

# KUTATÓI NAP

TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A GYAKORLATBAN

2024

2  
0  
2  
4



**Alföldi Erdőkért Egyesület**

**KUTATÓI NAP**

**TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A GYAKORLATBAN**

**Sopron 2024**

Megjelent az Alföldi Erdőkért Egyesület gondozásában.

Kiadja az Alföldi Erdőkért Egyesület  
6000 Kecskemét, Külső szegedi út 47.  
E-mail: [alfoldierdokert@gmail.com](mailto:alfoldierdokert@gmail.com)  
<http://www.aee.hu>

Felelős szerkesztő: Csiha Imre  
Technikai szerkesztő: Raisz Árpád

ISSN 2063-8256

Szakmai konferenciánkat támogatja:



*valamint*

**Harsányi Zsuzsanna**, kecskeméti festőművész,  
a Bács-Kiskun megyei Művészetért Díj kitüntetettje.

Közreműködő partnerszervezet:



*1866 óta*   
*az erdők szolgálatában*

## Novemberi erdő

Esőcsend neszel az avarhullámon  
Járásom hajóként fodrozza hajjait  
Erdő-jóanyám zúgja hívó szavait:  
Jöjj haza, kisfiam, itt laknak álmaid  
Esőcsend csordul az avarsírhalmon

*Farkas Péter*  
*Sopron, 2017. november 11.*



Harsányi Zsuzsanna: Átszűrődő fények

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>BEVEZETŐ</b>	
CSIHA IMRE.....	6
<b>A KLÍMAVÁLTOZÁS MÁR FOLYAMATBAN VAN: AZ RCP4.5 KLÍMASZCENÁRIÓ ELŐREJELZÉSEINEK VALIDÁLÁSA AZ OMSZ ADATSORAI ALAPJÁN</b>	
KOTTEK PÉTER, KIRÁLY ÉVA ÉS BOROVICS ATTILA.....	7
<b>A HAZAI NYÁR ÉS CSER ÉPÍTŐIPARI HASZNOSÍTÁSA</b>	
BEJÓ LÁSZLÓ, AHMED ALTAHER OMER AHMED.....	15
<b>KÖZÉRDEK AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN</b>	
FRANK NORBERT.....	24
<b>A KLÍMAVÁLTOZÁS NYOMÁN FELNYÍLÓ ERDŐK VÁRHATÓ TÉRNYERÉSÉNEK BECSLÉSE A GEMENC ZRT. ADATAI ALAPJÁN</b>	
LAJTOS JÁNOS, ILLÉS GÁBOR.....	29
<b>KÉSEI MEGGY (<i>PRUNUS SEROTINA EHRH.</i>) HATÁSA NÉHÁNY VIZSGÁLT TALAJTULAJDONSÁGRA A DEBRECENI ERDŐSPUSZTÁKON</b>	
KOCSES ISTVÁN ATTILA, KINCSES SÁNDORNÉ, LÁSZLÓ ZOLTÁN, TÁLLAI MAGDOLNA, SÁNDOR ZSOLT.....	39
<b>KISKÖREI VÍZLÉPCSŐ ÉS LÉTESÍTMÉNYEINEK HATÁSA A TÉRSÉG ERDŐSÜLTségÉRE</b>	
FICZERE ANDRÁS, SZILÁGYI ANNAMÁRIA.....	48
<b>HALTENYÉSZTÉSbŐL SZÁRMAZÓ ÖNTÖZÖVÍZ STIMULÁLÓ HATÁSA A TALAJ BIOLÓGIAI ÁLLAPOTÁRA KÖZTESTERMESZTÉSI TECHNOLÓGIÁBAN – AGRÁRERDÉSZETI RENDSZERBEN</b>	
BAKTI BEATRIX, JANCsÓ MIHÁLY, KOLOZSVÁRI ILDIKÓ, SIMON BARBARA, ZALAI MIHÁLY, GYURICZA CSABA, KUN ÁGNES.....	55
<b>AZ ASZÁLY HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA ALFÖLDI ERDŐK ESETÉBEN</b>	
BOLLA BENCE, SZABÓ ANDRÁS.....	65
<b>ÁTTEKINTÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSÁNAK BECSLÉSI LEHETŐSÉGEIRE A FAANYAGMINŐSÉG SZEMPONTJÁBÓL</b>	
FARKAS PÉTER, KOMÁN SZABOLCS.....	71
<b>EGY BÜKKÖSRE FEJLESZTETT MERRIAM TÍPUSÚ LOMBKORONA INTERCEPCIÓ MODELL, A DINAMIKUS TÁROZÁSI KAPACITÁS FIGYELEMBEVÉTELÉVEL</b>	
HERCEG ANDRÁS, KALICZ PÉTER, ZAGYVAINÉ KISS KATALIN, GRIBOVszKI ZOLTÁN.....	79
<b>AGRÁRERDÉSZETI MEGOLDÁSOK A KLÍMAVÁLTOZÁS ENYHÍTÉSÉRE: A HAZAI MEZŐVÉDŐ ERDŐSÁVOK SZÉNMEGKÖTÉSÉNEK SZÁMSZERŰSÍTÉSE</b>	
KIRÁLY ÉVA, KESERŰ ZSOLT, MOLNÁR TAMÁS, SZABÓ ORSOLYA, BOROVICS ATTILA.....	88
<b>A HŐKEZELÉS HATÁSA AZ INVÁZIÓS FAFAJOK GOMBAÁLLÓSÁGÁRA</b>	
KOMÁN SZABOLCS, HORVÁTH NORBERT, SZMORAD GERGELY, BAK MIKLÓs.....	96
<b>A KESKENYLEVELŰ EZÜSTFA (<i>ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA L.</i>) ENERGETIKAI JELLEMZŐI</b>	
KOMÁN SZABOLCS, TÖRÖCSI KRISZTIÁN.....	101
<b>ÖNJÁRÓ KERTÉSZETI ROBOTOK ERDÉSZETI ALKALMAZHATÓSÁGA</b>	
MAJOR TAMÁS.....	106
<b>A SOPRONI BOTANIKUS KERTI ÉGHAJLATI ÁLLOMÁS HOSSZÚ TÁVÚ ADATAINAK ERDÉSZETI ÉS HIDROMETEOROLÓGIAI CÉLÚ ELEMZÉSE</b>	
MURAKÖZY LILI, KOVÁCS GÁBOR, KALICZ PÉTER, GRIBOVszKI ZOLTÁN.....	113
<b>KÉT HAZAI AGRÁRERDÉSZETI RENDSZER SZÉNMEGKÖTÉSÉNEK VIZSGÁLATA A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN</b>	
SZABÓ ORSOLYA, KIRÁLY ÉVA ILONA, MOLNÁR TAMÁS, KESERŰ ZSOLT.....	122
<b>AZ ALFÖLDI FAKITERMELÉSEK GÉPESÍTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS LEHETŐSÉGEI A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN</b>	
SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS KATALIN, DELI GYÖRK.....	128
<b>TALAJNEDVESSÉG ÖSSZEHAsonLÍTÓ VIZSGÁLATA GYEPTERÜLETEN ÉS FEKETEFENYŐ ALATT</b>	
ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA, OROSZ KAMILLA, KALICZ PÉTER, BAZSÓ TAMÁS, HERCEG ANDRÁS, GRIBOVszKI ZOLTÁN.....	138
<b>EMLÉKÉRMESÉK ÉLETÚTJA</b>	
BERÉNYI JÁNOS ZOLTÁN.....	146
DR. KALICZ PÉTER.....	147
DR. PUSZTAI VIRÁG.....	149
NAGY GyÖZÖ.....	151
PAPP KRISZTIÁN.....	153
VICSEK JÁNOS.....	156
ZSIDÓ GÁBOR.....	157
<b>TÁRGYMUTATÓ</b>	159

## BEVEZETŐ

Az idei év – 2024. – az alföldfásítás történetében kiemelkedő jelentőségű szakmatörténeti lépés 100 éves jubileumának az éve.

Száz évvel ezelőtt 1924-ben indult meg Püspökladányban a kedvezőtlen adottságú területek – szikes termőhelyek – erdősítési lehetőségének vizsgálata. Az erdészeti szakirodalmat tanulmányozva láthatjuk, hogy az állomás megalakulását megelőzően is voltak törekvések a szikes talajok okszerű hasznosítására mind mezőgazdasági, mind pedig erdészeti vonatkozásban, de a Püspökladányi Kísérleti Állomáson meginduló kutatások voltak az elsők, melyek tudományos megalapozottsága, hosszú távra tervezett kikutatása valós eredmények elérésére adhatott esélyt.

A kísérleti munka beindítását Kaán Károly szervező munkája alapozta meg, a kísérletek beindítása Magyar Pál, Galambos István és Tury Elemér nevéhez fűződik. A kutatások kezdeti szakasza a második világháborúval záródott le.

Ezen időszakban születtek azok a jelentős termőhelyi, termesztés technológiai, fafaj ismereti felismerések, melyek segítségével a második világháborút követően – a kísérleti állomás munkájának újjászervezésével – elsősorban Tóth Béla nevéhez köthetően a kísérleti állomás aktív részt vállalt az ország erdősültségének megduplázásában.

A kísérleti munka harmadik szakasza már kilépett a szikesek problémaköréből, és általánosságban a szélsőséges termőhelyek problémájával, a nyár – akác termesztés témakörével foglalkozott. Napjaink és a jövő kutatási területei pedig a klímaváltozás, klíma bizonytalanság, erdők szénforgalma, természetes erdőgazdálkodás, agro-erdészeti rendszerek jelentőségére és lehetőségére irányulnak.

Idei konferenciánk vezérgondolata kiemelten a változó klíma alföldi erdőkre gyakorolt hatásaival, a meglévő erdők jövőképeivel, és az új erdők telepítésének lehetőségeivel foglalkozik. Az elhangzó előadások és a kiadványunkban megjelenő publikációk reményeink szerint hozzásegítik a mai és a jövő erdőgazdálkodóit a folyamatosan változó – várhatóan sajnos kedvezőtlen irányba mutató – környezeti adottságok között feladatuk sikeres teljesítéséhez.

**CSIHA IMRE**  
AEE elnöke

## A KLÍMAVÁLTOZÁS MÁR FOLYAMATBAN VAN: AZ RCP4.5 KLÍMASZCENÁRIÓ ELŐREJELZÉSEINEK VALIDÁLÁSA AZ OMSZ ADATSORAI ALAPJÁN

**KOTTEK PÉTER<sup>1</sup>, KIRÁLY ÉVA<sup>2</sup> ÉS BOROVICS ATTILA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Agrárminisztérium, Erdőrendezési Főosztály

<sup>2</sup> Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

### KIVONAT

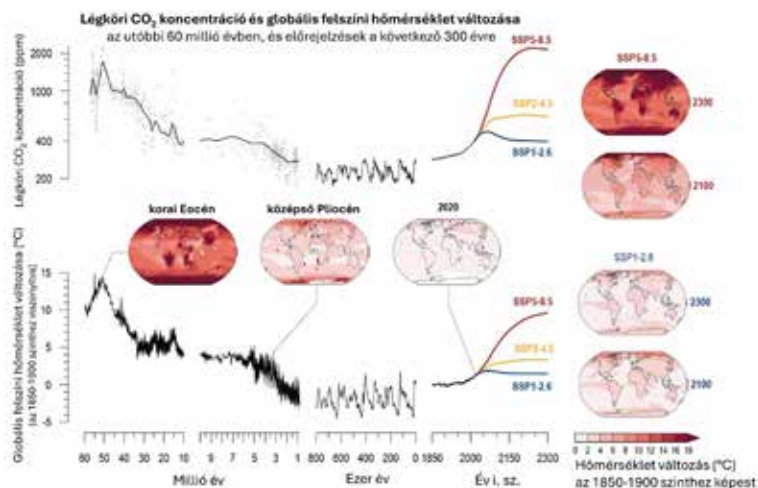
*Az IPCC szerint a globális éghajlati rendszer felmelegedése az iparosodás előtti szinthez képest bizonyított tény. Hazánk esetében a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. (korábban Országos Meteorológiai Szolgálat, OMSZ) mérései és elemzése szerint az évi középhőmérséklet országos átlaga 90%-os megbízhatósági szinten szignifikánsan emelkedik az 1901-től kezdődő hosszú időszor lineáris trendbecslése alapján. A klímaváltozáshoz történő adaptáció szempontjából a historikus mérési adatok elemzése mellett kiemelten fontos a klímaprognózisok szerepe is. Az RCP betűszó az IPCC által meghatározott kibocsátási forgatókönyveket jelöli, melyekhez a klímaprognózisok kapcsolódnak. Az optimistább RCP4.5-ös scenárió esetében a sugárzási kényszer  $4,5 \text{ Watt/m}^2$  értéken stabilizálódik 2100-ban. Tanulmányunk célja az volt, hogy elvégezzük az RCP4.5 klímaprognózis validálását a HungaroMet Zrt. 2000 és 2023 közötti mérési adatai alapján. A validáláshoz kiszámítottuk a FAI indexet a mért adatok alapján, majd azt vizsgáltuk, hogy a mérési adatok szerinti erdészeti klímabesorolás milyen mértékben egyezett meg az RCP4.5 szerinti klímaprognózis alapján történt besorolással. A vizsgált állomások 63%-ában az RCP4.5-ös scenárió pontos előrejelzést adott. Azokban az esetekben, ahol az RCP4.5 előrejelzés nem egyezett meg pontosan a mért adatok szerinti klímabesorolással, ott döntően a mérési eredmények kedvezőtlenebb képet, azaz a klíma gyorsabb szárazodását és nagyobb mértékű melegedését mutatták. Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy az RCP4.5-ös klíma prognózis jól írja le a hazánkban tapasztalható klímaváltozás irányát és mértékét, noha egyes régiók esetében az előrejelzés inkább optimistának mondható. Ezekben a régiókban különösen fontos az adaptáció és a klímaváltozás kedvezőtlen hatásaira történő mielőbbi felkészülés, melyre a SiteViewer 3.0 döntéstámogatási eszköz kiváló lehetőséget nyújt.*

### Kulcsszavak:

klímaváltozás, klímaprognózis, RCP4.5, mitigáció, adaptáció

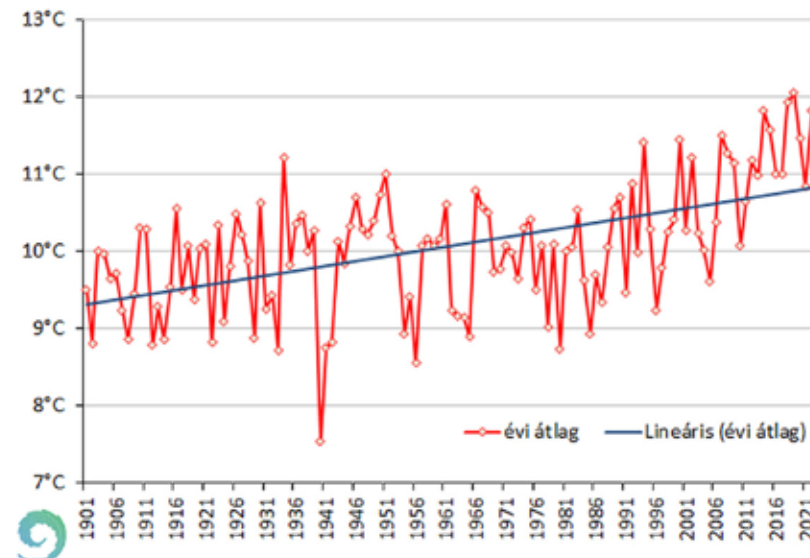
## BEVEZETÉS

Az IPCC Hetedik Értékelő Jelentése (IPCC 2023) szerint a globális éghajlati rendszer felmelegedése az iparosodás előtti szinthez képest bizonyított tény. Az IPCC azt is bizonyítottan tekinti, hogy e folyamat emberi hatásra következett be, a többletmelegedés emberi hatásra bekövetkezett tartományát 0,9 és 1,2°C között valószínűsítik. A melegedést hajtó három legártalmasabb üvegház hatású gáz, amelyeket az emberi civilizáció az atmoszférába bocsát: a széndioxid, a metán és a dinitrogén-oxid. A kibocsátások jelentős csökkentése, illetve a szénmegkötési potenciállal rendelkező földhasználati és erdészeti szektor lehetőségeinek kihasználása nélkül a globális felmelegedés folytatódni fog, sőt exponenciális pályára állhat. Az IPCC különböző szocio-ökonómiai forgatókönyvekhez rendelt kibocsátási prognózisok szerint jelzi előre a globális hőmérséklet változását 2300-ig (1. ábra). A pesszimista előrejelzések szerint az utóbbi 60 millió évben nem látott mértékű, drasztikus és gyors felmelegedés következhet be.



1. ábra: A légköri széndioxid-koncentráció és a globális felszíni hőmérséklet változásai az utóbbi 60 millió évben, illetve előrejelzések 2300-ig különböző, az IPCC által meghatározott szocio-ökonómiai időutak szerint (IPCC 2023).

Hazánk esetében a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. mérései és elemzése szerint az évi középhőmérséklet országos átlaga 90%-os megbízhatósági szinten szignifikánsan emelkedik az 1901-től kezdődő hosszú idősor lineáris trendbecslése alapján (HungaroMet 2024). Az évi középhőmérséklet változása az elmúlt 123 év alatt (1901 és 2023 között) +1,53 °C volt (2. ábra). Az országon belül a változás különböző mértékben jelentkezett, legalább +1,17 °C és legfeljebb +1,90 °C közötti hőmérséklet-változás fordult elő.

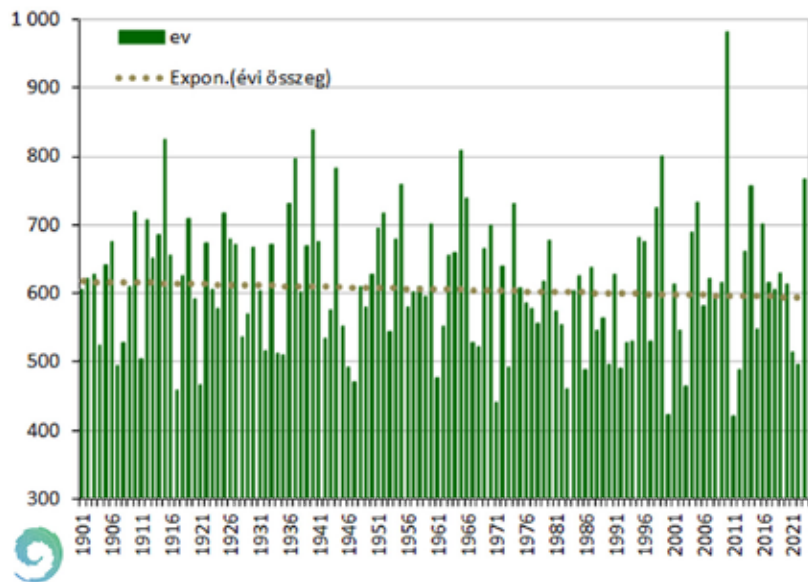


2. ábra: Az évi középhőmérséklet 1901 és 2023 között Magyarországon (HungaroMet 2024).

Amíg a hőmérséklet emelkedett, addig az évi csapadékösszeg csökkenő tendenciát mutatott az elmúlt 123 évben, 1901 és 2023 között (3. ábra). Az évi csapadékösszegekhez illesztett exponenciális trend alapján mérsékelt, átlagosan 3,8%-os csökkenés figyelhető meg, bár a csapadék csökkenése statisztikailag nem szignifikáns (HungaroMet 2024). Az évi csapadékösszeg változása az ország különböző pontjain -16% és +7% között alakult, az északnyugati tájakon 10-16%-os csökkenést, az Alföld északi részén kisebb területen 4-6%-os növekedést lehetett tapasztalni.

A hőmérséklet- és csapadék-adatok vizsgálata nem csak illusztráció. Az erdészeti célra is használt klíma-prognózisok nem jelzik előre a magyar erdészeti klímaosztályozásban hagyományosan használt júliusi 14 órás átlagos légnedvességet (Járó 1972), ehelyett olyan klímaváltozókra kell támaszkodni, amelyek a prognózisok által szolgáltatott adatok közt is fellelhetők. Ezért jellemzik a klímát a hőmérséklet- és csapadék-adatokra alapuló klímaindexekkel (pl. FAI, Führer et al. 2011).

A klímaváltozáshoz történő adaptáció szempontjából a historikus mérési adatok elemzése mellett kiemelten fontos a klímaprognózisok vizsgálata is. Hazánk esetében mindenki számára szabadon elérhető a SiteViewer 3.0 program (Illés és Fonyó 2022, URL1), mely lehetőséget ad adott erdőrészlet szintjén a jövőbeli klíma és az ennek megfelelő fajok javaslatok megismerésére.



3. ábra: Az évi csapadékösszeg 1901 és 2023 között Magyarországon (HungaroMet 2024).

A SiteViewer 3.0 alkalmazás a Climate EU (Hamann et al. 2013, Marchi et al. 2020) klímaváltozási előrejelzéseit használja a jövő időszakokra vonatkozóan, melyek az RCP4.5 és RCP8.5 scenáriókon alapulnak. Az RCP rövidítés (Representative Concentration Pathway) az IPCC által meghatározott kibocsátási forgatókönyveket jelöli. Az optimistább RCP4.5-ös scenárió esetében a sugárzási kényszer 4,5 Watt/m<sup>2</sup> értéken stabilizálódik 2100-ban. Az RCP8.5-ös scenárió ennél pesszimistább 8,5 Watt/m<sup>2</sup>-es sugárzási kényszert állapít meg.

A klímaprognózisok különböző időablakokra szólnak, melyek közül a 2011-2040-es időszak az ún. „közeli jövő”. Tekintve, hogy 2024-et írunk és már ebben a „közeli jövőben” élünk, lehetőség nyílik a klímaprognózisok validálására tény-adatokra támaszkodva. A validálás időközönkénti elvégzése fontos mind a SiteViewer használatának szempontjából, mind pedig az ErdőLab projekt (Borovics 2022) keretében tervezett a klímaváltozást is figyelembe vevő erdőállomány-prognózisok és szénforgalmi elemzések szempontjából.

## CÉLKITŰZÉS

A klímaváltozással korrigált erdei szénforgalom előrejelzésének bevezető lépéseként tanulmányunk célja az volt, hogy elvégezzük az RCP4.5 klímaprognózis validálását a HungaroMet Zrt. 2000 és 2023 közötti mérési adatai alapján.

## ADAT ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunk a HungaroMet Zrt. 143 mérőállomásának adataira terjedt ki (Meteorológiai Adattár 2024). Ebből összesen 78 állomás esetében állt rendelkezésre megfelelően hosszú idősor a validálás elvégzéséhez (URL2). A havi hőmérséklet- és csapadékmérési adatok alapján minden évre kiszámítottuk az Erdészeti Aszályossági Indexeket (FAI, Führer et al. 2011), majd az idősorok trendjeinek vizsgálata céljából az egyes mérőállomások pontfelhőire Theil-Sen (Zaman & Alakuş 2021) regresszió segítségével illesztettünk egyeneseket. Azért használtunk Theil-Sen regressziót, mert kevésbé érzékeny az eloszlás szélein levő kiugró adatpontok torzításaira, és a 2023-ig tartó időszakban a 2022-es aszály számos ilyen produkált.

Elvégeztük a FAI index szerinti erdészeti klímaosztály-besorolást az OMSZ mért adatainak alapján, majd pedig mérőállomásonként vizsgáltuk, hogy a megállapított klíma-besorolás eltér-e az RCP4.5 szerinti előrejelzéstől. Az általunk figyelembe vett RCP4.5 klímaelőrejelzés az 1981-2010 és 2011-2040 periódusokra készült a Climate EU alkalmazás segítségével, az OMSZ által megadott pontos geodéziai koordinátákra és tengerszint feletti magasságra. A prognosztizált havi középhőmérséklet- és csapadék-adatokból FAI-indexeket számítottunk, melyeket a két 30 éves periódus középértékeire (1995 és 2025) vonatkoztattuk. A két pontot összekötő egyenesen megkerestük azt a pontot, ami azonos évben volt az OMSZ méréseinek súlypontjával, és ebben az évben vizsgáltuk az OMSZ-mérések súlypontjának távolságát az RCP4.5 előrejelzéstől (lásd a 4. ábrát). T-próba segítségével ( $p=0,05$ ) vizsgáltuk azt, hogy az OMSZ mérések átlaga szignifikánsan különbözött-e az RCP4.5 előrejelzésétől.

A kiértékelést minden egyes mérőállomásra külön-külön végeztük, majd az eredményeket összesítettük és megjelenítettük egy országos térképen.

Az RCP4.5 és RCP8.5 hazánk területére vonatkozó előrejelzései jelenleg (2011-2040) nagyon közel futnak egymáshoz, a két scenárió közti lényeges eltérések csak a távolabbi jövőben várhatóak, ezért a validálást ebben a tanulmányban csak az RCP4.5-ös klímaprojekció előrejelzésére végeztük el.

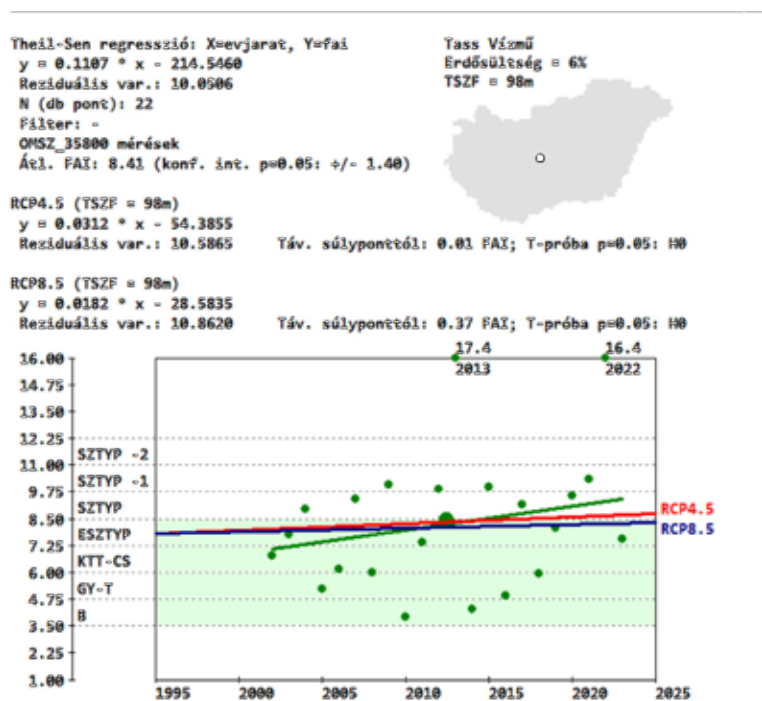
## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A 4. ábra szemlélteti a vizsgálat eredményeit a Tass Vízmű nevű mérőállomás példáján. Példánkban az OMSZ mérésein alapuló FAI indexek súlypontjának távolsága az RCP4.5-ös előrejelzés értékétől elhanyagolhatóan kicsi volt (0,01 FAI, azaz 0,008 erdészeti klímaosztálynyi). Mind az RCP4.5-ös előrejelzés által prognosztizált, mind a mért adatok alapján megállapított klíma erdősztyeppnek adódott.

Az 5. ábra országos összesítésben mutatja az RCP4.5-ös klíma prognózis és a mért adatok alapján elvégzett erdészeti klímabesorolás eltéréseit. Az ábrán zölddel jeleztük azokat a mérőállomásokat, melyek esetében a klímabesorolás mind a mérési eredmények, mind pedig a klímaprognózis alapján azonosnak adódott (49 db, 63%).

A 78 mérőállomásra vonatkozó T-próbák szerint az RCP4.5-ös előrejelzések 62 esetben (79%)  $p=0,05$ -ös szignifikancia szint mellett azonosnak tekinthetők az OMSZ-mérések súlypontjával.

Összesen 27 állomás esetében (35%) kedvezőtlenebbnek adódott a mérési adatok szerinti klímabesorolás, mint az RCP4.5 prognózis. Ebből 23 esetben egy klímaosztállyal volt kedvezőtlenebb a mérési eredményekből számított besorolás, 4 esetben pedig kettővel. Jellegzetes mintát mutat az eltérések földrajzi eloszlása: az alföldi területeken, valamint az északkeleti országrészben voltak jellemzőek a klímaprognózis előrejelzéseinél kedvezőtlenebb mért adatok. Két állomás esetében (2,6%) pedig egy klímaosztállyal kedvezőbb besorolás adódott a mért adatok alapján, mint az előrejelzés szerint.



4. ábra: Az RCP4.5 és 8.5 előrejelzések, illetve az OMSZ mérőállomásán mért adatsor súlypontja és lineáris trendje Tass Vízű mérőállomás példáján.

Összességében tehát azt állapíthatjuk meg, hogy az RCP4.5 klímaprognózis a 2023-ig vizsgálható időszakban a vizsgált állomások 63%-ában pontos előrejelzést adott. Azokban az esetekben, ahol az RCP4.5 előrejelzés nem egyezett meg pontosan a mért adatok szerinti klímabesorolással, ott általában a mérési eredmények kedvezőtlenebb képet, azaz a klíma gyorsabb szárazodását és melegedését mutatták.



5. ábra: Az RCP4.5 szerinti és az OMSZ mérési adatok alapján elvégzett klímabesorolások közötti eltérések a mérőállomások helye szerint. Zöld szín esetén az RCP4.5 szerinti klíma prognózis és a mért adatok kiértékelése megegyező erdészeti klímaosztály szerinti besorolást eredményezett. Piros jelzés esetén a mért adatok kedvezőtlenebb klímabesorolást adtak, mint az előrejelzés. Kék szín esetén pedig a mérési eredmények mutattak kedvezőbb klímát az előrejelzéseknél. Csillag jelöli azokat az eseteket, amelyekben az OMSZ mérések átlaga szignifikánsan ( $p=0,05$ ) különbözik az RCP4.5 előrejelzésétől.

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy az RCP4.5-ös klíma prognózis jól írja le a hazánkban tapasztalható klímaváltozás irányát és mértékét, noha egyes régiók esetében az előrejelzés inkább optimistának mondható. Ezekben a régiókban különösen fontos az adaptáció és a klímaváltozás kedvezőtlen hatásaira történő mielőbbi felkészülés.

A SiteViewer 3.0 döntéstámogatási eszköz kiváló lehetőséget kínál erdeink okos és előrelátó megsegítésére. A klímaváltozást emberi hatások okozták, és e gyors változásokhoz az ökoszisztémák csak emberi segítséggel lesznek képesek alkalmazkodni. A SiteViewer 3.0 által adott célállomány javaslatok figyelembevétele, valamint a klíma rezisztens, előalkalmazkodott szaporítóanyag forrásoknak a származáskereső alkalmazással történő azonosítása lehetőséget nyújt az adaptáció gyors és tervszerű megvalósítására. Eredményeink alapján tehát javasoljuk a SiteViewer 3.0 program minél szélesebb körű bevezetését, alkalmazását.

Tanulmányunk másik következtetése az, hogy az RCP4.5 klímaprognózis használható az erdők szénforgalmi modellezésének bemenő adataként a klímaváltozást figyelembe vevő scenáriók esetében. Az ErdőLab projekt következő évében ennek alapján kísérletet teszünk a klímaváltozással járó növekvő mortalitás és csökkenő produkció számszerű prognosztizálására és ennek alapján erdeink várható szénegyenlegének előrevetítésére egy kedvezőtlenebb klíma esetére.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Borovics A. (2022): ErdőLab: a Soproni Egyetem erdészeti és faipari projektje: Fókuszban az éghajlatváltozás mérséklése Erdészeti Lapok 157: 4 pp. 114-115.
- Führer E., Horváth L., Jagodics A., Machon A. & Szabados I. (2011): Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás* 115: 205–216.
- Hamann A., Wang T., Spittlehouse D.L. & Murdock T.Q. (2013): A comprehensive, high-resolution database of historical and projected climate surfaces for western North America. *Bulletin of the American Meteorological Society* 94: 1307–1309. DOI: 10.1175/BAMS-D-12-00145.1
- HungaroMet (2024): Magyarország éghajlata, éghajlati visszatekintő. [https://met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_visszatekinto/elmult\\_evek\\_idojarasa/main.php?no=0&ful=2](https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/main.php?no=0&ful=2)
- Illés, G., Fonyó, T. (2022): Megújult Erdészeti Döntéstámogató Rendszer – SITEVIEWER 2.0. In: Csiha, Sára (szerk.) *Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap - Tudományos Eredmények a Gyakorlatban*. Lakitelek, Magyarország: Alföldi Erdőkért Egyesület (2022) 186 p. pp. 71-84., 14 p.
- IPCC (2023): *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- Járó Z. (1972): Az erdészeti termőhely-értékelés rendszere. In: Danszky I. (szerk.): *Erdőművelés I. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest, 47-256.*
- Marchi M., Castellanos-Acuna D., Hamann A., Wang T., Ray D., Menzel A. (2020): *ClimateEU, scale-free climate normals, historical time series, and future projections for Europe*. *Sci. Data* 2020, 7, 428.
- Meteorológiai adattár (2024): <https://www.met.hu/rolunk/tevekenysegek/adattar>.
- Zaman, T., Alakuş, K. (2021): Integrating Jackknife into the Theil-Sen Estimator in Multiple Linear Regression Model. *Revstat – Statistical Journal*.
- URL1: <http://www.ertgis.hu/siteviewer.htm>
- URL2: [https://odp.met.hu/climate/observations\\_hungary/monthly/historical/HABP\\_1MO\\_all\\_hist\\_20240228201257.tar](https://odp.met.hu/climate/observations_hungary/monthly/historical/HABP_1MO_all_hist_20240228201257.tar)

# A HAZAI NYÁR ÉS CSER ÉPÍTŐIPARI HASZNOSÍTÁSA

BEJÓ LÁSZLÓ, AHMED ALTAHER OMER AHMED

Soproni Egyetem, Alkalmazott Tudományi Intézet

## KIVONAT

*Hazánk klímája jelentős változáson esik át, aminek hatására várhatóan a hazai erdők fafajösszetétele is jelentősen megváltozik majd. A hazai faiparnak fel kell készülnie olyan alapanyagok használatára, amelyeket jelenleg gyengébb minőségűnek tartanak, és nem használnak. Cikkünkben bemutatunk több olyan kutatást, ami ezeknek a fafajoknak az emelt értékű hasznosítását szolgálják, faalapú szerkezeti alapanyagok formájában. A bemutatott példák jól illusztrálják azt a potenciált, ami ezekben a termékekben rejlik a hazai ipar számára.*

## Kulcsszavak:

hazai nyár, nemes nyár, kompozit, CLT, LVL, LSL,

## BEVEZETÉS

A nemesnyárat különböző fajok keresztezésével hozták létre. Ezek közül Magyarországon legjellemzőbb az ún. Euaramerikai nyárak (*Populus euramericana*) csoportja, amelyeket *Populus nigra* és a *Populus deltoides* fajok keresztezésével hoztak létre, és amelyeknek számos fajtája létezik, melyek különböző jellemzőket mutatnak. Ezeknek a fajtáknak a nagy része jellemzően világosabb színű és homogénebb szerkezetű, mint a hazai nyárak; inkább a fenyő faanyagokra emlékeztetnek. Mivel a XX. sz. második felében kizárólag ezeket használták gyors növekedésű ültetvények telepítésére, jelenleg nagy mennyiségű nemes nyár alapanyag áll az ipar rendelkezésére.

Hazánk klímájának felmelegedése és aridifikációja miatt a faipar hagyományos alapanyagai (nemes tölgy, bükk, nemes nyár) egyre kevésbé képesek megélni; helyüket más, jelenleg kevésbé hasznított fafajok (pl. cser, nyár, gyertyán) veszik át (Borovics és tsai. 2024). Magas vízigényük, valamint az őshonos fajokat preferáló szakpolitikai döntések folytán erdeinkben a nemes nyárak visszaszorulása várható. A hazai faipar számára jelentős kihívást fog jelenteni a jelenleg alul használt, gyengébbnek tartott alapanyagok hasznosítása.

A Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Karának egyik fontos kutatási célkitűzése, hogy segítse a hazai ipar alkalmazkodását, felkészülését a változó alapanyagbázis hasznosítására. Vizsgáljuk az új alapanyagok műszaki paramétereit, tartósságát, és olyan innovatív anyagok és termékek fejlesztésén dolgozunk, amelyek a jövőben várható alapanyagok hasznosítását lehetővé teszik. Ennek része olyan teherviselő faalapú építőelemek fejlesztése, amelyek alul-hasznosított hazai alapanyagokból gyárthatók, jelentős hozzáadott értékkel.

## CLT (kereszt-laminált építőlemez) hazai fafajokból

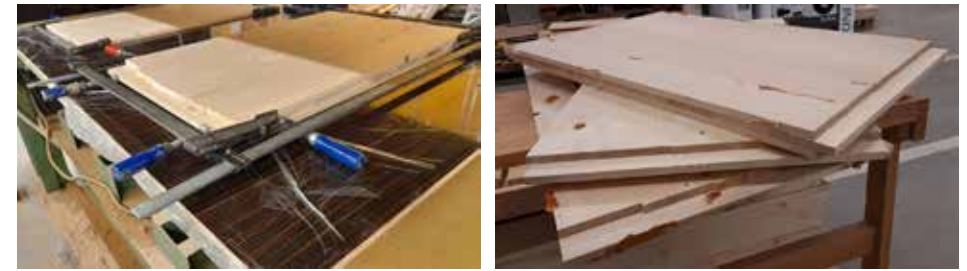
A közelmúltban fejeződött be egy jelentős kísérletsorozat, amely a hazai fafajok alkalmazhatóságát vizsgálta CLT (Cross-Laminated Timber) gyártására (Altaher és tsai. 2023). Ez a termék, mely 3-17, keresztirányban elhelyezett tömör fa lamellából készül, jelenleg az egyik legnépszerűbb építőanyag Európa- és világszerte; éves értékesítési volumene 2023-ban 2,8 millió m<sup>3</sup> volt (Liu és tsai. 2023). Népszerűségét nem kis mértékben a jelentős mennyiségű beépülő faanyagnak, és az abban tárolt, a légköri CO<sub>2</sub>-ból származó szénnek köszönheti.

A Németországban és Ausztriában kifejlesztett építőanyag jellemzően fenyő alapanyagból készül. A világszerte felhasznált mennyiség legnagyobb része egészen a közelmúltig ebből a régióból származott (Brandner és tsai 2016), azonban az alapanyagkészletek ma már nem tudják kielégíteni a jelentős igényt. Emiatt ma már egyre gyakoribb mindenhol a helyi alapanyagok használata, és egyre nagyobb az érdeklődés a lombos alapanyagok iránt is. Hazánkban korábban már történt próbálkozás CLT fejlesztésére nyár alapanyagból (Marko és tsai. 2014), de a kutatás eredményei csak részben voltak biztatóak.

A kutatás során 3 féle alapanyagból (műszárított és szilárdságilag osztályozott C24-es lucfenyő, műszárított bükk és nemes nyár pallók) készültek 3 rétegű CLT panelek, többféle kombinációban (1. táblázat). A panelek vastagsága 45 mm, táblaméretük 1000x600 mm volt. A panelek hideg-ragasztással készültek, szerkezeti poliuretán ragasztó alkalmazásával. Az elkészült lemezekből 10-10 db, 45x45x1000 mm méretű hajlító próbatest készült, amelyeket a MSZ EN 408:2010+A1:2012 szabvány előírásainak megfelelően hajlító vizsgálatnak vetettünk alá. Ennek során a próbatestek tönkremenetelének módját is feljegyeztük. A hajlító próbatestek végéből kisebb próbatestek kerültek kialakításra, a sűrűség valamint a nedvességtartalom meghatározására (kiszáritásos módszer.) A panelek és próbatestek kialakítását, valamint a hajlító vizsgálatot az 1. ábra szemlélteti.

1. táblázat: a CLT panelek rétegfelépítése

	Irányítás	BBB	BNB	FNF	FFF	BFB	NNN
<b>fedőréteg</b>	hosszirányú	bükk	bükk	fenyő	fenyő	bükk	nyár
<b>középréteg</b>	keresztirányú	bükk	nyár	nyár	fenyő	fenyő	nyár
<b>alsó réteg</b>	hosszirányú	bükk	bükk	fenyő	fenyő	bükk	nyár



(a)

(b)

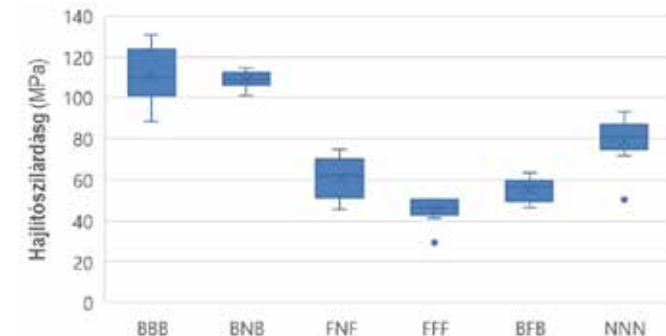


(c)

(d)

1. ábra: a CLT panelek gyártása (a, b), a próbatestek elkészítése (c) és a négyponos hajlítóvizsgálat (d)

A 2. ábra mutatja a különböző paneleken mért hajlítószilárdság értékeit. A rugalmassági modulusz (MOE) értékei hasonló tendenciákat mutattak, bár a különbségek kevésbé voltak kiugróak. Mint az eredményekből jól látható, a nyár CLT eredményei lényegesen meghaladták a hagyományos fenyő CLT szilárdságát és rugalmassági moduluszát. A bükk panelek eredményei a vártnak megfelelően jóval meghaladták a fenyő és a nyár lemezek szilárdságát, és az eredmények nem voltak szignifikánsan gyengébbek, ha a középső lamellát nyár anyaggal helyettesítettük.



2. ábra: a különböző rétegfelépítésű CLT panelek hajlítószilárdsági értékei

Érdekes módon a nyár középréteg alkalmazása valamelyest javította a fenyő panelek terhírást. Ugyanakkor a fenyő középréteg alkalmazása jelentős szilárdságcsökkenést okozott a bükk lemezek esetében. Ennek az oka az, hogy ezeknek a próbateteknek a nagy része ragasztóréteg-elválással ment tönkre, míg a többi kombináció esetében ez nem volt jellemző. Ennek a pontos oka ismeretlen, azonban vélhetőleg a két fafaj közötti nagyon jelentős sűrűségeltérésre vezethető vissza. A további elemzés azt is kimutatta, hogy erős pozitív korreláció van a lemezek átlagos sűrűsége, valamint azok hajlítószilárdsága között. Ez alól kivételt képeznek a BNB lemezek, aminek az oka egyértelműen a fent említett rétegelválás.

A kísérleti lemezeket összehasonlítva a piacon kapható különböző LSL anyagokkal megállapítottuk, hogy az összes kísérleti lemez megfelel egy alacsonyabb kategóriájú CLT lemez értékeinek, vagy meghaladja azokat. Különösen biztató a nyár alapanyag kiemelkedő teljesítménye.

Sajnos az eredmények nemes nyár alapanyagra vonatkoznak, így nem tudni, hogy a hazai nyár mennyire felel meg a CLT gyártás céljaira. Szakmai körökben többen rámutatnak, hogy a hazai nyár műszaki és alaki tulajdonságai többnyire nem felelnek meg az ilyen jó minőségű alapanyag kritériumainak, míg mások látnak fantáziát benne. Ennek eldöntésére elsősorban a hazai nyár fűrészipari kihozatali vizsgálatára lenne szükség. A kísérletek tovább folynak, de valószínű, hogy magasabb hozzáadott értékű építőanyagok gyártásával jobb eredmények érhetőek el a hazai nyár hasznosítása tekintetében.

### LVL (rétegelt furnér tartó) alul-hasznosított fafajokból

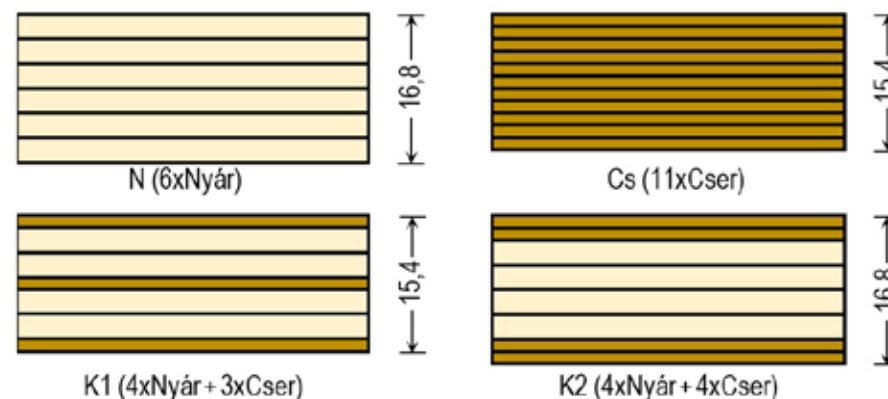
Az LVL (Laminated Veneer Lumber) egy másik nagyon sikeres fejlesztés, amely a 80-as években Észak-Amerikában indult útjára. A műszaki furnéroból készülő LVL tartó a rétegelt lemezre emlékeztet, azonban attól eltérően a furnér rétegek száliránya párhuzamos. Az LVL vastagabb, mint a rétegelt lemez (jellemzően 40-50 mm), és a hossz mérete is jóval nagyobb (általában 5-6 m, de akár a 13 métert is elérheti vagy meghaladhatja.) Európában először Finnországban kezdték gyártani, de ma már több gyártó is kínál LVL tartókat, melyek többnyire lucfenyőből készülnek, de nemrégiben a német Pollmeier cég nagy sikerrel vezette be a bükk LVL tartókat az európai piacon (Hakkarainen 2020)

Hazai kutatók több ízben is foglalkoztak LVL fejlesztéssel (Németh és tsai. 2004, Vilpponen és tsai. 2014), azonban a kísérletek biztató eredményei ellenére a hazai ipar egyelőre nem kezdett el érdeklődni a termék iránt. Nemrégiben újra elkezdődtek az LVL kutatások a Soproni Egyetemen, ezúttal kimondottan az alul-hasznosított fafajokra koncentrálva.

A kísérletek során I-214 olasznyár és csertölgy kombinációjával hoztunk létre különböző LVL lemezeket, és vizsgáltuk azok tulajdonságait. A lemezek gyártása során többféle rétegelrendezés készült 2,8 mm vastag nyár és 1,4 mm vastag cserfurnér, és kétféle szerkezeti ragasztóanyag (melamin-karbamid-formaldehid MUF, valamint meti-

lén-difenil-diizocianát PMDI) felhasználásával, valamint lépcsőzetes présdiagrammal. A lemezek lapmérete 40x40 cm, vastagsága 14 mm volt. A 3. ábra szemlélteti az elkészült kombinációkat. A tiszta nyár (N) és tiszta cser (Cs) lemezek MUF ragasztóval készültek; a kombinált lemezek (K1 és K2) MUF és PMDI ragasztós változatban is készültek. Az N jelű lemezből két példány is készült. Az alkalmazott préselési hőmérséklet 140 °C, a teljes présidő padig 13 perc volt mindkét ragasztó esetében.

A mechanikai tulajdonságok vizsgálatához a 400x400 mm lapméretű lemezekből 19 mm széles próbateteket alakítottunk ki, így a próbatetek mérete 14x19x400 mm volt. A próbateteket univerzális anyagvizsgáló gépen, 3 pontos hajlítással vizsgáltuk, az MSZ EN 310:1999 szabvány szerint. 360 mm-es támaszközzel. A vizsgálat előtt a próbatetek tömegét is megmértük, így a sűrűségük is kiszámítható volt.



3. ábra: a különböző rétegfelépítésű LVL lemezek

A 2. táblázat foglalja össze a legfontosabb mérési eredményeket. A várakozásnak megfelelően a legjobb eredményeket a cser LVL hozta, igen kis szórás mellett, ami a sok vékony réteg miatt nem meglepő. A nyár lemezek szilárdsága jócskán elmarad a csertől. Nagyon jó volt a kombinált lemezek teljesítménye is, különösen a K2-es lemez, ahol a csertölgy a külső rétegekben található. A PMDI ragasztóval készült K1-es lemez szilárdsága a vártnál magasabb – ez vélhetően nem elsősorban a ragasztóanyagának köszönhető, hanem a lemez magasabb sűrűségének (ami a véletlenszerűen kiválogatott, jobb minőségű furnérokra ered. Ha a sűrűség hatását figyelmen kívül hagyjuk, akkor mindkét alkalmazott ragasztóanyag hasonlóan jó eredményeket hozott.

