

A jövő erdei és az erdők fenntartása a változó környezetben

Tudományos előadóiülés a *Magyar Tudomány Ünnepe* programsorozat keretében



A közel két éve tartó COVID-pandémia sok más negatív hatása mellett a szakmai/tudományos közéletet is felforgatta. Tanulmányutakat, konferenciákat kellett törölni, illetve elhalasztani. Így járt a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya Erdészeti Tudományos Bizottsága is.

A fenti címmel, eredetileg 2020 márciusára, tervezett rendezvényt végül is háromszori halasztás után 2021. november 16-án tudtuk megrendezni, de akkor is csak „hibrid” formában, a helyszínen korlátozott számú résztvevővel, a többség számára pedig internetes élő közvetítés formájában. Kár tagadni, illúzióromboló volt az Akadémia több mint 200 fő befogadására alkalmas Nagytermében néhány tucat résztvevőhöz beszélni.

Tetszik, vagy sem, úgy tűnik, hogy egyelőre meg kell békülnünk az ilyen és hasonló, optimálisnak korántsem mondható megoldásokkal. Van azonban a dolognak jó oldala is. Az egyenes közvetítést olyanok is láthatták, akik nem tudtak, vagy nem akartak volna a rendezvény kedvéért Budapestre utazni. További apró pozitívum, hogy az teljes terjedelmében visszanezhető az Akadémia YouTube csatornáján, a következő linken: <https://www.youtube.com/watch?v=FbTsL0yVG4M>

Az ülést Bartha Dénes, az Erdészeti Tudományos Bizottság elnöke moderálta. Az elhangzott előadások összefoglalóit, illetve Zambó Péter államtitkár záró gondolatait elhangzásuk sorrendjében, két részletben (a 2021. decemberi és a 2022. januári lapszámban), az Erdészeti Lapok hasábjain írásban is közreadjuk. A Járó Zoltán születésének 100. évfordulójára, Führer Ernő által írt (betegsége miatt Borovics Attila által előadott) megemlékezés jelen lapszámban, önállóan jelenik meg.

Dr. Csóka György
SOE Erdészeti Tudományos Intézet

Tudomány, az igazságon túli világban

Mátyás Csaba

SOE Erdőmérnöki Kar

Rohanó világunkban a közvélemény elsődleges forrása a tudományról az internet, ahol minden tudás elérhető és minden vélemény hozzáférhető. A világban kavargó eseményekből adódó elbizonytalanodás nyomában ösztönvezérelt vagy lobbigerjesztett vélemények, összeesküvés-elméletek keringenek, a tudományos eredményekkel vegyesen. Ez a tény nem éppen a tudomány ünnepe; az ellenőrizetlen kommunikáció összemosza a tudományosan ellenőrzött tényeket az áltudománnyal és a félreértésekkel. A kirajzolódó tudománykép megkérdőjelezi a kutatói objektivitást és az értékmegbecsülést („minden kutatást vélemények befolyásolnak”).

Sajnálatos módon a tudományos források maguk is hozzájárulhatnak a helyzethez, felületes vagy félrevezető kutatási eredmények közzétételével, ezzel a tudomány amúgy is megtépzott hitetlenségét rontják. Írásom célja az okok vizsgálata, amelyek megtévesztő következtetésekhez vezetnek. A klímaváltozás és az erdők szerepe témakörökből vett példákon világitom meg a

félrevezető közlések problémáit. A három tárgyalt publikációról Lapunkban jelentek meg írások, amelyekben a részletekről tájékozódni lehet.

Félrevezető tudomány?

Számítógépes modellezés eredménye az az elemzés, amely a világ egyik legtekintélyesebb tudományos folyóiratában, a brit *Science*-ben jelent meg (Bastin és mtsai 2019). Háttér az IPCC legutóbbi jelentése, ami szerint elméletileg, globálisan, egymilliárd hektár új erdőre lenne szükség a többlet-CO₂ kibocsátásunk semlegesítésére. A szerzők szerint ez a horribilis nagyságú terület, amely a jelenlegi globális erdőborítást *negyedével* növelné meg, erdőtelepítésre rendelkezésre áll, és a légköri szénkibocsátás-többlet kétharmadát tudná megkötni. Erdész szemmel tekintve a *Science*-cikkre, számos kétely fogalmazható meg (Mátyás 2020).

Önmagában, egymilliárd hektár erdőszítése elég irreálisnak tűnik egy olyan globális társadalmi-gazdasági helyzetben, amikor minden nemzetkö-



Mátyás Csaba akadémikus

zi intézkedés és politikai nyomás ellenére az erdőterület-változás mérlege változatlanul negatív, sőt az utóbbi évtizedben az erdőtelepítési lendület még a két, számottevően erdősítő régióban, Európában és Kínában is visszaesett.

