontoszerzés lehetőségeiről naprakészen elérhető! (https://nfk.gov.hu/Kepzesek_rendezvenyek_news_668)

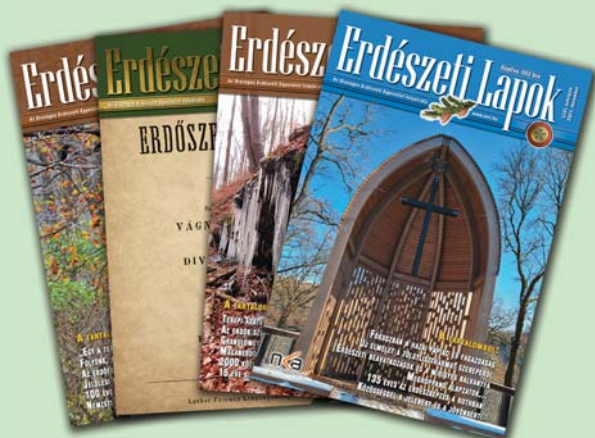
Forrás: OEE Elnöksége, NFK Erdészeti Főosztály



Felhívás publikálási lehetőségre akkreditációs pontokért!



Az *Erdészeti Lapok* publikálási lehetőséget kínál a jogosult erdészeti szakszemélyzet számára. A megjelent cikkek szerzői akkreditációs pontokat kérelmezhetnek az NFK Erdészeti Főosztályától.



A kéziratokat az erdőhöz, illetve az erdészethez kötődő szakmai témákban, minimum 6.000, maximum 12.000 karakter terjedelemben kérjük beküldeni – az alábbi linken, az OEE honlapjának *Erdészeti Lapok* menüpontjában elérhető szerzői útmutató szerint:

https://www.oee.hu/upload/html/2014-06/szerzoi%20utmutato_vv.pdf

A jogosult erdészeti szakszemélyzetnek a 244/2020. (V. 28.) Kormányrendelet értelmében akkreditációs pontokat kell összegyűjtenie, időszakonként és végzettségtől függően 48-120 pont között.

A publikációért az önálló vagy együttes szerzői jog jogosultja – legkésőbb a megjelenést követő év december 31. napjáig – képzési kreditpontok elismerése érdekében, kérelemmel

fordulhat a Nemzeti Földügyi Központ Erdészeti Főosztályához.

Publikálási tevékenységgel és nem oktatási célú szakmai rendezvényeken való részvétellel, illetve előadói munkával, a szükséges összes pontszám negyedét lehet megszerezni.

Várjuk a közlésre érdemes cikkanyagokat!

OEE Erdészeti Lapok Szerkesztősége és Szerkesztőbizottsága, NFK Erdészeti Főosztály

Fény-Kép-Ész

Éltető erdők objektív közelről, a Kisalföldön

A Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. tavaly nyáron hirdette meg *Éltető erdő* című fotópályázatát, melyre szép számmal érkeztek a jobbnál-jobb képek, a kisalföldi tájat jól ismerő, azokat mélységükben bejáró, értő szemű fényképészektől.

Olyan fényképek beérkezését vártuk, melyeket a változatos kisalföldi táj, a különféle természeti jelenségek, állat- és növényfajok, valamint azok élete ihlettek, s melyeknek a fókuszában, vagy éppen keretet adó festői háttérben, a hazai természetjáró, természetszerető közösség előtt kevésbé ismert kisalföldi erdők álltak.

E nagytájról elsőre talán mindenkinek az egyhangú síkság, a fejlett, intenzív mezőgazdaság, a magas szintű agrár- és ipari-infrastruktúra jut eszébe.

Azonban a vizekkel sűrűn átszótt jelentős kiterjedésű vidék ennél jóval változatosabb, amit a helyben növekvő, gyorsuló erdők is tükröznek. A pályázat során beérkezett képanyagokból — az alábbi — csokorba gyűjtött ízelítő alapján is, kijelenthető, hogy a pályázó fotósainknak sikerült megragadnia és átadnia ezt az eddig csak kevesek által látott sokszínűséget.

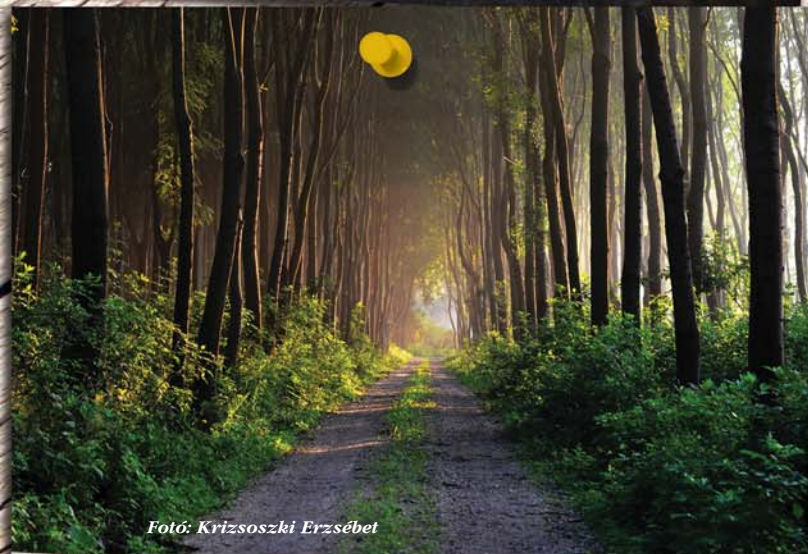
Forrás: **KAEG Zrt.**



Fotó: Herczeg Péter



Fotó: Herczeg Péter



Fotó: Krizsoszki Erzsébet



Fotó: Krizsoszki Erzsébet



Fotó: Vitéz Zsófia



Fotó: Boka Zsuzsa