2. táblázat: az LVL panelek hajlítószilárdság és sűrűség eredményei

Minta	N	Cs	K1 MUF	K2 MUF	K1 PMDI	K2 PMDI	
Szilárdság (MPa)	Átlag	68,1	114,7	71,1	94,7	91,5	93,8
	Szórás	5,25	4,12	5,2	7,1	6,2	9,2
	Min	50,7	108,2	65,3	85,0	80,7	78,5
	Max	82,4	119,8	81,6	103,9	99,7	103,6
Átlagos sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	682	707	507	585	559	597	

Fontos eredmény, hogy az összes lemez átlagos szilárdsági értéke jóval meghaladja az alapanyag szilárdságát. Ennek oka a jó minőségű alapanyag mellett a gyártási folyamat során létrejövő tömörödés és a ragasztóanyag szilárdító hatása. Ennél is fontosabb, hogy a szórásértékek konzisztensen alacsonyak, 10% alattiak. Ez szintén a faalapú anyagokra jellemző, mivel az alapanyagban található fahibák és gyengébb minőségű részek a szerkezetben széteszlanak, és így konzisztensebb, megbízhatóbb tulajdonságok jönnek létre, ezért az LVL gerendák karakterisztikus szilárdsági értéke jellemzően az alapanyag 2-szerese, vagy annál is magasabb értéket vehet fel.

Az LVL kísérletek folytatódnak; jelenleg folyamatban van a hazai nyár furnérok beszerzése kimondottan ebből az alapanyagból készülő LVL tartókkal való kísérletezés céljából. Az alkalmazott ragasztóanyagok körét is kiszélesítjük, illetve előkészületben van egy együttműködés az LVL ipari gyártásával kapcsolatban.

### LSL (rétegelt szálforgács tartó) hazai alapanyagból

A fejlesztések harmadik fontos iránya az ún. LSL (Laminated Strand Lumber) tartók fejlesztése. Ezek a tartók az OSB-hez használt hosszú-forgácsokhoz (ún. strandekhez) hasonló alapanyagokból épülnek fel, azonban az OSB-vel ellentétben a strandek orientációja mindenhol hosszirányú, így itt is egy fűrészáru helyettesítésére alkalmas terméket kapunk. Európában ez a termék kevésbé ismert, de Észak-Amerikában több, mint 300.000 m<sup>3</sup>, elsősorban fenyő és lágy lombos anyagból készülő LSL-t állítanak elő és használnak fel évente (Hasan és tsai 2023.)

A Soproni egyetemen 2023-ban kezdődtek el az LSL kifejlesztésével kapcsolatos kutatások. Ennek során először vegyes OSB strandekkel kezdtünk el kísérletezni, az optimális préseelési paraméterek kiválasztása céljából. Ennek során kikísérleteztük az optimális ragasztóanyag-mennyiséget, célsűrűség értéket és présidőt egy 30 mm vastag, 400x400 mm lapméretű LSL számára.

A 2024-es évben elkezdődött a hazai- és nemes nyár strandek, valamint az abból készíthető építőipari anyagok vizsgálata és összehasonlítása. A kísérletekben használt strandeket a Swiss Krono Kft. vásárosnaményi üzeme gyártották le, amihez több, mint

1000 m<sup>3</sup> (kb. 30 szállítmány) rönköt különítettek el mind hazai, mind nemes nyár anyagból. A cég által biztosított, szárított strandek nedvességtartalma kb. 4%. A DNS vizsgálatok eredményei alapján a nemesnyár strandek *Populus nigra* és *Populus deltoides* mintázatot mutatnak (tehát valamilyen *Populus euramericana* hibridnek felelnek meg), míg a hazai nyár strandek nemesítetlen *Populus nigra* alapanyagból készültek.

A projekt keretében a hazai és nemes strandek és strandalapú anyagok többféle tulajdonságát vizsgáljuk, beleértve:

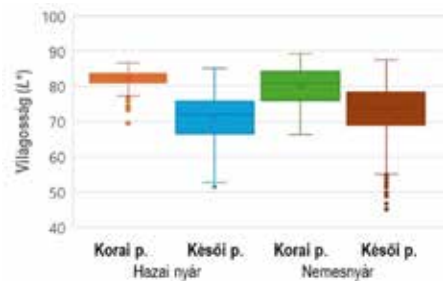
- A strandek színjellemzőit;
- A strandek morfológiai tulajdonságait;
- A strandek nedvesíthetőségét és ragaszthatóságát;
- A nyár OSB fizikai és mechanikai jellemzőit;
- A nyár LSL fizikai és mechanikai jellemzőit

A kísérletek nagy része már lezajlott, jelenleg a strandalapú anyagok tulajdonságainak a vizsgálata, illetve az eredmények értékelése zajlik. Ebben a cikkben a strandek színínger jellemzőinek összehasonlítását tudjuk bemutatni.

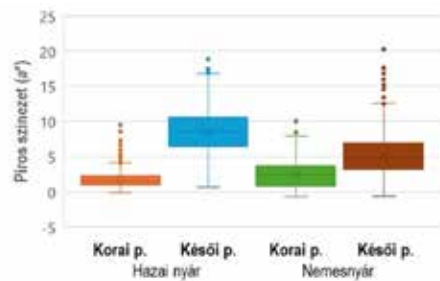
Több, mint 300 véletlenszerűen kiválasztott strand vizsgálata történt meg mindkét alapanyagból, melyeken strandenként 5-5 színméretet végeztünk a korai és a késői pásztnál. A CIELAB színkoordináták mérése minden megjelölt mérési helyen, mindegyik stranden, egy SPECTROPHOTOMETER d-2600CM műszer segítségével történt.

A 4. ábra mutatja a világosság mérési eredményeit, az 5. ábra pedig a piros színezetet. A sárga színezet ehhez nagyon hasonló tendenciát mutat. Az eredményekből látható, hogy a hazai nyár korai pászta világosabb, míg a kései pászta sötétebb, mint a nemes nyár esetében. A színelítettségnél is hasonló tendenciát lehet megfigyelni. A teljes színínger-különbség ( $\Delta E^*$ ) értéke a korai pásztnál 2,675, ami észrevehető, de kis mértékű különbség, a kései pásztnál pedig 9,946, azaz nagy különbségnek számít.

Az eredményekből az látható, hogy a hazai nyár nem feltétlenül sötétebb (mivel a világosabb korai pászta aránya jóval magasabb strandeken belül), azonban a nagyobb színeltérések, nagyobb kontraszt miatt a hazai nyárból gyártott OSB és LSL várhatóan tarkább lesz, mint a nemes nyár esetében.



4. ábra: a kétféle stranden mért világosság koordináta értékek



5. ábra: a kétféle stranden mért piros színezet értékek

Az eredményeket árnyalja, hogy a hazai nyár strandekből előállított LSL lemezek a hőpérelés hatására erőteljesen megbarnultak, így, bár a hazai nyár strandek nem sötétebbek, a belőlük készülő termék színére ez nem feltétlenül igaz (6. ábra).



6. ábra: a hazai (a) és nemes (b) nyárból készült LSL megjelenése

## ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott példák illusztrálják, hogy a magas hozzáadott értékű szerkezeti alapanyagok gyártása lehetőséget kínál a jelenleg alul-hasznosított hazai faanyagok hasznosítására. További kísérletekre és kutatásokra van szükség az optimális tulajdonságú, hazai nyárból, csertölgyből és egyéb, a jövőben meghatározóvá váló alapanyagokból készült, piacképes építőanyagok kifejlesztésére, és piaci bevezetésének előkészítésére. E kutatások jelenleg is folyamatban vannak a Soproni Egyetemen.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez a kutatás a „TKP2021-NKTA-43” számú projekt keretében, az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. Az alapanyagokat a JAF Holz Ungarn Kft., a BEK-Holz Kft. és a Swiss-Krono Kft. bocsátotta rendelkezésre. A kísérletekben közreműködtek, és a kutatás sikeréhez hozzájárultak: Dr. Alpár Tibor, Kozelka János, Mohammad Fakhori, Kun Gábor, Báder Mátyás és Takáts Dávid. A szerzők hálásan köszönik Dr. Benke Attila és Dr. Cseke Klára segítségét az alapanyag-fajták DNS-alapú azonosításában.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Borovics A., E. Kiraly and P. Kottek. 2024. Projection of the Carbon Balance of the Hungarian Forestry and Wood Industry Sector Using the Forest Industry Carbon Model. *Forests* 2024, 15, 600. doi: 10.3390/f15040600
- Brandner, R., G. Flatscher, A. Ringhofer, G. Schickhofer, and A. Thiel, 2016. Cross laminated timber (CLT): overview and development. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 74(3):331–351, doi: 10.1007/s00107-015-0999-5.
- Hakkarainen, J. 2020. LVL Handbook Europe. 2nd ed. Federation of the Finnish Woodworking Industries. 226 pp. ISBN 978-952-94-2347-7
- Hasan, K.M.F., M. Bak, A.A. Altaher, J. Garab, P.G. Horváth, L. Bejó, T. Alpár 2022. Laminated strand lumber (LSL) potential of Hungarian and Central European hardwoods: a review. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 82(2):245-264
- Liu, M. T. Huzita, A. Murano, C. S. Goh, and C. Kayo, 2023. Economic Ripple Effects Analysis of Cross-Laminated Timber Manufacturing in Japan. *Forests* 14(3):492, doi: 10.3390/f14030492.
- Marko, G., L. Bejo, and P. Takats. 2016. Cross-laminated timber made of Hungarian raw materials. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 123, p. 012059, doi: 10.1088/1757-899X/123/1/012059.
- MSZ EN 310:1999; Fa alapanyagú lemezek. A hajlítószilárdság és a hajlítási rugalmassági tényező meghatározása. Magyar Szabványügyi Testület, Bp. 8 old.
- MSZ EN 408:2010+A1:2012. Faszervezetek. Szerkezeti fa és rétegelt-ragasztott fa. Egyes fizikai és mechanikai tulajdonságok meghatározása. Magyar Szabványügyi Testület, Bp. 39 old.
- Németh J., Szabadhegyi, Gy., Kovácsvölgyi G. 2004. LVL (Laminated Veneer Lumber) típusú, furnér alapú, szerkezeti célú anyagok előállítása hazai kitermelésből származó nyár klónok alapanyagbázisán. *Faipar* 52(3):6-9
- Vilpponen, E., Komán Sz., Bejó L. 2014. Nemesnyárból készült LVL mechanikai tulajdonságainak javítása lombos fafajokból készült furnérrétegekkel, I. rész: Roncsolásmentes vizsgálat és a tulajdonságok modellezése. *Faipar* 62(1):24-30.

# KÖZÉRDEK AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN

FRANK NORBERT

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

## KIVONAT

*Bár a közérdek az erdőgazdálkodás jogi környezetének egyik legfontosabb eleme, mégis fogalmi meghatározásának hiánya, illetve a jogalkalmazó általi használata számos nehézséggel terhelt. De vajon a közérdekhez mennyi „köz”-re van szükség? Mikor és hogyan lehet, szükséges az erdőgazdálkodás egyes lépéseit a közérdekre való hivatkozással akár az állami, akár a magántulajdon esetén korlátozni? Annak ellenére, hogy a jelenleg hatályos az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény a közérdekre nem ad pontos fogalommagyarázatot, mégis magából a törvényből, illetve annak indoklásából levezethető az erdőgazdálkodásban értendő közérdek definíciója.*

## Kulcsszavak:

közérdek, erdőgazdálkodás, jogszabály

## BEVEZETÉS

A közérdek jogi fogalma arra a társadalmi vagy kollektív érdekek összességére utal, amely túlmutat az egyén, csoport magánérdekén, és amely hozzájárul az egész társadalom jólétéhez, stabilitásához és fejlődéséhez. A közérdek célja, hogy egyensúlyt teremtsen a különböző társadalmi csoportok szükségletei között, figyelembe véve a hosszú távú társadalmi hasznót és a fenntarthatóságot. A jogban a közérdek fogalma az alábbiakban nyilvánul meg:

- [1] Általános társadalmi jólét: A közérdek olyan intézkedéseket és döntéseket jelent, amelyek az állampolgárok széles körű jólétéhez, biztonságához és egészségéhez járul hozzá (közrend fenntartása, egészségügyi ellátás biztosítása, környezetvédelem).
- [2] Állami beavatkozás alapja: Az állam jogszerűen léphet fel a közérdek védelme érdekében, még akkor is, ha ez egyéni jogokat érint (utak építése, közszolgáltatások biztosítása, magántulajdon kisajátítása).
- [3] Közszolgáltatások: a közérdek gyakran a közszolgáltatások biztosításában nyilvánul meg (oktatás, egészségügyi ellátás, szociális védelem).
- [4] Környezetvédelem: a természet védelme, a természeti erőforrások fenntartható használata és az ökoszisztéma fenntartása.

A magyar jogrendszerben a közérdek szerepét az Alaptörvény több helyen is rögzíti, ilyenek például a kisajátítással vagy a környezetvédelemmel kapcsolatos jogi normák. Az Alaptörvény kimondja, hogy a tulajdonhoz való jog csak kivételes esetekben korlátozható, és csak közérdekből, valamint a tulajdonos számára biztosítani kell a méltányos kártalanítást. (A „közérdek”, a „közérdekű” kifejezések hétszer található meg az Alaptörvényben.)

## ALAPVETÉSEK AZ ERDŐTÖRVÉNYBEN

Bár a 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló törvény (a továbbiakban: Erdőtörvény) a közérdek meghatározásával adós, ahogy a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény és a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény is, azonban a védett állatfajok védelmére, tartására, hasznosítására és bemutatására vonatkozó részletes szabályokról szóló 348/2006. (XII. 23.) Korm. rendeletben található egy fogalommagyarázat: 2. § c) közérdek: a természetvédelmi érdek, valamint a természetvédelmi érdekekkel és célokkal összeegyeztethető oktatási, ismeretterjesztési, tudományos célú, illetőleg kultúrtörténeti hagyományápolásnak minősülő tevékenység, továbbá a közegészségügyi, környezetvédelmi vagy állategészségügyi veszélyhelyzet elhárítása.

Az Európai Unió Erdészeti Stratégiája és Erdészeti Cselekvési Terve, az Európai Erdők Védelmének Miniszteri Konferenciája határozatai, valamint a FAO és az ENSZ miniszteri konferenciái, az 1992-es és 2002-es ENSZ csúcskonferenciák és az ENSZ Közgyűlés 1997-es ülészaka is közös célul tűzte ki a fenntartható erdőgazdálkodás megvalósítását, amely olyan kiemelkedően fontos közérdekű célok megvalósítását szolgálja, mint a:

- a) a klímaváltozás hatásainak mérséklése,
- b) a biológiai sokféleség védelme,
- c) a fa, mint megújuló nyersanyag, és energiaforrás biztosítása,
- d) a vidéki lakosság munka- és megélhetési lehetőségeinek javítása,
- e) a termőtalaj, a mezőgazdasági területek védelme,
- f) az ivóvízbázisok védelme,
- g) az ország lakossága testi-lelki felüdülésének biztosítása,

azaz az élet minőségének javítása – olvasható az Erdőtörvény általános indoklásában. Tehát a fentebb felsoroltakkal kapcsolatos tevékenységek közérdek érdekében kifejtett tevékenységnek minősíthető.

A közérdek az erdőgazdálkodásban azt jelenti, hogy az erdők fenntartása, kezelése és használata nemcsak a magánérdekeket, hanem a társadalom egészének érdekeit is szolgálja. Az erdőknek számos fontos szerepe van a közösség szempontjából, ilyenek például:

- [1] Környezeti előnyök: az erdő jelentős szerepet játszik a klímaváltozás mérséklésében, a levegő tisztításában, a vízkészletek megőrzésében, valamint a talajerózió megakadályozásában.
- [2] Biológiai sokféleség megőrzése: az erdő számos növény- és állatfaj számára biztosít élőhelyet, ezért fenntartásuk fontos a természetes ökoszisztémák megővése érdekében.
- [3] Rekreációs és egészségügyi hatások: az erdő kiváló lehetőséget nyújt a kirándulásra, sportolásra és pihenésre, ami hozzájárul az emberek fizikai és mentális egészségéhez.
- [4] Gazdasági haszon: az erdőgazdálkodásból származó nyersanyagok hozzájárulnak a gazdasági fejlődéshez, azonban a fenntartható erdőgazdálkodás biztosítja, hogy ezek az erőforrások hosszú távon is elérhetőek legyenek.
- [5] Kulturális és történelmi értékek: sok erdő fontos kulturális, történelmi vagy spirituális jelentőséggel bír, így megőrzésük közösségi érdek is lehet.

A közérdek tehát azt jelenti, hogy az erdőgazdálkodási döntések során figyelembe kell venni a közösség hosszú távú érdekeit, nem csak a rövid távú gazdasági hasznot. Ez különösen fontos a fenntarthatóság szempontjából, hiszen az erdők védelme és fenntartható kezelése kulcsfontosságú a jövő generációi számára.

Az erdőtörvények célja, hogy szabályozzák az erdők használatát, kezelését és védelmét, összhangban a közérdekkel. Magyarországon az erdőkre vonatkozó jogszabályok, különösen az Erdőtörvény kiemelt hangsúlyt fektetnek a közérdek védelmére az erdőgazdálkodás során.

### **Az Erdőtörvényben megjelenő közérdekű feladatok az alábbiak:**

- [1] Fenntarthatóság: az Erdőtörvény alapelvei között szerepel a fenntarthatóság, amely biztosítja, hogy az erdők hosszú távon fennmaradjanak, és ne károsodjanak a természeti erőforrások. Ez a közérdeket szolgálja, mert az erdők megőrzése kulcsfontosságú a környezetvédelem, a klímaváltozás elleni küzdelem és az ökológiai egyensúly szempontjából.
- [2] Közösségi hasznosítás: az Erdőtörvény figyelembe veszi az erdők közösségi használatát, például a kirándulás, sportolás, turizmus és rekreáció szempontjából. Ez közérdek, mert az erdők nyitottak a társadalom számára, és hozzájárulnak az egészséges életmódhoz, a mentális jóléthez és a közösségi tevékenységekhez.
- [3] Természetvédelmi szempontok: az Erdőtörvény alapvetésnek tekinti az erdők biológiai sokféleségének megőrzését, az erdővédelmi intézkedések alkalmazását, és az erdők természetes egyensúlyának fenntartását. A természetvédelmi előírások betartása közérdek, hiszen az erdők élővilága alapvető jelentőségű a globális ökológiai rendszerek fenntartásában.

- [4] Gazdasági és társadalmi érdekek összehangolása: az Erdőtörvény egyensúlyt kíván teremteni a gazdasági érdekek és a közérdek között. Bár az erdők faanyag termelésére is szolgálnak, az erdőtörvény korlátozásokat ír elő annak érdekében, hogy a gazdasági hasznosítás ne sértse az erdők ökológiai és közösségi funkcióit. Ez biztosítja, hogy az erdők ne kizárólag nyersanyagforrásként legyenek kezelve.
- [5] Erdőterületek megőrzése: az Erdőtörvény szigorúan szabályozza az erdőterületek védelmét, korlátozva azok csökkenését vagy átalakítását más célokra.

## **ELMÉLET ÉS VALÓSÁG**

Az erdőtörvény tehát a közérdeket és a természetvédelmet helyezi előtérbe az erdők használata és kezelése során, biztosítva, hogy az erdők hosszú távon is hasznosak legyenek a társadalom számára. Bírósági ítéletek az erdőgazdálkodással kapcsolatos közérdek kérdésében gyakran a jogszabályok, különösen az Erdőtörvény, valamint a környezetvédelmi és természetvédelmi jogszabályok értelmezésén alapulnak. Az ilyen ítéletek gyakran az erdőgazdálkodás során bekövetkező jogsértésekre vagy vitákra vonatkoznak, amelyek a közérdek és a magánérdek összeütközését érintik.

A közérdek és az erdő védelme a bíróságok számára is fontos szempont, hiszen a bírósági döntések célja az, hogy a társadalmi érdeket – beleértve a környezetvédelem és a fenntarthatóság szempontjait – védjék.

*Az Erdőtörvény 35 esetben tartalmazza a „közérdek”, „közérdekű” kifejezéseket.*

Mint ahogy az Erdőtörvény 2.§ (2) is expressis verbis kimondja „...a legfontosabb közérdekű feladat erdők változatosságának megőrzése, az erdők fenntartása, felújítása és a védelmi, valamint közjóléti szolgáltatások biztosítása, melynek elvégzését az állam megfelelő eszközökkel biztosítja.” Azaz, bár az Erdőtörvény a közérdek fogalommagyarázatával adós, mégis a jogalkotó egyfajta exemplifikatív felsorolással megkísérelte megadni a definíciót.

Az Erdőtörvény külön alfejezetbe csoportosítottam részletezi az erdő egyes rendelkezéséhez, közérdekű funkciójához kapcsolódó különös erdőgazdálkodási szabályokat.

A jogalkotó 2017. évi LVI. törvény (hatályos: 2017.09.01.) az Erdőtörvénybe iktatta az Erdőgazdálkodás jelentős közérdekű korlátozása c. alfejezetet. Ide tartoznak az alábbiak:

- a) faanyagtermelést nem szolgáló üzemmód megállapítására,
- b) fafajcserés erdőszerkezet-átalakítást eredményező erdőfelújítási előírás kizárólagos meghatározására,
- c) erdő fátlan vagy a termőhelyi viszonyoknak megfelelőnél alacsonyabb záródással való fenntartásának előírására,

# A KLÍMAVÁLTOZÁS NYOMÁN FELNYÍLÓ ERDŐK VÁRHATÓ TÉRNYERÉSÉNEK BECSLÉSE A GEMENC ZRT. ADATAI ALAPJÁN

LAJTOS JÁNOS<sup>1</sup>, ILLÉS GÁBOR<sup>2</sup>

1 Gemenc Zrt.

2 SOE Erdészeti Tudományos Intézet

## KIVONAT

*A klímaváltozás következtében egyre gyakrabban tapasztalt hőhullámok és aszályos időszakok miatt lecsökken a termőhelyek fatermesztési potenciálja. Az egységnyi területen létrejövő, élő növényi biomasza mennyiségének csökkenése növekvő mortalitáshoz, az állományok kiritkulásához vezet. A Gemenc Zrt. területén megfigyeltünk számos erdőterületet, amelyek az elmúlt években mutatták a növekvő mortalitás és a felnyíló erdővé alakulás jeleit. Ezen területek termőhelyi jellemzőinek felhasználásával homológ területeket kerestünk az alföldi erdőgazdasági tájak között. A klímaváltozási előrejelzésekkel kiegészítve megbecsültük a potenciálisan érintett területek nagyságát és térbeli elhelyezkedését. A kockázatos besorolásba eső területeken szűrőpróba jelleggel kerestük a felnyíló erdővé alakulás folyamatának bizonyítékait műholdas képek interpretációja útján. Az eredmények megerősítették, hogy óvatos becsléssel is nagyságrendileg 90-120 ezer ha területet érinthet a spontán záródáshiány és a felnyíló erdővé alakulás kockázata a következő évtizedekben.*

## Kulcsszavak:

felnyíló erdők, klímaváltozás, termőhely értékelés, alföldi termőhelyek, földhasználat

## BEVEZETÉS

A klímaváltozás nyomán Magyarország területén jelentősen romlanak az erdőgazdálkodás feltételei. A nyári aszályok és hőhullámok gyakorisága növekszik, a csapadékösszeg változatlanúsága mellett az eloszlása kedvezőtlenül alakul. Főként nyáron alakulhatnak ki hosszabb csapadékmentes periódusok, amelyeket rövid idő alatt lehulló, nagy mennyiségű csapadékok követnek. Mindez a hasznosulást és a beszivárgást csökkenti, míg az eróziós kockázatokat növeli. Ezzel párhuzamosan emelkedik a nagyerejű szélviharok kockázata, és az erdőtüzek gyakorisága, amely az ökológiai adottságok romlása mellett az abiotikus erdőkárok mennyiségét is növeli (IPCC, 2021).

A hazai, alföldi erdők esetében minden, az éghajlatváltozással előre vetített rizikófaktorok nagy jelentősége van, hiszen az alföldi erdők zöme klimatikus határhelyzetben volt már a létesítésük idején is. Nagyon sok a kedvezőtlen vízgazdálkodású, homoktalajokon létesült erdő, a másik végletben pedig a kötött, avagy szikesedésre hajlamos talajokon álló erdőterületeket találjuk. Ehhez adódik a klímaváltozással megjelenő új betegségek és károsítók kockázata is, mint amilyen a körispusztulás, a csipkésposloska, vagy éppen a tölgyek kéregrákos megbetegedése (Csóka et al, 2024; Koltay, 2023).

- d) csak átmeneti, illetve örökerdő üzemmódra való áttéréssel teljesíthető korlátozásra,
- e) a 7. § (1) bekezdés a)-d) pontjában foglalt természetességi állapotú erdőben az e törvény végrehajtására kiadott jogszabályban meghatározottnál magasabb vágásérettségi kor meghatározására,
- f) fokozatos felújítógátás, szálalógátás esetén - amennyiben a területen fél méter átlagmagasságot elérő újulat található, és a véghasználat befejezését e törvény egyébként lehetővé teszi - a véghasználat befejezésének korlátozására,
- g) az erdőgazdálkodási tevékenység gyakorlásának bármely okból öt évnél hosszabb időtartamra vonatkozó korlátozására

közérdekből, nem az erdőgazdálkodó kezdeményezésére vagy egyetértésével kerül sor.

Az Erdőtörvény 28/E. § (3) bekezdése e törvény végrehajtására kiadott rendeletben foglaltak szerinti kártalanítást említi, mely szerint már a korlátozás kiadásáról szóló döntésben a hatóságnak rendelkeznie kell a kártalanításról. (A kártalanításból le kell vonni a más forrásból igénybe vehető támogatások összegét, továbbá nem jár kártalanítás, ha a korlátozást tulajdonosi vagy erdőgazdálkodói jogellenes magatartás eredményezte.) A Debreceni Törvényszék K.701610/2022/12. számú határozata szerint a kártalanítási kötelezettség az Erdőtörvény fent említett szakaszában megjelölt végrehajtási rendelet hiányában is fennáll.

Ha alaposan figyelembe vesszük a fenti listát, akkor az átmeneti, illetve örökerdő üzemmódra való áttéréssel teljesíthető korlátozás egyértelműen mutatja ezen két üzemmód korlátozó „jellegét”.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A közérdekre való hivatkozással a jogalkotó által preferált közösségi cél elérése, megvalósítása érdekében kerül sor. A jogszabályokban jogi normaként vagy exemplifikatív, esetleg taxatív módon felsorolt közérdekre való hivatkozás mutatja azt az elvárást, melyet az adott „pillanatban” a jogalkotó fontosnak, eleminek tart, és ehhez képest, az amúgy a jogszabály tárgyaként szabályozott jogterület többi eleme „másodrangú”.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

(2011. április 25.) szóló Magyarország Alaptörvénye

Az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény

A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény

A védett állatfajok védelmére, tartására, hasznosítására és bemutatására vonatkozó részletes szabályokról szóló 348/2006. (XII. 23.) Korm. rendeletben

<sup>1</sup> természetes, természetszerű, származék, átmeneti

A klímamodellek hazai adaptálása során úgy találtuk, hogy óriási különbségek lehetnek az optimista és a pesszimista forgatókönyvek hatásai között, ezért koránt sem mindegy az erdőgazdálkodás szempontjából, hogy milyen pályára áll a klímaváltozás folyamata Európában (Illés et al, 2024). Az optimista forgatókönyv szerint a század végére az alföldi területek nagy része az eddigi erdősztyep klímaosztályból a sztyep klímaosztályba kerül. Sajnos azonban kisebb területen még ennél is egy kategóriával kedvezőtlenebb klímaosztályba sodródhatnak területek a Mezőföldön és a Duna-Tisza közén. Ezzel szemben a pesszimista előrejelzések szerint, akár 7 millió hektár felett is lehet azoknak a területeknek a nagysága, amelyek az erdősztyep övnél rosszabb klímaosztályokba kerülnek, akár 3-4 klímaosztálynak megfelelő mértékben.

A klíma változását az erdőterületek némi időbeli késleltetéssel képezik le, amint a fás vegetáció számára alkalmatlanná váló területek átadják helyüket a termőhelyhez illő növényzet számára. Erre a folyamatra utalhat a felújítások sikertelensége, a meglévő állományok kiritkulása a növekvő mortalitás révén, más szóval a felnyíló erdők területének növekedése.

A felnyíló erdők területének esetleges drasztikus növekedése, illetve további, klímaváltozás miatti degradációja komoly gazdálkodási és általános ágazati válsághelyzetet teremthet. Ennek oka, hogy a 61/2017. (XII.21) FM rendelet 3.§-a szerint felnyíló erdővé főként az erdősztyepp klímában lévő, sekély termőrétegű, homok, vagy kavics talajokon álló, illetve karsztbokor, vagy láperdőket lehet minősíteni, ahol a termőhelynek megfelelő faállomány záródása 30-50% közötti. Amennyiben a záródás egybefüggően és legalább 2 ha területen 30% alá csökken, úgy ezekben az erdőkben is felújítási kötelezettség keletkezik. Azonban a klímaváltozás miatt nagy a kockázata annak, hogy ezek az erdőterületek nem lesznek felújíthatók, illetve a felújításban is jelentős mortalitás keletkezik. A problémát tetézi, hogy amint egy adott területen a tisztássá, vagy terméketlen területté minősített, ritkuló állomány kiterjedése eléri, vagy átlépi az 1 ha-os nagyságot, az erdőterület csökkenésének tilalma miatt csereerdősítési kötelezettség is keletkezhet méghozzá ugyanabban a klímaváltozási hatásokkal sújtott erdőtervezési körzeten belül. Ez a csereerdősítési kötelezettség a mezőgazdasági művelésbe vonásra is érvényes 2023. 07. 01-től. A probléma térnyerésére számítani kell a következő évtizedben. Erre a folyamatra figyelt fel a Gemenc Zrt. szakember gárdája és azonosította saját működési területén a felnyíló erdők jegyeit mutató állományokat. A későbbiekben a gemenci tapasztalatok alapján, a termőhelyi jellemzők, valamint távérzékelt adatok segítségével becslést készítettünk a felnyíló erdők várható nagyságáról.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### A vizsgálat alapjául szolgáló mintaterületek kiválasztása

A Gemenc Zrt. a saját működési területén a terepi tapasztalatok és az erdőtervi, valamint erdőterképi adatok alapján összeállította azon erdőrészeket listáját, amelyek teljesítették a felnyíló erdővé válás folyamatának jellegzetes kritériumait.

A kiválasztás alapjául 2023-ban a körzeti erdőtervezéssel párhuzamosan zajló erdőgazdálkodói terepi felvételezés záródásra vonatkozó adatai, valamint a körzeti erdőtervezés terepi vagy távérzékeltési felvételezés záródásra vonatkozó adatai szolgáltak.

A terepi bejárások után az erdőtervezőkkel közös részletszintű egyeztetéseken véglegesítésre került a lista, amelyet az erdőtervi adatok alátámasztottak. A lista lapján területkimatatás és üzemi térképkivonat készült az érintett területekről.

Ezt követően 2024. augusztusának végén a jellemző felnyíló erdők környezetében lévő erdőtagok terepi szemrevételezésre kerültek, hogy a 2024. évi hóhullámok és csapadékszegény időszakok végén milyen állapotok mutatkoztak.

### A jellemző termőhelyi adatok meghatározása és kiterjesztése

A listába került erdőrészek termőhelyi adatait megvizsgáltuk. Az üzemtervben szereplő adatok mellett a SiteViewer döntéstámogató alkalmazásban szereplő adatokat is figyelembe vettük, különös tekintettel a jelenlegi és a jövőbeli klímaosztályok adataira, valamint a hidrológiai kategóriára, illetve a talajtulajdonságokra vonatkozó adatokra nézve. A klímamodellek közül az optimistább, RCP 4.5-ös kibocsátási forgatókönyvön alapuló eredményeket vettük figyelembe.

A legjellemzőbb termőhely-típus változatok megállapítása után az ERTI termőhelyi adatállományai, valamint az üzemtervi termőhelyi adatok felhasználásával leválogatásokat készítettünk a kritikus termőhelyi jellemzőkkel bíró területekre nézve. Ezt követően a leválogatások alapján területkimatatás készült a jelenlegi, valamint az egyes jövőbeli időszakokra nézve a területi változásokról.

### A kiterjesztés eredményének validálása vizuális interpretáció útján

A leválogatások során listába került erdőrészek, illetve a termőhely térképeken történt térbeli szűrésekkel lehatárolt területek vonatkozásában a Google Earth Pro szoftver segítségével szűrőpróbaszerű, vizuális validációt végeztünk. Ennek során a kérdéses területekről rendelkezésre álló űrfelvételeket elemeztük az elmúlt 20 év látható faállomány szerkezeti változásait. A felvételeken az állományok fejlődését vizsgáltuk, és a lombsátor kiritkulásának nyomait kerestük. E mellett az üzemtervi adatok alapján megvizsgáltuk a hasonlóságokat az igazolt és a feltételezetten érintett területek között. Ezt a validációt 30 db, a leválogatásban szereplő, véletlenszerűen választott erdőterület esetében végeztük el.

## EREDMÉNYEK

### Potenciálisan felnyíló erdővé alakuló területek nagysága a Gemenc Zrt. területén

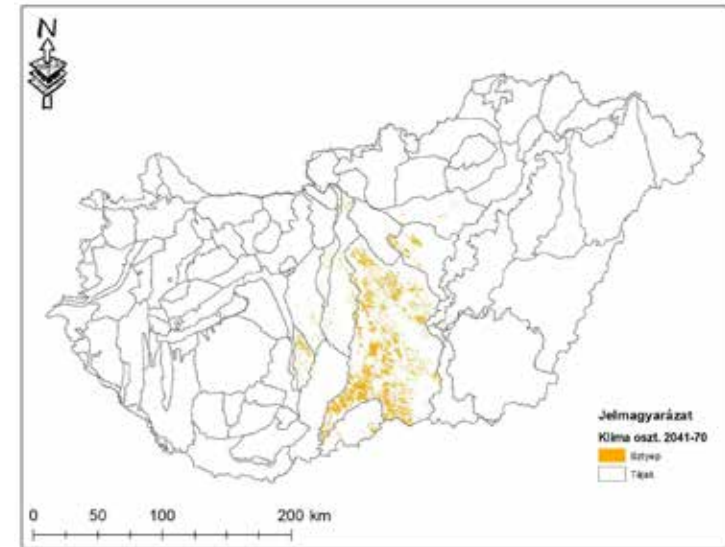
A Gemenc Zrt. területén összesen 37 erdőrészletet találtunk, amelyekre illenek a felnyíló erdőkre vonatkozó kritériumok. Az erdőrészletek területe meghaladja a 100 ha-t. Faállományukat tekintve hazai nyárasok, akácok, erdei- és fekete fenyvesek alkotják az érintett erdőrészleteket.

### A felnyíló erdőkre jellemző termőhelyi paraméterek

A felnyíló erdők az üzemtervi adatok alapján jellemzően az erdősztyep klímaövbén találhatóak. A Duna-Tisza közti homokháton minden esetben többletvízhatástól független hidrológiai kategóriával jellemzettek a felnyíló erdők, míg a hullámtéren jellemzően állandó vagy felszínig nedves hidrológiájú talajok találhatóak. Jellemző talajtípusuk a humuszos homok, futóhomok- és humuszos öntés talajok. Nem meglepő módon homok szövetű talajokon találjuk őket zömmel sekély, vagy igen sekély termőréteggel, de előfordulnak közép mély termőréteg mellett is. Az erdőgazdaság területén fellelt felnyíló erdők esetében e mellett az is közös vonás, hogy már az optimista klímamodellek esetében is a század közepére átkerülnek a sztyep klímaosztály hatása alá. Területi jelentőségük miatt a továbbiakban csak a homokháton lévő homoktalajokkal foglalkozunk.

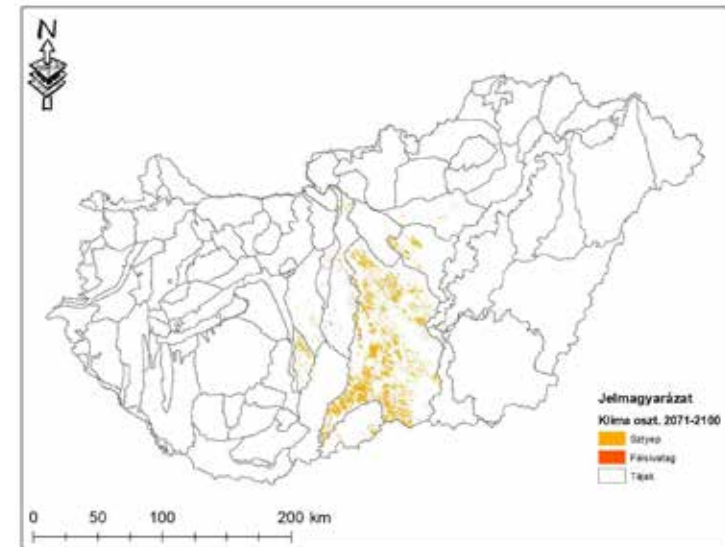
### Az azonosított paramétereknek megfelelő területek nagysága a Nagyalföld erdőgazdasági tájcsoportban

A felnyíló erdők megfigyelt termőhelyi feltételeinek megfelelő területek leválogatása az Alföld területére felfedte, hogy nagyságrendileg 180 ezer ha veszélyeztetett területű erdőállománnyal rendelkezünk (1-2. ábra), ami az erdőterületek 9,1%-a.



1. ábra: A felnyíló erdővé alakulás megfigyelt termőhelyi feltételeivel bíró erdőterületek elhelyezkedése a 2041-2070 közötti időszakban

Ezeknek a területeknek a zöme Bács-Kiskun vármegyében helyezkedik el.



2. ábra: A felnyíló erdővé alakulás megfigyelt termőhelyi feltételeivel bíró erdőterületek elhelyezkedése a 2071-2100 közötti időszakban

A 2. ábrán látható, hogy a század végére a sztyep osztály mellett megjelenik a sztyep kategóriából is kieső - és általunk félsivatagnak nevezett - klímaosztály is, ami az optimista becslések szerint is 5000 ha-t érinthez a veszélyeztetett területen belül.

A térképi adatok tájankénti terület kimutatását tartalmazza az 1-2. táblázat. Ebben erdőgazdasági tájanként és hektárban adjuk meg az érintett területeket klímaosztály szerinti bontásban a 2041-2070 (1. táblázat), és a 2071-2100 (2. táblázat) közötti időszakokra. Az adatokból látszik, hogy nyilván a méretéből és az adottságaiból is következően a Duna-Tisza közti hátság területe jelenti majd a legnagyobb problémát.

1. táblázat: A felnyíló erdővé alakulás kockázatának kitett, alföldi területek megoszlása tájanként a 2041-2070 időszakra nézve

Táj neve	Klíma osztály 2041-2070	Terület (ha)
Alsó-Tiszai-ártér	sztyep	110,6
Bácskai-löszhát	sztyep	2497,5
Berettyó-Körös-vidék	sztyep	0,1
Duna-Tisza közti hátság	sztyep	154049,0
Dunai-szigetek	sztyep	1427,8
Gyöngyös-Hevesi-síkság	sztyep	876,5
Körös-Maros-köze	sztyep	18,2
Közép- és Alsó-Duna-ártér	sztyep	244,0
Közép-Duna-menti sík	sztyep	3759,3
Közép-Tiszai-ártér	sztyep	44,8
Mezőföldi-löszhát	sztyep	1537,0
Nagykunság	sztyep	337,9
Sárrét-Sárvíz-völgye	sztyep	446,5
Tápió-Zagyva-vidék	sztyep	8054,7
Tengelici-homokvidék	sztyep	5615,9

2. táblázat: A felnyíló erdővé alakulás kockázatának kitett, alföldi területek megoszlása tájanként a 2071-2100 időszakra nézve

Táj neve	Klíma osztály 2071-2100	Terület (ha)
Alsó-Tiszai-ártér	sztyep	110,6
Bácskai-löszhát	sztyep	2497,5
Berettyó-Körös-vidék	sztyep	0,1
Duna-Tisza közti hátság	sztyep	151815,6
Duna-Tisza közti hátság	félsivatag	2233,3
Dunai-szigetek	sztyep	834,5
Dunai-szigetek	félsivatag	593,3
Gyöngyös-Hevesi-síkság	sztyep	876,5
Körös-Maros-köze	sztyep	18,2
Közép- és Alsó-Duna-ártér	sztyep	217,8
Közép- és Alsó-Duna-ártér	félsivatag	26,2
Közép-Duna-menti sík	sztyep	2029,2
Közép-Duna-menti sík	félsivatag	1730,1
Közép-Tiszai-ártér	sztyep	44,8
Mezőföldi-löszhát	sztyep	1408,8
Mezőföldi-löszhát	félsivatag	128,1
Nagykunság	sztyep	337,9
Sárrét-Sárvíz-völgye	sztyep	159,1
Sárrét-Sárvíz-völgye	félsivatag	287,4
Tápió-Zagyva-vidék	sztyep	8054,7
Tengelici-homokvidék	sztyep	5611,1
Tengelici-homokvidék	félsivatag	4,9

## A validáció eredménye

A validáció eredményeként nagyságrendileg az esetek felében egyértelmű jeleket láttunk a távérzékelési adatokon, hogy a termőhelyi adottságok miatt a faállományok szerkezete – főként a felújításokat követően nem alakul vissza zárt lombátorrá, hanem kisebb-nagyobb foltokban tartós záródásihiány alakul ki a fiatal faegyedek pusztulása, vagy roppant visszafogott növekedése miatt. A 3-4. ábrák példákat mutatnak a validációs területek közül, amelyeken a termőréteg hiánya, valamint a faállomány ligeteseződése egyaránt nyomon követhető.



3. ábra: Példa a validáció során véletlenszerűen ellenőrzött erdőrészek változására 1



4. ábra: Példa a validáció során véletlenszerűen ellenőrzött erdőrészek változására 2

## DISZKUSSZIÓ

A 2024. évi nyár a fehér nyár, szürke nyár főfafajú erdősitések esetén megkérdőjelezte, hogy az ismert csapadékhiányos időjárási körülmények klimatikus állandósulása esetén a korábban erdősíthetőnek gondolt termőhely-típus változatok továbbra is erdősíthetőek maradnak-e ugyanezzel a fafajjal és természetes hibridjével.

Látható, hogy eléggé jelentős a veszélyeztetett területek nagysága országosan, és az erdőterület arányában is. Egyelőre nem látszik, miként lehetne hosszabb távon is megnyugtatóan kezelni a problémát. Ideiglenesen enyhítheti a helyzetet az erdő definíció módosítása, összhangban a FAO erdő definíciójával (FAO, 2023). Ez esetben erdő kategóriában maradhatnak a felnyíló területek, ha a faállomány záródása legalább 10% lenne. 5% és 10% közötti záródásnál egyéb fával borított területek lehetnének ezek az erdők, ha a cserjeszint borításával együtt elérhető a 10%-os borítás. Amennyiben a faállomány záródása 0-5% közötti, de a cserjék borítása eléri a 10%-ot, akkor cserjésnek minősíti a FAO osztályozás a területet, ami ebben az esetben már kikerülne az erdőterület fogalmából. Nyilván ez nem optimális az erdőterülettel kapcsolatos hazai célkitűzések és a nemzetközi kötelezettségek szempontjából sem, de fel kell készülni, hogy a klímaváltozás miatt jelentős átalakulások várhatók a földhasználati gyakorlatban. A jövőbeni gondolkodást és a megoldások keresését pedig összhangba kell hozzuk az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2023/1115 rendelete (2023. május 31.) az erdőirtáshoz és az erdőpusztuláshoz kapcsolódó egyes áruk és termékek uniós piacon történő forgalmazásáról és Unióból történő kiviteléről, valamint a 995/2010/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről szóló szabályozással, mely újszerűségéből adódóan önálló tanulmányt érdemel. Ugyanis jelen állás szerint amennyiben ezen felnyíló erdők esetében művelési ág váltásra kényszerülünk, vagyis az erdőként való hasznosítás lehetőségének megszűnése után a területet legelőként, rétként, vagy más mezőgazdasági területként hasznosítanánk és ez az átalakulása az erdőterület csökkenésével járna, akkor az itt létrejött terméket - kezdve a megmaradt fák kitermelésétől a felnevelt állatállományig - nem lehetne forgalomba hozni az EU belső piacon, mivel erdőterület csökkenésből származó földterületen jött létre.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

61/2017. (XII. 21.) FM rendelet az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló 2009. évi XXXVII. törvény végrehajtásáról.

Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1700061.fm> - Wolters Kluwer - Minden jog fenntartva!

Csóka György (szerk.), Korda Márton (szerk.), Csiszár Ágnes, Csóka György, Hirka Anikó, Koltay András, Korda Márton, Korda Éva, Schmotzer András, Tartally András, Vadász Csaba

Biológiai inváziók az erdőkben. Budapest, Magyarország : Országos Erdészeti Egyesület (2024), 56 p. ISBN: 9789638251916

FAO. 2023. Terms and Definitions: FRA 2025. Forest Resources Assessment Working Paper 194. Rome. <https://www.fao.org/3/cc4691en/cc4691en.pdf>

Illés G., Bolla B., Fonyó T. 2024: A klímaváltozás egyes várható hatásainak újraértékelése. Erdészeti Lapok 159:2, 50-54.

IPCC, 2021: Climate Change 2021 - The physical Science Basis, Cambridge University Press, 2023. ISBN: 9781009157896, <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

Koltay András, Lakatos Tamás, Ádám Szabolcs, Tóth Tímea: Magyarországon is megjelent a tölgyek baktériumos kéregbetegsége. In: Haltrich, Attila (szerk.) 69. NÖVÉNYVÉDELMI TUDOMÁNYOS NAPOK. Budapest, Magyarország : Magyar Növényvédelmi Társaság (2023) 88 p. p. 48 , 1 p.

Lajtos János: Mi is az a dendromassza? A dendromasszára vonatkozó naturális biológiai alapok: az élőfakészlet, a növedék, az erdőtervi (elvi és valódi) lehetőségek. Erdészeti Lapok 158:6, 227-229.

## KÉSEI MEGGY (*PRUNUS SEROTINA* EHRH.) HATÁSA NÉHÁNY VIZSGÁLT TALAJTULAJDONSÁGRA A DEBRECENI ERDŐSPUSZTÁKON

KOCSIS ISTVÁN ATTILA<sup>1,2</sup>, KINCSES SÁNDORNÉ<sup>2</sup>, LÁSZLÓ ZOLTÁN<sup>2</sup>,  
TÁLLAI MAGDOLNA<sup>2</sup>, SÁNDOR ZSOLT<sup>2</sup>

1 Nyírerdő Nyírségi Erdészeti Zrt.,

2 Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet

### KIVONAT

*A Debreceni Erdőpusztákon (Dél-Nyírség) vizsgáltuk a kései meggy (Prunus serotina Ehrh.) hatását néhány talajtulajdonságra vonatkozóan (2024). Kései meggyel fertőzött és mentes területek talajait mintáztuk annak érdekében, hogy azok víz- és tápanyagszolgáltató képességét, mikrobiális aktivitását feltárjuk. Statisztikai módszerekkel elemeztük (ANOVA, Pearson-féle korreláció) a kapott eredményeket. A vizsgálat rávilágít, hogy a kései meggyel fertőzött területek felszín közeli talajrétegében magasabb a humusztartalom, ami gyengébb humuszminőséggel párosult. Az év legmelegebb és időnként rendkívül aszályos időszakában az alacsony humusztartalmú dél-nyírségi erdőtalajok kedvezőtlen körülményeket biztosítanak a növényzet számára, így a kései meggy szerves anyag növelő hatása fontos tényező lehet a talajtermékenység fenntartásában. A mikrobiális aktivitás a szerves anyag tartalommal mutatott pozitív kapcsolatot (dehidrogenáz enzim, CO<sub>2</sub> produkció, összes mikroszkopikus gombaszám). Tapasztalataink alapján a gyenge adottságokkal rendelkező homoktalajainkon szükségszerűvé vált a területen meghonosodott és nagy vitalitással rendelkező fajok határtermőhelyi szerepének megvitatása.*

### Kulcsszavak:

kései meggy, talajkémia, talaj-mikrobiológia, Nyírség, humuszos homok

### BEVEZETÉS

A Debreceni Erdőpuszták erdeinek szakszerű kezelése a szárazodó és melegedő termőhelyi viszonyok között (Makádi et al., 2012, Führer et al., 2017) nagy szakmai kihívást jelent napjainkban. Jellemzőek a gyenge víz- és tápanyag-szolgáltató képességű termőterületek (WRB: Arenosols) a térségben. A kedvezőtlen időjárási események erdőállományaink állékonyságát gyengítik, ami arra készítet minket, hogy megvizsgáljuk a területen meghonosodott, invazív természetű fajok szerepét a térségben. A kései meggy Európa-szerte elterjedt inváziós faj, mely Európa egyik legveszélyesebb növényeként van számon tartva (Csiszár et al., 2020).