A szerzők az erdőterület-növekedést a tajgazóna felső, és az erdős-tyepek/szavannák alsó határán terjesztenék ki, miközben ezek a területek ökológiailag nagyon érzékenyek, ráadásul produkciójuk igen alacsony. Sajnálatos módon mindkét térségben jelentős akadálya van az erdőterület tervezett bővülésének: a globális klíma melegedése, és ezzel összefüggésben az erdőtűzveszély növekedése. Kérdéses a kivitelezés is, az infrastruktúra és a szakértelem együttes hiánya miatt. Emellett a várható növedéket a szerzők többszörösen túlbecsülték, viszont a felmelegedéssel járó szénkészenletvesztés mértékét alábecsülték. Megállapítható, hogy a cikk túlzott optimizmusról és a gyakorlati problémák alábecsüléséről tanúskodik; a globális erdőterület gyors és hatékony kiterjesztése politikai mítosz (Mátyás 2020).

Ugyancsak egy rangos tudományos lapban, az *Ecography*-ban jelent meg nemrég egy nyugtalanító közlemény, amely az alföldi erdők vízgazdálkodásban betöltött szerepét elemezte (Tölgyesi és mtsai 2020). A hazai szerzők szerint a telepített erdők az alföldi homokhátságon az altalajban sivatagi szárazságot idéznek elő magas vízfogyasztással. A cikk hatásvadász tálalása az erdészek körében egyhangú elutasításra talált (Borovics és mtsai 2020, Gácsi 2021). A kétségtelenül drámai vízkészletcsökkenés ugyanis nem egyedül az erdőtelepítésnek, sokkal inkább a klíma szárazodásának, és a többszörösére nőtt réteg- és talajvíz-kitermelésnek tudható be. Ezt a hazai hidrológusok (pl. Pál-fai és mások) vizsgálati eredményei egyértelműen megerősítik.

Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete (EASAC) sem mentes a tévedésektől. A testület 2018-ban publikált állásfoglalása szerint „tévedés, hogy jobb fával fűteni, mint szénnel. Ha fára, biomasszára cseréljük a szenet, a kőolajat és a földgázt, azzal tovább növeljük a légkörbe kerülő szén-dioxid mennyiségét.” A fosszilis és a „bio” eredetű CO₂-forrás között azonban óriási különbség van.

A tűzifa elégetésekor az ökoszisztéma folyamatos szénkörforgalma során megkötött szén csak átmenetileg szabadul fel, viszont a fosszilis eredetű energiahordozók égetésével olyan többlet-szén-dioxid kerül a légkörbe, amely sok-sok millió (akár több százmillió) éven keresztül *nem volt jelen* az atmoszférában (Mátyás és Tolvaj 2020). Továbbá, az EASAC szerint a CO₂-ki-bocsátás csökkentése érdekében „tűzifát kitermelni nem kívánatos, helyesebb az erdőt a széntárolás érdekében érintetlenül hagyni”. Tudnivaló, hogy az erdőben képződő holt faanyagot a lebontók elkorhasztják egy-két évtized alatt, amelynek során ugyanúgy felszabadul a szén-dioxid, mint égetéskor.

Makacs problémák és specialista kutatóik

A példákblól megfogalmazódó kérdés: hogy lehet, hogy élenjáró tudományos folyóiratok publikálták az ismertett cikkeket, illetve hogy egy tekintélyes tudományos fórum állásfoglalása ennyire félrevezető, amikor közismert, hogy a természettudományos publikálás eljárása igen szigorú, a kéziratokat több felkért szaklektor ellenőrzi.

Az okokat keresve először az érintett tudományterületeket érdemes megvizsgálni. A vizsgált témakörben az éghajlati változás és az élő rendszer működése egyaránt kaotikus vezérlés alatt áll. A kaotikus működés azt jelenti, hogy a válaszokat egyidejűleg számos, egymástól független külső tényező határozza meg, és a reakció az adott helyzettől függ, a változások aránytalan, nemlineáris, sokszor kéreltetett válaszokat váltanak ki. Ezért az élő rendszerek működésének kérdései „makacs problémák”. Ezek elmentmondó és időben változó követelményeket tartalmaznak, amelyekre nincs egyértelmű és végleges megoldás. Az erdei ökoszisztémák sorsa és helyes kezelése a változó klímában bizonyosan a „makacs problémák” közé sorolható: itt a gazdaságpolitikai, társadalmi és ökológiai problémák együttesen jelennek meg.

Említést érdemel a szerzők munkaterülete és munkamódszere is. Elgondolkodtató, hogy az ismertett esetekben a szerzők a szorosán vett erdészettudományon *kívüli* területen tevékenykednek, rendszerint az alapkutatások (biológia, ökológia) vagy társ-tudományok (földrajz, modellezés) specialistái.

Mi a baj a (túl-)specializált tudománnyal? A modern tudomány szükség-szerűen egyre szűkebb, speciális rész-területekre bomlik, amelyek izoláltan fejlődnek, sokszor egymással sem kommunikálnak. A következmény: egyoldalú értelmezések miatt sérül a vizsgált jelenség nagyobb összefüggésbe helyezése.