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Debreceni Erdőpuszták a Tiszántúl síkságából 110-150 m tengerszint feletti magasságban emelkedik ki a Nyírség DNY-i részén. A kistáj a meleg, mérsékelt száraz éghajlati körzethez tartozik (Szemerédy, 2007). Az erdészeti kutatási modellek szerint a terület nagy hasonlóságot mutat a Duna-Tisza közti homokhátság szárazodó és melegedő időjárású folyamataival (Führer et al., 2017). Azokon a területeken, ahol a növénytakaró záródása nem tökéletes és ezért a szél pusztító hatása fokozottan érvényesül, futóhomokos és gyengén humuszos homoktalajok alakultak ki (Kádár & Szemes, 1994). Nyilvántartott adatok alapján az évi középhőmérséklet az elmúlt 10 évben 12°C, a napsütéses órák száma évenként 2000 óra felett van, a legtöbb csapadék jellemzően júliusban hullik (a sokéves átlag 500-550 mm körül alakul), a tenyészidőszakra átlagban 350 mm jut (Mezősi, 2015). Az éghajlatváltozás az előrejelzések szerint elsősorban a csapadék gyakoriságát és mennyiségét fogja befolyásolni (IPCC, 2007). A talaj nedvességi állapota azonban megváltoztatja a talaj mikroorganizmusainak dinamikáját, amelyek felelősek a talaj-ökoszisztéma létfontosságú funkcióiért (Galloway et al., 2008).

1987-ben a kései meggy tiszántúli térhódítását akácosokban, kocsányos- és vöröstölgyesekben elsőként Bartha Dénes közli (Bartha, 1987). Ahol a cserjeszintben jelen van a kései meggy, ott az általa termelt allelopatikum megnehezítheti a természetes felújulást az őshonos fajok csírázásának gátlása révén (Hille et al., 2005).

A kései meggy hatása a termőhelyi tulajdonságokra és a fajösszetételre nem egyértelmű (Verheyen et al., 2007, Chabrierie et al., 2010). Godefroid et al. (2005) arra a következtetésre jutott, hogy a bükk állományok alatti nagyobb fényintenzitás esetén a kései meggy bőségebb számban jelenik meg, mint zárt erdeifenyő állomány árnyalása alatt. Az előfordulási helyein a fajgazdagságot sem a lombkorona záródása, sem az alsóbb szintek fényviszonyai nem befolyásolták korábbi vizsgálatokban. Azonban a fitocönózis diverzitása szorosan negatívan és szignifikánsan korrelál a kései meggy egyedszámával, ha az a cserjeszintben dominánsan jelen van és a talaj jó vízgazdálkodású (Halaweric & Zolnierz, 2014). Eredményeik azt mutatják, hogy a kései meggy abundanciája a cserjeszintben összefüggésben áll a magasabb nitrogénellátást, nedvességet és talajbolygatót követő növényfajok arányának növekedésével. Verheyen et al. (2007) szerint a kései meggy talajra gyakorolt negatív hatása alapvetően a nedvességcsökkentő képességére korlátozódik, mely hátrányosan hat a konkurens növények számára. Más vizsgálatok szerint a kései meggy alatt felhalmozódott szerves anyag magas nitrogéntartalmú, és gyorsabban bomlik, mint az őshonos fák leveleiből képződött alom (Vanderhoeven et al., 2005, Koutika et al., 2007). Továbbá, Chabrierie et al (2008) a felső talajrétegben megnövekedett elérhető foszfortartalmat mutattak ki a kései meggy lombkorona alatt.

Jelen dolgozatunkkal célul tűztük ki, hogy az invazív eredetű kései meggy hatását tanulmányozzuk a változó klímájú Dél-Nyírség talajain, és vizsgáljuk a növény hatását néhány általunk kiválasztott talajtulajdonságra vonatkozóan.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A mintagyűjtést 2024. május hónapban végeztük, a felszíni 0-20 cm-es rétegből. A vizsgálati helyszíneken a humuszos homok (HH) és típusos réti (TR) talajokon található eltérő fafajú (KST: kocsányos tölgy – *Quercus robur*, KM: kései meggy – *Prunus serotina* Ehrh, A: fehér akác – *Robinia pseudoacacia*, EF: erdei fenyő – *Pinus sylvestris*) állományok alól (1. táblázat) gyűjtöttünk talajmintákat. A vizsgálatok helyszíne: DE MÉK Agrokémiai és Talajtani Intézet.

1. táblázat: A mintagyűjtés helyszínei

Mintaterület	Erdőrészlet	Fafaj	GPS WGS'84	Kor (év)	Záródás (%)	Terület (ha)	Talajtípus
1	DB 365 R	KST	47,4943 21,8010	25	87	3,24	TR
2	DB 365 R	KST + KM	47,4933 21,8003	25	87	3,24	TR
3	DB 374 E	A	47,5060 21,8276	31	99	7,37	HH
4	DB 365 I	A + KM	47,4939 21,7993	23	82	3,83	HH
5	DB 367 G	EF	47,5008 21,8151	55	79	1,42	HH
6	DB 365 O	EF + KM	47,4949 21,8044	55	74	3,57	HH
7	DB 495 K	KM + A	47,4625 21,7933	25	100	3,38	HH

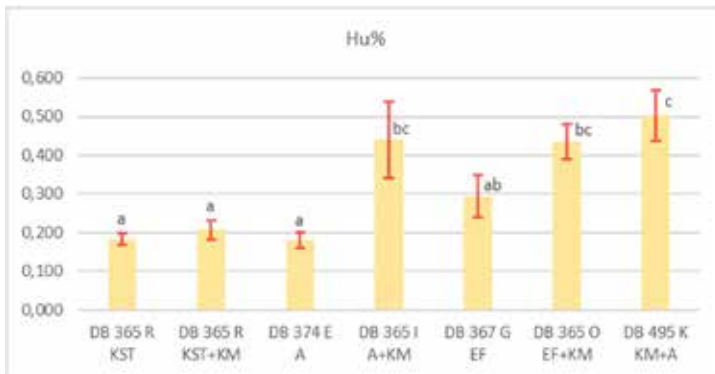
A vizsgálati helyszíneken 0,30 hektáronként 1 mintát gyűjtöttünk és az összes begyűjtött mintából 3 db átlagmintát képeztünk. Összesen 66 mintavételből 21 átlagminta keletkezett. A Debrecen 365 R erdő részletben a kései meggyel erősen fertőzött terület nagyságát (0,97 ha) vettük figyelembe.

A talajok fizikai tulajdonságai közül mértük a talaj plaszticitását Arany-féle kötöttségi számmal (Filep, 1995.), kémiai tulajdonságok közül a talajok kémhatását 1:2,5 arányú talaj- desztillált víz ( $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ ), és kálium klorid ( $\text{pH}(\text{KCl})$ ) oldat hozzáadásával (MSZ 08-0206/2:1978). A humusztartalom (Hu%) meghatározása Székely-féle kolorimetriás módszerrel (MSZ-08 0210-77) történt. A humuszminőség meghatározásához a „Hargitai-féle két-oldószeres” eljárást használtuk (Filep, 1995). A stabilitási koefficiens (K) a következő számítással végeztük:  $K = \text{ENaF} / (\text{ENaOH} * \text{Hu}\%)$ . Talajmikrobiológiai vizsgálatok szempontjából a talaj  $\text{CO}_2$ -termelését a friss talajokból NaOH-os csapdázással (Schinner et al., 1996), a dehidrogenáz aktivitást jódonitro-tetrazólium-formazáttal (INTF) való extrahálás után Von Mersi, 1996 alapján mértük. Az összes-csíraszám (húsleves agar,  $10^6$  db $\cdot$ g $^{-1}$  talaj) és mikroszkopikus gombák (pepton-glükóz agar,  $10^3$  db $\cdot$ g $^{-1}$  talaj) mennyiségének meghatározása lemezöntéses módszerrel (Szegi, 1979) történt. A méréseket három ismétlésben végeztük, az eredmények értékeléséhez Microsoft Excel és IBM SPSS (V. 29.0.0.0.) programokat használtunk fel. Az ábrákon a különböző betűk szignifikáns különbségeket mutatnak  $p < 0,05$  szinten.

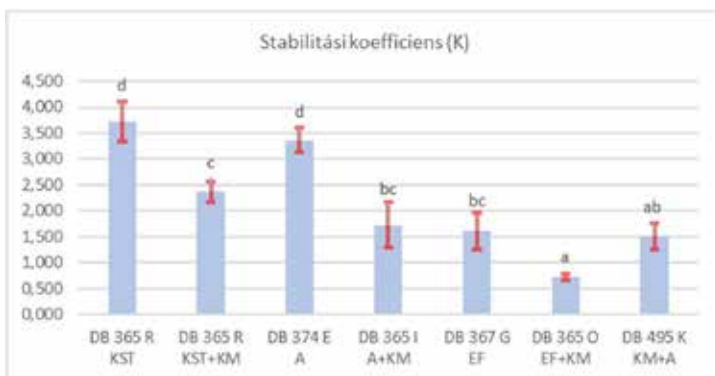
## EREDMÉNYEK

### A talajok szerves anyag tartalmának, plaszticitásának és kémhatásának vizsgálati eredményei

Kocsányos tölgy állomány talajvizsgálatát végeztük a Debrecen 365 R erdőrésztletben, ahol típusos réttalajon (WRB: Vertisols) 25 éves kocsányos tölgyes erdő található, 87 %-os záródással. A fizikai talajféleség homokos vályog volt az elegyetlen (KA=33,2; 1. mintaterület) és az elegyes (KA=34,4; 2. mintaterület) területrészen is. A talajvizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a kései meggyel fertőzött területrészt feltalajában a humusztartalom magasabb az elegyetlen részekhez képest, azonban az eltérés szignifikánsan nem igazolható (1. ábra). A humuszminőség esetében azonban jelentős eltérést találtunk. A kései meggy alommal dúszult részek stabilitási értéke statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb (2. ábra), azonban a humuszanyagok minősége, ezzel együtt is, az egész erdőrésztletben kimagaslóan jónak mondható.



1. ábra: Hu% átlaga a vizsgálati helyszíneken



2. ábra: Humusz stabilitási eredmények

A Debrecen 365 R erdőrésztletben mértük a legmagasabb (1.:pH= 5,73, 2.:pH= 5,82) talajoldat kémhatást (pH<sub>H2O</sub>) (2. táblázat).

2. táblázat: A vizsgált erdőtalajok felszínközeli szerves anyag tartalmának tulajdonságai

Mintaterület	Erdő-részlet	Faj	Talajréteg (cm)	HU%	Stabilitási koefficiens (K)	pH H2O	pH KCl
1	DB 365 R	KST	0-20	0,18 ± 0,02 a	3,726 ± 0,389 d	5,73 ± 0,18 c	4,72 ± 0,18 b
2	DB 365 R	KST+KM	0-20	0,21 ± 0,03 a	2,367 ± 0,200 c	5,82 ± 0,16 c	4,91 ± 0,02 b
3	DB 374 E	A	0-20	0,18 ± 0,02 a	3,361 ± 0,233 d	5,15 ± 0,20 b	3,58 ± 0,32 a
4	DB 365 I	A+KM	0-20	0,44 ± 0,10 bc	1,726 ± 0,437 bc	4,79 ± 0,26 ab	3,60 ± 0,14 a
5	DB 367 G	EF	0-20	0,29 ± 0,06 ab	1,610 ± 0,356 bc	4,35 ± 0,18 a	3,38 ± 0,14 a
6	DB 365 O	EF+KM	0-20	0,44 ± 0,05 bc	0,715 ± 0,068 a	4,43 ± 0,07 a	3,29 ± 0,09 a
7	DB 495 K	KM+A	0-20	0,50 ± 0,07 c	1,509 ± 0,255 ab	4,51 ± 0,13 a	3,34 ± 0,23 a

A 3. mintaterület Debrecen 374 E 31 éves, 99%-os záródású akác állomány volt. A talajtípus humuszos homok (WRB: Arenosols), fizikai talajfélesége homok (KA=27,4). A humusztartalom alacsony (Hu%= 0,18), míg a stabilitási érték kifejezetten magas (K= 3,361) volt. A talaj kémhatása kissé alacsonyabb (pH<sub>H2O</sub>)= 5,15) a vizsgált tölgyerdő-höz képest, de még kedvezőnek mondható (2. ábra).

A 4. mintaterület Debrecen 365 I 23 éves akác állomány sűrű kései meggy cserjeszinttel. Az uralkodó szint záródása 82%, a talajtípus humuszos homok, a fizikai talajféleség meglepetésre nehézagyagos vályog (KA= 43,2) volt. A humusztartalom (Hu%= 0,44) az egyik legmagasabb a vizsgálatba vont területek közül, azonban a stabilitási koefficiens (K= 1,726) közel fele értéket mutat az elegyetlen akácshoz (Debrecen 374 E) képest, de így is jó minőségűnek mondható. A talajkémhatás erősen savanyú (pH<sub>H2O</sub> = 4,79).

Az 5. mintaterület Debrecen 367 G elegyetlen erdeifenyő 55 éves állomány 79%-os záródással. A talajtípus humuszos homok, kötöttsége (K= 32,6) homokos vályog. A feltalaj csekély humusztartalmú (Hu%= 0,29), stabilitási értéke (K= 1,610) jónak tekinthető. Erősen savanyú (pH<sub>H2O</sub> = 4,35).

A 6. mintaterület sűrű kései meggy cserjeszinttel rendelkező 74%-os záródású 55 éves erdeifenyő állomány volt humuszos homoktalajjal, melynek fizikai talajfélesége (K= 37,8) vályog. A kémhatása erősen savanyú (pH<sub>H2O</sub> = 4,43).

Végül 7. mintaterületnek olyan erdőrésztletet jelöltünk ki, melyben az uralkodó szintben természetes kései meggy példányok találhatóak az akác mellett, illetve a cserjeszintben is jelentős a kései meggy aránya. Így kiválasztásra került a Debrecen 495 K 25 éves 100%-os záródású humuszos homoktalajú, nehézagyagos vályog (KA= 42,6) feltalajú erdőrésztlet. Itt mértük a legmagasabb humusztartalmat (Hu%= 0,50), amely így is alacsonynak mondható, K= 1,509 jó stabilitási értékkel. A talajoldat kémhatása pH<sub>H2O</sub> = 4,51.

## A talajéletre vonatkozó mérési eredmények

A talajéletre vonatkozó vizsgálati eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat A vizsgált erdőtalajok felszínközeli mikrobiális aktivitásának tulajdonságai

Minta-terület	Erdő-részlet	Fafaj	Talajréteg (cm)	Dehidrogenáz (µg/g)	mg CO <sub>2</sub> * 100g <sup>-1</sup> * 10 nap <sup>-1</sup>	Gomba (x 10 <sup>3</sup> x g <sup>-1</sup> )	Baktérium (x 10 <sup>6</sup> x g <sup>-1</sup> )
1	DB 365 R	KST	0-20	224,81 ± 15,44 b	17,31 ± 0,11 c	24,00 ± 3,61 a	7,00 ± 1,73 a
2	DB 365 R	KST+KM	0-20	248,91 ± 14,77 bc	17,90 ± 0,09 d	21,67 ± 7,02 a	10,00 ± 3,00 a
3	DB 374 E	A	0-20	160,02 ± 11,76 a	15,96 ± 0,10 a	95,33 ± 13,32 c	3,33 ± 2,08 a
4	DB 365 I	A+KM	0-20	396,93 ± 24,53 d	18,75 ± 0,11 e	81,00 ± 8,00 bc	14,00 ± 4,00 a
5	DB 367 G	EF	0-20	256,75 ± 14,47 bc	16,60 ± 0,34 b	146,00 ± 9,17 d	5,67 ± 2,08 a
6	DB 365 O	EF+KM	0-20	265,84 ± 16,46 bc	16,15 ± 0,06 a	80,00 ± 10,82 bc	5,67 ± 1,15 a
7	DB 495 K	KM+A	0-20	283,33 ± 13,50 c	16,22 ± 0,04 ab	61,33 ± 8,08 b	13,33 ± 10,02 a

Az 1. mintaterületen a dehidrogenáz mennyiség közepes értéket (224,81 µg\*g<sup>-1</sup>) mutatott és a CO<sub>2</sub> termelés is közepesnek (17,31 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>) mondható a vizsgálatban. A gombaszám (24\*10<sup>3</sup> db\*g<sup>-1</sup>) alacsony, a baktériumszám közepes (7\*10<sup>6</sup> db) volt.

A 2. mintaterület kései meggyel fertőzött kocsányos tölgyes dehidrogenáz termelése kissé magasabb (248,91 µg\*g<sup>-1</sup>), CO<sub>2</sub> termelése is kissé magasabb (17,90 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>), baktériumszáma is magasabb (10,00\*10<sup>6</sup> db) volt, azonban a gombaszám a legkisebb értéket (21,67\*10<sup>3</sup> db) adta.

Az elegyetlen akácosban (3. mintaterület) volt a legalacsonyabb a baktériumszám (3,33 x 10<sup>6</sup> db\*g<sup>-1</sup>) 1 gramm talajra vonatkoztatva, legalacsonyabb volt a dehidrogenáz enzim (160,02 µg\*g<sup>-1</sup>) mennyisége, illetve a CO<sub>2</sub> termelés is a legkisebb értéket (15,96 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>) mutatta.

A 4. mintaterületen kései meggyel fertőzött akácállomány talajának biológiai aktivitása volt a legmagasabb (dehidrogenáz enzim=396,93 µg\*g<sup>-1</sup>, 18,75 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>), a gombaszám (81\*10<sup>3</sup> db\*g<sup>-1</sup>) közepesen magas, míg a baktériumszám (14\*10<sup>6</sup>) a vizsgálatban a legmagasabb volt.

Az 5. mintaterület erdeifenyő erdő közepes dehidrogenáz (256,75 µg\*g<sup>-1</sup>) és CO<sub>2</sub> (16,60 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>) termeléssel, rendkívül magas gombaszámmal (146\*10<sup>3</sup> db\*g<sup>-1</sup>), alacsony baktériumszámmal (5,67\*10<sup>6</sup>\*g<sup>-1</sup>).

A 6. mintaterület erdeifenyő állomány, amely kései meggyel fertőzött és a talajélettel kapcsolatban vizsgált paraméterek tekintetében közepes értékeket mutatott (dehidrogenáz enzim= 265,84µg\*g<sup>-1</sup>, 16,15mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>, gombaszám=80\*10<sup>3</sup> db\*g<sup>-1</sup>, baktériumszám= 5,67\*10<sup>6</sup> db\*g<sup>-1</sup>).

Végül az uralkodó szintben is markánsan jelenlévő kései meggy és akác elegyes erdő (7. mintaterület) közepesen magas dehidrogenáz (283,33 µg\*g<sup>-1</sup>) értéket mutatott, míg a CO<sub>2</sub> termelés közepes (16,22 mg CO<sub>2</sub> \* 100g<sup>-1</sup> \* 10 nap<sup>-1</sup>) volt. Ebben az erdőrésszelben a gombaszám alacsony (61,33\*10<sup>3</sup> db\*g<sup>-1</sup>), míg a baktériumszám igen magas (13,33\*10<sup>6</sup> db\*g<sup>-1</sup>) értéket mutatott.

## A vizsgált paraméterek közötti kapcsolatok vizsgálati eredményei

A korrelációs kapcsolatok megismeréséhez a változók közé az összes vizsgált paramétert belevontuk (n=21). A paraméterek közötti összefüggéseket Pearson-féle korrelációs vizsgálattal kerestük. A Hu% negatív szoros kapcsolatot mutatott a stabilitási koefficienssel (r=-0,822) és negatív közepesen szoros kapcsolatot a talajoldat pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> értékkel (r=-0,670) p<0,01 szinten. A humusz a tápanyagok jelentős raktárkészlete, mely tápanyagok előállításánál a szerves anyag lebontásáért és a tápelemek felvehető állapotba kerüléséért felelős folyamatokra utaló enzimaktivitást és CO<sub>2</sub> termelést befolyásolta pozitívan. A Hu% közepesen szoros összefüggést mutatott a dehidrogenáz enzimmel (r=0,624) és CO<sub>2</sub> termeléssel (r=0,610). A kémhatásviszonyok kedvezőbbé válásával a stabilitási koefficiens közepesen szoros kapcsolatot mutatott (r=0,721), tehát a kémhatás emelkedésével kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező humuszanyagokat tártunk fel. Azonban a dehidrogenáz mennyisége negatív közepesen szoros kapcsolatot jelzett a stabilitási koefficienssel (r=-0,528). A talaj mikroba populációinak számára a talajoldat kémhatása jelzett kapcsolatot. Az összes gombaszám negatív közepesen szoros kapcsolatot mutatott a pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> (r=-0,731) értékkel. A talaj összes baktériumszáma kimutatható összefüggést közepesen szoros értékkel a dehidrogenáz enzim esetében adott (r=0,579), illetve igen gyenge kapcsolatot találtunk esetében a Hu% (r=0,441) és CO<sub>2</sub> (r=0,452) paraméterekkel. A dehidrogenáz enzim mennyisége a CO<sub>2</sub> termeléssel közepesen szoros összefüggést mutatott (r=0,659), mely kapcsolat rávilágít a két vizsgált paraméter együttes fontos szerepére a vizsgálati helyszíneinken.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A mintaterületek összehasonlításakor megfigyelhető, hogy a kései meggyel fertőzött területek humusztartalma szignifikánsan megnőtt a hasonló korú és főfafajú, azonban elegyetlen állományokhoz képest, egyetlen kivétel a kocsányos tölgyes erőrészlet volt (Debrecen 365 R), ahol azonban a különbség statisztikailag nem volt igazolható (ANOVA). A tápanyag-dúsítás közvetlenül és közvetve befolyásolja a talaj mikrobiális közösségeit. Közvetlenül ellátja a talaj mikroorganizmusait a szükséges energia- és szénforrásokkal; miközben felhívja a figyelmet a talaj fizikai-kémiai tulajdonságaira, amelyek közvetve befolyásolják a talaj mikrobák szerkezetét, valamint funkcióját (Liu és társai, 2010). A vizsgált kedvezőtlen adottságú, száraz területeken a humusztartalom növekedése negatív összefüggésben állt a humusz minőségével. Megítélésünk szerint a kései meggy alom lebomlási folyamatában a mikrobiális közösségek számára eltérő körülmények állnak fenn,

a fertőzésmentes állományokhoz képest, mely kedvezőtlenül befolyásolja a stabil humuszanyagok képződését. Valószínűnek tűnik azonban, hogy az irodalmi adatok igazolódni látszanak ebben a vizsgálatban, miszerint a növény allelopátiás tulajdonságai szerepet játszhatnak az inváziójában (Callaway és Ridenour, 2004, Hierro és Callaway, 2003).

Vizsgálatai eredményeink rámutattak arra, hogy a kései meggy elegy jelenléte önmagában képes lehet növelni az erdőtalajok szerves anyag tartalmát, mely tényező hozzájárulhat a kedvezőbb termőhelyi körülmények kialakításához, fenntartásához, és a talaj mikrobiológiai aktivitásának, azok körülményeinek megváltozásához.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

Bartha, D. (1987): A nyírségi erdőtelepítések és erdőfelújítások gyomnövényzetviszonyainak vizsgálata. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények 1987(1–2): 199–207.

Callaway, R.M., Ridenour, W.M., (2004): Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Front. Ecol. Environ.* 2, 436–443.

Chabrierie, O., Verheyen, K., Saguez, R., Decocq, G., 2008. Disentangling relationships between habitat conditions, disturbance history, plant diversity, and American black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) invasion in a European temperate forest. *Divers. Distrib.* 14, 204–212.

Csiszár, Á. – Kézdy, P. – Korda, M. & Bartha – D. (2020): Occurrence and management of invasive alien species in Hungarian protected areas compared to Europe. *Folia Oecologica* 47(2): 178-191. <https://doi.org/10.2478/foecol-2020-0021>

Filep GY. (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen. pp. 32-56., 93-96. 105-107.

Führer, E. – Gálos, B. - Rasztovics, E. - Jagodics, A. - Mátyás, Cs. (2017): Erdészeti klímaosztályok területének változása. Erdészeti Lapok, 2017, pp. 174-177.

Galloway, N. – Townsend, A.R. – Erisman, J.W. – Bekunda, M. – Cai, Z. J.R. Freney, – L.A. Martinelli, – Seitzinger, S.P. – Sutton, M.A.: Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions, *Science*, 320 (2008), pp. 889-892

Godefroid, S., Phartyal, S.S., Weyembergh, G., Koedam, N., (2005): Ecological factors controlling the abundance of nonnative invasive black cherry (*Prunus serotina*) in deciduous forest understorey in Belgium. *Forest Ecol. Manage.* 210, 91–105.

Hierro, J.L., Callaway, R.M., (2003): Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant Soil* 256, 29–39.

Hille, M. & Ouden, J.D. (2005): Charcoal and activated carbon as adsorbate of phytotoxic compounds A comparative study. *Oikos* 108: 202-207. <https://doi.org/10.1111/j.00301299.2005.13482.x>

Halarewicz, A., Zolnierz, L. (2014): Changes in the understorey of mixed coniferous forest plant communities dominated by the American black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.), *Forest Ecology and Management*, 313 (2014), pp. 91-97, 10.1016/j.foreco.2013.11.006

IPCC, 2007, T.P.S.B. IPCC, S. Solomon, D. Qin, M. o Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (Eds.), Vol. 4, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2007): Climate change 2007. The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change

Kádár I., Szemes I., 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve, MTA Talajtani és Agrárkémiai Kut. Int. Budapest, pp. 9-36., 227-230.

Koutika, L.S., Vanderhoeven, S., Chapuis-Lardy, L., Dassonville, N., Meerts, P., 2007. Assessment of changes in soil organic matter after invasion by exotic plant species. *Biol. Fertil. Soils* 44, 331–341

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., ... & Fan, T. (2010): Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180.

Makádi, M. – Kátai, J. – Zsuposné, O. Á. (2012): Nyírségi Homoktalajok termékenységének megőrzése és fenntartása. Debreceni Egyetem AGTC, pp. 7-159.

Mezősi, G. (2015): Magyarország természetföldrajza, Akadémia Kiadó Zrt., Budapest, p. 394.

MSZ-08-0210:1977. Talajok szerveszén-tartalmának vizsgálata. Magyar Szabvány Egyesület: Budapest, Magyarország. (Testing organic carbon content in soils (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest, Hungary).

MSZ 08-0206/2:1978. Determination of the pH of soil (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest. Hungary. Brought to you by University of Debrecen.

MSZ-08-0458:1980. Talajok összes nitrogéntartalmának meghatározása. Magyar Szabvány Egyesület: Budapest, Magyarország. (Determination of total nitrogen content in soils (in Hungarian). Hungarian Standard Association: Budapest, Hungary).

Schinner, F., R. Öhlinger, E. Kandeler, and R. Marges in, ed. 1996. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 435. ISBN-13: 978-3-642- 64633-1.

Szegi J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 250-256.

Szemerédy M. (2007): Az erdőspuszták parkerdei, Nyomdaipari Szolgáltató Kft. Debrecen, pp. 175.

Vanderhoeven, S., Dassonville, N., Meerts, P., 2005. Increased topsoil mineral nutrient concentrations under exotic invasive plants in Belgium. *Plant Soil* 275, 169–179.

Verheyen, K., Vanhellemont, M., Stock, T., Hermy, M., 2007. Predicting patterns of invasion by *Prunus serotina* Ehrh. in Flanders (Belgium) and its impact on the forest understorey community. *Divers. Distrib.* 13, 487–497.

Von Mersi, W.; Schinner, F. Dehydrogenase activity with the substrate INT. *Methods in soil biology*. Springer, Berlin, 1996, 243-245.

# KISKÖREI VÍZLÉPCSŐ ÉS LÉTESÍTMÉNYEINEK HATÁSA A TÉRSÉG ERDŐSÜLTségÉRE

FICZERE ANDRÁS, SZILÁGYI ANNAMÁRIA

Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság

## KIVONAT

*A Kiskörei vízlépcső, tározótér és az öntöző rendszerek építése/üzembe helyezése ezer hektárban kifejezhető erdőállomány, erdősáv, fasor megszüntetését eredményezte. Ugyanakkor a létesítmények üzemelése, védelmi funkciók, termőhelyi okok és más gazdasági ösztönzők miatt jelentősebb erdősítések valósultak meg ezen vízgazdálkodási művek hatásterületein illetve a folyók hullámterein. A dolgozat az 1960-as évektől bekövetkezett erdőállomány változások mértékét és az erdőtelepítések a Közép-Tisza vidéki vízgazdálkodási létesítményekhez (csatornák, szennyvízszikkasztók, töltések, hullámterek) fűződő kapcsolatát ismerteti.*

## Kulcsszavak:

Tisza-tó, erdősültég, hullámtér, vízlépcső, tározótér, öntözőcsatorna, fásítás, erdősítés, fakitermelés

## BEVEZETÉS

A Kiskörei Vízlépcső megépítésének szándéka a 1965-ben elfogadott Vízgazdálkodási Kerettervben került véglegesítésre. A vízlépcső és duzzasztással érintett területe Kisköre Tiszabábolna közötti folyószakaszon három vízügyi igazgatóság és megye területére terjedt ki. A vízlépcső megépítése 1967-1973 közötti időszakban valósult meg, amelyet 1973-1979-ben a tározótér kialakítása követett. A Nagykunsági és a Jászsági öntöző főcsatornák két megye területére kiterjedő rendszere is 1967-78 között létesült.

A beruházáshoz kapcsolódóan (több építési szakasz, illetve duzzasztási ütem, kapcsolódó infrastruktúra, fejlesztések) nem készült olyan tanulmány az erdei életközösségek szempontjából, ami jelen korunk hatásvizsgálataihoz hasonló lett volna.

Ezek a vízgazdálkodási létesítmények, mind a kivitelezés időszakában, mind az azt követő üzemelésük során jelentős hatást gyakoroltak a térség erdőállományaira.

Míg a kivitelezés időszakában nagymértékű erdőterület csökkenés történt az 1970-es évek végéig, az üzemeltetési időszakban már a térségben nagy kiterjedésű erdőtelepítések valósultak meg és természetes erdősülési folyamatok játszódtak le a Kiskörei vízlépcső és a hozzákapcsolódó öntözési létesítmények hatásterületén.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A korabeli erdőállományokról az információk beszerzését kissé nehezítette, hogy az akkori állami erdőrendezőségek gazdálkodónként készítették el az üzemterveket, térképeket. Az akkori gazdálkodók átalakultak, megszűntek, irattáruk megsemmisült, de az erdőrendezőségek irattárai is hiányosnak bizonyultak. A Vízlépcső kivitelezési tervdokumentációi között megtalálható volt egy Szolnok megyei Állami Erdőgazdaság által készített erdőkitermelési terv, ami a tározó terének korabeli állami tulajdonú területek (erdőgazdaság, termelőszövetkezet) részletes vizsgálatával foglalkozott. Az árvízvédelmi töltések fejlesztése a vízügyi igazgatóságok erdőállományait érintette, azokról a vízügyek irattáraiban lehetett dokumentumokhoz jutni. Az építés időszakában dolgozó erdészek és erdőmérnökökkel folytatott beszélgetésekkel és visszaemlékezésekkel egészült ki az adatgyűjtés (Bagaméry Gáspár, Donkó Károly, Kovács Zoltán, Répászky Miklós)

## EREDMÉNYEK

A kiskörei tározótérnek 12 700 hektár kiterjedésű területén egykoron igen jelentős erdőségek és nagy kiterjedésű gyümölcsösök voltak. Az építés és a későbbi tározótér kialakításának előkészítő munkái által érintett erdő területe megközelítőleg 3 250 hektár, a nagyobb kiterjedésű gyümölcsösök pedig 320 hektár összesített területet foglaltak el. A kis területű elszórt gyümölcsösök, az út menti fasorok, facsoportok térmértéke nem ismert. Jelen összesítés Kiskörétől Tiszabábolnáig, tizenhárom település adatait tartalmazza.

Az I. ütemben 1 014 hektár erdő kivágását végezték el 1973-ig, amelyek területe a vízlépcső, árvízvédelmi fővédvonal építéséhez és a 87,50 mBf. (Kisköre felső vízmérce 618 cm) duzzasztási szinttel elborítás alá kerülő területeket tartalmazta. Ezen tevékenység során közel 160 000 m<sup>3</sup> kitermelt faanyag keletkezett, azonban egy része veszendőbe ment az árvizes időszakokban, amelyet nem lehetett kiszállítani időben.

Az 1973-ban kezdődő mederduzzasztás 86,82 mBf. (a Kisköre felső vízmérce 550 cm-es vízállás) volt, ami 1978-ig volt üzemi szint.

A II. ütemnek számító 1973-1978 közötti időszakban a 89,00 mBf. (Kisköre felső vízmérce 768 cm) tározási szinttel elborított területek letermelése valósult meg. Nem elhanyagolandó a mederduzzasztás hatása, amely a fakitermelést nehezítette. Ekkor valósult meg a 2 036 hektár faállomány és a gyümölcsösök kitermelése.

1978-1984 között a duzzasztási szint 88,32 mBf. (Kisköre felső vízmérce 700 cm-es vízállás) került meghatározásra a vízlépcső üzemrendjében, majd 1984-2013 között 88,57 mBf. lett az üzemi vízszint.

A legnagyobb elszenvető erdőgazdálkodó a Szolnok megyei Állami Erdőgazdaság volt, amelynek területéből 2 053 hektár volt érintett. Az erdőgazdaság Tiszafüredi Erdészetének kilenc erdészkerületében került felszámolásra a faállomány.

A kivágott erdők legnagyobb részét őshonos fűzesek, nyárasok és nemes nyárasok alkoták. Több mint negyedrészt tett ki a kocsányos tölgyes – kőrisesek aránya, 2 %-nyi terület foglaltak el az égeresek, de voltak kísérleti állományok is új fajokkal, (fekete dió, amerikai kőris, ezüst juhar, hegyi juhar, mocsár ciprus). Ebből az időszakból 400 000 m<sup>3</sup>-nél több faanyag került kitermelésre. Az 1970-es években a vízlépcső előkészítő tevékenysége szolgáltatta Jász-Nagykun-Szolnok megye éves fakitermelésének mintegy 70%-át.

Az utolsó években a befejezési határidő közeledtével már nem sok faanyag használt. Termelési kényszer lépett föl a munkaterület biztosítás miatt és a ledöntött faanyag jelentős része földön fekvő maradt. Az erdőgazdaságnak a tőtől való elválasztásról kellett csak gondoskodnia. A téli időszakban (duzzasztás megszüntetését követően) lakossági karavánok szállították ki az ott maradt faanyagot.

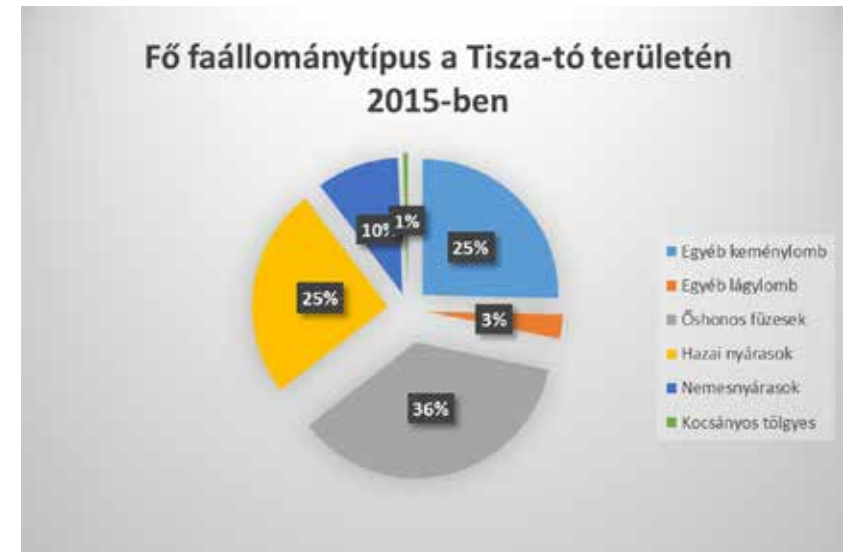
Az 1951. augusztus 24-i minisztertanácsi határozat nagyarányú erdősisítési és fásítási tevékenységet irányított elő, amely döntő többségében a hullámtereket célozta meg országosan. Az itt kivágott erdőállományok egy meghatározó részét ezen miniszter tanácsi határozat alapján 1953 évtől elindult országos erdőtelepítési program keretében hozták létre. Az 1965 évi keretelv elfogadását követően a beruházási területen már nem voltak természetesen erdőtelepítések. Az 1967-i erdőgazdasági felmérés szerint 0-10 év közötti faállományok területe 787 hektár, a 11-20 év közötti faállományok területe 944 hektár volt, míg a 41-60 éves korra becsült állományok mindösszesen 49 hektár. Az új fajok alkalmazásának kísérletei is az akkori országfásításhoz kapcsolódtak.

A korabeli termelést irányítók megkegyelmezték egy a poroszlói Tiszád területen található kocsányos tölgyes erdőrészletnek. Az erdőrészletben 78 élő, 25 talpon száradt és 15 földön fekvő tölgy található meg napjainkban is. A legidősebb egyede 628 cm kerületű (átmérő 200 cm), a legkisebb kerületű 135 cm. Számos korosztály képviselteti magát itt, ahol az 1819-es katonai térképen a Méhes helység volt ábrázolva.

A vízlépcső 10 éves üzemeltetése során bizonyossá vált, hogy a magasabb tározási szint nem kerül kiépítésre és az 1984 évi üzemi szint tartóssá válik. Ezáltal Tiszabábolna és Tiszalök közötti hullámtéri területen a fakitermelési munkákat nem kellett előkészíteni. Azon a szakaszon a töltéserősítési és építési munkák zajlottak le sokkal kevesebb terület igénybevételével.

Az 1967-1973 közötti időszakban a letermelt faállományok területének jelentős része még nem kapott vízborítást az építkezés időszakában, ezért azokon sarjadás és cserjésedési folyamatok indultak meg. A mechanikus zúzás mellett vizsgálták a kémiai gyomirtás lehetőségét, amellyel a sarjak leperzselése valósult volna meg, majd ezt követően irányított égetéssel szüntették volna meg a biomassza tömeget. A hatékony szerek (Reglon, Gramoxone, Glialka) az ilyen nagy kiterjedésű hullámtéri viszonyok miatt nem voltak alkalmazhatóak. Próbálkozások voltak téli időszakban a gyomirtás nélküli égetéssel (kloroformban oldott parafin segítségével) azonban sikertelenül. Felmerült a katonai gyakorlótéri szerepkör is a napalm bombák alkalmazhatósága érdekében, de ez sem valósult meg.

A III. ütemű duzzasztás elmaradása miatt ezzel a vízzinttel mintegy 2 300 hektár szárazulat maradt a tározó térben. A levágott erdők, amelyek nem kaptak vízborítást kisarjadtak, vagy a vizek által szállított magokból keltek/nőttek ki. Így rövid időn belül a szárazulatok beerdősültek ismét. Az ezredfordulóra 1 180 hektárnyi erdősisültés alakult ki. A kialakult faállományok összetételét a következő diagram szemlélteti. Az egyéb keménylombos kategóriában a fekete diós, ezüst juharos, magyar kőrises, amerikai kőrises, zöld juharos faállományok szerepelnek különböző elegyedéssel.



1. ábra Önerdősülés - faállomány-összetétele

A tározótér három kisebb területi egység kivételével a Magyar Állam tulajdonában és Vízügyi Igazgatóságok vagyongazdálkodásában van. Az elmúlt 50 évben az állományok fejlődését a nyári vízzint magassága határozta meg.

A vízlépcső építése során az erdőállományokat illetően nem csak a fakitermelés volt a főszerep, hanem kompenzációs erdőtelepítésekre is gondoltak a tervezők. A térségben 3 500 hektár erdőtelepítési szándék körvonalazódott, amelyből a vízügyi igazgatóságokra, állami erdészetekre és a termelő szövetkezetekre is hárult feladat.

A vízügyi igazgatóságokra az árvízvédelmi fővédvonalak menti fásítások és a leendő öntöző csatornák menti fasorok telepítése volt rábízva. A tározó II. ütemű duzzasztás időszakára a szivárgó csatornák és a töltések között mesterséges erdőtelepítés volt az első lépcsőfok. Ezekkel a faállományokkal ellensúlyozták a kitermelt faállományok hiányát, amelyeknek több funkciót is szántak. A szivárgó vizek mennyiségi csökkentése, tájesztétikai érték növelése, a környező erdőgazdaságnak munka biztosítás. Három vízügyi igaz-

gatóság töltése mentén 294 hektár véderdőt ültetett a korabeli erdőgazdaság Tiszafüredi Erdészete, amelyben tölgyek, őshonos fűzek, őshonos és nemesnyárok, égerek kaptak szerepet. Ezek átlagosan 30 méter szélességűek voltak és a töltéstest alatt átszivárgó vizek mennyiségi csökkentésében játszottak közre. Ültetésük 1977-ben indult. Abádszalók és Kisköre térségben ezen védőerdősávoknak a közjóléti funkció betöltését is szánták, amelyből az abádszalóki Erzsébet liget valósult meg az eredeti tervek szerint. Itt kilenc fafaj félkörös csoportos kiültetése történt meg, a fafajok között mocsár ciprus, mézgás éger, kínai nyár is került kuriózumként.

A KÖTIVIZIG területén található Nagykunsági öntöző főcsatorna mentén megközelítőleg 160 hektár erdőtelepítés valósult meg a vagyonekezelésében lévő ingatlanokon.

A tározó menti településeken, a leendő üdülőterületek környezetében szintén céltudatos erdőtelepítések zajlottak, pl. a tiszafüredi Kemény kastély térségében az állami erdészet 15 hektárnyi kocsányos tölgyest hozott létre.

A vízügyi igazgatóságok mellett sokkal nagyobb szerepet kaptak a termelő szövetkezetek és az erdőgazdaságok erdőtelepítésekre, az akkori országos fásítási program un. egységáras támogatás formájában. A tározó és az öntöző főcsatornák környezetében a megemelkedő talajvízszintek és az akkori belvizes időszakok kedveztek az erdőtelepítéseknek. Az abádszalóki Lenin Tsz. mintegy 230 hektár erdő telepítést valósított meg a Nagykunsági főcsatorna környezetében, zömében kocsányos tölgy fafaj alkalmazásával. A Tiszabői főcsatorna mentén 367 hektár, míg a Nagykunsági főcsatorna közeli Telekhalmi Halastó rendszer környezetében 480 hektárnyi erdőtelepítés jött létre.

Az 1970-es évek végétől a folyó menti hullámtér területein nemesnyárasokkal történő erdősítés vette kezdetét. Térségünkben a nyár telepítések nagy részét a 27 termelő szövetkezetet tömörítő Tiszai Öntöző Gazdaságok Együtműködése végezte el. A Tisza folyó hullámtérben a Kiskörei vízlépcső alatt a 340 – 401 folyamkilométer közötti szakaszon (Szolnok vasúti híd- Kisköre vasúti híd) mintegy 2 242 hektár nyárfaerdő telepítés valósult meg 2015-ig. Ugyanezen időszakban 244 – 340 fkm közötti szakaszon (Hármas-Körös torkolat – Szolnok Vasúti híd) pedig 2 394 hektár túlnyomórésztben nyáras erdőállomány került a folyó hullámtérére.

A következő táblázat négy megye erdőterület adatait mutatja be 1970-től 2022 időszakig, amellyel az erdőtelepítésekben jártas Bács-Kiskun megye, a legkisebb erdősültségű Békés és Jász-Nagykun-Szolnok - és a folyóval határos Heves megye erdősültségi változását szemlélteti.

1. táblázat Négy megye erdősülés változása

Év	Jász-Nagykun-Szolnok vármegye			Bács-Kiskun vármegye			Heves vármegye			Békés vármegye		
	Erdő-állomány (ha)	Fásítás (ha)	Összes erdő-részlet (ha)	Erdő-állomány (ha)	Fásítás (ha)	Összes erdő-részlet (ha)	Erdő-állomány (ha)	Fásítás (ha)	Összes erdő-részlet (ha)	Erdő-állomány (ha)	Fásítás (ha)	Összes erdő-részlet (ha)
1970	21 334	2 425		108 856	5 980		78 598	504		19 027	1 998	
2001	30 995	n.a	33 309	149 865	n.a	159 967	83 819	n.a	87 738	23 278	n.a	25 751
2017	31 293	n.a	35 353	165 896	n.a	175 542	85 645	n.a	88 524	23 848	n.a	25 840
2022	30 979	n.a	33 279	165 675	n.a	176 923	85 245	n.a	89 305	24 186	n.a	26 133

A kiskörei vízlépcső beruházáshoz kapcsolódó erdőtelepítéseket az első időszak erdősültségi változása szemlélteti, amikor is a Békés és Heves megyéhez képest kétszer annyi erdőt hoztak létre Szolnok megyében.

A későbbi időszakokban ezen megyékben sokkal csekélyebb mértékűek az erdőterület változások, sőt az utóbbi öt évben negatív tendenciát is mutat, okai között jogszabályi változásokból eredő erdőállomány adattár karbantartások, természeti tényezők okozta erdőpusztulások és az erdőterületek más célokra történő kivonásokkal magyarázható.

2. táblázat Erdőterület változás négy megyében

Erdősültség változás	Jász-Nagykun-Szolnok vármegye		Bács-Kiskun vármegye		Heves vármegye		Békés vármegye	
	Erdő-állomány	Össz. erdő-részlet	Erdő-állomány	Össz. erdő-részlet	Erdő-állomány	Össz. erdő-részlet	Erdő-állomány	Össz. erdő-részlet
	hektár							
1970-2001	9 661	11 975	41 009	51 111	5 221	9 140	4 251	6 724
2001-2017	298	2 044	16 031	15 575	1 826	786	570	89
2017-2022	-314	-2 074	-221	1 381	-400	781	338	293

## ÖSSZEGZÉS

A Kiskörei Vízlépcső és hozzákapcsolódó vízi létesítmény rendszer kiépítése jelentős tájformáló szereppel járt. Ennek a tájatalakító munkának a térségünk erdőállományai is nagymértékben negatív hatásviselői voltak. Ugyanakkor ez az óriási beruházás létrehozta az alföld középső száraz részén napjainkban Tisza-tónak nevezett hatalmas vízfelületet, mely a környező települések életében oly jelentős turisztikai vonzerőt és éltető öntözővizet biztosít. A második legalacsonyabb erdőszűlségű megyében a beruházás erdőtelepítések mértékére gyakorolt hatásai is kimutatható, mert a tározó töltések és az öntözőcsatornák hatásterületén nagy kiterjedésű erdősítések valósultak meg. Békés és Heves megyékhez viszonyítva 4 - 5 000 hektárral több erdőtelepítés történt a megyénkben az ezredfordulóig. A különböző (állami) forrásokból megvalósított erdősítés a vízügyi beruházáshoz kapcsolódóan a megye erdőterület csökkenése kompenzálásra került a megszüntetett térmértékkel közel azonos arányban.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Szolnok megyei Állami Erdőgazdaság (1967) Kiskörei vízlépcső Erdőkitermelési terve  
Koháry Nándor és Nagy Illés (1973): Főcsatornák és a tározó töltésének építése Vízügyi Közlemények különszáma  
MHT – Szolnoki Területi Szervezete (1983): Ankét a Kiskörei Vízlépcső felavatásának 10 éves évfordulójára  
VIZITERV (1966) K-2.15.5 Erdőkitermelési Ütemterv II. és III. ütem felelős: Kovács Zsigmond  
KÖTIVIZIG (1986): Nagykunsági és Jászsági Öntöző főcsatornák fásítási terve felelős: Szabó Gyula  
Vargha János: Betonpillér – oldalra dőlve Beszélgetések a Kiskörei Vízlépcsőről Kortárs 1982. évi 5. szám  
EMKÖVIZIG (1990): A Kiskörei Vízlépcső hatásvizsgálata és fejlesztési lehetőségeinek elemzése a mezőgazdaságra vonatkozóan összeállította: Pecsénye Béláné  
KÖTIVIZIG (1995): Kiskörei tározó fenntartási tevékenységeinek vizsgálata és hasznosítási javaslatok összeállította Karcagi Gábor  
GREENSCAPE (1999) Kiskörei tározó üzemrendjének ökológiai felülvizsgálata  
MÉM Erdőrendezési Főosztály (1973) Erdőleltár I. 1970. (szerk. Rakonczay Zoltán)  
Földművelésügyi Minisztérium (2001) Erdővagyon, Erdő- és Fagazdálkodás Magyarországon

## HALTENÉSZTÉSBŐL SZÁRMAZÓ ÖNTÖZŐVÍZ STIMULÁLÓ HATÁSA A TALAJ BIOLÓGIAI ÁLLAPOTÁRA KÖZTESTERMESZTÉSI TECHNOLÓGIÁBAN – AGRÁRERDÉSZETI RENDSZERBEN

**BAKTI BEATRIX<sup>1</sup>, JANCÓS MIHÁLY<sup>2</sup>, KOLOZSVÁRI ILDIKÓ<sup>5</sup>, SIMON BARBARA<sup>3</sup>, ZALAI MIHÁLY<sup>4</sup>, GYURICZA CSABA<sup>5</sup>, KUN ÁGNES<sup>2</sup>**

- 1 Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály, 4150 Püspökladány, Farkasszigeti 3., bakti.beatrix@uni-sopron.hu  
2 Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, 5540 Szarvas, Anna Liget u. 35., jancso.mihaly@uni-mate.hu, kun.agnes@uni-mate.hu  
3 Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Talajtani Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., simon.barbara@uni-mate.hu  
4 Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Integrált Növényvédelmi Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., zalai.mihaly@uni-mate.hu  
5 Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományi Intézet, Agronómia Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., kolozsvari.ildiko@uni-mate.hu, gyuricza.csaba@uni-mate.hu

## KIVONAT

*Vizsgálatunk célja egy komplex agrárerdészeti rendszer értékelése fasorok közötti köztesműveléssel és a visszanyert víz hasznosításával a fenntarthatóság és a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében. A köztesművelési rendszer előrelátható pozitív hozadéka lehet: a szántóföldi növények magasabb hozama, továbbá fásszárú biomasszahozam növelés és közvetve kedvező mikroklíma, vízmegőrzés, megnövekedett biodiverzitás és szélkárcsökkentés. Kisüzemi (0,3 ha) kísérletünkben a köztes növény (aerob rizs /2020;2021/; hibrid kukorica /2022;2023/) nyár- és fűzfásorok között zajlott. A rizsfajtát és a hibrid kukoricát természetes eredetű folyóvízzel és egy intenzív harcsatelep elfolyó vizével öntöztük. Vizsgáltuk az öntözés és a szerves mulcsolás hatását a giliszta abundanciájára, a biomasszájára. Három éves öntözés után megvizsgáltuk a fás szárú energetikai ültetvény fasorát (FS), a pufferzónát (PZ) és a köztestermelés területét (KT). Összefoglalva, ez a tanulmány bemutatta a szalma talajtakarás jótékony hatásait a talaj sótartalmának csökkentésére és a talajegészségi mutatók javítására. A fasor (FS) és pufferzónás (PZ) élőhelyek magasabb giliszta egyedszámot mutattak a többi területhez képest. A gyomborítottságot a talajművelés intenzitása és a fákkal borítottság befolyásolta, a fás szárú élőhelyen nagyobb gyomsűrűséget figyeltünk meg.*

## Kulcsszavak:

öntözés, mulcs, földgiliszta, humusz, agrárerdészet, talajbiológia, talajegészség

## BEVEZETÉS

Az agrárerdészet számtalan lehetőséget rejt önmagában. Az agrárerdészet valamilyen mezőgazdasági kultúra vagy rendszer és fák együtt-termesztése. Ez annyit jelent, hogy egy agrárerdészeti rendszerben egyszerre több területhasználati módot alkalmaznak, ami lehet például fa- és növénytermesztés együttes alkalmazása, ezáltal megvalósul a terület többcélú hasznosítása. Kihívást jelenthet, hogy teljesen különböző termesztéstechnológiával rendelkező növényeket párosítsunk (Szalai és Dósa, 2018; Zamożny, 2018).

Magyarországon bővíteni akarják a fával borított területeket, melyekre egy jó alternatíva az agrárerdészet, ami egy jó lehetőség lenne a földhasználatért vívott harc megszüntetésére. Jelenleg 800.000 hektár szántóterület tartozik gyenge termőhelyi kategóriába, ahol nem, vagy csak nagyon nehezen lehet jövedelmező szántóföldi növénytermesztést folytatni. Agrárerdészeti rendszerrel kombinálva ezeken a területeken is sokkal kedvezőbb lehetne a termés. Az első években növényekkel, később akár állatok bevonásával (Gyuricza és Borovics, 2018).

Az utóbbi évtizedekben az agrárerdészeti gyakorlat nagy hagyományokkal rendelkező és modern technológiai változatai Európa-szerte és Magyarországon is újra terjedőben vannak. E gazdálkodási rendszerek a megfelelő technológia alkalmazása mellett változatossá teszik és növelik a termést, illetve annak értékét azáltal, hogy gazdasági és környezeti hasznot közvetítenek a gazdálkodók felé. Az agrárerdészeti gazdálkodási rendszer elterjedése kedvezően befolyásolhatja a természetes vegetáció alakulását, a termelésbiztonságot és segítheti a növekvő faanyagigény kielégítését. Az Európai Unió fejlesztési célkitűzéseiben nagy szerepet kapnak a klímaváltozással kapcsolatos kérdések, mint például a légköri széndioxid megkötése. Ennek legelőnyösebb eszköze lehet a fatelepítés és fatermesztés, és ez része az agrárerdészeti technológiának is (Vityi et al., 2018).

A hagyományos gazdálkodással szemben számos gazdasági, társadalmi és környezetvédelmi előnnyel jár a rendszer alkalmazása. Környezeti szempontból jelentős szerepet töltenek be a mikroklíma megőrzésében, az eróziós és deflációs hatások csökkentésében, azaz a talajvédelemben. Ökológiai folyosóként biztosítanak élőhelyeket, elősegítik a természetes ellenségek felszaporodását, ezáltal szerepet vállalnak a biológiai növényvédelemben, csökkenthetik a terület peszticid terhelését. Növelik a faji és tájképi diverzitást, hozzájárulnak az extenzív állattartás hagyományainak életben tartásához (Szalai és Dósa, 2018).

Az egészséges talaj az egyik legfontosabb erőforrás az ökoszisztéma fenntarthatóságának érdekében. Az agrárerdészet, mint fenntartható földművelési módszer, a talaj minőségének javításában fontos szerepet játszik. Több évtizedes kutatások bizonyítják, hogy az agrárerdészeti rendszerek hatékonyabban kötik meg a talajban a légköri szén-dioxidot szemben a monokultúrás termesztéssel. Növelik a talaj tápanyagellátását

és a növények számára a tápanyagok felvehetőségét is azáltal, hogy a rendszerben jelen vannak a fák. Továbbá fokozza a talaj mikrobiális összetételét, ez pedig pozitívan befolyásolja a talajéletet (González et al., 1996).

A fák gyökerei különböző mélységi szinteken helyezkednek el, ez biztosítja a tápanyag-kimosódás mértékének csökkenését. Svájci mérések szerint az agrárerdészeti rendszerekből 46 százalékkal kevesebb nitrát mosódik ki, mint a szántóföldi növénytermesztés esetében. A fák gyökerei a talaj mélyebb rétegeiben eléri és hasznosítják a tápanyagokat, a rendszerben előforduló pillangós növények pedig a nitrogén megkötésében játszanak szerepet, ez különösen a fiatal fák növekedését segíti elő. A tápanyagok felhalmozódásának eredményeképpen hosszabb távon javul a talajtermékenység és a talajszerkezet is. A fák szén-dioxid megkötő képessége révén akár évtizedekig is raktározhatják a szenet, illetve a talaj is fontos szénraktár lehet a humusztartalom növekedése és a talajbolygatás hiánya miatt (Borovics et al., 2017).

Egyes fűz- és nyár fajták már az első év során elérhetik a 4-5 m magasságot, amelynek szélérózió-csökkentő hatása magasságuk 25-30-szorosára, azaz 100-150 méterre terjed ki, ezáltal az ültetvények a környező termőhelyek védelmében is jelentős szerepet játszanak, mint talajvédő fasorok, illetve erdősávok (Gyuricza, 2007). A teljes C-megkötés a rövid vágásfordulójú ültetvényeknél lényegesen magasabb, mint az egynyári szántóföldi növények esetében, de elmarad az érett erdőkéhez képest. A lehullott levelek bomlásakor végbemenő mikrobiális tevékenységek következtében morzsásabb szerkezetű talaj alakul ki, valamint a humuszréteg tápanyagban gazdagabb lesz. A talaj számos organizmusnak jelent élőhelyet.

A talajélőlények (*edaphon*) közül a földgiliszták vizsgálata kiemelt jelentőségű, mert a talaj ökoszisztémában betöltött szerepük a mérsékelt égövben bizonyított, így a talaj biológiai állapotának jelentős indikátorai (Simon et al., 2022). A földgiliszták járataikkal együtt jelentős szerepet játszanak a talaj fizikai-, kémiai- és biológiai folyamataiban. A giliszták járatkészítés során lazítják, keverik a talajt, csökkentve ezzel a talajtömörödés veszélyét. A keverő hatás révén a növényi maradványok a felszínről a mélyebb rétegekbe kerülnek, illetve a szerves anyagok az alsóbb rétegekből a felszínre (Kun et al., 2023). A gilisztaürülék egy speciális tulajdonságokkal rendelkező organo-minerális anyag, amely egyéb anyagokkal keveredve (urin, mucus) részt vesz az agyag-humusz komplexek, a talajaggregátumok és a talajszerkezet kialakításában. A vertikális gilisztajáratok, mint pórusok a növények mélyebb rétegekbe történő begyökerezését, a fel- és altalaj átvegyőzését és a talaj vízgazdálkodását is elősegíti (Gyuricza et al., 2011).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

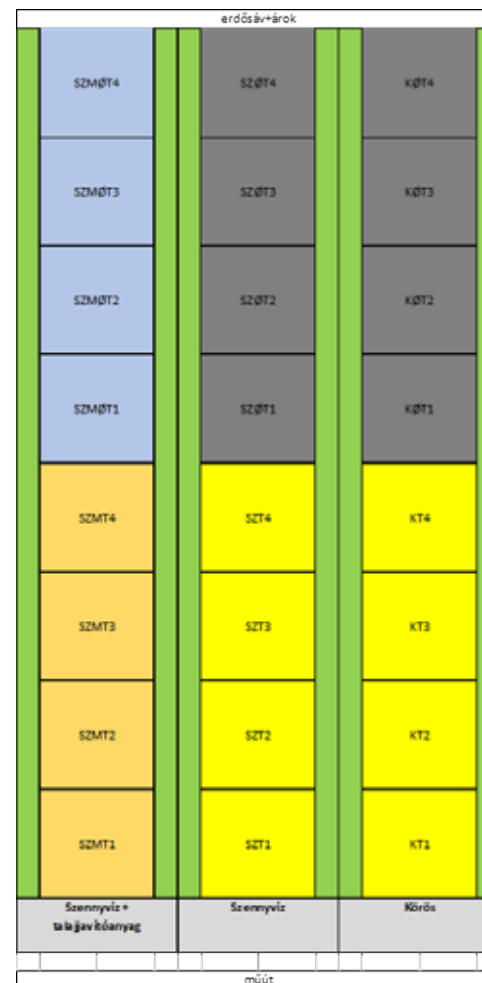
A kísérleti agrárerdészeti rendszer a MATE KÖTI Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet (ÖVKI) részeként Békésszentandrás, illetve Szarvas külterületén található.



1. ábra: A kísérleti terület („Sportpálya”) műholdfelvétélről (Szarvas, 2023)

A jelen kísérlet előtt öt évig volt a kutatási területen energiaültetvény kísérleti céllal öntözéses formában. 2018-ban az ültetvényt agrárerdészeti rendszerre alakítottuk át. Jelenleg hat fásor található a területen (két egysoros a szegélyeken, két ikersoros közepén) és 3 tábla köztes művelésű terület (10 m szélesség) (1., 2., 3., és 4. ábra). A talaj típusa Vertisols, agyagos szerkezetű, 8,3 pH, 5,4% összes karbonát és 2,4% szerves-anyag tartalommal.

A nyárklón SOE ERTI sárvári kísérleti állomásán, Kopecky Ferenc által létrehozott államilag elismert, mesterséges hibrid (*Populus ×euramericana* cv.Kopecky), míg a fehérfűz (*Salix alba*) szintén a SOE ERTI által szelektált klón (82-es kódjelű). Kisüzemi (0,3 ha) kísérletünkben a köztes növény (aerob rizs/2020;2021/; hibrid kukorica/2022;2023/) nyár- és fűzfásorok között zajlott. A fásorok É-D irányban helyezkednek el. A fásorok letermelése 3 éves vágásfordulóban történik.



2. ábra: A „Sportpálya” terület kialakítása (Szarvas, 2022)

A rizsfajtát és a hibrid kukoricát természetes eredetű folyóvízzel és egy intenzív harcstalep elfolyó vizével öntöztük. A kísérletek kezeléseiben két vízminőséget és három öntözési dózist alkalmaztunk. A két kezelésben kétheti öntözési fordulóban kijuttatott intenzív halnevelő telepről származó elfolyó hatását vizsgáltuk. Az öntözővíz adagja 60 (+talajjavító anyag) és 30 mm. A harmadik kezelés (öntözött kontroll) a kísérleti terület közvetlen közelében található Bikazugi-holtág (Körös) vizének öntözésével történt, 30 mm-es öntözővíz adaggal.

A kísérleti terület felén talajfelszín takarásához (mulcs) őszi búzaszalmát (0,25 kg m<sup>-2</sup>) alkalmaztunk (2. és 3.ábra).



3. ábra: Talajtakarás, mulcs alkalmazása a köztes területen (Szarvas, 2023)

A földigiliszta egyedek talajból történő kinyerése alapvetően két eljárással történhet (ISO 23611-1:2006). Az egyik az úgynevezett kézi válogatás (Bretscher 1896), a másik módszer valamilyen oldat segítségével úzi ki az egyedeket a talajból. Mi a kézi válogatás módszerét alkalmaztuk a földigiliszták megmintázására. A földigiliszták mintázását évente kétszer, tavasszal (április-május) és ősszel (szeptember-október) végeztük 3 különböző élőhelyen, melyet a 4. ábra mutat. A mintázási pontokon először eltávolítottuk a talaj felszínét borító növényzetet és növényi maradványokat. Ezután kimértük a 25 x 25 cm méretű mintagödrök helyét, majd ásóval 25 cm mélységű talajmintát vettünk, amit az előkészített PVC zsákra tettünk. A PVC zsákon lévő talajt kézzel gondosan átmozdítottuk és belőle minden földigilisztát kiszedtünk. A műanyag palackokba (250-500 ml) kezelésként külön gyűjtött egyedeket alkoholban (70%-os etanol) helyeztük, majd laboratóriumba szállítottuk. Minimum fél, maximum 24 óra eltelté után áthelyeztük őket két hétre 4%-os formalinba fixálás céljából. A végleges tartósítás 70%-os etanolban történt. Ezután az egyedeket méret szerint osztályoztuk és lemértük a tömegüket (biomassza). Végül az ismert területről begyűjtött egyedeket 1 m<sup>2</sup> területre vonatkoztattuk.

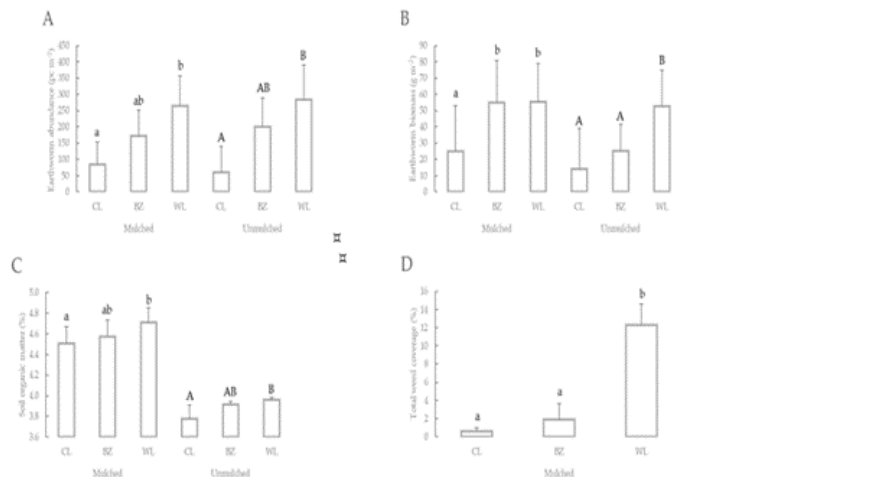


4. ábra: Földigiliszta mintavétel minden év tavaszán és ősszen, a mintavételezett élőhelyek a következők voltak: a) köztes terület (KT); b) pufferzóna (PZ); c) fasor (FS).

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az általunk alkalmazott statisztikai elemzés szerint (5A. ábra; 1. táblázat) a FS (264 pc m<sup>-2</sup>) és a PZ (172 pc m<sup>-2</sup>) élőhelyről vett földigiliszta minták szignifikánsan nagyobb földigiliszta egyedszámot mutattak, a KT-hez (84 db m<sup>-2</sup>) képest talajtakarásos kezelések mellett. A talajtakarás nélküli kezeléseknél hasonló volt a tendencia, FS: 284, PZ: 200 és KT: 60 pc m<sup>-2</sup>. Így a mulcsozás hatása nem volt jelentős.

A földigiliszta biomasszáját tekintve (5B. ábra; 1. táblázat) az értékek szignifikánsan FS (55,4 g m<sup>-2</sup>) fasorok alatt voltak a legnagyobbak, a KT (24,6 g m<sup>-2</sup>) kezeléssel összehasonlítva, míg hasonló tendencia volt megfigyelhető a talajtakaró alkalmazása során. Mulcsozás nélküli kezeléseknél esetében, ahol a FS (52,6 g m<sup>-2</sup>) szignifikánsan nagyobb biomasszát adott, mint a KT (14,1 g m<sup>-2</sup>) kezelés.



5. ábra: A talajtakarás és az élőhely hatása a földgiliszta egyedszámára (pc m<sup>-2</sup>) (A), a földgiliszta biomasszára (g m<sup>-2</sup>) (B), a talaj szerves anyagára (%) (C) és a teljes gyomborítottságra (%) (D) egy agrárerdészeti kísérletben (Szarvas, 2022).

1.táblázat: Talajtakarás és az élőhely hatása a földgiliszta egyedszámra (pc m<sup>-2</sup>) és a földgiliszta biomasszára (g m<sup>-2</sup>) agrárerdészeti kísérletben (Szarvas, 2022).

Élőhely	darabszám (db / m <sup>2</sup> )			biomassza (g/m <sup>2</sup> )		
	mulcsozott	133,33	104,00	mulcsozott	4,75	12,96
Köztes terület	nem mulcsozott	74,67		nem mulcsozott	8,73	
	mulcsozott	130,67	114,70	mulcsozott	17,73	10,90
Pufferzóna	nem mulcsozott	98,67		nem mulcsozott	11,31	
	Fasor	mulcsozott	186,67	152,00	mulcsozott	11,93
nem mulcsozott		117,33		nem mulcsozott	17,16	

A talaj szervesanyag-tartalmát (SOM) illetően a fent említett három élőhelyről (KT, PZ és FS) vettünk talajmintát, a talajtakarás hatása statisztikailag szignifikáns volt (5C. ábra). Szignifikánsan nagyobb értékeket kaptunk a mulcsozott helyeken FS (4,7%) kezelés alatt, mint a KT (4,5%). A mulcsozás nélküli kezeléseknél alacsonyabb értékeket értek el a következő csökkenő sorrendben: 4,0 (FS), 3,9 (PZ) és 3,8% (KT).

## KÖVETKEZTETÉS

Összefoglalva, ez a tanulmány bemutatta a szalma mulcsozás jótékony hatásait a talaj sótartalmának csökkentésében és a talaj-egészségügyi mutatók javításában. A fasor (FS) és a pufferzóna (PZ) élőhelyek magasabb földgiliszta egyedszámot mutattak más területekhez képest. Ezenkívül a talajtakarás pozitívan befolyásolta a földgiliszta biomasszáját és a talaj szervesanyag-tartalmát. A gyomborítottságot a talajművelés intenzitása és a fákkal borítottság befolyásolta, a fasorokban nagyobb gyomsűrűséget figyeltünk meg. Ezek az eredmények hangsúlyozzák az újrafelhasznált vízőntözés, talajtakarás és agrárerdészeti rendszerek potenciális előnyeit a talaj egészségének és a hatékony gyomirtásnak a elősegítésében.

Összességében ez a kutatás hozzájárul ahhoz, hogy megértsük a fenntartható talajgazdálkodási gyakorlatokat, és betekintést nyújt az agrárerdészeti rendszerek hasonló kontextusban történő, újrahasznosított vizes öntözéssel történő megvalósításába. További kutatások szükségesek e gyakorlatok hosszú távú hatásainak és skálázhatóságának feltárására. Az agrárerdészeti rendszerekben megvan a lehetőség a talaj biológiai sokféleségének és a mikrobiális aktivitás fokozására, amelyek döntő szerepet játszanak a tápanyagkörforgásban és a talaj egészségében. Az agrárerdészeti kísérletek talajbiológiára gyakorolt hatásának tanulmányozásával értékes betekintést nyerhetünk a talajminőség javításának háttérében álló mechanizmusokba ezekben a rendszerekben.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Borovics A., Somogyi N., Honfy V., Keserű Zs., Gyuricza Cs.: Agrárerdészet, a klímatudatos, természetközeli termelési mód. In: Erdészeti Lapok. 2017. 152. évf. 6. sz. p. 178-182. <https://docplayer.hu/135220095-Agrarerdeszet-a-klimatudatos-termeszetkozeli-termelesimod.html>
- González, G.; Zou, X.; Borges, S. Earthworm Abundance and Species Composition in Abandoned Tropical Croplands: Comparison of Tree Plantation and Secondary Forests. *Pedobiologia* 1996, 40, 385–391.
- Gyuricza, Cs. (2007): Cultivating woody energy crops for energetic purposes. *Biowaste*. 2. 4. 25-32
- Gyuricza Cs., Hegyesi J., Kolhelb N. (2011): Rövid vágásfordulójú fűz (*Salix* sp.) energiaültetvény termesztésének tapasztalatai és életciklus-elemzésének eredményei *Növénytermelés* 60. 2. 45-65
- Gyuricza, Cs., Borovics, A. (2018): Agrárerdészet, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gödöllő, 260. p
- Kun, Á.; Simon, B.; Zalai, M.; Kolozsvári, I.; Bozán, C.; Jancsó, M.; Körösparti, J.T.; Kovács, G.P.; Gyuricza, C.; Bakti, B. Effect of Mulching on Soil Quality in an Agroforestry System Irrigated with Reused Water. *Agronomy* 2023, 13, 1622
- Simon, B.; Boziné Pullai, K.; Selmeczi, D.; Sebők, A.; Tóthné Bogdányi, F.; Weldmichael, T.G.; Zalai, M.; Nsima, J.P.; Tóth, F. Green Corridors May Sustain Habitats for Earthworms in A Partially Converted Grassland. *Agronomy* 2022, 12, 793.
- Szalai K., Dósa I.: Agrárerdészet - A többcélú mezőgazdasági területhasználat. Vidékfejlesztési kézikönyv 1. Budapest: Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, 2018. p. 16. <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/4339-agrarerdeszet-a-tobbcelu-mezogazdasagiterulethasznalat-1/file>
- Vityi A., Kiss-Szigeti N., Kovács K.: Az agrárerdészet magyarországi helyzete. Kutatások a 210 éves Erdőmérnöki Karon. Sopron: Soproni Egyetem Kiadó 2018. p. 34-40.
- Zamozny G.: Agrárerdészeti ismeretek: útmutató környezetbarát és jövedelmező gazdálkodási módszerekhez. 2018. <https://mek.oszk.hu/18900/18937/18937.pdf>

## AZ ASZÁLY HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA ALFÖLDI ERDŐK ESETÉBEN

**BOLLA BENCE, SZABÓ ANDRÁS**

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály

### KIVONAT

*A 2022-ben egész Európát extrém aszály sújtotta. 2023-ban egy csapadékosabb év következett, átlagosan 20%-kal több csapadék hullott az alföldi területeken az elmúlt 30 év átlagához képest. A csapadékosabb, humidabb év után 2024-ben ismét hosszan tartó nyári aszály jelentkezett a vegetációs időszakban. A tavaszi hónapokban ugyan érkezett csapadék, viszont a nyári hónapokban 68 nap során emelkedett a hőmérséklet 35 °C fölé a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetének 7 alföldi (Kecskemét, Bócsa, Pusztaszer, Püspökladány, Napkor, Jászberény, Gyula) mérőállomásainak adatai alapján. Az extrém magas és hosszan tartó aszálynak köszönhetően az alföldi monitoring területeinken átlagosan 25%-os nyári lombvesztést tapasztaltunk a korábbi, 2022-es nagyarányú (30-50%) korai lombvesztés után.*

### Kulcsszavak:

erdőállományok, aszály, alföld, klímaváltozás

## THE SCIENTIFIC STUDY OF THE EFFECT OF DROUGHT IN THE GREAT HUNGARIAN PLAIN'S FOREST STANDS

### ABSTRACT

*In 2022, all of Europe was affected by extreme drought. In 2023, a wetter year followed, with an average of 20% more precipitation in the lowland areas compared to the average of the past 30 years. After this wetter, more humid year, 2024 saw another prolonged summer drought during the growing season. Although precipitation did occur in the spring months, during the summer, temperatures exceeded 35°C on 68 days, according to data from seven lowland measurement stations (Kecskemét, Bócsa, Pusztaszer, Püspökladány, Napkor, Jászberény, Gyula) of the Forestry Research Institute of the University of Sopron. Due to the extremely high and prolonged drought, our lowland monitoring areas experienced an average of 25% summer leaf loss, following the earlier, significant (30-35%) early leaf loss in 2022.*

### Keywords:

forest stands, drought, Great Hungarian Plains, climate change

## BEVEZETÉS

2022-ben Magyarország jelentős részét (főleg az Alföldet) történelmi aszály sújtotta, mely az erdőállományainkat is jelentősen érintette. Az időjárási szélsőségek fokozták a klímaváltozás negatív hatásait. Az alföldi erdők erőteljes lombvesztéssel reagáltak a csapadékmentes és rendkívül meleg nyári időjárásra. 2023-ban jóval nedvesebb év következett. Az egészségi állapot felmérések és fenológiai vizsgálatok bizakodásra adtak okot a korábbi évben tapasztalt, súlyos aszály hatásainak mérséklődésében. Azonban 2024-ben ismét hosszan tartó nyári aszály jelentkezett a vegetációs időszakban hosszan tartó, magas hőmérséklettel és minimális csapadékkal az Alföldön. Az erdőállományok hőmérséklet temperáló hatása miatt is fontos, hogy ahol megfelelőek a körülmények, ott továbbra is fenn tudjuk tartani az erdei ökoszisztémát a klímaváltozás hatásainak mérséklésére (páraéhség csökkentése, mikro- és mezoklíma javítása, hőmérséklet temperálása).

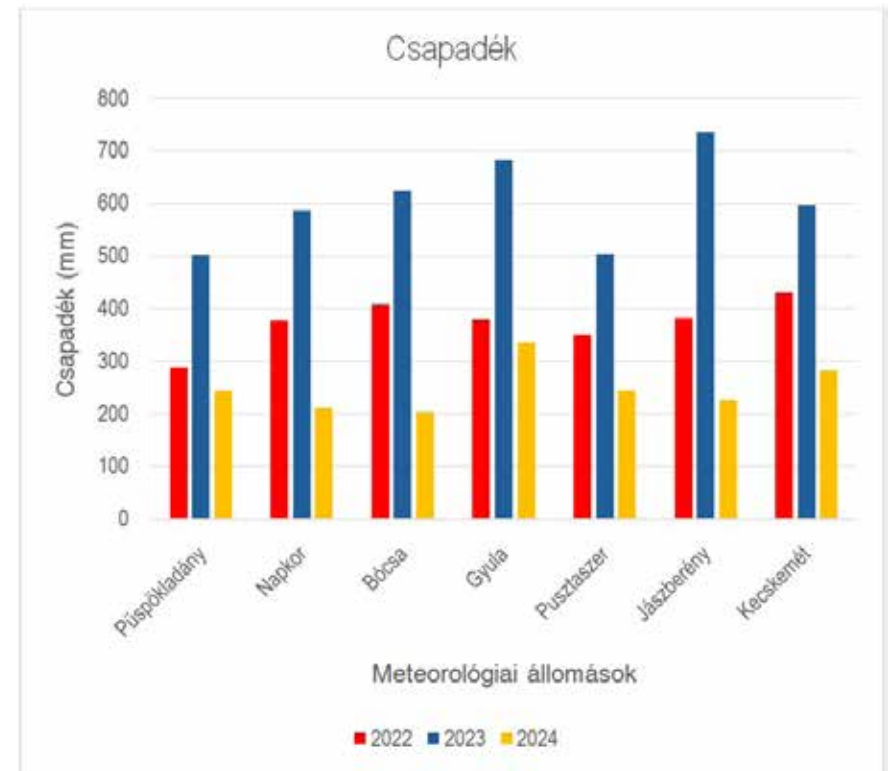
## ANYAG ÉS MÓDSZER

A 2022-ben és 2024-ben regisztrált aszály hatásait a Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézetének hidro-meteorológiai hálózatának segítségével (7 db meteorológiai állomás, 10 db talajvízkút), továbbá a vegetációs időszakban terepi mérések (lombgyűjtés, fenológiai megfigyelések) segítségével vizsgáltuk meg. A 7 mintaterület a meteorológiai állomások közelében helyezkednek el. Vizsgálatunkat kocsányos tölgy (Püspökladány, Gyula), akác (Napkor, Kecskemét), fekete fenyő (Kecskemét), szürke nyár (Bócsa), erdei fenyő (Bócsa) főfajájú faállományokban folytattuk.

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az elmúlt évben az átlaghőmérséklet ismét növekvő tendenciát mutatott az alföldi meteorológiai állomásaink hőmérsékleti adatai szerint. A hőségnapok ( $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ ) száma és a forró napok ( $T_{\max} \geq 35 \text{ °C}$ ) száma is növekedést mutat (2022-ben 62 hőségnap, 14 forró nap, 2024-ben 68 hőségnap 21 forró nap).

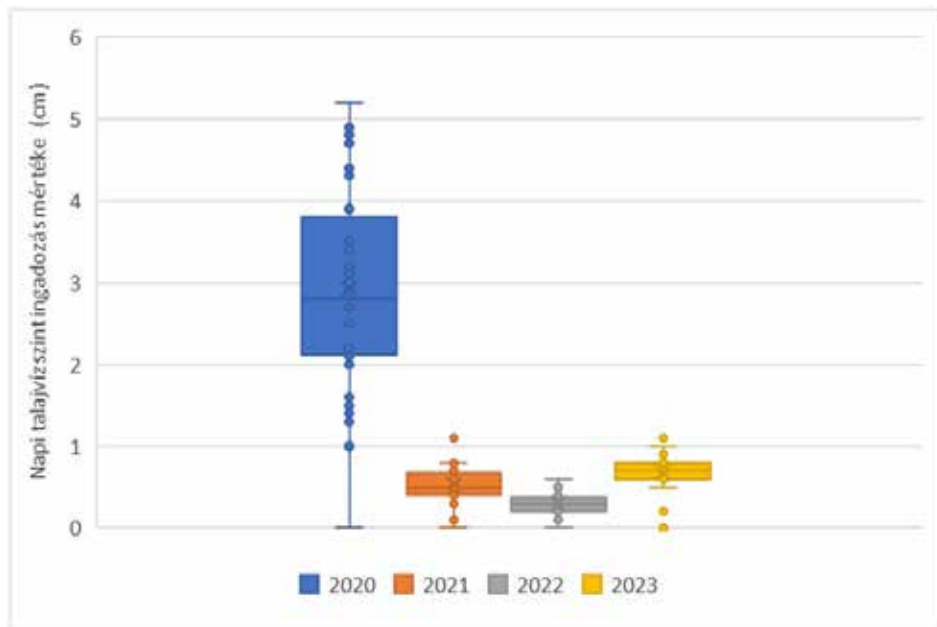
Az aszályos időszakokat és az alacsony (napi) csapadékösszegeket jól jelzik a szintén alacsony relatív pártartalom értékek (15-20%). Jellemzően a júniusi, júliusi és augusztusi adatok elmaradnak az ilyenkor megszokott légnedvesség-tartalomaktól (75-80%). 2022-ben június, 2024-ben július hónapokban csökkent jelentősen a relatív páratartalom mértéke. 2022-ben 51 nap volt, amikor harmatképződés sem jött létre. A légköri aszály fokozódó mértéke extrém magas volt 2022-ben: 361 h/év, 2024-ben: 312 h/év az alföldi mérőállomások adatai alapján.



1. ábra: az éves csapadék alakulása 2022-2024-ben a 7 meteorológiai állomás adatai alapján (2024-es csapadékatatok IX. 15-ig láthatóak).

A 2022-es év első felében a csapadékatokról elmondható, hogy Gyulán a fő növekedési hónapokban 71,2 mm. Püspökladányban a január, február, március hónapokban 24,2 mm volt a három hónap csapadékösszege. 2023-ban átlagosan 20%-kal több csapadék érkezett az alföldi mintaterületeken az elmúlt 30 év átlagához képest. 2024-ben a tavaszi csapadékok után júniustól szeptemberig átlagosan 68 mm volt az időszakos csapadék összege (1. ábra).

A talajvíz készletek tekintetében az utóbbi csapadékszegény évek hatását nehéz különválasztani az Alföldön már évtizedek óta megfigyelhető talajvízsüllyedés trendjétől. Erre jó példa a püspökladányi mintaterületünkön megfigyelt folyamat, miszerint a 2020 augusztusával ellentétben 2021 augusztusára – azaz már a 2020-as aszályt megelőzően – jelentősen lecsökkent a fotoszintézishez köthető napi talajvízszint ingadozás mértéke, ami a talajvíz és a gyökérzet kapcsolatának megszakadására utal (2. ábra). Ez egyértelműen a talajvíz folyamatos süllyedésének tudható be, amit az azóta bekövetkezett két aszályos év tovább súlyosbított.



2. ábra: A napi talajvízszint ingadozás mértéke Püspökladány-Farkasszigeten a 2020-2023-as időszak augusztus hónapjaiban.

Ez az erdőállomány szempontjából természetesen igen negatív következményekkel járhat, tekintve, hogy ezidáig a fás vegetáció a talajvíz, mint pótlólagos vízforrás, segítségével vészelhette át a száraz időszakokat. A negatív hatások egy jele lehet a korai lombvesztés jelensége is.

A mintaterületeken (1. ábra) a lombvesztés mértékét vegetációs időszakban június és augusztus hónapokban vizsgáltuk, légifotók, távérzékelési módszerek és terepi bejárások alapján. Jelentős (25%) lombvesztés volt tapasztalható a Kecskeméten (3. ábra), Gyula környékén és Püspökladányban. Lombvesztéssel érintett faállományok: akácok, kocsányos tölgyesek és szürke nyáras.



3. ábra: A kecskeméti akácos mintaterület augusztus elején, a korai lombvesztés ideje alatt.

## ÖSSZEFOGLALÁS

2022. után 2024-ben ismét elhúzódó aszály éreztette negatív hatásait. Hosszú csapadékmentes, száraz periódusok jellemezték az időjárást az év első felében. A forró napok száma és a légköri aszály mértéke 2022. után 2024-ben ismét kimagasló volt. A vizsgált mintaterületeken a faállományok korai lombvesztését állapítottuk meg, ami ismételten az aszály negatív hatásaként értékelhető. A klíma előrejelzéseinek és az eddigi tapasztalatok alapján növekedhet a kedvezőtlen adottságú területek növekedése. Fontos az erdőállományok ellenálló képességének megtartása, a klímaváltozás hatásait mérséklő, ökológiai, közjóléti, humán egészségügyi funkciói miatt. Az alföldi erdők hosszútávú fennmaradásának biztosítása a jövőben jelentős kihívások elé állítja a szakembereket. Az Alföldön található erdőállományok megőrzése nagyon fontos cél a klímaváltozás fokozódó hatásainak mérséklése érdekében.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció a TKP2021-NKTA-43 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg, köszönet érte.

## A hegy és víz szerelme

Őserővel gyúrte kérgét a magasba  
Az áldott állapotú, teremtő földanya.  
Míg sziklás gyermekét az ég felé emelte,  
Fájdalmas könnye gördült egy mederbe.

Két újszülött, együtt iperednek,  
Játszozva kavicsot pörgetnek,  
Melynek anyagát a hegy hasítja,  
Gömbölydeddé a víz alakítja.

Szőke patak szökken az üde forrásból,  
Daliás lesz a bérctető a zöldellő fáktól,  
Kristályhaj omlik a mohás kézen,  
Összesimulva sétálnak kéz a kézben.

Minden rejtek-hasadékban elidőznek,  
Búvópatakként egymásban eltűnnek,  
Vad csobogással testüket csiszolják,  
Csillogó szemcséik anyagát feloldják.

Násukra szőnek csipkés kőfátylat,  
Aragonitkristállyal díszítik ágyukat,  
Vágyódva vetkőznek századokon át,  
Szívük lüktetéséből építenek palotát.

Otthonukká szépült egy nagy terem,  
Csendes cseppekben hull alá a szerelem,  
Hol csilingelő cseppkőgyermek  
Barlangos méhükben cseperednek.

Táplálgatja, méregeti őket a két szülő:  
– Százévente ez a gyermek mennyit nő?  
– Mikor leszel oszloppá gyarapodó,  
Te édes, huncut cseppkőmanó?

A csarnok falait már csak kőerdő tartja,  
Kőgöcsörtjeit a harmat csillogtatja,  
Rügyein a gyöngyvizet összegyűjtve,  
Pár csepp még legördül elnehezülve.

Tudós felfedezők millió év múltán  
Kopott kavicsot találnak egy domb alján:  
– Valaha itt patak volt... – kimondják gyorsan.  
– Ott hever egy fényes oszlop! Cseppkőből van!

Farkas Péter  
Sopron, 2015. augusztus 25.



Harsányi Zsuzsanna festménye

## ÁTTEKINTÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSÁNAK BECSLÉSI LEHETŐSÉGEIRE A FAANYAGMINŐSÉG SZEMPONTJÁBÓL

FARKAS PÉTER, KOMÁN SZABOLCS

Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Alaptudományi Intézet  
farkaspeter@phd.uni-sopron.hu

### KIVONAT

A faanyag sűrűsége szorosan összefügg olyan mechanikai tulajdonságokkal, mint például a fa keménysége, szilárdsága vagy rugalmassága. Egyes tulajdonságok becsléséhez ezért elég csak az évgyűrűket és a kapcsolódó sűrűség adatokat elemezni. A sűrűség és az évgyűrű szoros kapcsolatban áll az éghajlati adatokkal, ezért a klímaváltozási forgatókönyvek alapján lehetséges becsléseket készíteni a faanyag tulajdonságaira különböző időszakokban. Az erdészeti klímaszimulációhoz a Forestry Aridity Index (FAI) került kidolgozásra, amely kifejezetten hazánkban alkalmazható a fafajok élőhelyváltozásainak klímaváltozási scenáriók szerinti becslésére. Számos módszer létezik, amely statisztikai eljárásokat alkalmaz a múltbeli éghajlati adatok modellezésére a fafajok genetikai tulajdonságai és az évgyűrű adatai alapján. A klímaadatokon alapuló éves növekedési fejlődési szimuláció is lehetséges, viszont nem tudjuk, hogy a faanyag milyen tulajdonságait érinti majd Magyarországon a klímaváltozás.

### Kulcsszavak:

ariditási index, dendroklimatológia, éves növekedés

### BEVEZETÉS

Az évgyűrűs szerkezet a mérsékelt égövi fáknál a kambium szakaszos működésének eredménye. Tavasszal, amikor a kambium aktiválódik, a lombos fáknál a tracheákat (edényeket), tracheidákat (áledényeket), vékony falú farostokat és hosszparechima sejteket, a fenyőkben pedig tracheidákat és hosszparenchima sejteket hoz létre – ez alkotja a korai pásztát az évgyűrűn belül. Később, a nyár és az ősz előrehaladtával a kambium továbbra is termel parenchimatikus sejteket, de egyre kevesebb nagy sejtűregű tracheát és egyre több vastag falú farostot hoz létre, míg fenyőkben vastagabb falú és kisebb üregű tracheidák képződnek – ez alkotja a késői pásztát. A tél folyamán a kambium nyugalmi állapotba kerül. Az évgyűrűhatár a késői és a korai pászta között alakul ki. A mérsékelt égövön kívül, a szubtrópusi és trópusi területeken a növekedési gyűrű jellemzően nem egyezik meg az évgyűrűvel, mivel a kambium tevékenységét a nedves és száraz időszakok váltakozása befolyásolja és a hőmérséklet nem éri el azt az alacsony szintet (kb. 5–8 °C napi átlaghőmérséklet), ami a kambium működését akadályozná (Molnár et al., 2007, Schweingruber 1996).

A fastestben a prozenchimatikus sejtek főként a víz szállításáért és a szilárdításért felelősek. A korai pásztában lévő prozenchimatikus sejtek néhány hétig, a késői pásztában pedig néhány hónapig élnek. Ezek a sejtek képesek alkalmazkodni az éghajlathoz életük során, és tükrözik a környezeti események hatását. A parenchimatikus sejtek több évig élnek, és faluk általában vastagabb az életkortól függetlenül, ezért ezek a sejtek nem tartalmaznak éghajlati információt (Schweingruber 1996).

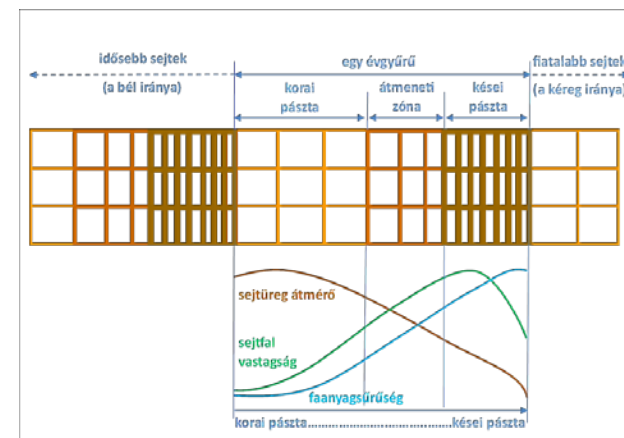
A mérsékelt égövben a korai és késői pászta faanyaga vizuálisan megkülönböztethető a gyűrűs-likacsú fáknál és egyes tűlevelűeknél. Mikroszkóp segítségével el lehet különíteni a félig-gyűrűs vagy félig szórt likacsú fáknál, a szórt likacsú fajoknál viszont már nehéz ennek a meghatározása. Az 1. táblázat összefoglalja a mérsékelt övi fafajok korai és késői pásztájának fő azonosító jegeit.

1. táblázat: Korai és késői pászta azonosító jegei a mérsékelt égövi fáknál  
(Saját szerkesztett táblázat több forrás alapján. <sup>1</sup>(Denne 1989), <sup>2</sup>(Molnár et al. 2007), (Schmitt et al. 2023), (Hoadley 1990))

Fafajcsoport	Korai pászta azonosító jegei	Késői pászta azonosító jegei
fenyő	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vékony falú tracheida</li> <li>- világosabb szín (több fajban)</li> <li>- rövidebb tracheidák</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vastag falú tracheida</li> <li>- Mork kritérium: a késői pásztában a kétszeres tracheida sejtfalvastagság <math>\geq</math> üreg (lumen)<sup>1</sup></li> <li>- sötétebb szín (több fajban)</li> <li>- hosszabb tracheidák</li> </ul>
gyűrűslikacsú	<ul style="list-style-type: none"> <li>- az edények átmérője feltűnően nagyobb, és körkörös helyezkednek el az évgyűrű mentén<sup>2</sup></li> <li>Edényátmérőkre példák: akác: 130-180-220 <math>\mu</math>m kocsánytalan tölgy: 125-232-300 <math>\mu</math>m</li> <li>- vékony falú farostok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- az edények átmérője egyértelműen kicsi, és nem követi az évgyűrű vonalát<sup>2</sup></li> <li>Edényátmérőkre példák: akác: 70-100-140 <math>\mu</math>m kocsánytalan tölgy: 30-70-140 <math>\mu</math>m</li> <li>- vastag falú farostok</li> </ul>
félig-gyűrűs- és félig-szórtlikacsú	<ul style="list-style-type: none"> <li>- folyamatos átmenet a korai és a késői pászta között</li> <li>- az edények átmérője folyamatosan csökken a korai pásztától a késői pásztáig</li> <li>- az edények száma folyamatosan csökken a korai pásztától a késői pásztáig</li> <li>- színátmenet látható a világosabbtól a sötétebb felé a korai és a késői pászta között</li> <li>- a farostok átmérője csökken, a sejtfal vastagsága pedig folyamatosan nő a koraitól a késői pásztáig</li> </ul>	
szórtlikacsú	<ul style="list-style-type: none"> <li>- a korai és késői pászta fokozatos átmenetet mutat</li> <li>- néhány fafajnál az edények átmérője folyamatosan kismértékben csökken a korai pásztától a késői pászta felé (pl. bükk)</li> <li>- egyes fafajoknál az edények száma folyamatosan csökken a korai pásztától a késői pászta felé (pl. éger).</li> <li>- ritkán látható színátmenet világosabbtól sötétebbre a korai és késői pászta között</li> <li>- a farostok átmérője enyhén csökken, a sejtfal vastagsága pedig nő a korai pásztától a késői pászta felé a fokozatos átmenet során</li> </ul>	

A korai pászta sűrűsége kisebb, mint a késői pásztáé, így az évgyűrűn belüli késői pászta százalékos aránya műszakilag és fahasznosítási szempontból is fontos (Molnár et al. 2007).

Az 1. ábra szemlélteti a tracheida sejtfalvastagsága, a sejttöreg átmérők, valamint a fa sűrűsége közötti összefüggést a tűlevelűek évgyűrűjében (Cuny et al. 2014).



1. ábra: A tracheida sejtfal vastagsága, a sejttöreg átmérők, valamint a fa sűrűsége közötti összefüggés a tűlevelűek évgyűrűjében (saját szerkesztés Cuny et al. (2014) alapján)

A tűlevelűek esetében az évgyűrűszélesség változásait elsősorban a korai pászta határozza meg, a késői pászta változatossága kisebb. A gyűrűs likacsú fák esetében az évgyűrűszélesség változékonyságát a késői pászta határozza meg, mivel a korai pászta szélessége közel állandó (hazánkban 0,4–0,6 mm). Például az akác (*Robinia pseudoacacia*) kiemelkedő szilárdsági jellemzői elsősorban a magas, akár 85%-os késői pászta aránnyal függenek össze (Molnár, Peszlen, Paukó 2007).