Digitális korunk a kutatói egzisztencia központi követelményévé tette a minőség-ellenőrzött tudományos termelékenységet, ahol nemcsak a publikációkat, hanem az azokat közlő folyóiratokat is folyamatosan minősítik. Ez rendkívül kiélezte a publikációs versenyt. A lehetőleg minél gyakoribb nemzetközi publikálás hajszája és a hivatkozások vadászata nemcsak a kutatók kényszere, hanem a tudományos lapkiadóké is. Mindez a kutatási eredmények minél gyorsabb és minél figyelemkeltőbb közlésére sarkall, és – ki kell mondani – az öncélúság felé hajtja a publikáló kutatót. Biztonsági szerepként marad az ellenőrző szaklektorálás, amely hasonló okokból könnyen lehet felületes.

A tudományos eredmények közreadásáról

Tudományos cikkek esetében egyik legfontosabb kérdés a vizsgált tények és a módszerek viszonya a levont következtetésekhez. A bemutatott példák mindegyikében tetten érhető a szűkkörű elemzésből kivetített messzemenő következtetés. Kétségtelenül a kutatás-menedzsment is hatással van a cikkek minőségére. A kutatómunka „termelékenységét” és „innovációrányultságát” lehet befolyásolni, irányítani. Az erőszakos beavatkozás azonban hosszabb távon negatív hatású.

A megfelelő tudományos népszerűsítésnek fontos szerepe van a félrevezető publikációk és az áltudomány elleni küzdelemben. Viszont a kutatók minősítése szempontjából presztízse gyenge, és nem sarkall magyar nyelvű tudományos és népszerűsítő cikkekre, előadásokra. Pedig az írástudók számára a népszerűsítő kommunikálás a tudományos munkával egyenértékűnek elismert feladat kellene legyen, amely ellentételezheti az ellenőrizetlen tényekre, vagy érzelmekre építő áltudományt.

Felhasznált irodalom

- Bastin, J-F. és mtsai 2019: The global tree restoration potential. *Science*, 2019, 365: 6448, 76–79.
- Borovics A.; Bolla B. és Szabó A. 2020: Adalékok a homokhátsági erdőállományok

vízháztartásra gyakorolt hatásának helyes megítéléséhez. Erdészeti Lapok, 155(9): 260–263.

Gácsai Zs. 2021: Moszkvában Mercedeseket osztogatnak! Az „esztelenül telepített erdők” pedig „föld alatti sivatagokat hoznak létre”. Erdészeti Lapok, 156(1): 10–11.

Mátyás Cs. 2020: Erdőtelepítéssel megállítható a klímaváltozás? – Egy tudományos cikk margójára. Erdészeti Lapok, 155(12): 379–381.

Mátyás Cs. és Tolvaj L. 2019: MTA ETB állásfoglalás az EASAC ajánlásáról az erdészeti bioenergia ügyében. Erdészeti Lapok, 154(9): 281–283.

Tölgyesi, Cs.; Török, P.; Hábcenzus, A. A.; Bátori, Z.; Valkó, O.; Deák, B.; Tóthmérész, B.; Erdős, L. & Kelemen, A. 2020: Underground deserts below fertility islands? Woody species desiccate lower soil layers in sandy drylands. Ecography, 43(6): 848–859.

Az erdők egészségi állapotára jelentős hatást gyakorolnak a légszennyező anyagok (Mészáros 1985). Az erdőkben, azok „szűrő szerepe” miatt lényegesen több légköri szennyeződés ülepszik le, mint a közelükben található szántókon, vagy legelőkön. Kedvező, hogy az utóbbi két évtizedben a kénülepedés csökkent, ezzel szemben a nitrogén és az egyéb szennyezőanyagok ülepedése nem változott, illetve növekedett. Ezen szennyező anyagok közvetlenül (pl. leveleken keresztül), vagy közvetetten (pl. talajsavanyodás által) fejthetik ki hatásukat a faállományokra.

A talajvízszint változása, a légszennyező anyagok, a klimatikus változások nemcsak közvetlenül, hanem a talajok átalakulása révén közvetetten is hatnak erdeinkre. Az időjárási szélsőségek gyakoribbá válása növeli az eróziós és a deflációs károk mértékét. A savas ülepedés fokozza a talajokban a kilúgozódást, illetve a talajok elsavanyodását. A vízrendezés hatására felgyorsulhat a szerves anyag lebomlása, ami a tőzegrétegek eltűnését vonja maga után. A külső tényezők hatására megváltozhat a talajképződési folyamatok menete, a talajok fizikai és kémiai tulajdonságai (Szecsődi és mtsai 2021), illetve a szerves anyag (szerves szén) tárolási képessége. Ezen folyamatok a talaj termőképességének romlását eredményezhetik (Bidló és mtsai 2018).