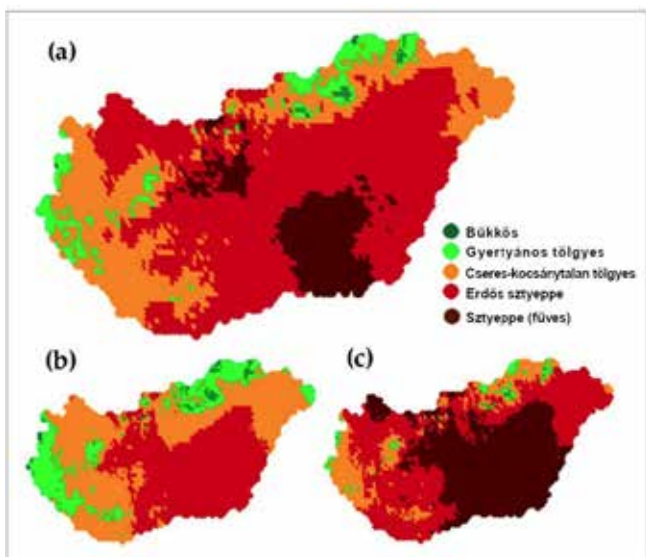
Schweingruber (1996) szerint a sűrűség és az évgyűrűszélesség szorosan összefügg az éghajlati adatokkal. Ez azt jelenti, hogy a klímaváltozási forgatókönyvek alapján lehetséges lenne becslést készíteni a faanyag tulajdonságaira a klímaváltozás időszakára.

## Az éghajlatváltozás és Magyarország fontos fafajai

Magyarországon a jelenlegi erdőszélesség 21%. A gazdaságilag legfontosabb fafajok és erdőterület aránya 2022-ben: tölgy (főleg: *Quercus robur*, *Q. petraea*) 21,0 %, csertölgy (*Q. cerris*) 11,6 %, bükk (*Fagus sylvatica*) 6,1 %, gyertyán (*Carpinus betulus*) 5,2%, akác (*R. pseudoacacia*) 24,4%, nemes és hazai nyár (*Populus* spp.) 10,5%, fenyők (főleg: *Pinus sylvestris*, *P. nigra*) 9,2%. (NFK 2023). A Nemzeti Erdőstratégia 2050-re a 27%-os erdő-

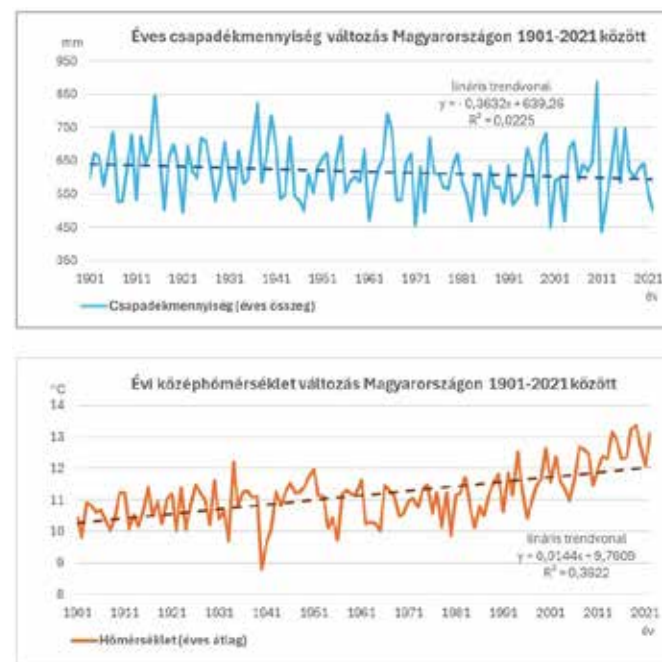
terület elérését tűzte ki célul (Földművelésügyi Minisztérium 2016). Ez a cél gazdasági és ökológiai szempontból is fontos. Az éghajlatváltozás hatással van az erdőre, és ennek követéséhez továbbfejlesztett erdészeti klímamodelleket kell alkalmazni.

Hazánkban erdőhidrológiai és életciklus szempontból a novembertől ápriliséig tartó időszak a vízfelhalmozódás, a nyugalmi időszak, valamint a korai növekedés szakasza. A vízfogyasztás, a vitalitás és a szerves anyag termelés szempontjából a legfontosabb időszak május és augusztus között van. A legkritikusabb időszak a száraz és forró július és augusztus, amikor a növekedés csökken. A záró időszakban, szeptember és október között a növekedés lassan leáll, és élettani szempontból a magtermelés és a tápanyagtárolás lesz a prioritás (Führer 2010, Führer et al. 2011). A fák kerületének növekedése és a meteorológiai paraméterek, valamint a májustól augusztusig tartó legfontosabb és kritikus időszak közötti összefüggés alapján Führer (2010) új fejlesztésű ariditási indexet (FAI) vezetett be a magyar viszonyokra. Führer (2010), Führer et al. (2017), Gálos és Führer (2018), Mátyás et al. (2018) az alábbi erdészeti éghajlati kategóriát különített el: – bükk (FAI < 4,75), gyertyános-tölgyes (4,75 ≤ FAI < 6,0), cseres-kocsánytalan tölgyes (6,0 ≤ FAI < 7,25), erdős-sztyepp (7,25 ≤ FAI). A FAI-t alkalmazva Führer et al. (2017), Gálos és Führer (2018) Magyarország területére vetítette a makroklima osztályokat (2. ábra), és szimulációkat készített az A1B klímaforgatókönyvvel a 2021–2050 közötti időszakra (3. ábra).



2. ábra: Az erdészeti klímakategóriák várható előfordulása a 2021–2050-es időperiódus átlagában Magyarországon. a) a szimuláció átlaga; b) optimista eredmény; (c) a szimuláció pesszimista eredménye (b)-(c): a valószínű változás tartománya (a modelleredmények 66%-át magában foglaló tartomány). Átdolgozva Gálos B.-től Mátyás et al. (2018), CC-BY 4.0 licenc.

Ezek a FAI-alapú szimulációk arra utalnak, hogy a klímaváltozás Magyarország erdőklímáját a száraz cseres-kocsánytalan tölgyes és az erdei sztyepp felé, illetve egyes területeken a füves sztyepp felé tolja el. Mátyás et al. (2018) arról számoltak be, hogy az éves hőmérséklet 1,2–1,7 °C-kal nőtt az elmúlt 30 évben. Illés és Móricz (2022) kilenc fafajra végzett klímaburok-elemzést Európában és Magyarországon az RCP 4.5 klímaforgatókönyv alapján. Eredményeik szerint az alkalmazott klímamodellel az éves átlaghőmérséklet emelkedését prognosztizálja Magyarországon (2011–2040: +1,7 °C; 2041–2070: +2,5 °C; 2071–2100: +3,1 °C). Eközben az évi (+5%) és a nyári (–10%) csapadék mennyisége a század végére csak kismértékben változott az 1961–1990 közötti időszakhoz képest. A 3. ábra a csapadékmennyiség csökkenését (3a) és a hőmérséklet növekedését (3b) mutatja az elmúlt 120 évben (World Bank Group 2024).



3. ábra: A csapadék (3a) és a hőmérséklet (3b) változási trendjei 1901 és 2021 között Magyarországon. Saját szerkesztésű ábra a World Bank Group adatkészlete alapján, CCKP (2024), licenc: (CC BY 4.0)

Illés és Móricz (2022) becsléseivel összehasonlítva a 3. ábra hasonló tendenciákat mutat. Ezen túlmenően a FAI alapú térképekkel (2. ábra) összehasonlítva a csapadék enyhe csökkenése és a hőmérséklet határozott emelkedése figyelhető meg, ami xerikus eltolódást eredményez Magyarország erdőklímájában. Illés és Móricz (2022) leírása szerint a klímaváltozás következtében a következő 40–80 évben a bükk (*F. sylvatica*),

az erdeifenyő (*P. sylvestris*), a kocsánytalan tölgy (*Q. petraea*), ill. a kocsányos tölgy (*Q. robur*) állományok nagysága jelentősen csökkenni fog Magyarországon. Ezzel szemben a csertölgy (*Q. cerris*), a molyhos tölgy (*Q. pubescens*) és a feketefenyő (*P. nigra*) élőhelyei várhatóan növekedni fognak, és a domb- és középhegységi területekre terjeszkednek. Ábri et al. (2023) az akác (*R. pseudoacacia*) fajtáit vizsgálták, amely fagyérzékeny és jól bírja a nyári meleget. Az éghajlatváltozással összefüggő hőmérséklet-emelkedés Magyarországon előnyös lehet ennek a fafajnak. Az erdős-sztyepp régiókban várhatóan megnövekszik az akácerdőkkel borított terület. Bartha et al. (2018) az invazív nyugati osztorfa (*Celtis occidentalis*) jelentős növekedését becsülte a 2021 és 2070 közötti szimulált időszakban.

A nemzetközi dendroklimatológiai és dendrokronológiai kutatások elsősorban fenyőkre, illetve egyes esetekben a gyűrűs likacsú fák elemzésére fókuszálnak (Cook és Kairiukstis 1990; Schweingruber 1996; Biondi 2000; Cuny et al. 2014; Gärtner et al. 2015). Magyarországon Majer (1972) a bükk éves növekedési és klíma közötti kapcsolatot vizsgálta. Dávid és Kern (2007) és Kern (2007) dendroökológiai és dendrokronológiai módszerekkel vizsgálták a tölgyet. Misi (2017) átfogó dendroklimatológiai elemzést készített erdeifenyőre. Grynaeus (2002), Morgós (2007), Árvai (2019) fő kutatásaikat a dendrokronológiára összpontosították régészeti szempontból. Számos módszer létezik, amely matematikai statisztikai modellekkel modellezi a múltbeli éghajlati adatokat a fafajok genetikai tulajdonságai és az évgyűrűk adatai alapján (Biondi, Waikul 2004; Jevšenak 2020). Shishov et al. (2016, 2021) kidolgoztak egy modellt a kambium működésére, amely a kambium szezonális sejtermelését szimulálja meghatározott fafajok és becsült hőmérsékleti és csapadéktrendek alapján. Ezt a modellt félszáraz dél-szibériai területen tesztelték a szerzők.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Összegezve azt tudjuk, hogy milyen éghajlati változás lehetséges Magyarországon, és mely fafajta élnek majd a jövőben a hazai erdőkben, de jelenleg nem tudjuk, hogy a faanyag milyen minőségi tulajdonságokkal rendelkezik majd. További kutatásaink megpróbálják majd megtalálni a választ a kérdés megválaszolásához matematikai modellek és szoftveres számítási módszerek alkalmazásával, melyeket a magyarországi éghajlati forgatókönyvekhez igazítunk.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ábri T, Cseke K, Keserü Z, Porcsin A, Szabó F, Rédei K (2023) Breeding and improvement of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) with a special focus on Hungary: a review. *iForest - Biogeosciences and Forestry*. 16. 290-298. 10.3832/IFOR4254-016
- Árvai M (2019) Holtfaanyag évgyűrűvizsgálatával nyert információk környezettörténeti szempontú értelmezése egy hegyvidéki és egy alluviális lelőhely példáján. Doktori értekezés, ELTE Földtudományi Doktori Iskola 10.15476/ELTE.2019.111
- Bartha D, Berki I, Lengyel A, et al (2018) Erdőtársulások és fafajaik átrendeződési lehetőségei a változó klímában. *Erdészettudományi Közlemények* 8:163–195
- Biondi F, Waikul K (2004) Dendroclim2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Comput Geosci* 30:303–311. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2003.11.004>
- Cook ER, Kairiukstis LA (eds) (1990) *Methods of Dendrochronology*. Springer Netherlands, Dordrecht
- Cuny HE, Rathgeber CBK, Frank D, et al (2014) Kinetics of tracheid development explain conifer tree-ring structure. *New Phytol* 203:1231–1241. <https://doi.org/10.1111/nph.12871>
- Dávid S, Kern Z (2007) Keleti-bakonyi és gerecsei tölgyek dendrokronológiai és dendroökológiai vizsgálata. In: Gömöri J (ed) *Az erdő és a fa régészete és néprajza (Kézművesipar-történeti megközelítésben)*. MTA VEAB Soproni Tudós Társasága, Sopron, 104–122
- Denne MP (1989) Definition of Latewood According to Mork (1928). *IAWA J* 10:59–62. <https://doi.org/10.1163/22941932-90001112>
- Führer E (2010) A fák növekedése és a klíma. *KLÍMA-21 Füzetek* 61:98–107
- Führer E, Gálos B, Rasztovits E, et al (2017) Erdészeti klímaosztályok területének várható változása. *Erdészeti Lapok* 174–177
- Führer E, Horváth L, Jagodics A, et al (2011) Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Idojaras (Budapest)* 115:205–116
- Gálos B, Führer E (2018) A klíma erdészeti célú előrevetítése. *Erdészettudományi Közlemények* 8:43–55
- Gärtner H, Cherubini P, Fonti P, et al (2015) A Technical Perspective in Modern Tree-ring Research - How to Overcome Dendroecological and Wood Anatomical Challenges. *JoVE J Vis Exp* e52337. <https://doi.org/10.3791/52337>
- Grynaeus A (2002) Dendrokronológiai kutatások és eredményei Magyarországon. *Földt. Közöny* 265–272
- Hoadley R B (1990) *Identifying Wood: Accurate Results with Simple Tools "A" Fine Woodworking book*. Taunton Press ISBN 0942391047, 9780942391046
- Illés G, Móricz N (2022) Hazai fafajok klímaanalóg területeinek vizsgálata a klímaváltozás tükrében. *Erdészettudományi Közlemények*, 12 (1-2). pp. 91-112. ISSN 2062-6711. 10.17164/EK.2022.06

- Jevšenak J (2020) New features in the dendroTools R package: Bootstrapped and partial correlation coefficients for monthly and daily climate data. *Dendrochronologia* 63:125753. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125753>
- Kern Z (2007) Évgyűrűvizsgálatok a Déli-Bakonyban és a Balaton-felvidéken. In: Gömöri J (ed) *Az erdő és a fa régészete és néprajza (Kézművesipar-történeti megközelítésben)*. MTA VEAB Soproni Tudós Társasága, Sopron, pp 89–103
- Majer A (1972) Évgyűrű-kronológia. *Az Erdő*, 164–171
- Mátyás C, Berki I, Bidló A, et al (2018) Sustainability of Forest Cover under Climate Change on the Temperate-Continental Xeric Limits. *Forests* 9:489. <https://doi.org/10.3390/f9080489>
- Misi D (2017) Magyarországi erdefenyő állományok komplex dendroklimatológiai elemzése az elmúlt 100 év klímaváltozásának tükrében. Doktori értekezés, Szegedi Tudományegyetem
- Molnár S, Peszlen I, Paukó A (2007) *Faanatómia*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Morgós A (2007) Faanyagok kormeghatározása – a dendrokronológia és a magyarországi helyzet. In: Gömöri J (ed) *Az erdő és a fa régészete és néprajza (Kézművesipar-történeti megközelítésben)*. MTA VEAB Soproni Tudós Társasága, Sopron, pp 32–89
- Nemzeti Erdőstratégia 2016-2030 (2016)Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztály, Budapest.
- Nemzeti Földügyi Központ (2024) Magyarország erdeivel kapcsolatos adatok [https://nfk.gov.hu/Magyarorszag\\_erdeivel\\_kapcsolatos\\_adatok\\_news\\_513](https://nfk.gov.hu/Magyarorszag_erdeivel_kapcsolatos_adatok_news_513) (utolsó megtekintés: 2024. 09. 04.)
- Schmitt U, Koch G, Hietz P, Tholen D (2023) Wood Biology. In: Niemz P, Teischinger A, Sandberg D (eds) *Springer Handbook of Wood Science and Technology*. Springer International Publishing, Cham, pp 41–138
- Schweingruber FH (1996) *Tree rings and environment dendroecology*. P. Haupt, Berne
- Shishov VV, Tychkov II, Anchukaitis KJ, et al (2021) A Band Model of Cambium Development: Opportunities and Prospects. *Forests* 12:1361. <https://doi.org/10.3390/f12101361>
- Shishov VV, Tychkov II, Popkova MI, et al (2016) VS-oscilloscope: A new tool to parameterize tree radial growth based on climate conditions. *Dendrochronologia* 39:42–50. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2015.10.001>
- World Bank Group (2024) World Bank Climate Change Knowledge Portal (CCKP). <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>. Accessed 11 Apr 2024

# EGY BÜKKÖSRE FEJLESZTETT MERRIAM TÍPUSÚ LOMBKORONA INTERCEPCIÓ MODELL, A DINAMIKUS TÁROZÁSI KAPACITÁS FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

HERCEG ANDRÁS, KALICZ PÉTER, ZAGYVAINÉ KISS KATALIN, GRIBOVSKI ZOLTÁN  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

## KIVONAT

*Az erdők vízkörforgalmának jelentős tétele a fák lombkoronája által visszatartott csapadék, így ezen folyamatok alapos ismerete elengedhetetlen az erdei ökohidrológiai rendszerek megértéséhez.*

*A lombkorona-intercepció időben jelentősen változó tétele a vízmérlegnek, mivel a lombkorona tározókapacitása szezonális mintázatot követ.*

*Jelen tanulmány fő céljaként ezért egy részben fizikai paramétereken alapuló, regressziós korona-intercepció modell kidolgozására került sor, az európai bükk esetén. A modell figyelembe veszi a lombkorona szezonális trendet követő, dinamikusan változó tározókapacitását (LAI adatok alapján). A modell tesztelése 2017-2022 közötti éves csapadékösszegeivel történt.*

*A modellfuttatás eredmények rámutattak az intercepció jelentős csapadékmegosztó hatására, amely arányait tekintve elsősorban a kis csapadékok (0-5 mm csapadékkategória) esetén jelentős.*

*A mért helyi adatokkal kalibrált modell további lehetőséget nyújthat a kutatási területhez hasonló éghajlati paraméterekkel rendelkező bükkös állományokon való futtatásra, és akár regionális klíma modellek adatsorainak felhasználásával történő korona intercepció változásának tendenciózus előrejelzésére is.*

## Kulcsszavak:

intercepció, MERRIAM-modell, lombkorona tározási-kapacitás, bükk, levélfelületi-index

## BEVEZETÉS

A csapadék intercepció része a hidrológiai ciklusban és a föld-légkör kölcsönhatásokban alapvető szerepet játszik (Zhong, 2022).

Az erdőkben a növényi lombkorona által felfogott csapadékmennyiség az erdő fajösszetételétől függ (Peck, 2004; van Stan & Gordon, 2018), és jellemzően a beérkező, azaz bruttó csapadékmennyiség 10-30%-át teszi ki (Levia et al. 2020), ezért az intercepció számszerűsítése nemcsak a víz- és erdőgazdálkodási (azaz erdei ökohidrológiai rendszerek), hanem az éghajlati és meteorológiai szempontból is elengedhetetlen (Metzger et al. 2019).



$$E_{su} = S * \left(1 - e^{-\frac{P}{S}}\right) + K * \frac{S}{S_{max}} * P \quad (2)$$

Az egy év alatti S-érték változás szoros korrelációt mutat a levélfelület-indexszel (LAI).

$$S = C_{int} * (LAI + SAI) \quad (3)$$

ahol:

C<sub>int</sub> – felületegységnyi maximális tározókapacitás (mm/m<sup>2</sup>)

LAI – levélfelületi index (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)

SAI – törzsfelületi index

Míg a SAI - amely a száraz, ágak és gallyak vetített felülete - az évszakok során állandó, a kb. 20 m magas állományra számított 0,7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> értékkel, addig a LAI jelentős időbeli változékonyságot mutat (Federer, 2002).

Ebben a kutatásban a tározókapacitás változásainak becslésére MODIS szenzor alapú LAI idősorokat használtunk (Myneni et al. 2015). A kutatási parcellára lekérdezett MODIS LAI-adatsorából éves átlaggörbét számoltunk. Az átlagolt görbeadatokat a dinamikus S meghatározásához használtuk.

A kalibráció részeként került meghatározásra az egységnyi felületre vonatkozó maximális tárolókapacitás (C<sub>int</sub>) értéke. A kalibráció módszertani eredményeit az Eredmények fejezetben mutatjuk be.

Az intercepció kiszámításához a kutatási területen mért csapadék-, törzsi-lefolyás és áthulló csapadékadatokra van szükség. A mérések a 2006-2010 közötti vizsgálati időszakban, jellemzően a vegetációs időszakban kerültek sor. A mért napi csapadékadatok a kutatási területtől kb. 2 km távolságra, keleti irányban a brennbergbányai meteorológiai állomáson (azonos tengerszint feletti magasságban) történtek.

A bükkös parcellán, átmérő-kategóriánkénti mintafákkal határoztuk meg a törzsi lefolyást, majd azt, az intercepciót literben kifejezve számoltuk. Ezt követően a fák mellmagassági átmérő-eloszlásának felhasználásával átváltottuk területegységre (mm). Az áthulló csapadék méréséhez kádakat alkalmaztunk. A fák lombkoronájának függőleges vetületét 10 törzsgallérral rendelkező fa esetében a törzs mellmagassági területe (a kerületi átmérőből) alapján becsültük.

A továbbfejlesztett összefüggés (4. egyenlet) paramétereit a legkisebb négyzetek iterációs módszerével határoztuk meg - mint kalibrációs eljárás - a Hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő bükkös erdőrészletén 2006-2010 között (elsősorban a vegetációs időszakban) mért intercepció adatok felhasználásával.

## EREDMÉNYEK

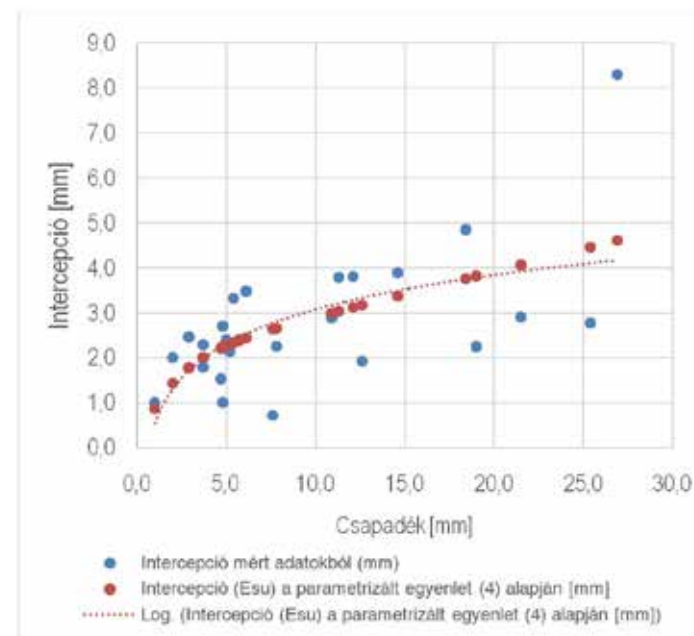
Módszertani eredményként a paraméterezett egyenlet (4. egyenlet) értéke 1,9, amely így a legkisebb négyzetes közép (hiba) értékkel rendelkezik. K értéke Kucsara és Gribovszki (2014) nyomán 0,1.

$$E_{su} = S * \left(1 - e^{-\frac{P}{S}}\right) + 0,1 * \frac{S}{1,9} * P \quad (4)$$

A kalibrálás részeként az erdő lombkoronájának tározókapacitását (S) az egységnyi felületre jutó maximális tározóképesség (C<sub>int</sub>) paraméter segítségével kell meghatározni.

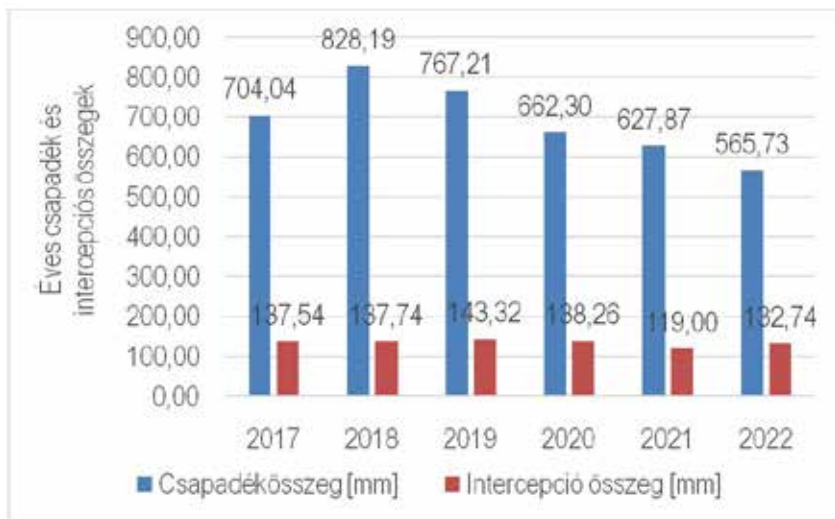
$$C_{int} = \frac{S_{MAX}}{LAI_{MAX} + SAI} \quad (5)$$

$$C_{int} = \frac{1,911}{7,1 + 0,7} = 0,245 \quad (6)$$



2. ábra: A csapadékösszegek és a mért intercepció értékek (piros pontok), valamint a paraméterezett (kalibrált) Merriam-egyenlettel számított intercepció értékek, a bükkös kert vegetációs időszakában.

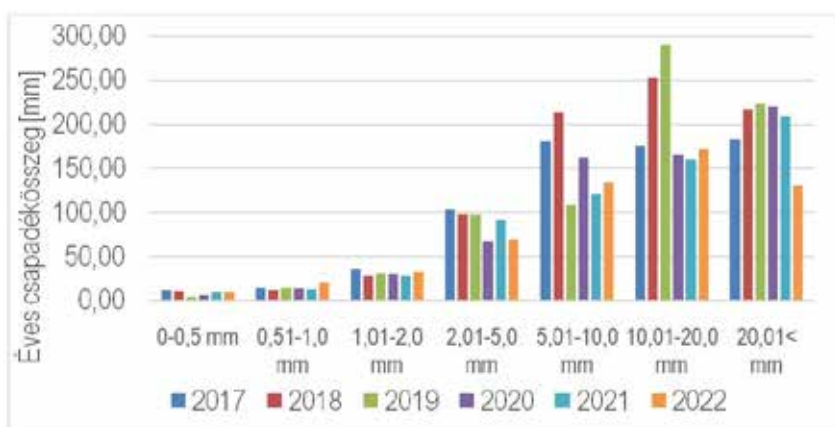
A tanulmány eredményeinek meghatározásához a kalibrált egyenletet (4) használtuk.



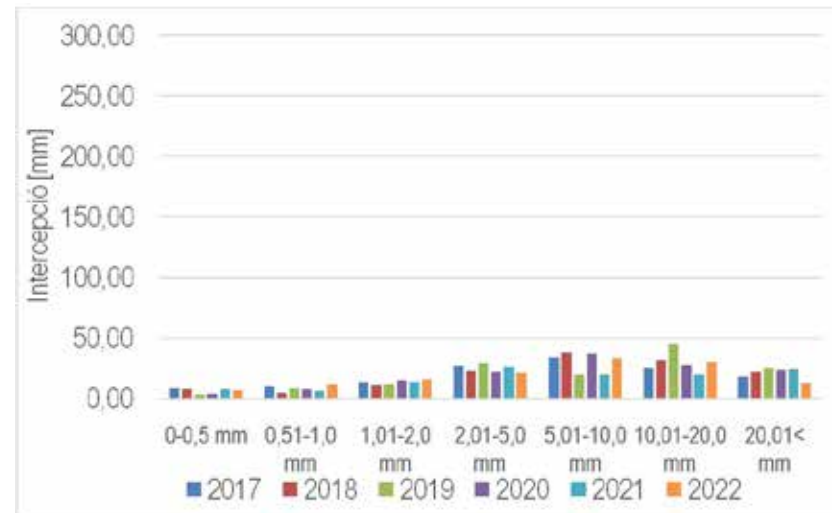
3. ábra: Éves csapadék és intercepciósszgek 2017-2022 között.

Míg a csapadékösszegek tekintetében jelentős, azaz 200 mm-nél is nagyobb különbség tapasztalható az egyes évek között, addig az intercepciósszgeknel a differencia sokkal kisebb (3. ábra). Ennek oka a csapadékkategóriák szerinti megoszlásban keresendő (4-5. ábra).

A vizsgált évek közül 2022-ben a legmagasabb az intercepció aránya 23%-kal, míg 2018-ban a legalacsonyabb 17%-kal.



4. ábra: Csapadékeloszlás-összegek hét csapadékkategória szerint, 0-20 mm között a vizsgált időszakban (2017-2022).



5. ábra: Intercepció eloszlás-összegek hét csapadékkategória szerint, 0-20 mm között a vizsgált időszakban (2017-2022).

A 0-2 mm-es csapadékkategória alapvetően a koronaintercepcióra fordítódik, mivel az ilyen kicsapadékokat alapvetően a fák lombkoronája visszatartja. A 2-5 mm-es kategóriába tartozó csapadékot egy részét ugyan szintén a lombzat tartja vissza, de ez esetben az erdei alom szerepe válik meghatározóvá. 5 és 20 mm között a víz eléri a minerális talajt, beszivárog és ez így a csapadéknak a gyökerek által felvehető, az erdőállomány számára felhasználható részét jelenti. A 20 mm feletti csapadékot a növények nem tudják teljes egészében felhasználni, mivel az elhagyja a területet, és a vízmérleg lefolyás elemét jelenti.

A 2022-es évben a legjelentősebb a kis csapadékok (>2 mm) összege, valamint a legtöbb kicsapadék esemény is ekkor volt, viszont a legalacsonyabb a nagy csapadékok (20 mm<) összege. A 2019-es és a 2020-as év mutatta a legalacsonyabb kicsapadék összegeket és ott volt a legkevesebb a csapadékesemény-szám, míg ezek az évek rendelkeznek a legnagyobb értékekkel a nagy események (>20 mm) tekintetében. A különbség e két év között az 5,01-10 mm és a 10-20 mm kategóriában mutatható ki (5. ábra).

## KONKLÚZIÓ

Jelen tanulmány keretében egy részben empirikus (hiszen egyes paraméterek fizikai alapúak), regressziós intercepciósszgek modellt dolgoztunk ki, európai bükkre (*Fagus sylvatica* L.). A modell figyelembe veszi a lombkorona távérzékelési adatokon alapuló szezonálisan változó, dinamikus tárolóképességét. A modell tesztelése néhány év (2017-2022) csapadék adatsorának felhasználásával történt.

Az eredmények rámutattak az intercepció csapadékmegosztó hatására, amely arányait tekintve elsősorban a kicsapadékokat érinti (0-5 mm csapadékkategória).

A mért helyi adatokkal történt kalibrált modell további lehetőséget nyújthat a kutatási területhez hasonló éghajlattal rendelkező bükkös állományokon való futtatásra, amennyiben (ha mért intercepció adatok nem is), de csapadék adatok rendelkezésre állnak. További potenciál lehet még a regionális klímamodellek adatsorainak felhasználásával történő korona intercepció veszteség változását, tendenciózusan előrejelző modell is.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a 143972SNN azonosítószámú OTKA pályázat és a TKP2021-NK-TA-43 számú projekt támogatásával valósult meg. „A TKP2021-NKTA-43 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.”

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Crockford R. H., Richardson D.P. 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrological Processes*, 14: 2903–2920.
- Dövényi. Z. (ed.) 2010. Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest. Hungary. 345-353 ps.
- Gash J. H. C. 1979. An analytical model of rainfall interception by forest. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 105: 43–55.
- Gerrits. A. M. J., Pfister, L., Savenije, H. H. 2010. G.: spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest. *Hydrol. Process.* 24: 3011–3025. <https://doi.org/10.1002/hyp.7712>
- Gribovszki. Z., Kalicz. P., Kucsara. M. 2006. Streamflow Characteristics of Two Forested Catchments in Sopron Hills. *Acta Silv. Lign. Hung.* Vol. 2. p. 81-92.
- Gribovszki, Z., Kalicz, P., & Palocz-Andresen, M., Szalay, D., Varga, T. 2019. Hydrological role of Central European forests in changing climate – review. *Időjárás.* 123: 535-550. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2019.4.8>
- D. F. Levia, Darryl, E. Carlyle-Moses, Shin'ichi I., B. Michalzik, K. Nanko, A. Tischer 2020. *Forest-Water Interactions (Ecological Studies Book 240)*. Springer. ISBN-13 978-3030260859. *Wi Li Liang: Chapter 15: Effects of Stemflow on Soil Water Dynamics in Forest Stands*
- Klamerus-Iwan. A., Błońska, E. 2016. Seasonal variability of interception and water wettability of common oak leaves. *Ann. For. Res.*, 60. 63–73. <https://doi.org/10.15287/afr.2016.706>
- Llorens, P., Poch R., Latron, J., Gallart F. 1997. Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area I. Monitoring design and results down to the event scale. *Journal of Hydrology*, 199: 331–345.

- Merriam R. A. 1960. A note on the interception loss equation. *Journal of Geophysical Research.* 65 (11): 3850-3851.
- Metzger, J., Schumacher. J., Lange, M., Hildebrandt, A. 2019. Neighbourhood and stand structure affect stemflow generation in a heterogeneous deciduous temperate forest. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23. 4433-4452. <https://doi.org/10.5194/hess-23-4433-2019>
- Peck. A. K. 2004. *Hydrometeorologische und Mikroklimatische Kennzeichen von Buchenwäldern*. Ph.D. Thesis. University of Freiburg. Freiburg. Germany. (In German).
- Price, A. G. Carlyle-Moses D. E. 2003. Measurement and modelling of growing-season canopy water fluxes in a mature mixed deciduous forest stand. northern Ontario. Canada. *Agricultural and Forest Meteorology*, 119: 69–85.
- van Stan. J.T., Gordon. D. A. 2018- Mini-Review: Stem flow as a Resource Limitation to Near-Stem Soil. *Front. Plant Sci.* 9. 248. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00248>
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M., Skovsgaard, J. P. 1996. Growth trends in European forests: studies from 12 countries. *European Forest Institute Research Report*.
- Zabret, K., J. Rakovec, M. Šraj. 2018. Influence of meteorological variables on rainfall partitioning for deciduous and coniferous tree species in urban area, *Journal of Hydrology*, Volume 558: 29-41, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.025>
- Zhong, F., Jiang, S., van Dijk. A. I. J. M. Ren, L. Schellekens, J., Miralles. D. G. 2022. Revisiting large-scale interception patterns constrained by a synthesis of global experimental data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 26: 5647–5667. <https://doi.org/10.5194/hess-26-5647-2022>.

# AGRÁRERDÉSZETI MEGOLDÁSOK A KLÍMAVÁLTOZÁS ENYHÍTÉSÉRE: A HAZAI MEZŐVÉDŐ ERDŐSÁVOK SZÉNMEGKÖTÉSÉNEK SZÁMSZERŰSÍTÉSE

KIRÁLY ÉVA, KESERŰ ZSOLT, MOLNÁR TAMÁS, SZABÓ ORSOLYA,  
BOROVICS ATTILA

Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet

## KIVONAT

*A földhasználati szektor kulcsfontosságú pillér az EU 2050-re kitűzött éghajlat-politikai céljainak megvalósításában. Az agrárerdészeti rendszerek jelentős klímamitigációs potenciállal bírnak. A mezővédő erdősávok a hazai mezőgazdasági tájak fontos agrárerdészeti elemei. Az új agrár-támogatási rendszer ösztönzi a mezővédő erdősávok telepítését, ami egyre aktuálisabbá teszi ezen rendszerek szénmegkötő képességének vizsgálatát. Tanulmányunkban országos szinten, illetve két 24 ezer hektáros mintaterületen vizsgáltuk a mezővédő erdősávok kiterjedését és szénmegkötését az Országos Erdőállomány Adattár adatai, illetve ortofotó interpretáció segítségével. Eredményeink szerint a magyarországi mezővédő erdősávok föld feletti biomasszájában megvalósuló teljes éves szénmegkötés átlagosan  $-33,1$  kt  $\text{CO}_2/\text{év}$ , ami a magyar erdők teljes éves szénmegkötésének  $0,67\%$ -a. Becslésünk szerint a 2010-2020 közötti időszakban a mezővédő erdősávok föld feletti biomasszájának átlagos hektáronkénti szénmegkötése  $-2,4$  t  $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  volt. Ez az érték nagyon közel áll az összes erdő éves átlagos hektáronkénti szénmegkötéséhez a hazai Üvegházgáz Leltárjelentés szerint, ami azt jelenti, hogy a mezővédő erdősáv telepítés klímavédelmi szempontból igen kedvező intézkedés.*

## Kulcsszavak:

klímaváltozás, mitigáció, agrárerdészet, mezővédő erdősávok, szénforgalom

## AZ AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREK KLÍMAMITIGÁCIÓS SZEREPE

A párizsi megállapodás és az Európai Zöld Megállapodás által kitűzött klímavédelmi célok nem valósíthatók meg a földhasználati és erdőgazdálkodási (LULUCF) szektor bevonása nélkül (Verkerk et al. 2022). Az IPCC (2022) szerint a LULUCF szektor jelentős rövid távú klímamitigációs potenciált kínál viszonylag alacsony költséggel, azonban nem tudja teljes egészében kompenzálni más szektorok késleltetett kibocsátáscsökkentését. A LULUCF szektor éghajlatváltozás mérséklési potenciáljának jelentős része az agrárerdészeti rendszerekhez kapcsolódik (IPCC 2022). Az utóbbi időben nőtt a politikai és társadalmi érdeklődés a fa-alapú megoldások iránt, amelyek fenntarthatóbb és klíma-barátabb földhasználati lehetőségeket kínálnak (Golicz et al. 2022). Ez fokozott érdeklődéshez vezetett az erdőkon kívüli fák által elfoglalt területek (Golicz et al. 2022) mennyiségének meghatározása iránt is. Az agrárerdészet a szénmegkötési potenciálja mellett

számos más ökoszisztéma-szolgáltatása miatt is kitüntetett szerepet játszhat (Borovics et al. 2017, Cardinael et al. 2021, Honfy et al. 2023).

Az IPCC (2022) definíciója szerint az agrárerdészet olyan földhasználati rendszerek összessége, amelyek integrálják a fákat és cserjéket a növénytermesztéssel és/vagy állattenyésztéssel térben és/vagy időben. Az agrárerdészet szénét halmoz fel a fás növényzetben és a talajban (Nair et al. 2010), és számos egyéb előnyt kínál, mint például a föld termelékenységének növelése, diverzifikált megélhetési lehetőségek, csökkent talajerózió, jobb vízminőség és kedvezőbb regionális klíma (Ellison et al. 2017, Kuyah et al. 2019, Zhu et al. 2020).

A mezőgazdasági területeken az agrárerdészeti rendszerek évente  $-0,59$  és  $-6,24$  t  $\text{CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  közötti szénmegkötésre képesek a föld feletti biomasszában (IPCC 2022). Magyarország Nyolcadik Nemzeti Közleményében és Ötödik Kétéves Jelentésében (BR 2023) az agrárerdészeti rendszerek létesítését a klímaváltozás által okozott mezőgazdasági károkat enyhítő potenciális intézkedésként nevesíti. A jelentés azonban nem ad számszerű becslést a meglévő agrárerdészeti rendszerek által megkötött szén mennyiségéről az országban, sem a további agrárerdészeti rendszerek telepítésének klímavédelmi potenciáljáról. A magyar Üvegházgáz Leltárban a gyümölcsösök területét és szénmegkötését becsülik (NIR 2023), más típusú agrárerdészeti rendszereket nem említene a jelentésben. Ez azt jelenti, hogy a magyar agrárerdészeti rendszerek szénmegkötésének és tárolásának becslése jelentős kutatási terület, mely még feltáratlan. További kutatások szükségesek ahhoz, hogy meghatározhassuk az agrárerdészet lehetséges részesedését Magyarország tervezett nemzeti kibocsátáscsökkentési hozzájárulásában (NDC) és a LULUCF rendelet (EU/2018/841) által Magyarország számára 2030-ra kitűzött LULUCF célérték elérésében.

## CÉLKITŰZÉS

Tanulmányunk célja az volt, hogy országos becslést adjunk a hazai mezővédő erdősávok föld feletti biomasszájában megvalósuló szénmegkötésről. Emellett a nem erdőtervezett területen elhelyezkedő mezővédő erdősávok területének nagyságát is meg kívántuk becsülni. Kutatásunk hipotézisei a következők voltak: (i) jelentős mennyiségű széndioxid kötődik meg évente a mezővédő erdősávok biomasszájában; (ii) a nem erdőtervezett mezővédő erdősávok kiterjedése Magyarországon nem elhanyagolható mértékű.

## A VIZSGÁLAT MÓDSZERTANA

Elemzésünkhöz az Országos Erdőállomány Adattár (továbbiakban Adattár) adatait használtuk fel. Az Adattár 2010-es és a 2020-as statisztikai állapotából lekérdeztük az összes mezővédő rendeltetésű erdőrészlet adatait. A részlet azonosító kód alapján párosítottuk az erdőrészletek két időpont szerinti állapotát, mely a szénmegkötés további elemzésének alapját képezte.

Mintavételi területeket is kiválasztottunk a Hajdúhát-Bihar, illetve az Észak-Hanság és a Dél-Hanság (mindkettő együtt a továbbiakban Hanság) erdőtervezési körzetekben. A két mintavételi területen 10-10 EOTR (EPSG:23700 - HD72/EOV) szelvényt választottunk ki további elemzésre. Mivel minden EOTR szelvény területe 2 400 hektár, így a Hajdúhát-Bihar körzetben is 24 000 hektár, és a Hanságban szintén 24 000 hektár mintaterületet kaptunk (1. ábra). Azért ezeket a körzeteket választottuk, hogy hazánk két legfontosabb alföldi területét reprezentálják, ahol a mezővédő erdősávok a leggyakoribbak.

Ezek a mintaterületeken az Erdőtérkép (2023) segítségével azonosítottuk az összes erdőtervezett mezővédő erdősávot. Azért volt szükség az erdőtervezett erdősávok esetében is az ortofotó interpretáció alapú vizsgálatra, mivel nem minden mezővédő erdősáv rendelkezett mezővédő rendeltetéssel az Adattárban. Az azonosítást követően lekérdeztük a mezővédő erdősávok leíró statisztikáit és dendrometriai paramétereit a 2010-es és a 2020-as adattári állapotból, illetve azonosítottuk az erdőrészeket elsődleges rendeltetését is.

A következő lépésben vizuális ortofotó interpretáció alapján azonosítottuk az összes nem erdőtervezett mezővédő erdősávot és megmértük ezeknek a mezővédő erdősávoknak a területét, amelyet aztán a szénmegkötésük nagyságrendi becslésére használtunk fel.

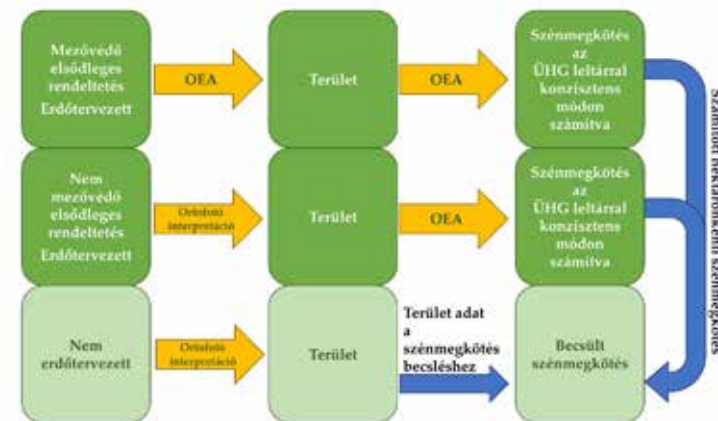


1. ábra: A vizsgált mintaterületek átnézeti térképe (A hansági mintaterületek: EOTR 72-211, 72213, 72-231, 72-214, 72-232, 72-433, 62-211, 72-432, 72-434, 62-212. A Hajdúhát-bihari mintaterületek: EOTR 58-223, 58-224, 59-113, 59-114, 59-123, 58-241, 58-242, 59-131, 59132, 59-141).

Így tanulmányban három különböző mezővédő erdősáv halmaz szénmegkötését becsültük. Ezek a következők voltak:

- Erdőtervezett, mezővédő rendeltetésű erdősávok;
- Erdőtervezett, de nem mezővédő rendeltetésű erdősávok;
- Nem erdőtervezett mezővédő erdősávok.

Az egyes csoportokban eltérő adatforrásokat és becslési módszereket használtunk (2. ábra). Az erdőtervezett erdősávok esetében a szénmegkötést az adattári élőfakészlet változásából számítottuk ki a 2010-es és 2020-as állapotok között, az IPCC (2006, 2019) és a hazai Üvegházgáz Leltár (NIR 2023) módszertanával összhangban. A szénkészlet számítás fajcsoportonként történt (IPCC 2006, NIR 2023, Somogyi 2008).



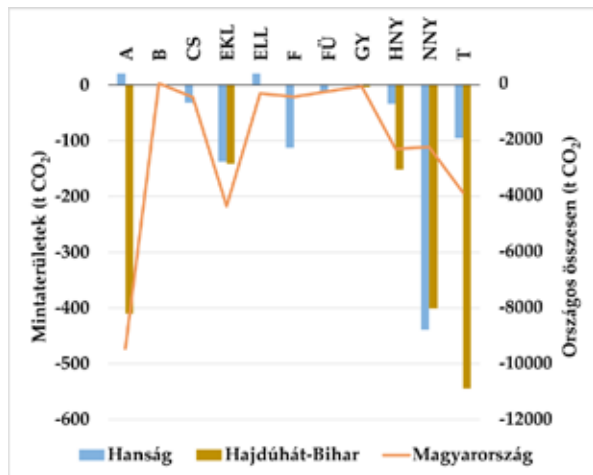
2. ábra: A tanulmányban használt szénkészlet változás becslési módszerek folyamatábrája. (OEA: Országos Erdőállomány Adattár).

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Eredményeink szerint az erdőtervezett, mezővédő rendeltetésű erdősávok területe országos szinten 10 089 ha, amely a hazai erdőtervezett erdőterület 0,52%-át teszi ki. Becslésünk szerint ezen erdősávok föld feletti biomasszájában megvalósuló szénmegkötés átlagosan  $-2,4 \text{ t CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  volt országos szinten a 2010-2020 időszakban.

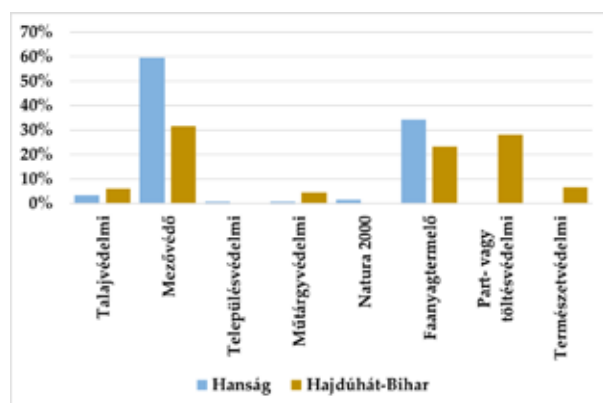
Ezzel szemben a Hajdúhát-Bihar mintaterületen  $-6,4 \text{ t CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  átlagos szénmegkötést becsültünk, amely jelentősen magasabb volt az országos átlagnál 0,95-ös megbízhatósági szinten a Kruskal-Wallis teszt eredményei alapján. A Hanság mintaterületen becsült szénmegkötés ( $-1,7 \text{ t CO}_2/\text{ha}/\text{év}$ ) ezzel szemben nem tért el jelentősen az országos átlagtól.

Országos szinten az akác (*Robinia pseudoacacia*) produkálta a legnagyobb szénmegkötést a mezővédő erdősávokban ( $-9 469 \text{ t CO}_2/\text{év}$ ), ezt követték az egyéb keménylomb és a tölgy (*Quercus*) fajok (3. ábra). A Hanság mintaterületen az akác és az egyéb keménylomb fajok  $\text{CO}_2$  kibocsátást produkáltak, míg a fenyők (*Pinus*) és a nemes nyárak nagyobb szénmegkötést mutattak, mint az országos átlag. A Hajdúhát-Bihar mintaterületen a tölgyek, az akác és a nemes nyár domináltak a szénmegkötés szempontjából, ami a fajok területi eloszlásával függött össze.



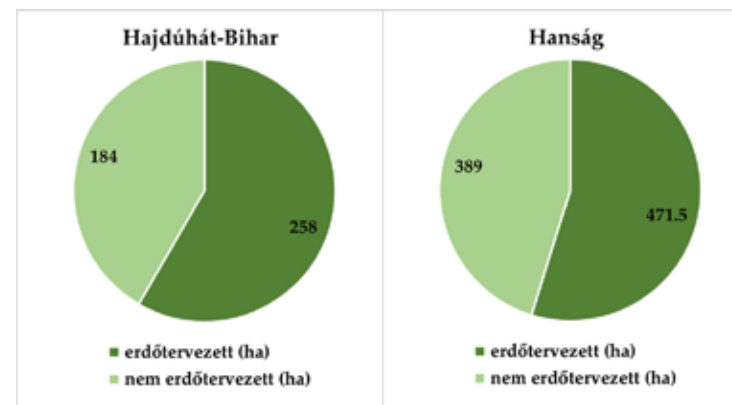
3. ábra: Az erdőtervezett mezővédő erdősávok föld feletti biomasszájában megvalósuló átlagos éves szénmegkötés a vizsgált mintaterületeken, illetve országos szinten. (Az értékek széndioxid egyenértékben vannak kifejezve, a negatív értékek szénmegkötést, a pozitívak kibocsátást jelölnek).