A fenti környezeti változások általában csak egy-egy erdőállomány, illetve egy-egy tájban található állományok termőhelyét érintették, illetve érintik. A globális klímaváltozás azonban hazánk összes erdejére hatással van, illetve lesz. Az elmúlt évszázad klimatikus adatait vizsgálva már látható, hogy az utóbbi ötven évben hazánkban az éves átlaghőmérséklet 1,0 – 1,5 °C-al növekedett. Bár a csapadék éves összege jelentősen nem változott, a nyári csapadék mennyisége csökkent, a téli csapadéké nőtt. A csapadékesemények ritkábbá és intenzívebbé váltak, ami megnöveli a talajok vízbefogadó és tároló képességének jelentőségét. Erdeinkre a legnagyobb veszélyt azonban az időjárási szélsőségek, a forró és a hőség napok, az aszályos időszakok, a jelentősebb viharok és a késői fagyok gyakoribbá válása jelenti. Tapasztalataink azt mutatják, hogy egy-egy károsodás a hosszabb ideig tartó magas hőmérsékletű (és száraz) időszakok után következik be. Ezen változások már most hatnak az erdeinkre, és ha már az ideintől nem növekedne tovább az

Változó környezet, változatlan erdők?

Bidló András, Balázs Pál, Gálos Borbála, Horváth Adrienn és Mátyás Csaba

SOE Erdőmérnöki Kar

Az erdők életét alapvetően meghatározzák azok a környezeti tényezők, amelyeket az erdészeti szakma, közel kétszáz éve termőhelyi tényezőknak nevez. E tényezőket – azok lassú változása miatt – sokáig állandónak tekintették, azonban ma már tudjuk, hogy az erdei ökoszisztémákkal együtt ezek is állandó változásban vannak.

Hazánk erdeinek életében az első jelentős termőhelyi változást a folyószabályozás jelentette, amely jelentősen csökkentette a rendszeresen elöntött területek (és az erdők) kiterjedését (Andrásfalvy 2000). Az elöntés megszűnésével így lényegesen kevesebb víz állt az erdők rendelkezésére a vegetációs időszak alatt. A folyók szabályozása, a gátak, illetve az erőművek létesítése és a kavicskitermelés sok helyen megváltoztatta a folyók hordalékszállítását is (Varga és mtsai 2018), a meder sok helyen bevágódott, így a kisvizek egyre mélyebbre, az ártéri erdők gyökerei számá-

ra gyakran elérhetetlen mélységbe kerültek. Ezen beavatkozások hatásaként az ártéri erdők visszaszorultak, illetve a megmaradókban is jelentősen megváltozott a víz járása.

A talajvízszint süllyedése az 1970-es évek óta figyelhető meg elsősorban a Duna–Tisza közén. Ennek mértéke ma már, akár az 5 métert is meghaladhatja, ami azt jelenti, hogy az erdők számára elérhetetlen mélységbe süllyedt a talajvíz, ami különösen igaz a fiatalabb, még kisebb gyökérzettel rendelkező állományokra.

Bár komoly viták vannak a talajvíz-süllyedés okairól (Fekete 1957; Szodfridt 1991) érdemes a Pálfi (1996) által leírt, és azóta több szerző által megerősített okokat felsorolni: 50% – klimatikus változások, 25% – rétegvíz-kitermelés, 10% – földhasználat változása (pl. erdők telepítése), 7% – vízrendezés, 6% – talajvíz kitermelés és 2% – szénhidrogén kitermelés.