A Hanság mintaterületen az erdőtervezett mezővédő erdősávok 60%-ának volt mezővédő elsődleges rendeltetése, míg a Hajdúhát-Bihar mintaterületen ez az arány csak 31% volt. A mintaterületeken azonosított mezővédő erdősávok leggyakoribb elsődleges rendeltetése a következők voltak: mezővédő, faanyagtermelő, part- vagy töltésvédelmi, és természetvédelmi (4. ábra).

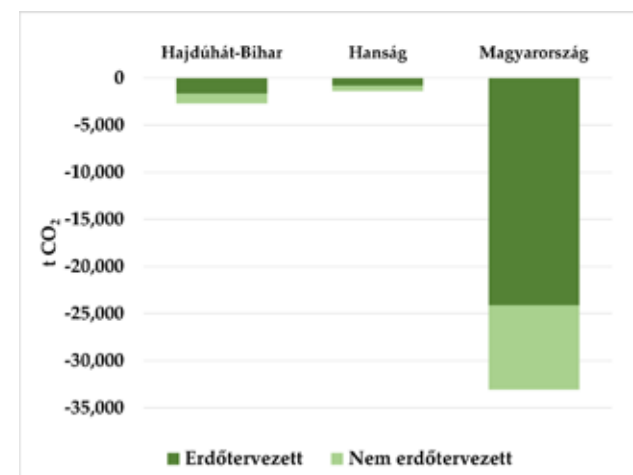


4. ábra: Az erdőtervezett mezővédő erdősávok elsődleges rendeltetés szerinti megoszlása a két mintaterületen.

A vizuális ortofotó interpretáció eredményei szerint a Hajdúhát-Bihar mintaterületen a mezővédő erdősávok 42%-a nem volt erdőtervezett, míg a Hanság mintaterületen ez az arány 45% volt (5. ábra). A Hajdúhát-Bihar mintaterületen a mezővédő erdősávok összesített éves átlagos szénmegkötése -2 710 t CO<sub>2</sub>/év volt, míg a Hanság mintaterületen -1 365 t CO<sub>2</sub>/év (6. ábra). Becslésünk szerint Magyarországon a mezővédő erdősávok, beleértve a nem erdőtervezett területeken fekvőket is, teljes éves szénmegkötése körülbelül 33 100 t CO<sub>2</sub>/év értékre tehető (6. ábra).



5. ábra: Az erdőtervezett és a nem erdőtervezett mezővédő erdősávok területének megoszlása a két vizsgált mintaterületen.



6. ábra: A mezővédő erdősávok becsült teljes szénmegkötése a két vizsgált mintaterületen, és országos átlagban. (Az értékek széndioxid egyenértékben vannak kifejezve, a negatív értékek szénmegkötést jelölnek).

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Bár a mezővédő erdősávok fontos elemei a magyar mezőgazdasági tájaknak, eredményeink azt mutatják, hogy Magyarországon a mezővédő erdősávok területe csupán az erdőterület 0,5%-át teszi ki. A mezővédő erdősávok területének növelésével jelentős további szénmegkötés lenne elérhető, mivel az éves átlagos szénmegkötésük nem alacsonyabb, mint a magyar erdők átlagos szénmegkötési értéke. Ez az eredmény jelentős a Carbon Farming kezdeményezések, illetve a hazánkban bevezetett új agrárerdészeti támogatási rendszer szempontjából is.

Eredményeink szerint az éves átlagos szénmegkötés a mezővédő erdősávok esetében országos szinten  $-2,4 \text{ t CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  volt, míg a két mintaterületen az átlagos szénmegkötés  $-1,7$  és  $-6,4 \text{ t CO}_2/\text{ha}/\text{év}$  volt. Ez azt jelenti, hogy a mezővédő erdősávok szénmegkötési kapacitása jelentősen változhat a helyi feltételek, fafajok és a fahasználati intenzitás függvényében. Éppen ezért szükség lenne egy részletes országos terepi felmérésre és/vagy távérzékelés alapú értékelésre a szénraktározás, a szénmegkötés, illetve a klímitigációs potenciál pontosabb becslése érdekében. Mivel a talaj is szerves része ezeknek a rendszereknek, és az agrárerdészeti gyakorlatok számos jótékony hatással bírnak a talajra, kulcsfontosságú lenne a magyar mezővédő erdősávok alatti talaj szerves szénkészleteinek felmérése is.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

Borovics, A.; Somogyi, N.; Honfy, V.; Keserű, Zs.; Gyuricza, Cs. (2017): Agrárerdészet, a klímatudatos, természetközeli termelési mód. Erdészeti Lapok 6: 178–182.

BR (2023): Eighth National Communication and Fifth Biennial Report of Hungary. 04 Aug 2023. pp. 291.

Cardinael, R., Cadisch, G., Gosme, M., Oelbermann, M., van Noordwijk, M., (2021): Climate change mitigation and adaptation in agriculture: why agroforestry should be part of the solution. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 319, 107555.

Ellison, D., Morris, C.E., Locatelli, B., Sheil, D., Cohen, J., Murdiyoso, D., Gutierrez, V., van Noordwijk, M., Creed, I.F., Pokorny, J., Gaveau, D., Spracklen, D.V., Bargaes Tobella, A., Ilstedt, U., Teuling, A.J., Gebreyohannis Gebrehiwot, S., Sands, D.C., Muys, B., Verbist, B., Springgay, E., Sullivan, C.A. (2017): Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Glob. Environ. Chang.*, 37.

Erdőtérkép (2023): <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/>.

Golicz K, Bellingrath-Kimura S., Breuer L., Wartenberg A. C. (2022): Carbon accounting in European agroforestry systems – Key research gaps and data needs, *Current Research in Environmental Sustainability*, Volume 4, 2022, 100134, ISSN 2666-0490.

Honfy V, Pödör Z, Keserű Z, Rásó J, Ábri T, Borovics A. (2023): The Effect of Tree Spacing on Yields of Alley Cropping Systems—A Case Study from Hungary. *Plants*.

IPCC (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; IGES: Kanagawa, Japan.

IPCC (2019): Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., Federici, S., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland.

IPCC (2022): Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, the Working Group III Contribution. Chapter 7 Agriculture, Forestry, and Other Land Uses (AFOLU); IPCC: Geneva, Switzerland.

Kuyah, S., Cory W. Whitney, Mattias Jonsson, Gudeta W. Sileshi, Ingrid Öborn, Catherine W. Muthuri & Eike Luedeling (2019): Agroforestry delivers a win-win solution for ecosystem services in sub-Saharan Africa. A meta-analysis. *Agron. Sustain. Dev.*

Nair, P. K. R., V. D. Nair, B. Mohan Kumar, and J. M. Showalter (2010): Carbon sequestration in agroforestry systems. Editor(s): Donald L. Sparks, *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 108, Pages 237-307, ISSN 0065-2113, ISBN 9780123810311.

NIR (2023): National Inventory Report for 1985–2021. Hungary. Hungarian Meteorological Service: Budapest, Hungary.

Somogyi Z. (2008): A hazai erdők üvegház hatású gáz leltára. *Erdészeti kutatások 2007-2008*. Vol. 92. 154.

Verkerk P.J., Delacote P., Hurmekoski E., Kunttu J., Matthews R., Mäkipää R., Mosley F., Perugini L., Reyer C.P., Roe S. et al. (2022): Forest-Based Climate Change Mitigation and Adaptation in Europe. From Science to Policy 14; European Forest Institute: Joensuu, Finland, ISBN 978-952-7426-22-7.

Zhu, X., Wenjie Liu, Jin Chen et al. (2020): Reductions in water, soil and nutrient losses and pesticide pollution in agroforestry 1 practices: a review of evidence and processes. *Plant Soil*, 453, <https://doi.org/10.1007/s11104-2019-04377-3>.

# A HŐKEZELÉS HATÁSA AZ INVÁZIÓS FAFAJOK GOMBAÁLLÓSÁGÁRA

KOMÁN SZABOLCS, HORVÁTH NORBERT, SZMORAD GERGELY, BAK MIKLÓS

Soproni Egyetem, Fajpári Mérnöki és Kreatívipari Kar, Alaptudományi Intézet,  
koman.szabolcs@uni-sopron.hu

## KIVONAT

Hazánkban a zöld juhar (*Acer negundo*) és az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) is az inváziós fafajok közé tartozik, amelyek faanyagának tulajdonságairól kevés információval rendelkezünk. A hőkezelési eljárások növelik a faanyag biológiai tartósságát, amelyek gombaállósági vizsgálatok segítségével számszerűsíthetők. A 180°C és 200°C-on történt hőkezelés hatására a zöld juhar és az amerikai kőris esetében is csökkent a gombabontás mértéke lepkeapló (*Coriolus versicolor*) és kései laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) alkalmazása esetén. Az alacsonyabb hőmérsékletnél még nem minden esetben érhető el a szabvány szerinti egy tartóssági osztállyal való jobb besorolás, viszont 200°C-on a zöld juharnál már stabilan elérhető a közepesen tartós, az amerikai kőrisnél pedig a tartós besorolás.

## Kulcsszavak:

gombaállóság, zöld juhar, amerikai kőris, lepkeapló, kései laskagomba

## BEVEZETÉS

Az inváziós faj fogalmára különböző meghatározások léteznek a szakirodalomban. Az IUCN definíciója szerint például csak azok az idegen fajok tartoznak ide, amelyek veszélyeztetik a természetes területek biodiverzitását (Botta-Dukát 2012). Számos faj a legelterjedtebb és leginkább károsító invazív növények közé tartozik, amelyek veszélyeztetik a védett területeket, fajokat és élőhelyeket. A nem őshonos fafajok előkelő helyen szerepelnek az invazív növények listáján a világ számos részén. Ezek a fajok egyes területeken a legszembetűnőbb, legkárosabb és bizonyos esetekben a leginkább tanulmányozott invazív fajok közé tartoznak (Brundu, Richardson 2016).

Hazánkban a legnagyobb gondot okozó inváziós fafajok a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*), a kései meggy (*Padus serotina*), a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), a zöld juhar (*Acer negundo*), a keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) (Korda 2019).

Az amerikai kőris Közép-Európa egyik leggyorsabban terjedő fás szárú faja az elmúlt 25 évben (Drescher, Prots 2016). Elsősorban a nagy folyók mentén található meg a *Quercus robur*, *Ulmus spp.* és *Fraxinus excelsior* fafajokkal vegyes keményfás ártéri erdőkben (Branquart et al. 2010). Fajának habitusa miatt díszfaként széles körben ültetik parkosított és utcai faként városi és külvárosi területeken az Egyesült Államokban és

külföldön (Kovacs et al. 2010). Faanyaga a magas kőrishez képest gyengébb minőségű, de a szárazabb termőhelyeken, ahol lassabb a növekedési ütem, hasonló minőség megfigyelhető.

A zöld juhar széles körben elterjedt, és a súlyosan invazív típusú fajok közé tartozik (Ednich et al. 2015). Korábban az Egyesült Államokban használták a szélerózió megfékezésére, ami még mindig fontos felhasználása szerte a világon. Faanyaga nem képvisel jelentős kereskedelmi értéket. Dobozok, alacsony minőségű bútorok, kerítések anyagá-hoz használják fel (Barstow et al. 2017).

A különböző hőkezelő eljárások lehetőséget teremtenek olyan fafajok felhasználhatóságának növelésére is, amelyeket a mai napig csak szűk felhasználási területen alkalmaznak. A hőkezelt faanyagok felhasználási területeként elsősorban a kültéri alkalmazásokat jelölik meg. A legtöbb faanyag hajlamos a korhadásra bizonyos körülmények teljesülése mellett (megfelelő hőmérséklet, nedvességtartalom, stb.), a hőkezelés azonban növeli az ellenálló képességet bizonyos biodegradációs folyamatokkal szemben (Bak 2012). A biotikus károsítókkal szembeni ellenálló képesség növekedése két okkal magyarázható. Az egyik, hogy a hőkezelés során létrejövő furfurool képes térhálósítani a lignint, így az elérhetetlenné válik a lebontó enzimek számára. Továbbá a hemicellulóz degradációja során keletkező szerves savak segítik ezt a folyamatot. A másik ok az, hogy a hőkezelt faanyagok alacsonyabb rosttelítettséggel, illetve egyensúlyi nedvességtartalommal rendelkeznek és ez a gombák számára kedvezőtlen körülményeket teremt (HORVÁTH 2008; WEILAND-GUYONNET 2003; TJEERDSMA et al. 2002).

Az invazív fajokat a világ minden táján igyekeznek visszaszorítani, ezért a faanyaguk felhasználhatóságához szükséges információk nem, vagy kevésbé ismertek a feldolgozás számára (Varga, Komán 2019). A tanulmány éppen ezért a kiválasztott két invazív faj faj hőkezeléssel módosított faanyagának gombaállóságát vizsgálja.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

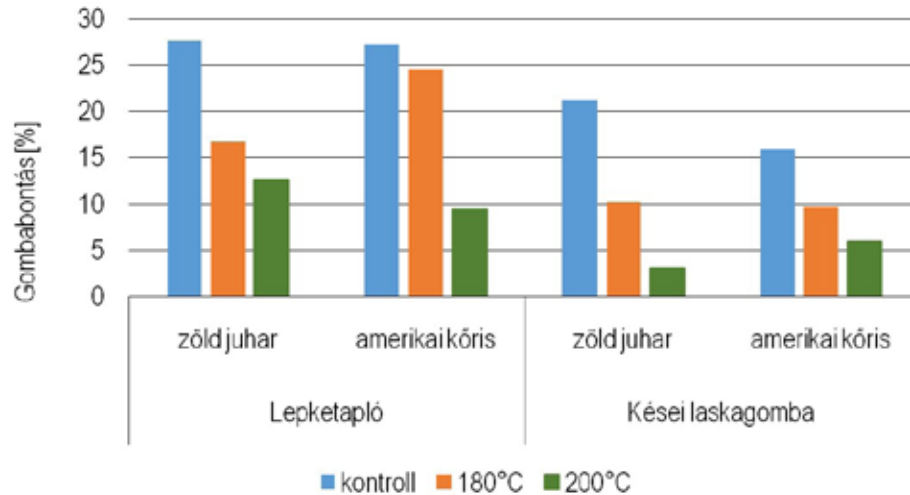
A hőkezelés a zöld juhar és amerikai kőris fafajoknál 180 és 200 °C-on történt, 10 órás hőntartási időtartamban, légköri nyomáson és oxidatív környezetben. A tömegvesztések a gombaállósági vizsgálat során az MSZ EN 113 szabvány szerint kerültek meghatározásra lepkeapló (*Coriolus versicolor*) és kései laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) fajokra.

## EREDMÉNYEK

A lepkeaplóval (*Coriolus versicolor*) végzett kísérlet eredményei az 1. ábrán lathatók. Az amerikai kőrisnél a 180°C-os kezelés nem hozott nagymértékű csökkenést, azonban a 200°C-on kezelt anyagok már jelentősebb ellenállást tanúsítottak a károsítóval szemben. A zöld juhar esetében már 180°C-on is jelentősebb csökkenés figyelhető meg

a gombabontásban, azonban ennél a fafajnál 200°C-on nem érhető el olyan jelentős csökkenés, mint az amerikai kőris esetében.

A kései laskagombával (*Pleurotus ostreatus*) elvégzett mérések szintén az 1. ábrán láthatóak. Ezen gombafaj esetében jól látható a 180°C-os és a 200°C-os minták közötti különbség. Magasabb hőmérsékleten ebben az esetben kifejezetten alacsony gombabontás, átlagosan 3,08% volt mérhető.



1. ábra: A lepketapló és kései laskagomba által okozott gombabontás mértéke kezeletlen és különböző hőmérsékleteken hőkezelt zöld juhar és amerikai kőris faanyagoknál.

Összességében azonban, több gombakárosítóval végzett vizsgálat esetén, mindig a gyengébb eredményt (magasabb gombabontás) kell figyelembe venni. Az eredményeket még így vizsgálva is kijelenthető, hogy jelentősen mérsékelhető a gombabontás hőkezeléssel a vizsgált fafajoknál. A 200°C-os kezelési hőmérsékletet viszont el kell érni, ha legalább egy tartóssági osztállyal jobb besorolást szeretnénk. Jelenlegi eredményeink alapján 200°C-os kezelési hőmérsékletet alkalmazva, zöld juharnál stabilan elérhető a hármas tartóssági osztály (közepesen tartós), az amerikai kőrisnél pedig a kettes (tartós) (1. táblázat). Végleges besoroláshoz még több gombakárosító bevonására lenne szükség, azonban ezek mindenképpen jó eredménynek számítanak.

1. táblázat: A vizsgált kezeletlen és hőkezelt zöld juhar és amerikai kőris faanyagok tartóssági osztályba (TO) sorolása az MSZ EN 350 szabvány alapján. Zárójelben a besoroláshoz felhasznált gombabontás mértéke.

	Zöld juhar		Amerikai kőris	
	Lepketapló	Kései laskagomba	Lepketapló	Kései laskagomba
kontroll	TO4 (27,78%)	TO4 (21,22%)	TO4 (27,23%)	TO4 (15,97%)
180°C	TO4 (16,82%)	TO3 (10,24%)	TO4 (24,62%)	TO4 (9,81%)
200°C	TO3 (12,69%)	TO1 (3,08%)	TO2 (9,51%)	TO2 (6,01%)

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Botta-Dukát Z (2012) A növényi invázióhoz kapcsolódó fogalmak. In: Csiszár Á. (szerk.): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, ISBN 978-963-334-050-9
- Branquart E, Vanderhoeven S, Van Landuyt W, Van Rossum F, Verloove F (2010). "Invasive species in Belgium, *Fraxinus pennsylvanica*" <https://ias.biodiversity.be/species/show/134>, accessed 30 July 2019.
- Brundu G, Richardson D M (2016) Planted forests and invasive alien trees in Europe: A Code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. *NeoBiota* 30, 5–47. <https://doi.org/10.3897/neobiota.30.7015>
- Drescher A, Prots B (2016) "Fraxinus pennsylvanica - an invasive tree species in Middle Europe: case studies from the Danube basin," *Contr. Botanice LI*: 55-69.
- Ednich E M, Chernyavskaya I V, Tolstikova, T N, Chitao S I (2015) "Biology of the Invasive Species *Acer Negundo* L. in the Conditions of the North-West Caucasus Foothills," *Indian Journal of Science and Technology*, 8(30) DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i30/85426
- Horváth N (2008) A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- Kovacs K F, Haight R G, McCullough D G, Mercader R J, Siegert N W, Liebhold A M (2010) "Cost of potential emerald ash borer damage in U.S. communities, 2009–2019," *Ecological Economics* 69:569–578. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.09.004
- MSZ EN 113:2001 Faanyagvédő szerek. A farontó bazídiomos gombák elleni megelőző hatásosság meghatározásának vizsgálati módszere. A hatásosság határértékének meghatározása

Tjeerdsma B, Stevens M, Militz H, Van Acker J (2002) Effect of process conditions on moisture content and decay resistance of hydrothermally treated wood. *Holzforschung und Holzverwertung*, 5, pp. 94-99.

Weiland J, Guyonnet R (2003) Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modified wood using DRIFT spectroscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 61(3), pp. 216-220.

## A KESKENYLEVELŰ EZÜSTFA (*ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA L.*) ENERGETIKAI JELLEMZŐI

**KOMÁN SZABOLCS, TÖRÖCSI KRISZTIÁN**

Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Alaptudományi Intézet,  
koman.szabolcs@uni-sopron.hu

### KIVONAT

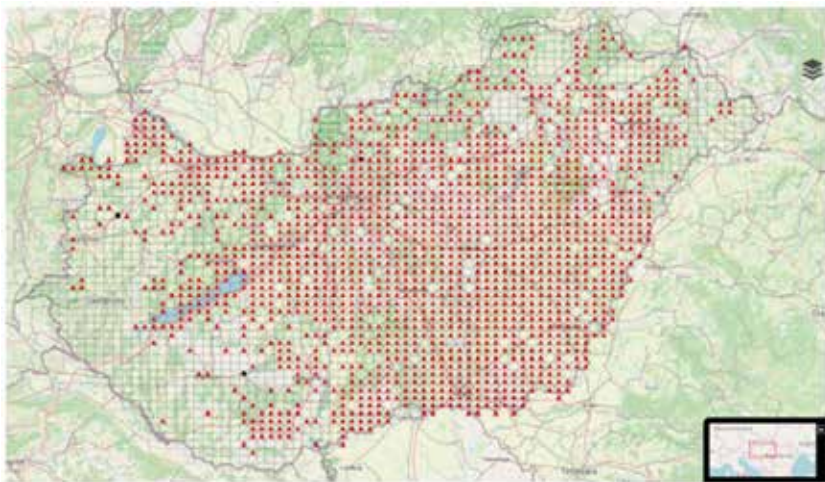
*Az inváziós fafajok faanyagának jelentős része tüzelőanyagként kerül felhasználásra, mivel erdészeti szempontból a cél ezen fafajok visszaszorítása. A faanyagok energetikai célú felhasználásához többek között fontos az égéshő és a hamutartalom ismerete. A vizsgált keskenylevelű ezüstfa e két jellemző tekintetében nem marad el más, invazív faj tulajdonságaitól. Faanyagának hamutartalma igen alacsony, mindössze 2,7%, míg égéshője 19,2 MJ/kg. Az ezüstfa energetikai célból való hasznosításának a vizsgált jellemzők szempontjából nincsen akadálya, illetve nem szorul háttérbe más fafajokkal szemben.*

### Kulcsszavak:

keskenylevelű ezüstfa, hamutartalom, égéshő

### BEVEZETÉS

A keskenylevelű ezüstfa Ázsia meleg kontinentális területein honos. Elterjedési területe a Földközi-tenger keleti medencéjénél indul, s Kis-Ázsián át Nyugat- és Közép-Ázsiát foglalja magába, ahol areája az Altáj-hegységig és a Góbi-sivatagig ér. Legnagyobb tömegben a Kaszpi-mélyföldön, az Aral-tó és a Balhas-tó térségében lép fel, ahol a homoki félsivatagok vízfolyásait kísérő vegetáció jellemző növénye. Nyugat-Ázsiában és Európában évszázadok óta termesztik kultúrában, gyakran elvadult és meghonosodott (Bartha, Csiszár 2012). Magyarországon elsősorban a nedves területeken találkozhatunk vele. Elterjedése (1. ábra) az adott élőhelyen jelentős változást eredményez, amely hazánk egyes területein kiemelkedő jelentőségű. Ahol egyszer megtelepedett, onnan nehezen eltávolítható. Levágás után töve intenzíven sarjad, gyökerein nitrogént képes megkötni. Méhészeti szempontból kiváló mézelő. Tiszta fajtaméze virágéra emlékeztető, intenzív illatú. Vegyes mézben ízjavító. Levelét, virágát, és C-vitaminban gazdag termését a népi gyógyászatban is használják.



1. ábra: A keskenylevelű ezüstfa elterjedése Magyarországon (<http://www.invaziosfajok.hu/hu/invazios-fajok/142>)

A különböző biomasszák energianyeresi célú felhasználását azok fűtőértéke, hamutartalma és egyéb égés jellemzői határozzák meg jelentős mértékben. A faanyag általában relatív alacsonyabb hamutartalommal rendelkezik, míg a kéreg jelentősen magasabbal (Passialis et al. 2008, Nosek et al. 2016, Koman 2018). A biomassza energetikai hasznosítása során keletkező éghetetlen salak, a nagyobb teljesítményű tüzelőberendezéseknél speciális üzemeltetési gondokat vet fel. Ez egyrészt tüzelőberendezés károsodásával, másrészt a nagy mennyiségben keletkező hamu elhelyezésével kapcsolatos. Ezen problémák elsősorban a tüzelőanyag megtermelése során a talajból a biomasszába beépülő kémiai elemek jelenlétével és azok hatásával magyarázható (Komán 2013).

A szilárd tüzelőanyagok, mint a fa, a biomassza és a szén égetése során jelentős mennyiségű nem éghető melléktermék keletkezik, beleértve a hamut, a salakot és az ásványi anyagokat. Ha ezek a hamu részecskék megolvadnak és lerakódnak a tüzelőberendezésben, akkor azok akadályozhatják az optimális hőcserét és az áramlást. Ezért a hamu eltávolítása és a keletkező hamu mennyiségének csökkentése kulcsfontosságú a szilárd tüzelőanyaggal üzemelő berendezések hatékony és megbízható működésének biztosításához (Palotás 2011).

Az éghéshő alapján meghatározott energiahozam az egyik legfontosabb minőségi jellemzője az ültetvényeknek (Kenney et al. 1990). Sok tanulmány szerint a kéreg fűtőértéke alacsonyabb, mint a fái (Požgaj et al. 1997, Klačnja, Kopitovič 1999), de találhatunk egyéb véleményt is, mely szerint a kéreg fűtőértéke sok faj esetében magasabb a fáiánál (Nurmi 1993).

Az ezüstfa napjainkban faipari jelentőséggel nem bír, ezért elsősorban tűzifaként hasznosítják. A kutatás célja éppen ezért energetikai jellemzőinek feltérképezése egyéb fafajok tükrében.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

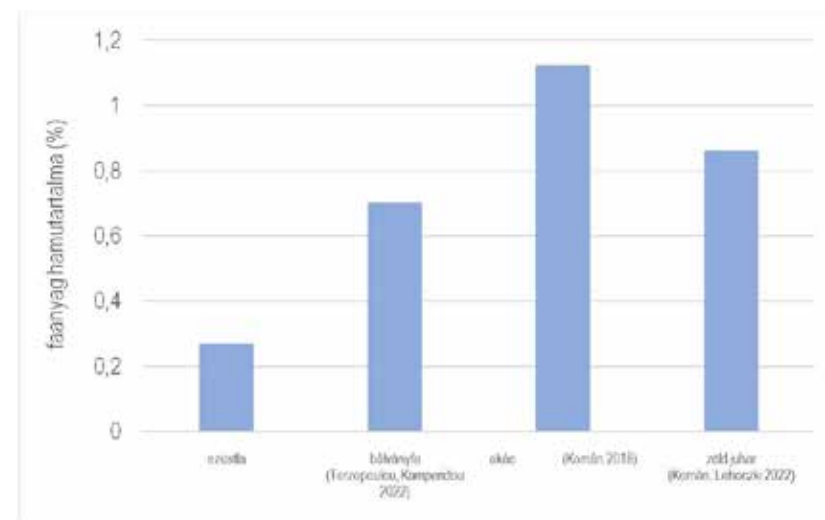
A vizsgálatba egy már érett fával rendelkező ezüstfa törzs került bevonásra, amely a Fertő-Hanság-medence területén növekedett.

A vizsgálatokhoz a mellmagassági átmérőnél kivágott 5 cm vastagságú korong került felhasználásra. A hamutartalom vizsgálata abszolút száraz állapotú mintákon történt. A mintákból aprítás után 2 g-nyi mennyiség került elemzésre az EN ISO 18122:2026 szabvány szerint 3 db minta alapján.

Az éghéshő meghatározásához a hamutartalom vizsgálatához használt aprítékból 1g tömegű pasztillák készültek. A minták abszolút száraz állapotúak voltak, amelyekből 3 mérés történt az EN ISO 1716:2019 szabvány alapján.

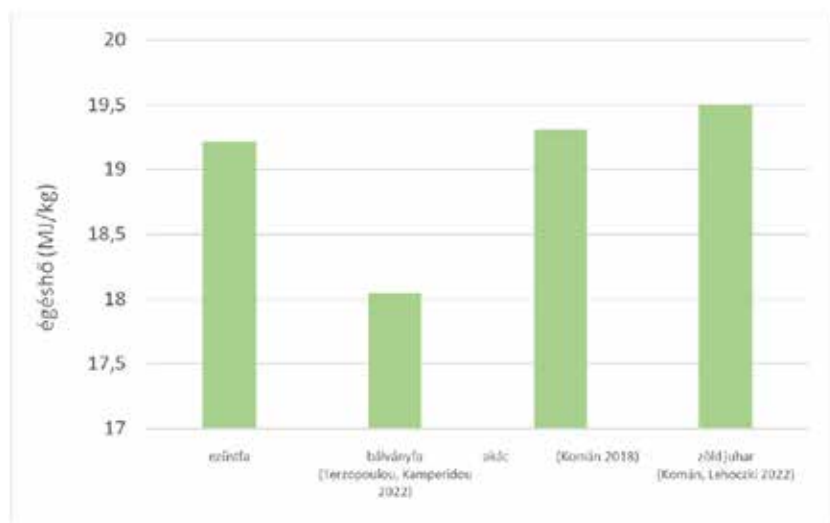
## EREDMÉNYEK

Az ezüstfa faanyagának hamutartalmáról elmondható, hogy más fafajokhoz hasonlóan igen alacsony értéket mutat. Hamujának mennyisége más inváziós fafajokhoz viszonyítva (2. ábra) is nagyon kevés. A bálványfa faanyaga több mint 2,5-szer, az akácé több mint 4-szer, a zöld juharé pedig több mint 3-szor nagyobb hamutartalommal rendelkezik.



2. ábra: Az ezüstfa faanyagának hamutartalma egyéb fafajok viszonyában

Az ezüstfa faanyagának égéshője tömegre vonatkoztatva (3. ábra nem marad el a lombos fafajok többségére jellemző értékektől. Az akác és a zöld juhar értékével gyakorlatilag megegyezik, míg a bálványfától valamivel magasabb értéket mutat. Faanyagának energetikai hasznosítása így ennek a jellemzőnek a figyelembevételével is javasolható.



3. ábra: Az ezüstfa faanyagának égéshője egyéb fafajok viszonyában

A keskenylevelű ezüstfa faanyaga energetikai felhasználás szempontjából, mind a hamutartalom, mind az égéshő tekintetében megfelelő anyagminőséggel rendelkezik más inváziós fafajokkal összevetve. Mivel az elégetett fa mennyiségével együtt a keletkező hamu mennyisége is folyamatosan növekszik, alacsony hamutartalma igen kedvező. Ez az energetikai hasznosítás során a tüzelőberendezések üzemeltetésére és a keletkezett hamu elhelyezésére van pozitív hatással. Faanyagának égéshője egyéb kemény-lombos fafajokéval megegyező, amely szempontjából ilyen irányú felhasználhatósága nem szorul háttérbe.

## KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bartha D, Csiszár Á (2012) Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 115-119 pp.
- EN ISO 18122 (2022) Solid Biofuels - Determination of ash content. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland
- EN ISO 1716 (2019) Reaction to fire tests for products. Determination of the gross heat of combustion (calorific value). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland
- Kamperidou V, Lykidis C, Barmpoutis P (2018) Utilization of wood and bark of fast-growing hardwood species in energy production. *Journal of Forest Science*, 64, 4:164–170 <https://doi.org/10.17221/141/2017-JFS>
- Kenney W.A, Sennerby-Forsse L, Layton P (1990) A review of biomass quality research relevant to the use of poplar and willow for energy conversion. *Biomass* 21(3):163-188.
- KLAŠNJA B, KOPITOVIČ Š (1999) Quality of wood of some willow and robinia clones as fuelwood. In *Drevársky výskum*, no. 44, pp. 9–18.
- Komán Sz (2013) Nemesnyár-fajták korszerű ipari és energetikai hasznosítását befolyásoló faanatómiai és fizikai jellemzők. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- Komán Sz (2018) Energy-related characteristics of poplars and black locust. *BioResources* 13(2), 4323-4331.
- Komán Sz, Lehoczki M (2022) Combustion characteristics of green ash and box elder. In: Németh R, Hansmann C, Rademacher P, Bak M, Báder M (eds.) 10th Hardwood Conference Proceedings, Soproni Egyetemi Kiadó, Sopron, pp 323
- Nosek R, Holubcik M, Jandack J (2016) The impact of bark content of wood biomass on biofuel properties. *BioResources* 11(1):44-53. <https://doi.org/10.15376/biores.11.1.44-53>
- Nurmi J (2000). Characteristics and Storage of Whole-tree Biomass (Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja), The Finnish Forest Research Institute, Kannus, Finland.
- Palotás Á B (2011) Ipari tüzeléstechnika (adaptáció). e-jegyzet, Miskolci Egyetem, 45 p
- Passialis C, Voulgaridis E, Adamopoulos S, Matsouka M (2008) Extractives, acidity, buffering capacity, ash and inorganic elements of black locust wood and bark of different clones and origin. *European Journal of Wood and Wood Products* 66:395-400. <https://doi.org/10.1007/s00107-008-0254-4>
- Požgaj A, Chovanec D, Kurjatko S, Babiak M (1997). Structure and Properties of Wood, Příroda, Bratislava, Slovak Republic.
- Terzopoulou P, Kamperidou V (2022) Chemical characterization of Wood and Bark biomass of the invasive species of Tree-of-heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), focusing on its chemical composition horizontal variability assessment. *Wood Material Science & Engineering*, 17:6, 469-477. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1888315> <http://www.invaziosfajok.hu/hu/invazios-fajok/142>

# ÖNJÁRÓ KERTÉSZETI ROBOTOK ERDÉSZETI ALKALMAZHATÓSÁGA

MAJOR TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron  
major.tamas@uni-sopron.hu

## KIVONAT

*Az utóbbi években Magyarországon kifejlesztésre került egy kertészeti robot gépcsalád. A gépcsalád egyik tagját az őszi erdősítési időszakban tölgy erdősítésben teszteltük. Ezen cikkben ezen gépeket mutatom be, illetve a tesztelt gép munkája során szerzett tapasztalatokat ismertetem.*

## Kulcsszavak:

automatizáció, robotizáció, erdősítés, gödörfúrás

## BEVEZETÉS

Az elmúlt néhány évtizedben a mezőgazdasági gépesítés rohamosan fejlődött, a hazai növénytermesztésben többségében korszerű géppark áll a termelők rendelkezésére (POPP et al. 2018). Ugyanakkor az erdészeti vállalkozások gépparkjának jelentős részét idős gépek alkotják. Az erdőgazdálkodásban használt gépek meg sem közelítik a mezőgazdaság többi szereplőjének a gépparkját, annak fejlettségét.

Az erdészeti vállalkozások versenyképességének fenntartása, javítása, valamint a már az ágazatban is tapasztalható munkaerőhiány is mind abba az irányba mutatnak, hogy elkerülhetetlen a digitális technológia, az automatizált gépek, robotok használatának bevezetése az erdészeti munkákban (MAJOR-KOVÁCSÉVICS, 2023).

A világ számos helyén folynak kísérletek és gépfejlesztések, az egyes gyártók sorra jelennek meg – az erdőgazdálkodás különböző területein is alkalmazható – újabb és újabb autonóm üzemre alkalmas gépekkel (CZUPY, 2023, HORVÁTH, 2016, HORVÁTH-CZUPY, 2022).

Magyarországon a Hári Tech Kft. kezdett speciális kertészeti kisméretű, egyedi kivitelű önjáró robotok tervezésével és gyártásával foglalkozni (HÁRI Zs. (2021).

Jelen cikkben ezen gépek bemutatására és erdősítésben végzett próbaüzem tapasztalatainak bemutatására vállalkozom.

## A KERTÉSZETI ROBOTOK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA

Jelenleg 4 robot típust gyártanak, ezek mindegyike Kubota gyártmányú diesel motorral szerelt, teljesítményük 18 kW (24 LE) illetve 48 kW (65 LE), gumihederes változtatható nyomtávú alvázon mozognak. A gépeket kamerával is ellátják, melyeknek köszönhetően a kezelő élőképp segítségével tudja a gép munkáját követni, és az esetleges problémákat orvosolni.

A Hári Tech Kft. a saját fejlesztésű „hariPilot” önvezető szoftverükkel ruhazza fel robotjait. A gépek pozicionálása alapvetően GPS-szel történik, amelyhez a korrekciót valamelyik szolgáltató (Lechner, Corrigo) biztosítja, de helyi (saját) bázis is használható, melynek köszönhetően +/-2 cm-es pontosság érhető el a munkavégzés során. A robotok biztonsági funkciókkal is felszereltek meghibásodás esetén leállnak, elkerülve így a bal esetet. Emellett dőlésérzékelővel és ütközés elleni védelemmel is el vannak látva.

Többféle adapter is felszerelhető a gépekre: pl. gödörfúró, permetező, műtrágyaszóró, szárzúzó, kultivátor, kaszálógép.

## AZ EGYES ROBOTTÍPUSOK BEMUTATÁSA

A haRiBOT V2 típus (1. ábra) egy nagy (100 cm) hasmagasságú gép, mely alapvetően növény sorok fölött haladva egyszerre több sor vagy sorköz permetezését tudja elvégezni. 250 l-es víztartállyal rendelkezik. Haladási sebessége maximum 3,5 km/h. Természetesen más munkagéppel, akár gödörfúróval is felszerelhető.



1. ábra. A sorközpermetezővel szerelt haRiBOT V2 önjáró robot

A 18 kW-os haRiBOT V3 típus (2. ábra) is számos adapterrel ellátható, melyek a robot elejére és hátuljára is felszerelhetők. Az első hidraulika emelőmagassága 200 mm, teherbírása 100 kg, míg a hátsó hidraulika emelőmagassága 600 mm, teherbírása pedig

150 kg. A hátulra szerelt nagyobb tömegű adapterek ellensúlyozására elől akár pótsúlyok is elhelyezhetők. Járószerkezete 180 cm széles gumihevederekkel rendelkezik, nyomtávolsága fokozatmentesen hidraulika segítségével 70-110 cm között változtatható. Maximális haladási sebessége 4,5 km/h. Súlya 800 kg, így szállítása utánfutóval történhet.

A haRiBOT V4 típusú önjáró robot (3. ábra) felépítése hasonló, azonban nagyobb méretekkel és teljesítménnyel (48 kW) rendelkezik. Nyomtávolsága 90-140 cm között változtatható, maximális sebessége 6 km/h.



2. ábra. A 3 fúrófejjel szerelt haRiBOT V3 önjáró robot



3. ábra. Az egy fúrófejjel szerelt haRiBOT V4 önjáró robot

## PRÓBAÜZEM ERDÉSZETI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

A Hári Tech Kft. által gyártott gépek közül a haRiBOT V3 magajáró robot kipróbálása mellett döntöttünk. A tesztelés során az őszi erdősítési időszakban – 3 gödörfúró adapterrel felszerelve – a csemeteültetésekhez szükséges ültetőgödörök elkészítéséhez alkalmaztuk a Zalaerdő Zrt. Nagykanizsai Erdészetének területén (4. ábra). A vizsgálat helyszínén, a Galambok 4F erdőrésztben, az ültetést tuskómarás előzte meg. A nagyobb teljesítmény érdekében a munkát egyszerre 3 fúrófejjel, a sorokra merőlegesen haladva végeztük. A sortávolság 2,2 m, a tőtávolság 45 cm, a fúróátmérő 13 cm, a fúrási mélység 30 cm volt.



4. ábra. Gödörfúrás erdősítésben

A robot, a kezdőpontból útnak indítva, teljesen automatikusan végzi a munkáját, a szükséges helyeken megáll, elvégzi a gödörfúrást, majd a fúrófej kiemelése után a következő fúrási pozícióra áll. A sor végéhez érve ráfordul a következő sorra és folytatja a munkát. A magajáró robot az ültetési gödröket a kívánt sor- és tőtávolságnak megfelelően készítette el. Néhány cm-es eltérés olyankor fordult elő, amikor a talajegyenetlenségek miatt a robot megbillent. Ennek oka, hogy a fúrási pozíció (fúrási koordináta) a fúrószár befogási pontjánál van definiálva, nem a fúrószár csúcsán. Így billenés esetén a fúrószár hosszától és a billenés mértékétől függően pár cm-es eltérés tapasztalható.

Néhány helyen, ahol a tuskómarás ellenére a talajban visszamaradt egy-egy tuskó, a szükséges fúrási mélységet nem érte el, vagy nem tudott ott ültetési gödört készíteni.

A kifúrt föld az ültetőgödör mellett marad, így a csemete ültetése során elegendő föld jut a csemete takarásához (5. ábra). A kifúrt föld röpitési távolsága a talajkötöttségtől és nedvességtartalomtól függően a fúrószerű fordulatszámával szabályozható.



5. ábra. A fűrt ültetési gödrök

Összességében megállapítható, hogy az autonóm magajáró robotok megfelelő adapterekkel felszerelve már most is képesek az erdészeti csemetekerti munkák elvégzésére, megfelelő terület-előkészítés után akár erdősítésekben is alkalmazhatóak, azonban ahhoz, hogy a változatos erdei körülmények közt is használhatóak legyenek, további fejlesztések szükségesek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt támogatásával készült.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Czupy I. (2023): Precíziós erdészet – a jövő útja. In: Czimber, Kornél (szerk.) Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa. Sopron, Magyarország: Soproni Egyetem Kiadó pp. 62-66.
- Hári Zs. (2021): A jövő már jelen van. Precíziós Gazdálkodás – Interaktív Magazin 1:93-95.
- Horváth B. szerk. (2016): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Budapest. 476 p.
- Horváth B. – Czupy I. (2022): Robotizáció az erdészeti gépesítésben. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest. 35 p. ISBN 978-963-575-083-2 (<https://szaktudas.hu> Digitális kiadvány / Gyakorlati Tudástár sorozat).
- Major T. – Kovács P. (2023): Kerekasztal-beszélgetés az erdészeti gépjármű-fejlesztésről. ERDÉSZETI LAPOK 158: 4 pp. 173-174.
- Popp J. – Erdei E. – Oláh J. (2019): A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon – Outlook of precision farming in Hungary. International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) Vol. 3. No. 1.

## Az emberek nem tudják hogyan öltözzenek fel ma

Az emberek nem tudják hogyan öltözzenek fel ma  
A ködben állok  
A télbe bámulok  
Hátam mögött nyár van  
Mi ez az ősz  
Az emberek nem tudják mivé legyenek  
Fürdőruhában ázóok  
Vagy kabátban fürdjenek  
Az emberek nem tudják mi ez  
Ilyen volt mindig is?  
Hideg meleg szaunakúra  
Vagy az új évtized  
Minek átlaghőmérséklete és csapadékösszege teljesen normális lesz bármely  
nem kutató számára  
De szélsőségekben rejlik az Úr  
És most érezhetjük majd igazán haragját mit tettünk  
Mert most jön csak az égzengés és a zivatar  
Majd másnap sivatagi szél és kellemes 180 fokos sütőhangulat  
És mi még akkor is azon fogunk gondolkozni  
Mit is vegyek fel ma reggel  
Szandált vagy hótaposót

Muraközy Lili

Sopron, 2024. szeptember. 17.



Harsányi Zsuzsanna: Mozgásban

## A SOPRONI BOTANIKUS KERTI ÉGHAJLATI ÁLLOMÁS HOSSZÚ TÁVÚ ADATAINAK ERDÉSZETI ÉS HIDROMETEOROLÓGIAI CÉLÚ ELEMZÉSE

MURAKÖZY LILI<sup>1</sup>, KOVÁCS GÁBOR<sup>2</sup>, KALICZ PÉTER<sup>1</sup>, GRIBOVSZKI ZOLTÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Soproni Egyetem, Erdőmérnöki kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

<sup>2</sup> Soproni Egyetem, Erdőmérnöki kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

### KIVONAT

Az erdő és hidrológiai folyamatainak ezenkívül a klímaváltozás hatásainak megismeréséhez elengedhetetlenek a folyamatos, hosszútávú meteorológiai mérések. Sopronban ezen meteorológiai megfigyelések már az 1700-as évektől elkezdődtek, lehetőséget adva a hosszú távú hatások elemzésére. Miután az egyetem a soproni Botanikus kertbe költözött ez lett a város hivatalos éghajlati állomása 1925-től. Jelen munka áttekinti az állomás nyers adatainak digitalizálását, rendszerezését, hibajavítását és az adatbázison történő hidrológiai és meteorológiai elemzéseket. A botanikus kertben mért hőmérséklet az elmúlt 30 évben erősen emelkedett a korábbi évekhez képest (1930-1960: nincs jelentős különbség, 1989-2019: 1,68°C/30 év). A csapadékok eloszlása és mennyisége is megváltozott. (megnőtt a 20 mm-es csapadékok száma és mennyisége, viszont csökkent a kiscsapadékok aránya) Az adatokat a FAI (Forest Aridity Index) és a Thornthwaite-féle vízháztartási modell segítségével elemeztem. A FAI elemzés azt mutatja, hogy a Soproni régió FAI-értéke az elmúlt 150 évben egy klímakategóriát ugrott.

### Kulcsszavak:

hidrológia, meteorológia, erdő

### BEVEZETÉS

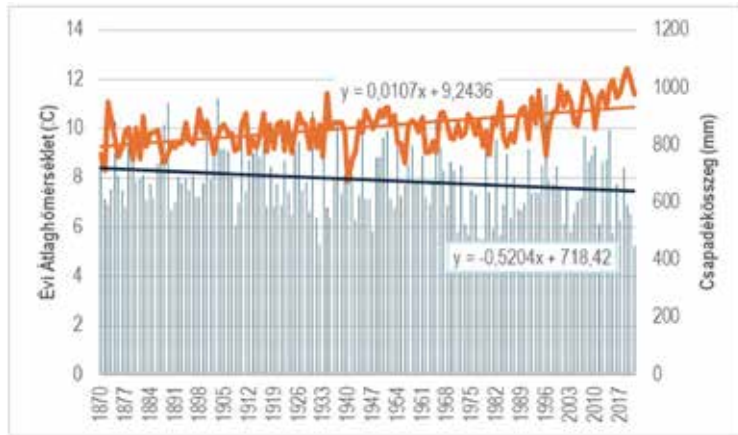
A hidrológiai és meteorológiai folyamatok évtizedeken/évszázadokon át ívelő nyomon követése elengedhetetlen az erdő hidrológiai rendszerének a megértésénél. (Bolla-Szabó, 2019) Más oldalról a klímaváltozás hatásainak értékelésénél is nélkülözhetetlenek a hosszú távú meteorológiai mérések. Az erdők és a víz kapcsolata felettébb változatos. Az erdők létét és milyenségét a különböző hidrológiai viszonyok alapvetően befolyásolják. (Gribovszki-Kucsara, 2023) A klímaváltozás pedig mind a hidrológiai adottságokra, ezzel együtt pedig az erdőre is kihatással van. (Csáki, 2020) A soproni meteorológiai megfigyelések több százéves múltra tekintenek vissza (Pődör, 1985), ezen mérések alapján pedig létrehozhatunk egy hosszú távú hibáktól mentesített adatsort. A nyers adatok különböző hibákat tartalmaznak, ezen hibák kijavításával (Sevruk, 1982) sokféle meteorológiai, hidrometeorológiai elemzés létrehozható. A munka célja a Soproni Botanikus kert állomás adatainak digitalizálása, egységesítése, hibaelemzése, adatbázis létrehozása, majd a javított adatbázison különböző hidrológiai, meteorológiai, erdőszeti célú elemzések elvégzése volt.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A meteorológiai mérőműszerek a Soproni Egyetem Botanikus kertjében találhatóak, fajtájukat tekintve ugyanolyan típusúak, mint bármely más éghajlati állomáson az országban. Kezdetben Botanikus kerti állomás észlelését az akkori Termőhelyismerettani tanszék kollegái végezték, ebben jelentős szerepe volt Vig Péternek, később a Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet folytatta az észleléseket az állomáson. A nyers adatokat a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt.-től (egykori OMSZ) kaptam 1980.02.18-tól 2023.07.31-ig bezárólag. A begyűjtött adatokat digitalizáltam, (12,5 év adata papírfőmában állt csak rendelkezésre) rendszereztem és létrehoztam egy egységesített, hibajavított adatbázist. Ezenkívül felhasználtam a Kuruc dombi nyers és homogenizált középhőmérséklet és csapadékösszeg adatokat 1870-től, ezeket összehasonlításához tudtam használni az elkészült Botanikus kerti adatbázishoz. Az adatahíkat Excellel az R programmal javítottam. A hibákat durva és finom hibára osztottam fel. A meteorológiai adatok ezután különböző statisztikai módszerek segítségével elemeztem. Az erdészeti aszályossági index-el (FAI) és a Thornthwaite-féle havi vízmérleg modellel elemeztem az adatokat. (Führer, 2010), (Thornthwaite-Mather, 1955)

## EREDMÉNYEK

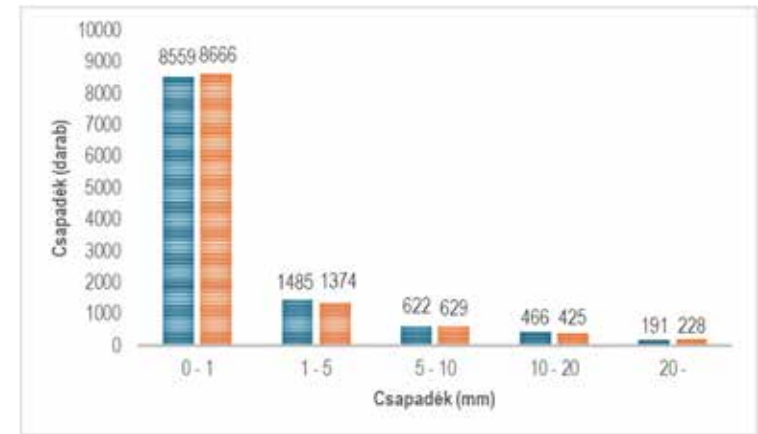
Először a Kuruc-dombi adatokra (1870-2021) készítettem elemzést az éves csapadékösszegek és éves átlaghőmérsékletek alapján. Az eredmények azt mutatják, hogy a hőmérséklet 1,61°C-ot emelkedett az elmúlt 150 évben, a csapadék pedig 79 mm-t csökkent. 1990 után jelentősebb hőmérsékletemelkedés tapasztalható, így ez lett a vizsgált 30 éves periódus.