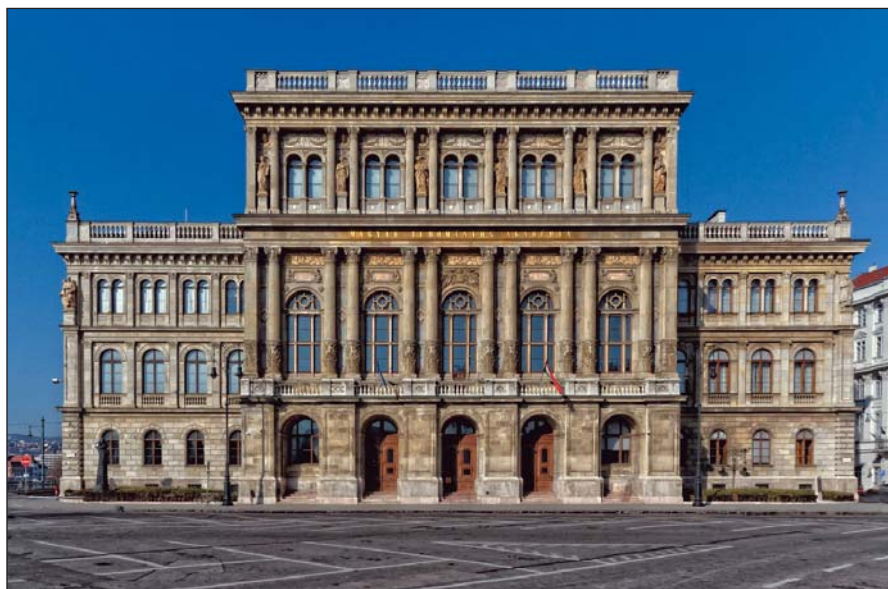


Az előadóülést prof. dr. Bartha Dénes, az MTA ETB elnöke moderálta

üvegházhatást okozó gázok kibocsátása a légkörbe, akkor is hatással lesznek a jövőben is. Sajnos a kibocsátás megszűnése – még az ideális elképzelések szerint is – csupán 2050-re tervezett. Így a jövőben számolnunk kell az egyre gyorsuló klímaváltozással. Bár a várható klímaváltozás mértékének előrebecslése tudományos, politikai (pl. milyen csökkentési intézkedéseket hoznak) és társadalmi (pl. milyen intézkedéseket támogat a lakosság) bizonytalanságok miatt igen nehéz, még az optimista becslések is abból indulnak ki, hogy a melegedés folytatódik. Egyes előrejelzések szerint a 21. század végére az évi átlaghőmérséklet növekedése 3–4 °C lesz. A nyári csapadék mennyisége 20–25%-kal csökken, a télié 10%-kal nő. A forró napok ($T_{max} > 35$ °C) az 1981 és 2010 között mért átlagosan évi 1 napról 21 napra nő (Gálos és mtsai 2015, 2018; Führer és mtsai 2017). A klíma változása a klimatikus erdők eltolódását hozza magukkal. 1,5 °C hőmérséklet-emelkedés az erdők több, mint 200 méteres magassági, és több, mint 200 km-nyi, horizontálisan észak felé tolodását jelenti.

Bár ez erdei fák adaptációs képessége jelentős, a gyors környezeti változásokat, sok esetben nem képesek elviselni. Ilyenkor a növekedésük csökkenésével, az abiotikus és a biotikus károk fokozottabb megjelenésével, illetve végső esetben pusztulással reagálnak. Ezen károk mennyisége – a környezeti változásokkal együtt – jelentősen nőtt hazánkban az elmúlt évtizedekben (Hirka és mtsai 2018).

Mivel erdeink „önállóan” általában nem képesek a gyors környezeti változásokhoz alkalmazkodni, illetve a természetes alkalmazkodási folyamatok akár több ezer évet is igénybe vehetnek (Bartha és mtsai 2018), az erdők kezelőinek és fenntartóknak elő kell segíteni az alkalmazkodást. A támogatás megtervezésénél több szempontot is figyelembe kell vennünk. Erdők esetén hosszú időre, legalább a fák egy életciklusára, 30–100 évre kell terveznünk. A jövőbeni környezeti változások mértékében nagyon nagy a bizonytalanság, ami megnehezíti a tervezést. Nem lehet célunk a jelenlegi állapot megőrzése – még akkor sem, ha a jogszabályok ezt írják elő – hanem a jövőre kell készülnünk. Olyan erdőállományokat kell létrehozunk és fenntartanunk, amelyek a környezeti változások széles köréhez tudnak alkalmazkodni. A tervezést a legkisebb



Az előadóiülés helyszíne a Magyar Tudományos Akadémia székháza volt

erdőkezelési szinten kell elvégeznünk, mivel az egyes erdőállományok eltérő sajátsággal rendelkeznek.

A tervezés első lépcsője lehet azon érzékeny erdőállományok kiválasztása, amelyekre a környezeti változások legnagyobb hatással lehetnek. Ezek közé tartoznak azon állományok, amelyek az elterjedési területük – klimatikus körülmények által meghatározott – határán fordulnak elő. Ezeknél egy kisebb klimatikus változás már jelentős károkat okozhat (lásd hazai lucfenyvesek esete). A szélsőséges termőhelyi körülmények – pl. a sekély, rossz víztartó-képességű talaj, az erősen meszes, illetve savanyú talaj, a kedvezőtlen kitettség, domborzati viszonyok – között található, vagy az erdőtümbök szélén lévő erdőállományok szintén kiemelten érzékenyek a változásra. Az egykorú, elegyetlen erdők kevésbé tudnak reagálni a változásokra, ami igaz az idősebb állományokra is. Ezen állományok kiválasztásával jelezhetjük, hogy hol kell kiemelt figyelmet fordítani a bekövetkező környezeti változásokra, amit az erdőkezelések során figyelembe kell vennünk. Nagyban elősegítené a munkát, ha az Erdőállomány Adattár a jelenlegi erdészeti klímakategóriák mellett (B, GY-T, CS-KTT, ESZTYP) tartalmazná erdőrészt szinten a jelenlegi (elmúlt harminc év átlaga) és a jövőbeni (következő 30 év) FAI (erdészeti szárazsági index) értékeket. Ez nagyban segíthetné a „határtermőhelyek” felismerését és a klimatikus változások hatásainak előbecslését.

Az erdőkezelések során előtérbe kell helyezni a termőhely javítását és az állományok stabilitását elősegítő in-

tezkedéseket. Ahol lehetséges növelnünk kell, illetve vissza kell állítanunk az eredeti talajvízszintet az állományokban (erre több pozitív eredményt hozó munka van), növelnünk kell – akár kis „töcsák-pocsolyák” létesítésével – az erdőállományok vízviasszátartását. Olyan erdőművelési és erdőhasználati eljárásokat kell alkalmaznunk, amely növeli, illetve megtartja az állományok elegységét (fafajban, genetikai állományban, korban és térben), illetve változatoságát. Meg kell őriznünk (pl. a folyamatos erdőborítás módszereinek alkalmazásával) az erdőtümbök kedvezőbb mikroklímátikus viszonyait. Amennyiben az egészségi állapot ezt szükségessé teszi, csökkenteni kell az erdőállományaink vágáskorát – nem szabad megvárunk pusztulásukat. A jelenlegi és a jövőbeni termőhelyi viszonyok ismeretében meg kell határozunk, melyek azok a területek, ahol lehet/szabad „erdőgazdálkodni”, hol lehet a jövőbeni elrendő cél a faállomány-borítottság fenntartása. Az erdőfelújítások és erdőtelepítések során sok fafaj (származású), genetikailag diverz, elegyes, többkorú, mozaikos jellegű erdőállományokat kell létrehozunk, amelyhez a jelenleginél szárazabb termőhelyen található állományok szaporítóanyagát is fel kell használnunk (elegyítésre).

A szerzőkben felmerül a kérdés, hogy miben tudja segíteni a tudomány a gyakorlati erdész szakemberek munkáját. Az elmúlt évtized kutatásai alapján próbálunk segítséget nyújtani. Megkezdjük – és bízunk benne hamarosan befejezzük – az egyes termőhelyeken alkalmazható fafajok (célállományok)

táblázatának (ún. „Járó-féle táblák”) ki-egészítését (Czimer és mtsai 2018). A sztyep klíma kategória bevezetésével és a klímahatárok eltolódásával új termőhely típus változatok jelentek meg, amelyre a gyakorlati szakemberek bevonásával próbálunk meg célállományokat megadni. A Soproni Egyetemen az ERTI és az EMK közös munkájával egy olyan döntéstámogató rendszer (DTR) fejlesztése zajlik, amely elősegítheti a fafajválasztást az egyes erdő-részletekben, és amely tartalmazza azon adatbázisokat (Erdőállomány Adattár, domborzati, talajtani térképek, jelenlegi és jövőbeni klímaadatok), amelyek megkönnyíthetik a döntést. A DTR természetesen nem helyettesítheti a helyi felmérésekre (pl. termőhely-vizsgálat) és tapasztalatokra épülő döntést, hiszen a bekerülő adatbázisok megbízhatósága és felbontása nem teszi lehetővé pontos helyi adatok lekérdezését, de nagyban megkönnyítheti a szakembereknek a helyszínen meghozott döntését. E rendszer fejlesztése és minél megbízhatóbb adatokkal való feltöltése a jövő feladata is.

Az erdész a jövőnek dolgozik és a múlt erdészei munkájának gyümölcsét aratja le. Közös feladatunk, hogy utódainkra minél jobb erdőket hagyjuk. A gyorsan változó környezeti feltételek között ez egyre nagyobb kihívás, de teljesítéséről nem mondhatunk le.

Felhasznált irodalom

- Andrásfalvy B. 2000: A vízhasználat és árvízvédelem hagyománya Magyarországon. Magyar Tudomány, 45(6): 709–719. p.
- Bartha D.; Berki I.; Lengyel A.; Rasztoivits E.; Tiborcz V. & Zagyvai G. 2018: Erdőtársulások és fafajaik átrendeződési lehetőségei a változó klímában. Erdészettudományi Közlemények, 8(1):163–195.
- Bidló A. & Horváth A. 2018: Talajok szerepe a klímaváltozásban. Erdészettudományi Közlemények, 8(1): 57–71.
- Czimer K.; Mátyás Cs.; Bidló A. & Gálos B. 2018: A „Járó-tábla” (avagy az egyes termőhelytípusokon alkalmazható célállományok és azok növekedésének) közelítése gépi tanulási módszerrel. Erdészettudományi Közlemények, 8(1): 93–103.
- Fekete Z. 1957: Erdőtalajok vízgazdálkodása. Erdészeti Lapok, 92(2): 58–62.
- Führer E.; Gálos B.; Rasztoivits E.; Jagodics A. & Mátyás Cs. 2017: Erdészeti klímaosztályok területének várható változása. Erdészeti Lapok, 152(6): 173–177.
- Gálos B. & Führer E. 2018: A klíma erdészeti célú előrevetítése. Erdészettudományi Közlemények 8(1): 43–55.

- Gálos, B.; Führer, E.; Czimer, 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. p.
- Hírka A.; Pödör Z.; Garamszegi B. & Csóka Gy. 2018: A magyarországi erdei aszálykárok fél évszázados trendjei (1962–2011). Erdészettudományi Közlemények, 8(1):11–25.
- Mészáros E. 1985: A légszennyeződés hatása erdeinkre. Erdészeti Lapok, 120(7): 299–303.
- Pálfai I. 1996: A talajnedvesség és a talajvízállás változásai az Alföldön. Vízügyi Közlemények, 78(2): 207–218.