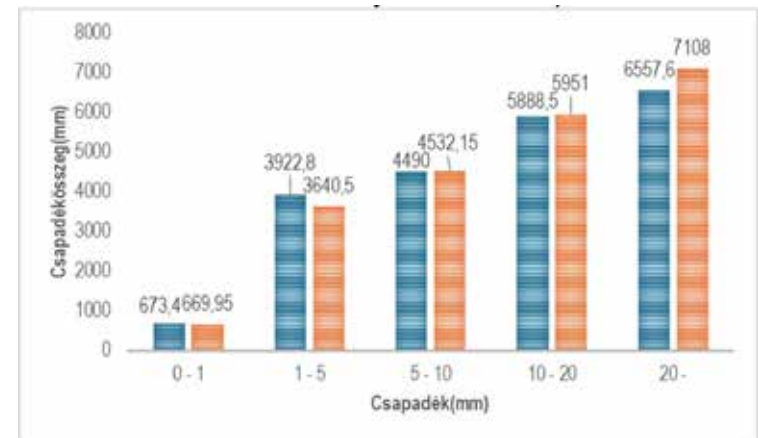
1. ábra: Kuruc-dombi homogenizált adatok évi átlaghőmérsékleteinek (narancssárga) és csapadékösszegeinek (kék) alakulása (1870-2021). Forrás: Saját ábra, 2023.

A Botanikus kerti csapadékokat a csapadékok darabszáma és csapadékösszeg kategóriánként vizsgáltam. A vizsgált 30 éves időszakot (1989-2019) egy múltbeli 30 éves időszakkal (1930-1960) hasonlítottam össze.

A jelenlegi 30 évben több nagyobb csapadék volt, a 20 mm feletti kategóriában nagyobb a csapadékösszeg. A kisebb csapadékokból viszont régen hullott több. (1-5 mm-es kategória) A 20 mm feletti kategóriában jelentős a különbség a két időszak között. Összességében kissé több a csapadék a jelenlegi időszakban, de érdemes az eloszlásokat is figyelembe vennünk, mivel a több, közepes csapadék sokkal előnyösebb egy erdei ökoszisztéma számára, mint a kevesebb, nagyobb intenzitású csapadék.

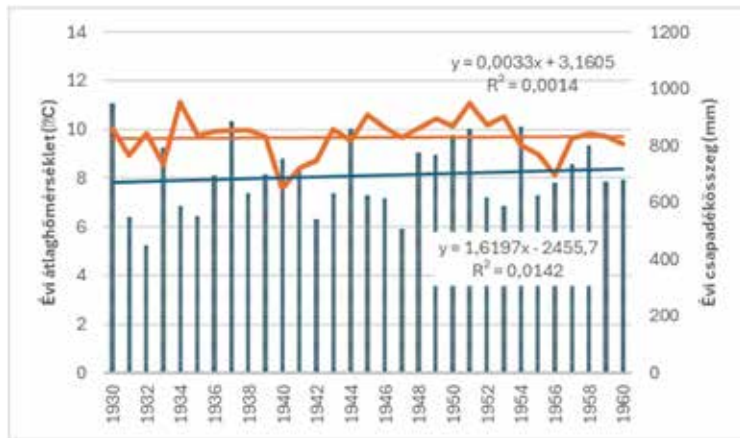


2. ábra: 1930-1960 (kék) és 1989-2019 (narancssárga) csapadékesemények darabszámainak összehasonlítása kategóriánként. Forrás: Saját ábra, 2023.

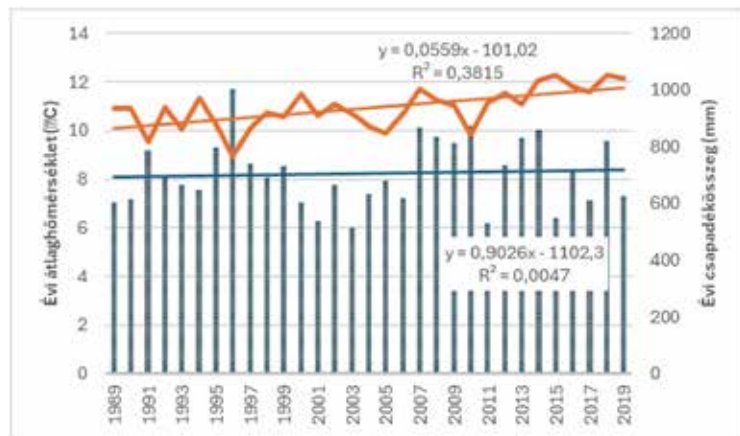


3. ábra: 1930-1960 (kék) és 1989-2019 (narancssárga) csapadékösszegeinek összehasonlítása kategóriánként. Forrás: Saját ábra, 2023.

Ezt követően a Botanikus kert 1930-1960-as és 1989-2019-es 30 éves adatsorát elemeztem az évi csapadékösszegek és átlaghőmérsékletek összehasonlításával. Az 1989-2019-es adatsornál 1,68°C hőmérsékletemelkedés mutatható ki 30 év alatt, míg a régebbi időszakban nincs jelentős változás sem a hőmérséklet sem a csapadék tekintetében.



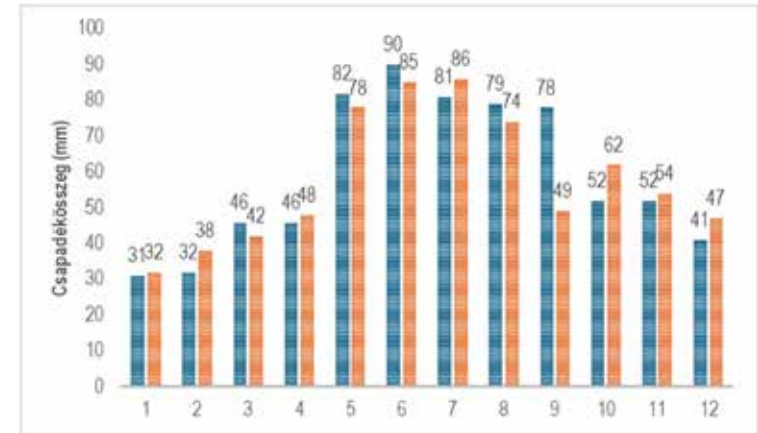
4. ábra: Botanikus kert 1930-1960 évi csapadékösszegeinek (kék) és évi átlaghőmérsékleteinek (narancssárga) alakulása. Forrás: Saját ábra, 2023.



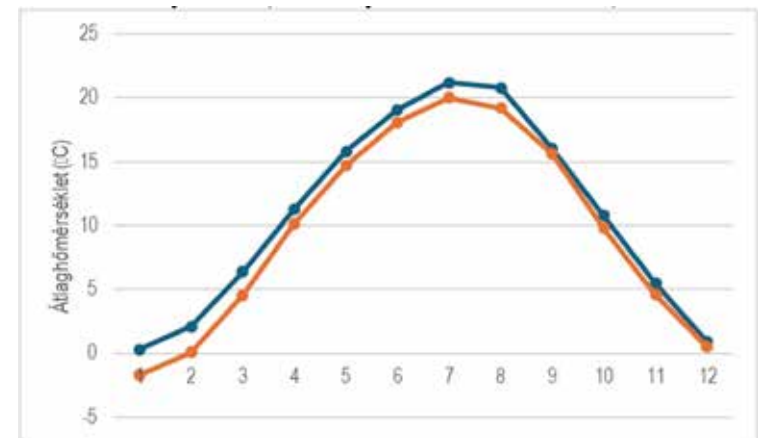
5. ábra: Botanikus kert 1989-2019 évi csapadékösszegeinek (kék) és évi átlaghőmérsékleteinek (narancssárga) alakulása. Forrás: Saját ábra, 2023.

Ezután havi csapadékösszegeket és hőmérséklet átlagokat állítottam elő a napi adatokból. A csapadékösszegeknél megfigyelhetünk az 1930-1960-as idő-szakban egy második (őszi) csapadékcsúcsot októberben, ez a jelenlegi 30 évben már eltűnt. Szeptember

lett a legcsapadékosabb őszi hónapunk. (majdnem 30%-kal nőtt) A hőmérséklet a jelenlegi 30 éves periódusban a késő téli-kora tavaszi időszakokban magasabb a régi 30 éves időszakhoz képest. Január középső részétől erősebb felmelegedés érzékelhető, július, különösen az augusztus is melegebbé vált. Ezek erdészeti jelentősége az, hogy kitolódhat a vegetációs időszak szeptember végéig.



6. ábra: Az átlagos havi csapadékösszeg eloszlások összehasonlítása (1930-1960: narancssárga, 1989-2019: kék). Forrás: Saját ábra, 2024.



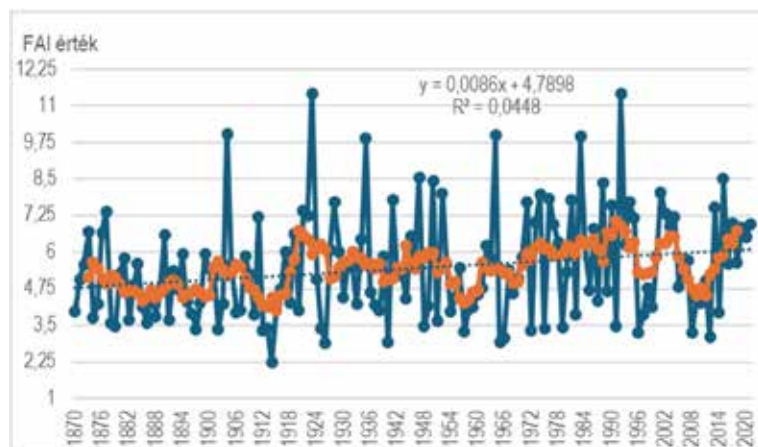
7. ábra: Az átlagos havi átlaghőmérsékletek összehasonlítása (1930-1960: narancssárga, 1989-2019: kék). Forrás: Saját ábra, 2024.

A havi csapadékösszegek és havi hőmérséklet átlagok alapján kiszámoltam az évenkénti FAI (erdészeti szárazsági index) értékeket a Kuruc-dombra és a Botanikus kert 2 db 30 éves periódusára.

1. táblázat: A klímaosztályok és értékük Forrás: Führer, 2010.

Bükkös klíma (B)	$FAI \leq 4,75$
Gyertyános tölgyes klíma (GYT)	$4,75 < FAI \leq 6,00$
Kocsánytalan tölgyes ill. cseres tölgyes klíma (KTT/CS)	$6,00 < FAI \leq 7,25$
Erdőssztyepp klíma (ESZTY)	$7,25 < FAI \leq 8,50$
Sztyepp klíma (SZTY)	$8,50 < FAI$

Mindkét állomásnál látszik, hogy egy-egy szárazabb, melegebb, vagy csapadékosabb, hűvösebb év is nagy kiugrást okozhat a FAI-ban. Már egy-egy magas aszályindexű év is súlyos következményekkel járhat, erre példa a térség lucfenyő pusztulása. A lucfenyő szárazság és aszályérzékeny faj (Varga, 2001), az aszályok miatt a legyengült faegyedekre nagyobb veszélyt jelenthet a szűkár. Ezek következtében történő pusztulása és a nagy léptékű egészségügyi fakitermeléses évek száma nagy hasonlóságot mutat a magas FAI értékű évekkel. A Kuruc-dombon emelkedik a FAI, az 1870-es évekhez képest mára egy klímaosztályt ugrott átlagosan az állomás. (A bükkös és a gyertyános tölgyes klíma határáról a gyertyános tölgyes és kocsánytalan tölgyes határán van most.)



8. ábra: A Kuruc-domb éves FAI értékei 1870-2021 között (kék vonal), az erre illesztett trendvonal (pontozott vonal), és a 7 éves mozgóátlag (narancssárga vonal). Forrás: Saját ábra, 2023.



9. ábra: A Botanikus kert éves FAI értékei 1989-2019 között (kék vonal) és a 7 éves mozgóátlag (narancssárga vonal). Forrás: Saját ábra, 2023.

Végül a Thornthwaite-féle havi vízmérleg modell segítségével elemeztem a Botanikus kert talajának vízháztartásában bekövetkezett változásokat. A vízmérleg modell átfogó képet ad havi bontásban a vízbevitelről (W), a hó raktározásáról (PACK), a növények számára felvehető talajnedvességről (SOIL), az evapotranspirációról (ET), és a víz elérhetőségéről a talajvíz visszatöltődéséhez és a lefolyáshoz (W-ET-ΔSOIL). A párolgás a jelenlegi időszakra majdnem 10%-kal nőtt, a hóraktározás szinte eltűnt és a lefolyás lehetősége csökkent a legdrasztikusabb mértékben. (58,7 %-kal)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Létre lett hozva egy egységesített, javított adatbázis a Botanikus kerti meteorológiai állomás nyers adataiból. Kijavítottam rajtuk a különböző adathibákat. Ezen hibák főleg az emberi tévedésekből vagy pedig a műszerek meghibásodásából adódtak. A kiválasztott két 30 éves periódust a Botanikus kerti adatokból összehasonlítottam, az eredmények alapján a hőmérséklet az utóbbi 30 évben jelentősen növekedett a régebbi évekhez képest. (1930-1960: nincs szignifikáns különbség, 1989-2019: 1,68°C/30 év) Megnövekedett az 1989-től 2019-ig hullott nagycsapadékok (20 mm feletti) száma és mennyisége. Összességében több volt a csapadék jelenlegi időszakban, de az eloszlásuk megváltozott. A több, közepes csapadék (10-20 mm közötti) sokkal előnyösebb egy erdei ökoszisztéma számára, mint a nagyobb intenzitású, de ritkábban hulló csapadék. A rövid idejű nagycsapadékokból általában több felszíni lefolyás keletkezik, ami az erdő számára kevésbé hasznosul. A nagycsapadékoknál a hosszú csendes eső és a hó lenne az ideális, a gyors lefolyású, heves esőkkel szemben.

A FAI elemzés alapján az elmúlt 150 évben a térség egy klímakategóriát ugrott. (A bükkös és a gyertyános tölgyes klíma határáról a gyertyános tölgyes és kocsánytalan

tölgyes határára) A Thornthwaite-féle havi vízmérleg modell nagy változásokat mutat a vízháztartásában. A csapadék havi változásánál látszik, hogy a szeptemberi csapadékmennyiség növekedett, ez vált a legcsapadékosabb őszi hónappá, ami miatt eltűnt az őszi második csapadékcsúcs. Ennek erdészeti jelentősége, hogy kitolódhat a vegetációs időszak. A tél vége és július-augusztus jelentősen felmelegedett. (1,5-2 °C-kal) A párolgás majdnem 10%-kal nőtt, a hóraktározás majdnem eltűnt, ezen kívül a lefolyás lehetősége csökkent a legdrasztikusabb mértékben. (58,7 %-kal)

A csapadékok ideje és intenzitása is megváltozott az elmúlt évtizedekben, a hőmérséklet folyamatosan emelkedő tendenciát mutat. Ezek a hatások most és a jövőben egyaránt fokozódó erógazdálkodási problémákat, ezért a fafajpolitikát még jobban a klímaváltozáshoz, és az erősödő mediterrán hatásokhoz kell igazítani (aszálytűrőbb fafajok, olyan beavatkozások, amik növelik az erdő ellenállóképességét, vízmegtartását).

Az elkészült Botanikus kerti adatbázisból sokféle meteorológiai, hidrológiai és erdészeti elemzés lehetséges. A különböző vízháztartási elemeket vizsgálhatjuk belőle (intercepció, evapotranspiráció, hó alakulása), ezen kívül az aszálykárok alakulását, a klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásait vizsgálhatjuk átfogóbban Sopron térségében.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-2-III-SOE-176 Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Jelen munka a 143972SNN azonosítószámú OTKA pályázat és a TKP2021-NK-TA-43 számú projekt támogatásával valósult meg. „A TKP2021-NKTA-43 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bolla B., Szabó A. (2019): A NAIK-ERTI hidrometeorológiai monitoring rendszerének kezdeti eredményei a 2019. évi mérések alapján, Erdészettudományi Közlemények, 10 (1): 41–54. oldal
- Csáki P. (2020): A klímaváltozás hatása a vízkészletekre a felszínborítás figyelembevételével, Doktori (PhD.) értekezés, Sopron, 122 oldal
- Führer E. (2010): A fák növekedése és a klíma. „KLÍMA-21” Füzetek 61: 98–107. oldal
- Gribovszki Z., Kucsara M. (2023): Erdő és víz – Erdészeti vízgazdálkodás, OEE Szaktudás Füzetek 3., a 161 éves Erdészeti Lapok tematikus különszáma, Országos Erdészeti Egyesület, Budapest
- Günther F. (1903): Az erdészeti kísérleti állomásokon 1902. évben gyűjtött meteorológiai adatok. Erdészeti Kutatások, 5: 38–41. oldal
- Muraközy L. (2024): A Soproni botanikus kerti meteorológiai állomás adatainak erdészeti célú elemzése, Soproni Egyetem, Sopron
- Pődör J. (1985): A soproni meteorológiai mérések története, Sopron
- Sevruk B. (1982): Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 91 oldal
- Szentimrey T. (1989): A lineáris analitikus trendvizsgálat néhány elvi-módszertani kérdése, Időjárás, 2-3., 151-156.
- Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1955): The water balance, Publications in Climatology, Centerton
- Varga F. (2001): Erdővédelemtan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

# KÉT HAZAI AGRÁRERDÉSZETI RENDSZER SZÉNMEGKÖTÉSÉNEK VIZSGÁLATA A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

SZABÓ ORSOLYA<sup>1</sup>, KIRÁLY ÉVA ILONA<sup>2</sup>, MOLNÁR TAMÁS<sup>2</sup>, KESERŰ ZSOLT<sup>1</sup>

1 Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ültetvényyszerű Fatermesztési Osztály

2 Soproni Egyetem, Erdészeti Tudományos Intézet, Ökológiai és Erdőművelési Osztály

## KIVONAT

*Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület jelentése 2022-ben az agrárerdészetet a három legfontosabb mitigációs alternatíva közé sorolta a földhasználati szektoron belül. Szakmai körökben az agrárerdészetnek az éghajlatváltozás mérsékléséhez való hozzájárulásának elismerése egyre növekszik, azonban ennek becslését korlátozza a modellekben használt adatok nagyfokú bizonytalansága. Léteznek globális modellek, amelyek a terepi mérések extrapolációján alapulnak, és amelyeket az erdőgazdálkodásban használnak a szén-dioxid megkötésének becslésére. A geoinformatika segítségével térképeket és grafikonokat készíthetünk, amelyek a biomasszát, a talaj széntartalmát, a szén-dioxid-elnyelést és az üvegházhatású gázok kibocsátását ábrázolják. Az erdőszáv rendszerek esetében az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján tudunk pontosabb szénkészlet számítást végezni, amely terepi méréseken és becslült adatokon alapul. Szabadföldi mérések esetén a föld feletti és föld alatti biomasszában, valamint a talajban tárolt szén mennyiségét vizsgáljuk. Kutatásunk során két hazai agrárerdészeti rendszer szénmegkötő potenciálját kívánjuk felmérni és összevetni az említett módszerek pontosságát.*

## Kulcsszavak:

agrárerdészet, klímaváltozás, mitigáció, szénmegkötés, széntartalom, biomassza

## BEVEZETÉS

Sok más ágazat mellett az agrárium is része a legkiszolgáltatottabbaknak az éghajlatváltozással szemben (Verchot et al., 2007). Az agrárkutatásokat az elmúlt évtizedekben hajtotta a törekvés a mezőgazdasági rendszerek termelékenységének és ellenálló képességének fokozatos növelésére (Kandji et al., 2006). Magyarországon az agrárerdészeti rendszerekben rejlő szénmegkötési lehetőségek egyre nagyobb figyelmet kapnak, különösen az Alföld klímaváltozással szembeni sérülékenysége miatt. Az agrárerdészeti rendszerek olyan fenntartható több-funkcionális rendszerek, amelyek gazdasági, szociokulturális és környezeti előnyök széles skáláját nyújthatják (Augère-Granier, 2020). Hosszú távú perspektívájuk biztosítja a megkötött szerves szén állandóságát, továbbá jelentős kibocsátások kerülhetők el az általánosan magas termelékenység és multifunkcionalitás miatt. A több föld feletti és föld alatti réteget tartalmazó kombinált növénytermesztési rendszerek nagyobb hatékonyságot eredményeznek a biomassza-termelés és a szénmegkötés tekintetében, mint a monokultúras rendszerek (Aertsens et al., 2012).

Kutatási eredmények bizonyítják, hogy az agrárerdészetnek rendkívül jelentős és pozitív hatása van a talajban lévő szerves szén megkötésére és mennyiségi stabilitásának

megőrzésére a mérsékelt égövben. A különböző agrárerdészeti rendszerek szénmegkötési potenciálja függ a rendszerek típusától, a faállomány összetételétől, a talaj típusától és az adott éghajlati viszonyoktól. Becslések szerint a megfelelően kialakított agrárerdészeti rendszerek hektáronként évente 2-9 tonna szén-dioxidot köthetnek meg, de ez a szám jelentősen változhat a konkrét rendszerek adottságaitól függően. Elmondható, hogy az agrárerdészet az egyik legígéretesebb negatív kibocsátású mezőgazdasági technológia és megfelelő szén-dioxid-gazdálkodási intézkedés, amelyet CO<sub>2</sub>-tanúsítvánnyal lehet jutalmazni (Mayer et al., 2022).

Komoly kihívással nézünk szembe az agrárerdészeti rendszerekben a szén megkötésének becslésére tett erőfeszítéseink során. Az alkalmazott módszerek igen változatosak, így a különböző irodalmakban nehezen találni azonos, következetesen használt technikákat és egyszerűen összehasonlítható eredményeket, így ez valószínűleg a teljes szénkészlet súlyos alul-, vagy túlbecslését eredményezi (Nair, 2011).

Kutatásunkban két mintaterületen határozzuk meg a föld feletti és föld alatti biomassza, valamint a talaj széntartalmát, ezen kívül pedig számított értékekkel is dolgozunk. Munkánk során a különböző módszereket és azok eredményeit kívánjuk összehasonlítani, alkalmazásuk limitáló faktorait bemutatni, valamint képet kapni két hazai különböző típusú és funkciójú agrárerdészeti rendszer szénmegkötési potenciáljáról a klímaváltozás tükrében.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Mintaterületek

#### Földes

Az 1999-ben telepített 5,1 hektáros mezővédő erdőszávrendszer a Nagykun-Hajdúhát erdőgazdasági tájban a Földes területen található. Sík közép magas fekvésű, klímája kontinentális. A terület talaja sekély termőrétegű, változó vízgazdálkodású sztyeppesedő réti szolonyec talaj időszakosan túlnedvesedő területszettekkel. A sávok 8 sort tartalmaznak, melyek sortávolsága 3 m, így a sávok szélessége 21 m. A közbezárt területen a tulajdonos biogazdálkodást folytat olajtök, cukkini, tönkölybúza és bio-kukorica termelésével. Az ültetett fa és cserjefajok kiválasztásában döntő szerepet játszott azok méhészeti jelentősége. A megfelelő sávszerkezet kialakítása mellett így fontos szempont volt az egyes fa- és cserjefajok virágzási ideje, abból a célból, hogy a sávok lehetőleg folyamatosan biztosítsanak virágport, illetve nektárt a méhek számára.

#### Fertőd (Sarród)

A MATE Gyümölcsstermesztési Kutatóközpontjának (GYKK) Fertődi Kutatóállomásán 2016-ban létesített közel 1 hektáros agrárerdészeti kísérleti ültetvényt vizsgálunk. A terület fekvése sík, talaja karbonátos humuszos homoktalaj. A 9x6 méteres hálóban telepített SV-890 nemesnyár fajták között különböző bogyós fajokat vizsgálunk (málna, ribizli, sze-

der) köztes természetben. A sorok végén kontroll-területet is kialakítottunk. A rendszer létrehozásának fő motivációja az árnyékhatás vizsgálata volt, így a kísérlet során vizsgáljuk a rendszer jellemző mikroklamatikus sajátosságait is.

### Terepi talajmintavétel

2022 és 2023 őszen mindkét területen bolygatatlan mintát vettünk több pontban, 4 mélységből (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm), kétszeres ismétlésben 100 cm<sup>3</sup>-es mintavető hengerrel. A mintákat az ERTI Sárvári Kutatóállomásának laboratóriumába szállítottuk, ahogy a szénttartalom vizsgálat mellett tápanyag tartalom vizsgálatot is végeztünk.

### Terepi biomassza mintavétel

2023 őszen mindkét területen föld feletti és alatti biomassza mintavétel történt. Egy adott átlagfa kiválasztása után (Fertőd: SV-890 nemesnyár, Földes: kocsányos tölgy), majd annak kivágását követően begyűjtöttük a teljes lombzatot, illetve a teljes gyökérzet is kiemeltük. Természetesen a köztes növények, kukorica, málna, ribiszke és szeder minták gyűjtése is megtörtént. Telephelyre szállítást követően a teljes fa tömegét lemértük, majd a gyökérből, törzsből, ágakból és levelekből mintákat vettünk, melyeket a sárvári laboratóriumba szállítottuk mérésre, ahol azok szénttartalmának meghatároztuk

### Számított szénmegkötés az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján

A földesi mezővédő erdősáv erdőtervezési kötelezettség alá esik Magyarországon, így ennek adatai megtalálhatóak az Országos Erdőállomány Adattárban, melyből a szénttartalom, illetve szénmegkötés számítások végezhetőek el. A szénkészlet és szénkészlet változás becslése az IPCC (2006, 2019) módszertanán alapul, és összhangban van a hazai Üvegházgáz-leltárral (GHGI; NIR 2023) is. A szénkészlet számítás alapja az Adattár éves állandó növedék adatai, a sűrűség és a szénfrakció értékeket a magyarországi GHGI-ből vettük. A föld feletti biomassza szénttartalmának kiszámításához a 0,25-ös gyökér-hajtás arányt használtuk (NIR, 2023).

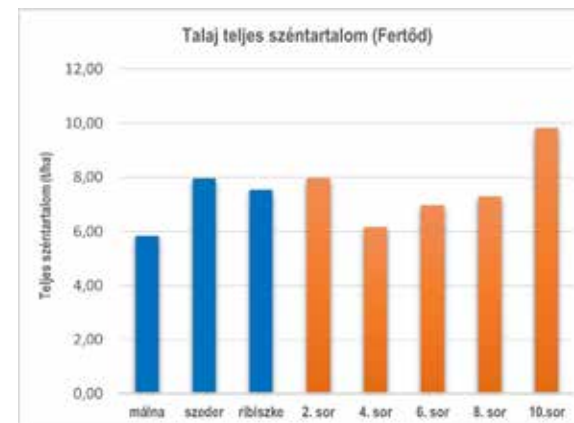
### EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A laboratóriumi vizsgálat során a talajmintákból humusz és összes szén (TC%), összes szerves szén (TOC%), összes szervesetlen szén (TIC%) eredményeket kaptuk.

A földesi minták esetében összességében a várakozásoknak megfelelően a fák alól, fasorokból gyűjtött talajminták szénttartalma volt a legmagasabb és ez a közbezárt szántóföldi terület belseje felé folyamatosan csökkent.

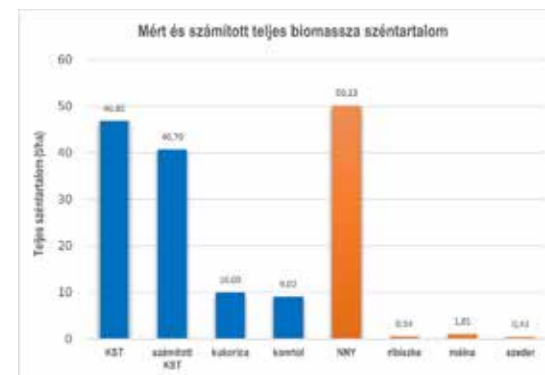
A fertői minták esetében érdekes eredményt kaptunk a málnás területen (málna, 4., 6., 8. sorok), ugyanis ezen minták mutatták a legkisebb szénttartalom értékeket, mind a sorokban, mind a sorközökben (1. ábra). Ennek pontos okát még vizsgáljuk, de az

is feltételezhető, hogy a málna gyökérzet sokféle anyagot választ ki, ezek közül pl. a fenolos vegyületek nem kedveznek a talajéletnek és ennek hiányában kevésbé képes ott megkötődni szerves anyag.



1. ábra: A fertői terület talajának átlagos összes széntartalma

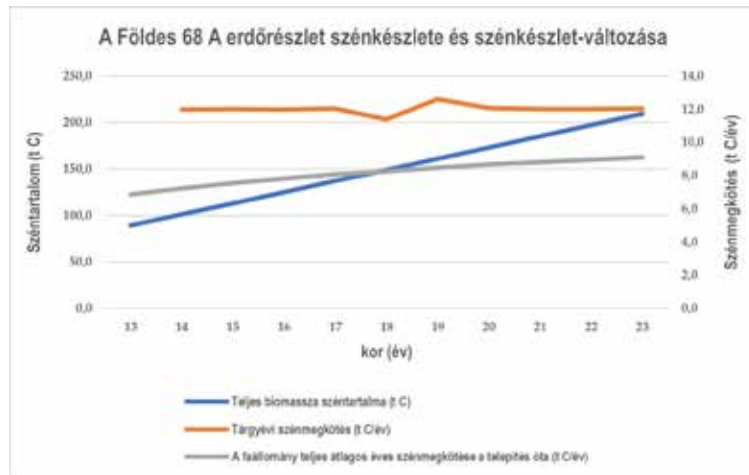
A biomassza szénttartalmának elemzésekor (2. ábra) a földesi kocsányos tölgy mért és az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján számított eredményeket tudjuk összehasonlítani. Ez esetben a terepi minta magasabb szénttartalom értéket, 46,85 t/ha szén eredményezett, a kalkulált 40,7 t/ha-ral szemben. A földesi (kék), illetve a narancssárga (fertői) eredményeket nem kívánjuk összevetni, mivel különböző fafajok (nemesnyár és kocsányos tölgy) a sűrűségbeli különbözőségük miatt sem hasonlíthatóak össze.



2. ábra: A földesi és fertői területek mért és számított teljes biomassza szénttartalom eredményei

Az 3. számú ábrán jól látszik, hogy a földesi területen a teljes szénkészlet az évek haladásával folyamatosan növekszik, 10 év alatt 100 tonnáról 200 tonnára gyarapszik a számítások szerint. Az erdőtervezés időpontjában még igen fiatal volt az állomány, így a következő erdőtervezés alkalmával feltételezhetően módosulni fog a görbe lefutása.

Az 12 tonna/év átlagos éves szénmegkötés a nemzetközi irodalmak fényében megfelelő eredménynek tekinthető (Mayrinck et al., 2019).



3. ábra: A Földes 68 A erdőrésztlet szénkészlete és szénkészlet-változása

## KONKLÚZIÓ

Az eddigiekben általunk megvizsgált irodalmak arra engednek következtetni, hogy hatalmas potenciál rejlik az agrárerdészeti rendszerek szénmegkötő képességében, amely fontos értéket képvisel általában a társadalom és konkrétan a mezőgazdasági szektor számára is. Az agrárerdészet további fejlődése a klímaváltozás elleni védekezés és a fenntartható mezőgazdaság szempontjából kulcsfontosságú lehet Magyarországon, különösen az Alföld klímaviszonyainak változása miatt.

A jövőben célunk meghatározni egy egységes módszertant, mely alapján elvégezzük a szénmegkötés és széntárolási kapacitás meghatározásához szükséges méréseket, így kapva képet a hazánkban működő agrárerdészeti rendszerekben rejlő lehetőségekről.

*Jelen publikáció a TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.*

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Aertsens, J., De Nocker, L., Gobin, A. (2012): Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. *Land Use Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003>
- Augère-Granier, M-L. (2020): Agroforestry in the European Union: European Parliamentary Research Service Members' Research Service PE 651.982 –Briefing
- IPCC (2006): IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; IGES: Kanagawa, Japan.
- IPCC (2019): 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (szerk). IPCC, Switzerland
- Kandji, ST, Verchot, LV, Mackensen, J., Boye, A., van Noordwijk, M., Tomich, TP, Ong, C., Albrecht, A., Palm, C. (2006): Opportunities for linking climate change adaptation and mitigation through agroforestry systems. In: Garrity, D., A. Okono, M. Grayson and S. Parrott, eds. 2006. *World Agroforestry into the Future*. Nairobi: World Agroforestry Centre. ISBN 92 9059 184 6
- Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hübner, R., Cardinael, R., Kühnel, A., Kögel-Knabner, I. (2022): Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Valóme 323, 107689, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>
- Mayrinck, RC; Laroque, CP; Amichev, BY; Van Rees, K. Above - and Below-Ground Carbon Sequestration in Shelterbelt Trees in Canada: A Review. *Forests* 2019, 10, 922. <https://doi.org/10.3390/f10100922>
- Nair, PKR (2011): Methodological Challenges in Estimating Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems. In: Kumar, BM; Nair PKR (2011): *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems*
- NIR (2023): National Inventory Report for 1985–2021. Hungary. Chapter: Land-Use, Land-Use Change and Forestry; Somogyi, Z., Tobisch, T., Király É., Hungarian Meteorological Service: Budapest, Hungary.
- Verchot, LV, Van Noordwijk, M., Kandji, S. et under \_ (2007): Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *How long Adapt Strat Glob Change* 12, pp. 901–918. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9105-6>

# AZ ALFÖLDI FAKITERMELÉSEK GÉPESÍTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS LEHETŐSÉGEI A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

**SZAKÁLOSNÉ DR. MÁTYÁS KATALIN, DELI GYÖRK**

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron  
szakalosne.matyas.katalin@uni-sopron.hu

## KIVONAT

*Az erdőgazdálkodási fizikai munkákhoz, különösen a fakitermelésekre egyre nehezebb humánerőforrást találni. Szakmailag felkészült és megbízható munkaerő kiveszőben és ez a probléma már az alföldi régiót is „elérte”, viszont a termeléseket a szakmai előírások és előirányzások szerint el kell végezni. Egyértelműen kirajzolódik látszik az irány, miszerint folyamatgépesített (harveszter-forvarder) munkarendszerek jelenthetik a megoldást elő- és véghasználatokban egyaránt. Felmerül viszont a kérdés, lehet ezen megoldásokat hatékonyan, erdő- és talajkárosítások elkerülésével, gazdaságosan alkalmazni?*

## Kulcsszavak:

folyamatgépesített fakitermelés, kíméletesség, gazdaságosság

## BEVEZETÉS

Napjainkban mindenhol valamilyen fokú gépesített fakitermelésről beszélhetünk, s mivel már az Alföldön is egyre gyakoribb a munkaerőhiány, jellemző a géppark és brigádok „kiöregedése”, a fejlett többműveletes gépek, harveszterek megjelenése és elterjedése. A vizsgálat célja volt mérni, elemezni az alföldi körülmények között alkalmazott folyamatgépesített munkarendszerek és technológiák hatékonyságát, gazdaságosságát és környezetre gyakorolt hatását, kíméletességét.

Az első többműveletes gépek 1976-77-ben érkeztek meg az Alföldre, Timberjack TJ-30 típusú döntő-gallyazó gépek (1. ábra) formájában a Kiskunhalasi Állami Gazdaság részére (Csontos, 1977). A Kiskunhalasi Állami Gazdaságnál, mintegy 4000 ha nemesnyár állomány állt rendelkezésre a gépek kipróbálására. Az üzemszerű termelés 1977. április 1-én kezdődött a géppel, amelyet a kezelők számára egy 30 napos begyakorlási időszak előzött meg. A nevelővágások időbeni elvégzése csak ezen gép segítségével látszott végrehajthatónak, amit a meglévő ültetési hálózat és a sablonos nevelővágások alkalmazása is segített. Az új vezérgép és a teljesen új technológia munkába állítása miatt a régi és az új rendszerek átgondolása és összehangolása előzte meg a kitermelést. Egy éves sikeres használat után azt a következtetést vonták le, hogy az eredetileg fenyőre tervezett Timberjack TJ-30 alkalmas az alföldi nemesnyárasokban történő munkavégzésre, valamint kisebb módosításokkal akár véghasználati fakitermelésre is. Összességében megbízhatónak és igen termelékenynek bizonyult a gép, mivel

az idővesztés egy üzemóra számára alig 6 perc volt, az egy évben kitermelhető fatérfogat pedig 13-14 000 nettó m<sup>3</sup> és úgy, hogy csak egy műszakban üzemeltették a gépet (Csordás és Farkas, 1979).



1. ábra: Timberjack TJ-30-as döntő-gallyazó gép alföldi nemesnyár állományban  
(Forrás: Csontos, 1977a)

A politikai változások miatt és a fakitermelésben a vállalkozói réteg megjelenésével a műszaki fejlesztési hullám az egész országban, így az Alföldön is megtorpant. A rendszerváltás után a többcélú gépek közül szinte kizárólag a forvardereket alkalmazták, a vágásterületi anyagmozgatást kíméletesen és gazdaságosan el tudták végezni. A változás a 2000-es évektől érezhető, mert a fakitermelő vállalkozói szférában megjelent az újdonságokra nyitott, innovatív, új szemléletmódú, a korszerű technológiát és gépeket alkalmazni akaró és tudó réteg, akiknek köszönhetően újra megjelentek a magyar erdőgazdálkodásban a többműveletes fakitermelő gépek (Horváth, 2015).

A jelen kutatás vizsgálatai a Duna-Tisza közti síkvidéken, a Dorozsma-Majsai-homokhát kistájon található Ásotthalom és Üllés településekhez tartozó erdőkben zajlottak. Az ide ültetett erdei- és feketefenyvesek célja a szél által könnyen szállítható homok megkötése volt. A szabályos állománykialakítás, a homok vízelnyelő-képessége, a tarvágásos kitermelési mód és a gyér aljnövényzet miatt kiváló lehetőség adódott négy erdőrészletben – Ásotthalom 25/B, 25/G és Üllés 4/A, 3/B két-két folyamatgépesített fakitermelés elemzésére gazdasági és ökonómiai szempontok alapján is.

A vizsgált Ponsse harveszter és forvarder (2. ábra) az Ásotthalmi Erdészet Csorvai kerületében dolgozott. A harveszter Üllés 3/B erdőrészletben, a forvarder pedig az előbitől nem messze lévő Üllés 4/A erdőrészletben végzett munkát. Mindkét erdőrészletben álló kultúrerdő állami tulajdonú és a DALERD Zrt. kezeli őket, emellett homokos területen találhatóak, ezért és a vastag tűlevelő miatt az aljnövényzetük gyér. Az erdőrészlet

jellemzői a mérés alkalmával a következők voltak. Üllés 3/B területe 7,42 ha, főfaja feketefenyő, néhány, szálanként előforduló erdeifenyővel (<6%) és egy csoportnyi szürkenyárral. Fatermőképessége 7,2 m<sup>3</sup>/ha/év, természetvédelmi oltalom alatt nem áll. A fenyő állomány átlagátmérője 24 cm, átlagos magasságuk 17 m. Az összes élőfakészlet 1694 m<sup>3</sup>, a faegyedek sűrűsége 516 db/ha. Az Üllés 4/A erdőrészlet területe 6,73 ha, főfaja feketefenyő, de néhány darab szürkenyár is található a területen. A fenyők átlagos mellmagassági átmérője 26 cm, átlagos magasságuk 17,22 m és 3552 db törzs található belőlük az erdőben. Az élőfakészlet 1929 m<sup>3</sup> a teljes területre, amely 287 m<sup>3</sup> egy hektárra vetítve.



2. ábra: Ponsse Beaver harvester és Ponsse Wisent forvarder (Forrás: saját kép)

A Mamerszker Kft. John Deere gépei (3. ábra) Ásotthalom község határához tartozó erdőterületen dolgoztak vizsgálat alatt. Mindkét terület állami tulajdonú és a DALERD Zrt. kezeli őket. Ezek a kultúrerdők is homoktalajon állnak, aljnövényzetük gyér. Ásotthalom 25/B erdőrészlet területe 8,3 ha, a rajta található fajok erdeifenyő (30,18%, 1380 db) és feketefenyő (69,82%, 3193 db). A fenyők átlagos mellmagassági átmérője 22 cm, átlagos magasságuk 16,1 m. A terület fatermőképessége 7,2 m<sup>3</sup>/ha/év, összes élőfakészlete 1759 m<sup>3</sup>, faegyedsűrűsége 551 db/ha. Ásotthalom 25/G részlet összes területe 1,45 ha, elegyetlen feketefenyves. Az állomány átlagmagassága 16,4 m, átlagos átmérője pedig 20 cm. A területen 7,4 m<sup>3</sup>/ha/év a fatermőképesség összes élőfakészlete 299 m<sup>3</sup>, ez hektáronként 206 m<sup>3</sup> faanyag. A térbeli rend tekintetében elmondható, hogy a határoló földútra merőlegesen északkelet-délnyugati irányú pásztákban haladt a kitermelés, és a harvesteres sorokban terítette szét a választékokat a munkagép, ügyelve arra, hogy a két termelt választék rakásának bütüjei más-más síkban legyenek, hogy a forvarder gépkezelője könnyen el tudja őket különíteni. Az Ásotthalom 25/B erdőrészletet is hasonló szemléletben és technológiával termelték, a döntés az állomány felé történt, majd külön sorokban rakásolták a választékokat és a gallyanyagot. A forvarder ezeket a sávokat követve könnyen gyűjtötte össze rakományát. A vágásterület belseje felé a rakfelülettel előre – „tolatva” – közlekedett a munkagép, kifelé a felterhelés során pedig fülkével előre mozgott, általában egy sornyi választék volt egy rakomány. A felterhelés

után az erdőrészlettől 400 m-re lévő rakodóra továbbította a faanyagot, ahonnan nyerges szerelvények szállították el azt.



3. ábra: John Deere harvester és John Deere 1910E forvarder (Forrás: saját kép)

## ALKALMAZOTT MÉRÉSEK ÉS MÓDSZEREIK

Az ökonómiai értékelésekhez folyamatos időméréses munkaidő-elemzés zajlott mindegyik munkagépre. A mérés lefolytatásához gépspecifikus terepi jegyzőkönyvek kialakítása történt. A műveletelemek befejezésekor feljegyzésre került annak ideje, így számolható ki és összegezzhető minden egyes műveletre és műveletre fordított idő. Harvester mérésénél a gép által megtett távolság is rögzítése került, valamint minden egyes kitermelt faegyedet úgynevezett nehézségi pontszámot is kapott görbesége, ágassága és villásodása függvényében. A nehézségi részpontszámok meghatározása a törzsek szemrevételezésével történt, az előre meghatározott kategóriák alapján. Görbeségre és villásodásra három, ágasságra pedig négy kategória áll rendelkezésre, amelyekbe be tudjuk sorolni a faegyedeket. Ezen részpontszámok összege adta a nehézségi pontszámot, amely 3-tól 10-ig terjedő skálán jellemzi a fák morfológiájából fakadó kitermelési nehézséget (Horváth, 2015). Szükséges még feljegyezni minden fához a belőle kikerülő választékok minőségét és mennyiségét (darabszámát). Harvester esetében a terepi jegyzőkönyvekbe a következő műveletelemek kerülnek rögzítésre:

- Fa felkeresése (F): a harvesterfejjel a fa törzsének megfogása
- Döntés, felkészítés (D): a döntést, előközelítést, gallyazást, választékolást, darabolást és a választékok minőség szerinti rakásolást magába foglaló művelet
- Átállítás (Á): a fa felkereséséhez szükséges helyváltoztató mozgás
- Gallyanyag rendezése (G): egyes műveletet akadályozó gallyanyag eltávolítása
- Pihenőidő (P), Hibaelhárítás (H), Karbantartás (K) és Várakozás (V): a motorfűrészes munka vizsgálata során meghatározottak szerint

Az adatrögzítés technikája tekintetében a forvarderek mérésénél hasonló volt a metódus, az alábbi műveletelemek idejének mérésével:

- Felterhelés (F), Leterhelés (L), Üresmenet (Ü), Tehermenet (T), Átállás rakodón (ÁR): ezen műveletelemek megegyeznek a tehergépkocsinál ismertekkel
- Átállás (Á): a vágásterületen történő helyváltoztató mozgás
- Rakomány igazítása (IR): a felterhelt választékok igazítása a rakfelületen a leesés meggátolásának érdekében
- Sarang igazítása (IS): a sarangolt választékok bütüjének egy síkban hozása a rönkfogó kanál segítségével
- Faanyag rendezése (R): a forvarder számára a vágásterületen útban lévő választékok eltávolítása
- Gallyanyag rendezése (G): a felterhelést megnehezítő gallyanyag eltávolítása
- Pihenőidő (P), Hibaelhárítás (H), Karbantartás (K) és Várakozás (V): a motorfűrész munkavizsgálata során meghatározottak szerint

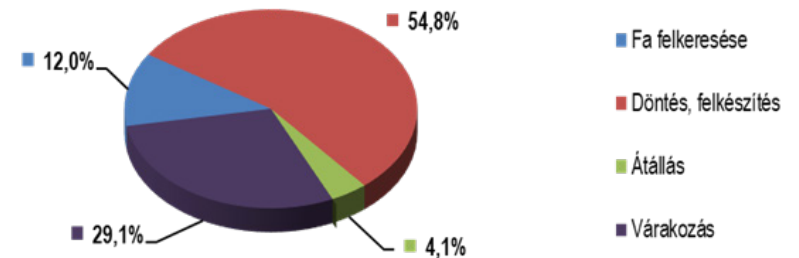
A terepen felvett jegyzőkönyvek adattartalmának kiértékelése, digitalizálás után egyelőzetesen kialakított excel-tábla és kiértékelő program segítségével történt. Ilyen módon kiszámításra kerültek a műveletek időszükségletei, az átlagos választékok, a nehézségi összpontszámok, a megtett távolságok, a mozgatott faanyagmennyiségek és daruz mozgások, a kitermelt, közelített és felkészített fatérfogatok és ezek alapján a munkaidő-szerkezet. A műveletelemek elvégzéséhez szükséges időtartamból és a kitermelt fatérfogatból számítható volt a gép óránkénti- és műszak-teljesítménye is.

A kéméletesség, környezetre gyakorolt hatások felmérés során a visszamaradó állományt, a talajt, az újulatot, az állatokat, a vizet, a levegőt, a kitermelt faanyagot és az embert érő, összesen 19 kártípus előfordulásának vizsgálata és értékelése történt

## EREDMÉNYEK

A vágásos üzemmódban kezelt erdőrészekben rövidfás munkarendszert alkalmaztak. A Ponsse Beaver harveszter északnyugat-délkelet irányú sávokban haladt az erdőreszlet kitermelésével, a döntés nagyrészt az állomány felé történt. A harveszter munkaidő szerkezetét a 4. ábra szemlélteti. A mérés összesen 175,22 percig tartott. Ennek az időtartamnak az 54,8%-át töltötte a gép a döntéssel, előközelítéssel, darabolással és a választékonkénti rakatba rendezéssel. Fa felkeresés összesen a vizsgálat alatt 20,97 percig zajlott. Az 51,04 perc várakozás alatt a gépkezelő ebédelt, egy réz tömítést cserélt a harveszterfejben és lánckenőolajjal töltötte fel a tartályt a további munkavégzéshez.