- Szecsódi, O.; Makó, A.; Labancz, V.; Barna, Gy.; Gálos, B.; Bidló, A. & Horváth, A. 2021: Using Different Approaches of Particle Size Analysis for Estimation of Water Retention Capacity of Soils: Example of Keszthely Mountains (Hungary) (A talaj víztartó-képességének értékelése szemcseanalízissel Keszthelyi-hegységi talajokon). Acta Silv. Lign. Hung., 17(1): 37–50.
- Szodfridt I. 1991: A talajvízsüllyedés és az erdők kapcsolata a Duna-Tisza-közi homokon. Erdészeti Lapok, 126(1): 22–24.
- Varga G.; Fábíán Sz. Á.; Kovács I. P. & Schweitzer F. 2018: Gondolatok a Kárpát-medencei folyók árvizeiről. Földrajzi Közlemények, 142(4): 291–308.

Az erdők vízforgalma és vízigénye a vízpótlás szemszögéből

Gribovski Zoltán¹, Kalicz Péter¹ és Führer Ernő²

¹SOE Erdőmérnöki Kar; ²SOE Erdészeti Tudományos Intézet

A klímaváltozás hatásai legnyilvánvalóbban a hőmérséklet emelkedésében és a csapadékeloszlás változásában jelentkeznek, és ez igen jelentős hatással van a hidrológiai ciklusra. A hőmérséklet a 21. század végére 3–5 °C-os emelkedéssel előrejelzett, ami a párolgási kényszert jelentős mértékben fokozza, hiszen a telítési páratartalom hőmérsékletfüggése exponenciális. A csapadékeloszlás szezonális változása a téli csapadékösszeg csökkenését jelenti majd, ami mint a visszatöltődési időszak szárazodása, a talajvízkészlet potenciális újratöltődésének lehetőségét kérdő-

jelezi meg. Más részről a vegetációs időszak csapadékösszege egyre inkább kevesebb számú, zivatar jellegű nagycsapadékban koncentrálódik majd, ami kevesebb potenciális beszívargást és nagyobb árvízveszélyt jelent. Extremitásként jelentkeznek az egyre hosszabbá és gyakoribbá váló aszályos periódusok is, amelyekben bizonyos erdőtársulások léte megkérdőjeleződik. Ezen változó körülmények között érdekes az erdő vízkörforgalmát megvizsgálni a megnövekedett vízigényeket esetlegesen kiszolgáló lehetséges vízpótlás szemszögéből is.



Prof. dr. Gribovski Zoltán előadása az MTA Nagytermében

Az erdő rendelkezik az egyik legkomplexebb vízkörforgalommal a szárazföldi ökoszisztémák közül és a vízkészletekre mind mennyiségi, mind minőségi szempontból jelentős hatása van. Az erdőtársulások vízigénye szempontjából megközelítve a kérdést, hazánkban az erdők sok esetben a szárazsági erdőhatáron helyezkednek el (Führer 2018). Elterjedésük korláta, különösen a síkvidékeken, tehát egyre inkább a víz lesz (Gribovszki és mtsai 2019).

Az erdei vízkörforgalom „kiadási” tételei közül az intercepció párolgás a transzspirációs párolgathatás a két kulcselem, a lefolyás ezekhez képest hazánkban vízforgalmi szempontból alárendelt jelentőségű. Az intercepció esetében két tételt a lombkorona- és az avarintercepciót különböztetjük meg (Führer 1992; Kucsara 1998). A lombkorona-intercepció egy olyan párolgási folyamat, amely a jelentős érdességű lombkorona keltette nagyméretű légörvények miatt igen intenzív lehet. A koronaintercepció párolgás nemcsak az adott időszakban érkező sugárzási energiát használja fel, hanem a párolgó felszínt (esetünkben a lombkoronát) és annak környezetét is jelentősen hűti, más részről megnövelheti a csapadékképződés valószínűségét jellemzően távolabbi területeken is. Az avarintercepció egy lassabb párolgási folyamat, viszont nemcsak egyértelmű vízvesztésként fogható fel, hiszen az erdőtalaj párolgását is jelentősen mérsékli. Mind a korona-, mind az avarintercepció értéke a klímaváltozás ma előrejelzett csapadékeloszlás változása miatt a jövőben csökkenő tendenciát mutathat (Kalicz és mtsai 2017; Zagyvainé és mtsai 2014).

A másik nagyobb kiadási tétel a transzspiráció, amely egy fiziológiailag szabályozott párolgathatási folyamat és a biológiai produkcióval is szoros összefüggésben van. A hazai erdők transzspirációjára vonatkozóan Járó Zoltán közölt 1981-ben hiánypótló adatokat, amelyek közel 4 évtizedig az egyetlen forrását jelentették az erdők transzspirációs vízigény becslésének. Az elmúlt években a távérzékelés rohamos fejlődése biztosított lehetőséget az evapotranszspiráció pontosabb meghatározására, amelynek segítségével az intercepció veszteséget becsülve és levonva az evapotranszspirációs vízfelhasználásból, a transzspirációs vízigény számítható akár térben osztott módon (Csáki és mtsai 2020). A jövő-

ben az erdők transzspirációs vízfelhasználásának kisebb mértékű növekedése valószínűsíthető, a klímaváltás napjainkban előrejelzett hőmérséklet-növekedését figyelembe véve, ha a rendelkezésre álló vízkészletek nem csökkennek drasztikusan (Herceg és mtsai 2018).

A síkvidéki területeken a talajvízkészletek transzspirációs igényű hozzáférhetősége már most is sok erdőtársulás esetében kulcskérdés, de a jövőben ez egyre inkább létkérdéssé válik. A talajvíz hozzáférhetősége a talajvízszintek süllyedésével egyre problematikusabb lesz, de az újabb kutatások szerint, az idősebb erdőtársulások nagyon gyakran vesznek fel vizet a 4–5m mélységben elhelyezkedő talajvízkészletből is, ha a csapadékhiány ezt indokolja (Gribovszki és mtsai 2019).

A lefolyást tekintve az erdő talajának szinte korlátlan beszívárgatható képessége a nagycsapadékok hatásainak mérséklésében egyértelműen pozitív. Az erdőben a felszíni lefolyás felszín közeléig transzformálódik, így az összegyülekezési idő megnő, az árhullám elnyúlik és az árhullámcsúcs jelentősen csökken. Lefolyási szempontból a nagycsapadékok a jövőben egyre inkább fokozódó, árvízveszélyt jelentő hatásait a felszínborítási formák közül egyértelműen az erdő tudja a legjobban tolerálni (Kalicz és mtsai 2012).

A vízpótlás oldaláról megvizsgálva az erdő vízfelhasználását, elsősorban a vízigényes, ökológiai szempontból értékes erdőtársulások, vagy a nagy hozamú gazdasági erdők és faültetvények esetében kritikus kérdés. Az ország területére hulló csapadéknak a nagy folyókban hazánkba érkező vizek mennyisége a duplája. A folyók által szállított vízkészletnek, különösen ezek árhullámokkal érkező és hasznosíthatatlanul távozó részének a felhasználása a síkvidéki erdők esetében kulcskérdés. A vízfolyásokban folyamatosan megújuló dinamikus vízkészletek vízpótlásra való felhasználására több példa is van hazánkban, amelyek jó esettanulmányként szolgálhatnak más területeken hasonló jellegű beavatkozások tervezésénél (Gribovszki 2020).

Felhasznált irodalom

Csáki P.; Kalicz P.; Zagyvainé Kiss K. & Gribovszki Z. 2020: „Erdők és természetközeli területek” vízháztartásának vizsgálata párolgástérképek segítségével. pp.

92–97. In: Csiha S. (szerk.) Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap előadásai. Lakitelek 2020.11.10 Alföldi Erdőkért Egyesület, ISBN 978-615-80594-7-3

Führer E. 1992: Intercepció meghatározása bükk, kocsánytalan tölgy és lucfenyő erdőben. Vízügyi Közlemények, 74(3): 281–294.

Führer E. 2018: A klímaértékelés erdészeti vonatkozásai, Erdészettudományi Közlemények, 8 (1): 27–42.

Gribovszki, Z.; Kalicz, P.; Palocz-Andresen, M.; Szalay, D. & Varga, T. 2019: Hydrological role of Central European forests in changing climate – review. Időjárás, 123(4): 535–550.

Gribovszki Z. 2020: Az erdők vízpótlása, igények és lehetőségek. Erdészeti Lapok, 155(2): 115–118.

Herceg A.; Kalicz P.; Kisfaludi B. & Gribovszki Z. 2018: Egy Thornthwaite típusú vízmérleg modell az éghajlatváltozás hidrológiai hatásainak elemzéséhez. Erdészettudományi Közlemények, 8(1): 73–92.

Járó Z. 1981: A hazai erdők vízfogyasztása. Agrártudományi Közlemények, 40: 353–356.

Kalicz, P., Herceg, A., Kisfaludi, B., Csáki, P., & Gribovszki, Z. 2017: Canopy interception variability in changing climate. Geophys. Res. Abs. 19: Paper EGU2017-14894. EGU General Assembly, 2017. 2017.04.23–2017.04.28. Bécs, Ausztria.

Kalicz P., Gribovszki Z., Csáfordi P. & Kucsara M. 2012: Erdősült és különböző mértékben beépített kisvízgyűjtők lefolyása Sopron példáján. In: Bíróné, Kirsi A. (szerk.) Magyar Meteorológiai Társaság XXXIV. Vándorgyűlés és VII. Erdő és Klíma Konferencia, Debrecen, Magyar Meteorológiai Társaság, pp. 33–34.

Kucsara M. 1998: Az erdő csapadékviznyainak vizsgálata. Vízügyi Közlemények, 80(3): 456–477.

Zagyvainé Kiss, K.; Kalicz, P.; Csáfordi, P. & Gribovszki, Z. 2014: Forest Litter Interception Model for a Sessile Oak Forest. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 10(1): 91–101.

Fotók: **Szigeti Tamás**/MTA

Honlapjaink:

www.oee.hu

www.vandorgyules.hu

www.azevfaja.hu

www.erdokhete.hu

www.erdeivandor.hu