### Munkaidő szerkezet Üllés 3/B 2021.01.21.

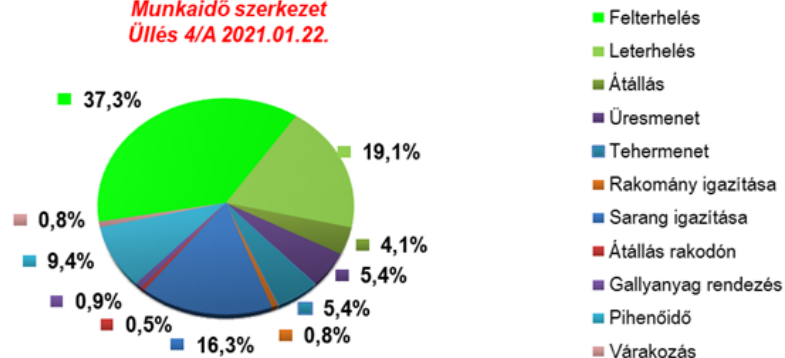


4. ábra: Ponsseharveszter munkaidő szerkezete (Forrás: saját ábra)

A harveszter összesen 141 db fát termelt ki a mérés alatt. Az ezekből a feketefenyőkből kikerült 1,7 m-es kivágás és a 2 m-es papírfa választékok összes fatérfogata 56,30 m<sup>3</sup>. Kivágásból 181 db, papírfából pedig 956 db került darabolásra. Az átlagos választék-térfogat kivágásból 0,081 m<sup>3</sup>, papírfából pedig 0,044 m<sup>3</sup> volt. A faegyedek átlagos összesített nehézségi pontszáma 3, tehát csak elvétele akadtak nagyon villás, görbe vagy ágas faegyedek, térgörbe és többszörösen villás 2 alkalommal, közepesen ágas pedig 9 alkalommal került kivágásra. A harveszter produktív időben mért munka teljesítménye 27,2 m<sup>3</sup>/h, ami egy műszakban 217,6 m<sup>3</sup> kitermelését jelenti. Elmondható, hogy a 60%-os gépkihasznátság mellett a produktív időben mért várható teljesítmény 16,3 m<sup>3</sup>/h, a mért gépkihasznátsági tényező viszont 70,9%-os volt, így a várható teljesítmény 19,3 m<sup>3</sup>/h.

A forvarder a termelt választékokat az erdőreszletet keletről határoló földút mellé közelítette. A földúttal merőlegesen, pásztánként haladt a rakomány begyűjtésével, befelé a rakfelülettel előre „tolatott”, kifelé csak a sofőrülést elforgatva, felesleges manőverezés nélkül. A forvarder mérése 191,13 percig zajlott. A mérési adatokból létrejött munkaidő szerkezetet a 5. ábra szemlélteti. A vizsgálat időtartamából 71,29 perc, azaz 37,3%-a volt felterhelés, viszont ennek nagyjából a fele, 36,56 perc volt a leterhelés ideje. Sok idő (31,13 perc) telt el a sarang igazításával, amikor is a gépkezelő a leterhelt faanyag bütüjét a csukott rönkfogó kanállal egy síkba rendezte, ez hozzáadódik a leterhelés idejéhez, így az már majdnem ugyanannyi ideig tartott, mint a felterhelés. Gallyanyag rendezésére 2 alkalommal került sor, amikor ezek akadályozták a felterhelést.

**Munkaidő szerkezet**  
Üllés 4/A 2021.01.22.



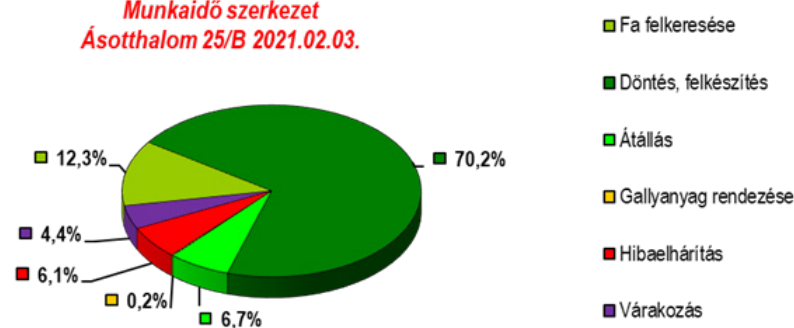
5. ábra: Ponsse forwarder munkaidő szerkezete (Forrás: saját ábra)

A forwarder a vágásterületről csak 2 m-es feketefenyő papírfát közelített a mérési napon. Egy átlagos felterhelt kanál fatérfogata nagyjából 0,3486 m<sup>3</sup> volt. Egy leterheléssel 0,4284 m<sup>3</sup> faanyagot rakott a sarangra. Az összesített teljesítményéről megállapítható, hogy a közelítés teljesítménye produktív időben 14,9 m<sup>3</sup>/h, amely egy műszak alatt 119,6 m<sup>3</sup> faanyag közelítését jelenti. Üzemidőben viszont az elért teljesítmény 13,4 m<sup>3</sup>/h 60%-os gépkiszhasználtság mellett a közelítés várható teljesítménye 9,0 m<sup>3</sup>/h, viszont a számított 89,7%-os gépkiszhasználtsággal ez a mutató 13,4 m<sup>3</sup>/h, ami egy műszak alatt 107,3 m<sup>3</sup>-t jelent.

A vágásterületen a megfelelően vastag tűvar, a száraz időjárás, a vonszolás nélküli közelítési mód és a megmaradt gallyanyag miatt nem történt a talajban károkozás, csak a széles gumik profilja nyomódott a talajba, de annál mélyebb keréknyomok nem keletkeztek. A harveszterfej lánckenőolaj utántöltésénél figyelemmel voltak rá, hogy ne folyjon mellé az üzemanyag, ezen kívül a gépek műszaki állapotából adódó kár nem volt. Az állomány felé való döntés csak a fennakadt fák esetében okozott kíméletlenséget, mivel sokszor csak a tartó ág vagy villa letörésével tudta a gépkezelő a fát kiszabadítani. A harveszterfej a törzs görbesége vagy ágassága miatti elakadása okozott némi kárt a választékokban.

A John Deere harveszter mérése alapján elkészített munkaidő szerkezete (6. ábra) alapján látható, hogy a döntés és felkészítés műveletelem 70,2%-kal és 106,54 perccel messze a legnagyobb arányú a vizsgálat során. A gép fafelkereséssel 18,74 perccel töltött összesen. Egy alkalommal hibaelhárítás történt (9,33 perc), a harveszterfej ledobta a láncot és a vezetőlemez is megsérült. A várakozás főleg telefonálás és a gép szoftveres finombeállításai voltak, egy esetben akadályozó gallyanyag elrakása.

**Munkaidő szerkezet**  
Ásotthalom 25/B 2021.02.03.

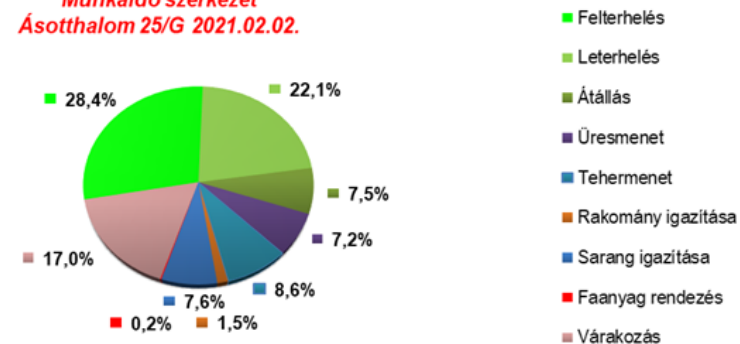


6. ábra: John Deere harveszter munkaidő szerkezete (Forrás: saját ábra)

A mérés során a harveszter összesen 134 fát erdei- és feketefenyőt döntött. Készült 2 m-es papírfá és 2,5 m-es fűrészrönk, de csak erdefenyőből 2,4 m-es kivágást is választékolt a gép. Ezek összes fatérfogata 47,00 m<sup>3</sup>. Egy átlagos fa köbtartalma így 0,351 m<sup>3</sup>-re tehető. Az átlagos választék papírfából 0,037 m<sup>3</sup>, kivágásból 0,063 m<sup>3</sup>, fűrészrönkből pedig 0,148 m<sup>3</sup> volt. Az egyedek nem voltak szélsőségesen szabálytalanok, térgörbe egyed nem volt, nagyon ágas fa csak 1 db és többszörösen villás egyed is csak 2 db. Összesített nehézségi pontszám 3 lett. Megállapítható, hogy a munkagép produktív időben vett teljesítménye 20,8 m<sup>3</sup>/h, ami egy 8 órás műszakra vetítve 166,2 m<sup>3</sup>. A produktív időben vett fakitermelés várható teljesítménye 12,5 m<sup>3</sup>/h, ami egy műszakban 99,7 m<sup>3</sup>, 60%-os kihasználtság mellett. A mért 89,4%-os gépkiszhasználtsággal a várható teljesítmény 18,6 m<sup>3</sup>/h lett.

A John Deere forwarder munkaidő szerkezetét a 7. ábra szemlélteti. 28,4%-át töltötte felterheléssel, ami 88,92 percet jelent. A leterhelés a második leghangsúlyosabb műveletelem a maga 69,08 percével. 23,76 perc telt el azzal, hogy a gépkezelő a sarangot igazítja a daruval.

**Munkaidő szerkezet**  
Ásotthalom 25/G 2021.02.02.



7. ábra: John Deere forwarder munkaidő szerkezete (Forrás: saját ábra)

A forvarder 22,54 percet töltött üresmenettel, 26,94 percet tehermenettel és 23,41 percet a rakodón és a vágásterületen történő átállással. Ezen műveletelemek alatt összesen 3679 métert tett meg a gép. A legnagyobb távolság maga a közelítés volt, amelyhez 500 m távolságot is megtett a gép. A legkisebb átállás 3 m volt. A produktív időben vett közelítés teljesítménye 21,5 m<sup>3</sup>/h, ami egy 8 órás műszak alatt 171,8 m<sup>3</sup> faanyagot jelent. A 60%-os kihasználtsággal számolt közelítésének produktív időben várható teljesítménye 12,9 m<sup>3</sup>/h, viszont a mért 82,8%-os munkagép kihasználtsági tényezővel ez az érték 17,8 m<sup>3</sup>/h, amely egy műszak alatt 142,3 m<sup>3</sup>-t jelent.

A fagyott és kellően száraz homoktalajt a gépek miatt szinte semmilyen negatív behatás nem érte. Mind a vágásterületen, mind a földúton csak a gumikerek mintázata látszódt a talajon, de mély bevágások nem képződtek. Olajfolyás vagy bármilyen műszaki hiba, esetleg hanyagság miatti szennyezést nem volt. A vágásterületen lévő gallyanyag és a megfelelően széles abrncsozás miatt nagy területen oszlott szét a munkagépek hatalmas tömege, így kímélve a talajt. Az állomány felé történő döntés nem okozott anyagi és esztétikai károkat a faanyagban, csak a kisebb, száraz ágak törtek le. Nagyobb probléma volt a görbeség vagy más ok miatt a harveszterfej kéreghántása.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat folyamán is bebizonyosodott, hogy van létjogosultsága a magasan gépesített fakitermelési rendszerek alkalmazásának az alföldi területeken is, de csak abban az esetben, ha a területhez és állományokhoz, illetve beavatkozás módjához megfelelő munkarendszert választunk, jó műszaki állapotú, megfelelően karbantartott gépeket, eszközöket használunk. Kiemelendő, hogy képzett és gyakorlati tapasztalattal rendelkező gépkezelőkre van szükség. Előnyös, ha a gépkezelő ismeri a gép műszaki paramétereit, a meghibásodások időbeni felismerése vagy akár azok megelőzése érdekében. A rutinos gépkezelés nem csak felgyorsítja a munkafolyamatok lebonyolítását, hanem a visszamaradó faállomány és a kitermelt faanyag minősége és állapota is függhet tőle.

Kíméletesség tekintetében a terepi megfigyeléseim alapján elmondható, hogy az alföldi erdők esetében a legnagyobb problémát a talaj károsítása okozhatja. Ez nem a vágásterületre jellemző, hanem az odavezető földutakra. A kiszállító utak állapotának romlását az utak stabilizálásával, a kiszállítás idejére gallyanyag vagy kisebb értékű tűzifa keréknyomokba való lefektetésével lehetne orvosolni. Megfelelő gumiabroncs és keréknyomás használata mellett, valamint a megfelelő időjárási körülmények közötti kiszállítással, a felázott vagy a fagy után kiengedett talajon történő szállítás kerülésével sokat segíthetünk a földutak megfelelő állapotának megőrzésében. A harveszterrel való munkavégzés kíméletességének javítása érdekében javasolható, hogy vastag oldalágak esetén az állományból kifele döntsön, és ugyanígy járjon el, ha a döntött faegyed mellett a döntési irányban villás egyedet vél felfedezni, mivel a fennakadt fa levétele szinte mindig valamelyik faegyed károsodásával jár. Javasolható továbbá, hogy a harveszterfejben

görbeség vagy más ok miatt megakadt fa felkészítésénél, az első megakadás alkalmával rögtön újra megfogni a fát és ne erőltetni és „reszelni” a törzset a menesztőhengerekkel. Harveszter és forvarder esetében is javasolható a kerekre felszerelhető fém heveder, amellyel a talajnyomást csökkenteni lehet. A választékok védelme érdekében a homokos talajon való felterhelésnél kerüendő az az eljárás, amikor a felmarkolt rakomány bütűjét a talajhoz ütik, így rendezve egy síkba a bütűket. Ehelyett a forvarder homlokfalának segítségével lenne érdemes a választékok bütűjét egy síkba rendezni, ezáltal kevesebb lenne a rakományokon lévő szennyeződés és a felvételezésnél az erdész is könnyebben tudna a homoktól mentes bütűkre írni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Csontos Gy. (1977): A műszaki fejlesztés és a kutatás kapcsolata. Az Erdő, 26. évf., 4.szám 167-170., OEE Kiadványa, Budapest
- Csontos Gy. (1977a): A Fagazdasági Műszaki Nap. Az Erdő, XXVI. évf. 10. szám. OEE Kiadványa, Budapest
- Csordás J. - Farkas L. (1979): Új technológia tághálózatú nemesnyárasok nevelővágására. Az Erdő, 28. évf. 185-190.
- Horváth A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában, Sopron

# TALAJNEDVESSÉG ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA GYEPTERÜLETEN ÉS FEKETEFENYŐ ALATT

ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA, OROSZ KAMILLA, KALICZ PÉTER, BAZSÓ TAMÁS,  
HERCEG ANDRÁS, GRIBOVSZKI ZOLTÁN  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar

## KIVONAT

A globális éghajlatváltozás következtében az aszályok előfordulási valószínűsége növekszik. A vízhiány az erdőállományokat sem kíméli. A feketefenyő (*Pinus nigra*) a szélsőséges termőhelyeket viszonylag jól tűrő fafaj. Egy nemzetközi szlovén-magyar OTKA projekt keretében a Soproni Egyetem botanikus kertjének területén egy erdei (feketefenyő) mérőparcellát alakítottunk ki, a közeli meteorológiai állomás területét kontrollként (gyep) felhasználva. A párosított parcellás mérés lehetővé teszi a gyepes és az erdős parcellák talajnedvesség-dinamikájának összehasonlítását, hogy jobban megértsük az erdei összetett vízforgalmat, ami segíthet az aszályos körülményekhez való hosszútávú stratégiák kidolgozásában, hiszen a talaj felvehető nedvességtartalmának alakulása közvetlenül meghatározza az adott növényzet túlélésének esélyét.

## Kulcsszavak:

talajnedvesség, feketefenyő, párosított parcella

## VIZSGÁLATI TERÜLET

Az adatgyűjtés helyszíne a Soproni Egyetem Botanikus Kertjében kialakított intercepciós kert, amit a feketefenyő vizsgálatára alakítottunk ki és a tőle 50 m-re lévő (kontroll) nyílt terület, ami egykor (1925 és 1974 között) Sopron hivatalos meteorológiai állomása volt (Muraközi 2024), ahol ma is folynak meteorológiai mérések (1. ábra). Mérjük a csapadékot Hellmann-rendszerű csapadékgyűjtő edénnyel, levegő hőmérsékletet, talajhőmérsékletet 4 mélységben és talajvízszintet napi manuális észleléssel, valamint automata műszerekkel a talajvízszintet, a levegő hőmérsékletet és páratartalmat. A feketefenyvesben a levegő-hőmérséklet és páratartalom mellett a hidrológiai mérések a következők: áthulló csapadék, törzsi lefolyás, avar víztartalom, effektív csapadék és talajvízszint. Az első eredményekből tudományos diákköri dolgozat is született (Orosz 2023). Mindkét helyszínen mérjük a jelen publikáció témáját adó talajnedvességet.

A talajnedvesség-mérések Field Scout TDR 300 (TDR: Time Domain Reflectometry) hordozható talajnedvesség mérő műszerrel történtek. A műszer pontossága  $\pm 3,0\%$ . A mérési tartomány 0–50% közötti. A kutatásban alkalmazott mérési mélység 7,6 cm, vagyis a talaj felső 7,6 cm-ének átlagos nedvességtartalmát határoztuk meg. A mérések során a standard talajon használható gyári kalibráció szerint mértünk, és átváltási egyenlettel ( $VWC \% = (0,049 * PERIOD) - 98,23$ ) határoztuk meg az aktuális térfogatos talajnedvesség-értékeket.

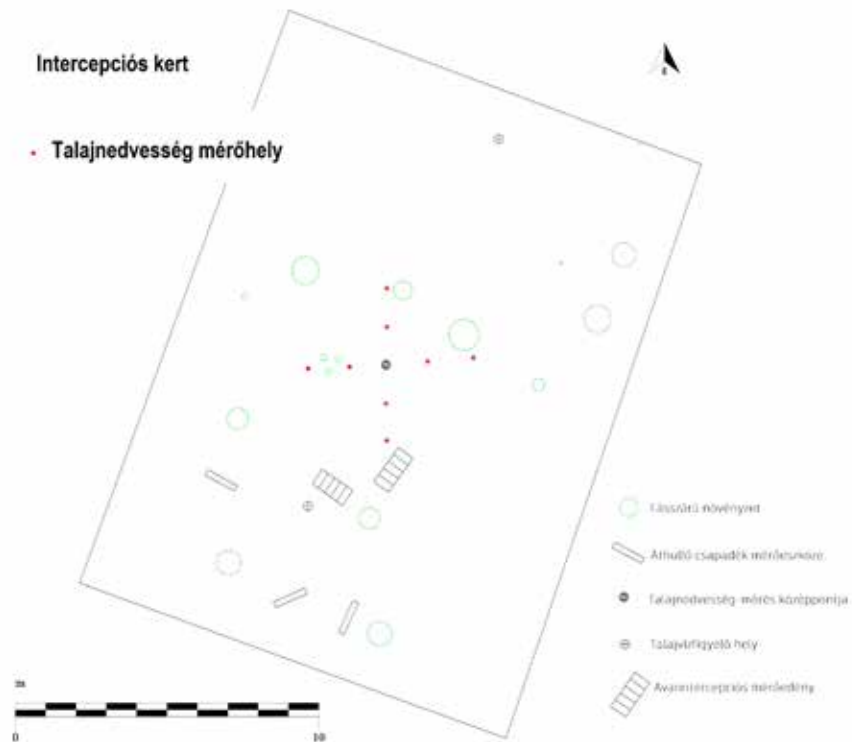


1. ábra: A párosított parcella: feketefenyves (balra) és a kontroll gyep (jobbra).

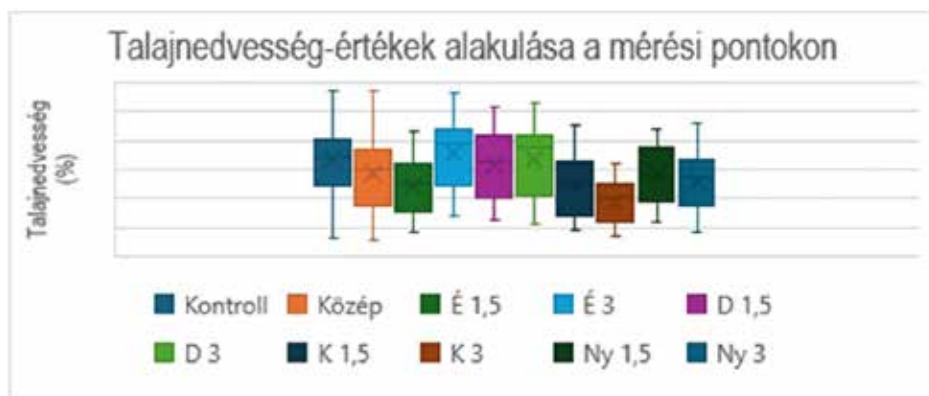
Minden monitoringponton 5 mérést végeztünk a nagy területi változékonyság miatt úgy, hogy az állomány alatti mérések során az avart eltávolítottuk, majd a mérés végeztével a helyszínt avarral visszafedtük. A gyep és a feketefenyő facsoport alatt egy-egy pont környezetében hetente általában hat napon történt mérés, valamint heti egy alkalommal a négy égtáj irányában két-két ponton (1,5 és 3 m-re a központtól), azaz összesen 8 ponttal egészült ki a napi mérés. A méréssor elrendezése a 2. ábrán látható. A mérések 2023.07.12-én kezdődtek, és a jelen publikációban 2024.06.22.-ig mért adatok kerültek feldolgozásra.

## EREDMÉNYEK

A talajnedvesség átlagos értékeit dobozdiagramon ábrázolva látható, hogy a legváltozatosabb helyek a talajnedvesség szempontjából a leggyakrabban mért helyszínek: a feketefenyő a középső ponton (közép) és a kontroll terület, de ezek közül is a feketefenyő alatti rész az, ahol az értékek általánosságban is nagy változékonyságot mutatnak, nem csak egyes kiugró értékek miatt. A keleti irányban elhelyezkedő mérőpont (K 3), ami egy nagyobb fatörzs mellett található, jellemezhető a legszárazabb értékekkel, míg érdekes módon a másik fa melletti mérőhely (É 3) mutat magasabb értékeket (3. ábra). A nyugati irányban lévő távolabbi helyszínen (Ny 3) a cserjeszint is csökkenti az érkező csapadékmennyiséget szintén kisebb szórással jellemezhető az adatok nagyobb tömegét tekintve.

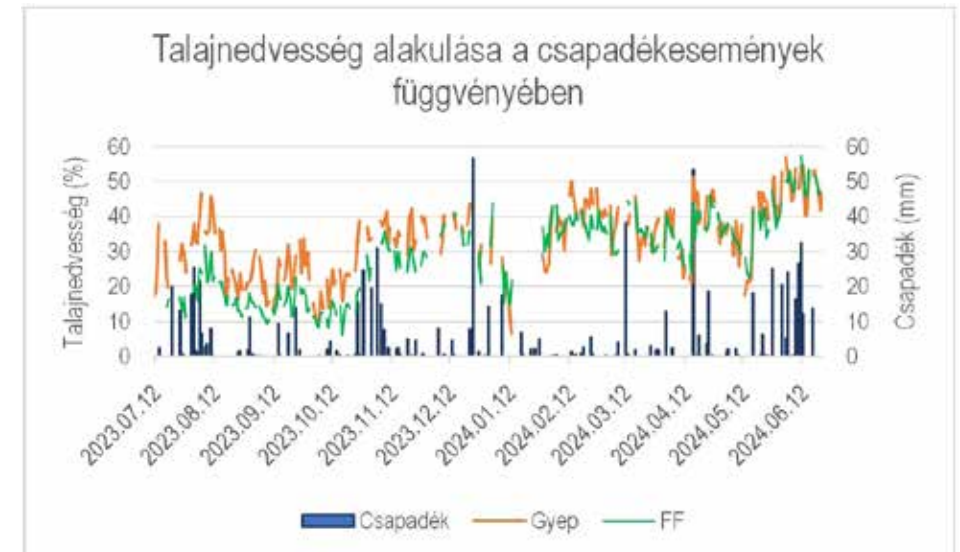


2. ábra: A feketefenyves intercepció kert a talajnedvesség mérőhelyekkel.



3. ábra: A mért talajnedvesség értékei a mérési pontokon.

A 4. ábra idősorán látható, hogy a kontroll terület talajnedvessége magasabb, mint a feketefenyő alatt, ami 2023-ban kifejezettebb, a 2024-es évben már több esetben megfordul a tendencia. A jelenség oka egyelőre nem tisztázott, további kutatást igényel. Érdeemes lesz a jövőben évszakonként vizsgálni a talajnedvességet, hiszen a hőmérséklet és a lombtalan állapot is befolyásolja a talajnedvesség-értékeket.



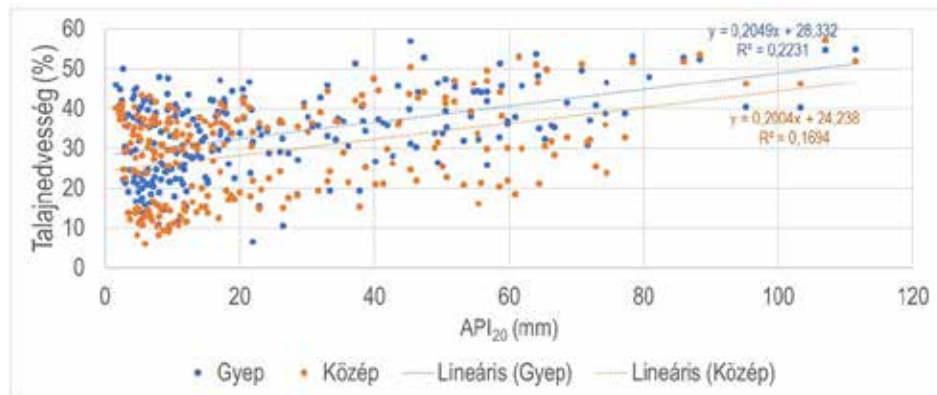
4. ábra: A mért talajnedvesség idősora a feketefenyő alatt és a gyepen.

A talajnedvesség adatokat összevetettük Kontur et al. (2003) által leírt megelőző csapadékindexszel, amit az árvízi lefolyás számítása kapcsán a felszín víztartalmának meghatározásához dolgoztak ki hazai kisvízgyűjtőkön. A szerzők a 20 napos megelőző csapadékindexet javasolják, melynek kifejezése:

$$API_{20} = \sum_{i=1}^{20} a_i \cdot p_i = 1,00 \cdot p_1 + 0,95 \cdot p_2 + 0,90 \cdot p_3 + 0,85 \cdot p_4 + \dots \\ \dots + 0,15 \cdot p_{18} + 0,10 \cdot p_{19} + 0,05 \cdot p_{20}$$

Az API lényege, hogy nem egy napi csapadékot vesz figyelembe, hanem több csapadék (p<sub>i</sub>) jelenik meg az értékében. A számításnál csökkenő lineáris súllyal veszi figyelembe a megelőző csapadékokat az eltelt idő függvényében. Az első eredmények alapján a

10 mm-nél kisebb csapadékesemények hatása a talajnedvességre kevésbé jelentős. A kisebb és közepes csapadékok jobban növelik a szabad területi parcella talajnedvességét, mint az erdőét. A gyep párologtatása csökkenti a felszínközeli talajnedvességet a szabad területi parcellán, míg az erdős területen a száraz időszakokban a felszín közelében kisebb mértékű talajnedvesség-csökkenés figyelhető meg.



5. ábra: A 20 napos API és a talajnedvesség összefüggése.

Érdeemes megemlíteni, hogy a harmatképződés torzíthatja az összefüggést, mivel ez a csapadékforma a hagyományos Hellmann-féle csapadékmérők használatakor nem jelenik meg a csapadéknagyság meghatározásakor, de a talajnedvesség reggeli mérésekor annak értékét befolyásolhatja. Az 5, 10 és 20 napos csapadékindexszel való összefüggés vizsgálatakor a 20 napos csapadékindexszel (5. ábra) adódott a legjobb összefüggés, és láthatóan a kontroll területtel mutat jobb összefüggést, de elmarad a várttól.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Párosított parcella alapú hidrológiai mérések kiváló lehetőséget nyújtanak a különböző felszínborítások hatásának összehasonlítására. A természetben előforduló hatótényezők különböző mértékben jelentkeznek az eltérő borítottságnál, ezért további vizsgálatok szükségesek a becslések pontosításához. A megelőző csapadékindex vizsgálatakor a hőmérséklet szerepét (Kókai 2021) tisztázandó, érdemes más modelleket is tesztelni, melyek a hőmérsékletet is figyelembe veszik (Jakeman – Hornberger 1993), valamint az évszakos vizsgálatot is érdemes elvégezni.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a 143972SNN azonosítószámú OTKA pályázat, a Slovenian Research and Innovation Agency (N2-0313) pályázata és a kapcsolt TKP2021-NKTA-43 számú projekt támogatásával valósult meg. „A TKP2021-NKTA-43 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Jakeman, A. J. – Hornberger, G. M. (1993): How much complexity is warranted in a rainfall-runoff model? *Water Resources Research* 29 (8). pp. 2637-2649.
- Kókai Á. (2021): A talajnedvesség-hőmérséklet kölcsönhatás és a talajnedvesség-memória vizsgálata Európában. Diplomamunka, ELTE TTK, Budapest.
- Kontur I. – Koris K. – Winter J. (2001): Hidrológiai számítások. Linograf Kft. Gödöllő.
- Muraközy L. (2024): A soproni botanikus kerti meteorológiai állomás adatainak erdészeti célú elemzése. Diplomamunka, SOE, Sopron.
- Orosz K. (2023): Vízforgalmi vizsgálatok egy párosított parcellán a soproni botanikus kertben. TDK dolgozat, SOE, Sopron.

## Hóvihar

Csiri-cseng tovaszáll ez a hangzivatar  
Vele röppen a hóban a téli avar  
Beleszórja a szutykot az erdei tóba  
Fák öreg ős haja hajlik a dalra.

*Farkas Péter*  
*Tapolca, 2020. november 30.*



*Harsányi Zsuzsanna festménye*



**BERÉNYI JÁNOS ZOLTÁN**  
erdésztechnikus  
nyugalmazott kerületvezető erdész

Javaslattevő tagszervezet: **Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Zrt.**

Berényi János Zoltán 1951. februárjában Érsekcsanádon született. Általános iskolai tanulmányait szülőfalujában végezte. 1965-ben jelentkezett a „Kiss Ferenc” Erdészeti Technikumba Szegedre, ahova sikeresen felvételt nyert. 1965-1966-os tanévet előgyakorlatként az akkori Dunaártéri Állami Erdőgazdaság Pörbölyi Erdészeténél töltötte. 1966-1970. között az Erdészeti Technikum nappali tagozatán tanult, ahol 1970-ben sikeres képesítő vizsgát tett.

1970. június 29-től a Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Vasútüzemi- és Hajózási Erdészeténél volt beosztott erdész, rakodókezelő a sorkatonai szolgálat megkezdéséig. Sorkatonai szolgálatát követően, 1973. november 1-től a GÁEV Hajósi Erdészeténél kerületvezető erdész lett Csávoly község határában, Akácpusztai erdészkerületben. Ezen idő alatt családot alapított, feleségével mai napig boldog házasságát tölti. Házasságából három gyermeke született, közülük a legkisebb választotta az erdész pályát.

Munkakörét 2010. december 29-ig, karkedvezményes öregségi nyugdíjba vonulásáig töltötte be. Munkás éveit egyetlen munkaadónál, a Gemenc Zrt.-nél és annak jogelődjénél töltötte. Az itt töltött több, mint 40 év minden percében az erdő iránti tisztelete, szeretete jellemezte. Aktív éveit 250 hektár új erdő telepítésében vállalt orosz-lánrészt.

Nyugdíjazását követően az erdész szakmától nem tudott elszakadni, így magánerdők szakirányításában tevékenykedik.



**DR. KALICZ PÉTER**  
gépészmérnök, környezetmérnök,  
mérnök-tanár,  
egyetemi docens

Javaslattevő tagszervezet: **Soproni Egyetem**

Kalicz Péter. 1973. február 16-án született Kunhegyesen. Hat gyermek édesapja. Középiskolai tanulmányait Mátrafüreden a Vadas Jenő Erdészeti Középiskolában végezte. A GATE Mezőgazdasági Gépészüzem-mérnöki Főiskolai Karán szerezte meg gépészmérnöki diplomáját 1995-ben. A Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán környezetmérnöki diplomáját 2000-ben kapta meg. Egyetemi tanulmányai alatt a szakmai diákélet szervezésébe aktívan bekapcsolódott az IAESTE Hungary – Magyar Mérnök-hallgatók Egyesülete Soproni Helyi Bizottságának elnökeként. Több TDK dolgozatot is írt, amelyek országos díjazást is kaptak. Párhuzamos képzésben elvégezte a mérnök-tanári szakot is, ahol diplomáját 2001-ben szerezte meg. Egyetemi tanulmányai során munkájáért Alma Mater emlékéremben részesült.

2007-ben sikeresen, summa cum laude minősítéssel védte meg hidrológiai modellezési témájú PhD doktori értekezését. 2004 óta dolgozik az Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézetben, jelenleg egyetemi docensi beosztásban. Évente több szakdolgozatot és diplomamunkát konzultál, több TDK-dolgozat konzulense volt, amelyek közül számos OTDK konferencián díjat nyert.

Alapító tagja és jelenlegi elnöke az OEE Erdészeti Vízgazdálkodási Szakosztályának. Ehhez kapcsolódóan számos szakmai program szervezésében vett részt az alföldi erdőkkel kapcsolatos vízgazdálkodási problémákat illetően is.

A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Soproni Területi Szervezetében az erdészeti hidrológiai szakterületét képviseli. Dr. Kalicz Péter az MHT rendezvényeire is gyakran vállalta előadások megtartását, szakmai bemutatók szervezését az erdészeti hidrológia tématerületén.

Tevékenységei közül külön kiemelendő a nemzetközi elismertségű és Magyarországon sajnos mára szinte egyedülálló Hidegvíz-völgyi Erdészeti Hidrológiai Kutatóhelyen (kísérleti vízgyűjtőn) végzett, több mint 20-éves, lelkes kutatói megbízatása.

A közelmúltban végzett egyik komoly szakmai munkája, amely a Nagyalföldi erdők kérdéskörébe tartozik, az ohati sziki tölgyes vízforgalmának vizsgálata, különös tekintettel a talajvíz, mint többletvízforma jelentőségére az extrém aszályos viszonyok között.

Kalicz Péter oktatói munkájának jelentős részben köszönhető, hogy az elmúlt évtizedekben a Soproni Alma Materben képzett mérnökök olyan szintű – az erdővel és vízzel foglalkozó tudományágak egymást kiegészítő – ismereteivel rendelkeznek, amelyek birtokában eredményesen végezhetik a hidrológiával és vízgazdálkodással kapcsolatos szakmai munkát, a tudományos ismeretterjesztést és a tájékoztatást.



**DR. PUSZTAI VIRÁG**  
okleveles erdőmérnök  
erdészeti igazgató-helyettes

Javaslattevő tagszervezet: **Nyírerdő Zrt.**

Pusztai Virág 1981. február 14-én született Kaposváron. Szülővárosának Római Katolikus Gimnáziumában érettségizett. Ezt követően Sopronban, az Erdőmérnöki Karon kezdte meg tanulmányait, ahol 2004 nyarán vette át erdőmérnöki oklevelét.

2006-ban kezdte meg tanulmányait a Debreceni Egyetem, Állam- és Jogtudományi Karán. Jogi diplomáját 2011-ben szerezte meg.

2004 őszén a NYÍRERDŐ Zrt. Debreceni Erdészeténél erdőmérnök gyakornokként helyezkedett el. Pusztai Virág 2005 tavaszától már általános műszaki vezetői kinevezést kapott, 2015.09.01-től erdészeti igazgató-helyettes, 2016.04.17-től 2022. év végéig megbízott erdészeti igazgató a Debreceni Erdészetnél. 2023. január 1-jétől újra erdészeti igazgató-helyettesként látja el feladatait.

2017.07.01-jétől 2022 szeptemberig a NYÍRERDŐ Zrt. Felügyelőbizottságának munkavállalói tagja volt.

A Debreceni Erdészet által kezelt erdőkből Debrecen város közigazgatási területén 7742 hektár található, míg a többi terület elszórtan, huszonkilenc település határában helyezkedik el. A faállományok jellemző fafajai a tölgy mellett az akác, az erdeifenyő és a nemes-, illetve hazai nyár. Az erdők több mint harmada helyi- vagy országos jelentőségű védett terület, illetve része a NATURA 2000 természetvédelmi hálózatnak. Például az erdészet kezelésébe tartoznak a Monostori-erdő, a debreceni Nagyerdő, a Hajdúsági Erdőpuszták és a Bihari-sík Tájvédelmi Körzet védett erdeinek nagy része.

Három eltérő termőhelyi adottságú tájon, a nyírségi, hajdúhádi és a Berettyó-Körös vidéki erdők erdőművelési munkáit irányítja. Különös szerepet tölt be az ágazaton belül a védettségből (is) fakadó fafajcserés szerkezetátalakítások kivitelezése, ahol a sok esetben igen gyenge homoki termőhelytípusokra igen nehéz megtalálni azt a fafajt, mely minden szempontban megfelel az elvárásoknak.

Feladatai kibővültek a birtokpolitikával, az erdészet működési területét érintő ingatlanügyek rendezésével is. A minőségügyi és környezetvédelmi ügyek intézésével is megbízták.

Az 2009-2010-es Országos Erdőtelepítési Program keretében, közel 100 hektár termőföldet érintő telepítési tervet készített és szervezte annak megvalósítását, végrehajtását, majd nevelését.

A Debreceni Erdészet területén lévő kiterjedt parkerdei területek közjóléti funkciója kiemelt jelentőséggel bír. Ennek fenntartásában erdészeti szinten kiemelt feladatot tölt be. Közjóléti eszközök karbantartási munkái, beruházások kivitelezése, lakossági kapcsolattartás a mindennapi munkájának része.

Az évről évre zajló közfoglalkoztatási programok jelentős létszámának hathatós és komoly eredményeket felmutató erdészeti működését is sikeresen megoldotta.

Az erdészet elhelyezkedése és az erdőgazdálkodás széles spektruma miatt is számos hazai és külföldi egyetemi csoport fogadását és tájékoztatását bonyolította le.

Erdőmérnök férjével két leánygyermeket nevelnek.

Dr. Pusztai Virág az elmúlt két évtizedben teljes odaadással és szakmai nyitottsággal próbált megfelelni a jogszabályi, gazdasági, társadalmi és a tulajdonos által meghatározott elvárásoknak amellet, hogy egy országosan és alföldi viszonylatban is gyenge adottságú területen kapta feladatul az erdőművelési ágazat irányítását. Ezt az Erdészetben belül sikeresen megoldotta. Az elmúlt két évtized munkáját valóban az alföldi erdők fennmaradásának, gyarapításának szentelte.



**NAGY Győző**  
erdésztechnikus,  
kerületvezető erdész

Javaslattevő tagszervezet: **VADEX Mezőföldi Erdő- és Vadgazdálkodási Zrt.**

Nagy Győző Pusztaszabolcson született 1958-ban. A Roth Gyula Erdészeti Technikum és Szakközépiskolában 1976-ban tett sikeres technikusminősítő vizsgát. Rövid ideig a Nyírbátori Termelőszövetkezetben dolgozott erdészként, majd ezt követően egyenes út vezetett a VADEX Mezőföldi Zrt. jogelődjéhez, a Mezőföldi Állami Erdő- és Vadgazdasághoz. Munkáját 1984.01.01.-jén kezdte meg gyakornokként, majd beosztott erdészként a Sárosdi Erdészetnél. Rövid időn belül kinevezték az Adonyi, majd később az összevont Adony-Rácalmási kerületek kerületvezető erdészének. Kis kitérő erejéig kipróbálta magát a magán-erdőgazdálkodás területén is, de szíve mindvégig szeretett kerületéhez húzta, így rövid tapasztalatszerzést követően visszatért a Társasághoz.

Azóta is a Dunai-szigetek egyik kiemelkedő, természeti adottságokban bővelkedő kerületét vezeti, változatlan szenvedéllyel, páratlan szakmai felkészültséggel és kitartó hozzáállással. A szakmai kihívások mellett mindig is vonzotta az etnográfia, ezen belül is nagy lelkesedéssel kutatta az ártéri foggazdálkodást. Nagy tapasztalatra tett szert erről - az ember és a természet harmonikus együttélésén alapuló, jól és hatékonyan működő - gazdálkodási rendszerről. Tudásvágyát kielégítve beiratkozott a Szegedi Tudományegyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Karára, ahol a Néprajz szakon folytatott tanulmányokat. Tapasztalatait több előadáson, előadássorozaton osztotta meg a téma iránt fogékony hallgatósággal.

Munkássága és a természetvédelmi célok elérése iránti elhivatottsága úttörővé tette az Adonyi és Rácalmási szigetek korábbi hazai puhafás ligeterdőinek helyén létesített nemesnyár kultúrerdők szerkezetátalakításában. Aktívan közreműködött a Rácalmási szigeten régebben működő libatelep által okozott tájsebek felszámolásában, a terület rekultivációjában.

Jó kommunikációs képességének és páratlan szakmai felkészültségének köszönhetően mindig „kapocs” volt az erdőgazdálkodás és a természetvédelem között. Az országos, kiemelt jelentőségű védett területen – a természetvédelmi előírások betartása mellett is - minden igényt kielégítő gazdálkodási környezetet tudott kialakítani és fenntartani, ami lehetővé tette a tartamos erdőgazdálkodási célok elérését is.

A helyi szakmai közösségnek oszlopos és meghatározó tagja. Határozott, következetes, precíz magatartásával nagyfokú elismerést ért el kollégái körében. Minden szituációban számítani lehet személyére, magas szakmai tudására.

Kerületvezetői munkája mellett szívesen osztja meg tapasztalatait iskolás csoportokkal és szakmai hallgatósággal előadóként és túravezetőként egyaránt.

Meghatározó és megbecsült tagja mind az Erdőgazdaságnak, mind a helyi közösségnek. Magas színvonalú szakmai munkája méltóvá teszi a kitüntetésre.



**PAPP KRISZTIÁN**  
erdőmérnök  
erdőművelési ágazatvezető

Javaslattevő tagszervezet: **NEFAG Nagykunsági Erdészeti és Faipari Zrt.**

Papp Krisztián 1987. november 21-én született Szeghalmon. Édesapja Papp Imre mezőgazdasági gépszerelő, édesanyja Turi Tünde könyvelő. Általános iskolai tanulmányait Kertészszigeten kezdte, az első három év elvégzése után tanulmányait Szeghalmon folytatta. Újabb 3 év általános iskola után hatosztályos gimnáziumba iratkozott be, ahol 2006-ban érettségi vizsgát tett. Tanulmányait a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán folytatta és 2012-ben erdőmérnöki diplomát szerzett.

Tanulmányai végeztével munkáját 2012 júliusában kezdte a Hegyháti Erdőbirtokosági Társulatnál, ahol az erdőgazdálkodáson túl a vadgazdálkodással kapcsolatos teendőket is ellátta. A Társulat ~3.000 ha-on gazdálkodott, három megyében. Feladatai közé tartozott: fakitermelés és az erdőművelési tevékenységek szervezése, kivitelezése, ellenőrzése, tervek elkészítése. A vadgazdálkodási feladatai közé tartozott: vadgazdálkodással kapcsolatos adminisztrációs munkák, vadhús értékesítés szervezése, egyéb terepi feladatok.

2012. októberében a Pest Megyei Kormányhivatal Földművelésügyi és Erdőgazdálkodási Főosztályán kezdte meg munkáját erdőtervezőként. Az itt eltöltött 3 év alatt feladatai közé tartozott: erdőleírás terepi munkái az Alsó-Tápió vidéki, a Gerecse-Vértes, a Dél-Vértes és a Sári-Bakonyaljai erdőtervezési körzetekben; Erdőtervi térképek szerkesztése (Digiterra Map), Erdőterv-határozat kiadás, Országos erdőállomány adattárhoz kapcsolódó nyilvántartási feladatok. 2015. szeptemberében áthelyezték az Erdőfelügyeleti Osztályra. Felügyelői körzete Pest megye déli részét foglalta magába, mindösszesen 43 község határában látta el feladatait jellemzően magántulajdonú erdőkben, de felügyelete alá került a NEFAG Zrt. Pusztavacsi Erdészete is. 2016. tavaszán jött egy lehetőség, hogy újra gazdálkodóként dolgozhasson és boldogan vállalta a NEFAG Zrt. által felajánlott lehetőséget. A Monori Erdészetnél egy hónapig gyakornokként, majd gyors

kinevezést követően erdőművelési ágazatvezetőként kezdett dolgozni és a mai napig ebben a munkakörben tevékenykedik.

A Monori Erdészet közel 10.000 hektáros területen gazdálkodik, az itt eltöltött szolgálata alatt nagyságrendileg 2.500 ha erdőterületet érintő erdőfelújítási munkák végrehajtásában vett részt. Évente átlagosan 300 ha felújítási kötelezettség keletkezik, ennek kétharmada teljes talaj-előkészítést kíván, és nagyjából egyharmada a sarjzatátásos technológia. Munkájára a hosszú távú alapos tervezés jellemző. A mesterséges erdőfelújítások során már a kiszedett tuskók elhelyezését is megtervezi, azok helyét térképen megszerkeszti és a tervezett tuskósorok helyének kitűzését kollégáitól megköveteli. Ha kell, a régi tuskósorok áthelyezésével, akár elforgatásával teszi könnyebbé a további erdőgazdálkodási munkákat. Az erdősítések ápolási munkáinak megszervezését és annak időben történő elvégzését szívügyén viseli. Ezek közül a nagyobbakat kiemelve, évi 600 ha kézi sorápolást, 1.500 ha folyamatos erdő gépi sorápolását és 1.000 ha befejezett erdő gépi sorápolását szervezi meg és végezteti el. Sikeresen és jól működően szervezi meg az ültetési időszakot. Elsősorban az őszi erdősítési szezon jelenti a nagyobb kihívást, ahol az egyre elhúzódó meleg őszi miatt egyre kevesebb idő áll rendelkezésre a feladat végrehajtására. Jó szervezőképességének hála, a csemeték mindig a megfelelő időben és mennyiségben rendelkezésre állnak az ültetést végzőknek, ennek eredményeként nincs fennakadás a munkafolyamatokban. Ha kell, a csemeték szállítását Ő maga végzi és az ültetésben is személyesen részt vesz. Alapos szakmai ítéletképeséget kíván tavasszal a szürkenyár fűzér gyűjtésének ideje. Ezt nagyban befolyásolja a tavaszi időjárás, de szinte törvényszerű, hogy a legideálisabb időpont mindig hétvégére esik. Ennek ellenére a gyűjtés időben történő, gyors elvégzését mindig szakszerűen megoldja. A felhasználói ágazatvezető kollégájával szorosan együttműködik. Az üzemi tevékenységeken túl fontos szerepet vállal erdőtelepítések tervezésében és kivitelezésében. Szakmai irányítása alá tartozik a Mendei Csemetekert, amely az Erdészet csemete ellátását hivatott megvalósítani. Főként hazai nyár, nemesnyár és akác csemeték előállítására folyik, de itt található a Monori Erdészet normann fenyő karácsonyfa telepe is. A karácsonyfának való fák kiválasztását és értékesítését Ő maga végzi. Ősszel a csemeteleltárban személyesen vesz részt. Az erdészetnél eltöltött munkaideje alatt a mendei-kerületben 47,58 ha-on teljes talaj-előkészítés után sikeres cser makkvetéseket és 20,57 ha-on cser csemetével végzett erdősítéseket hozott létre. Aktív megfigyelője és kiértékelője az erdészetnél 64,12 ha-on folytatott nemesnyár hálózati kísérleteknek, továbbá fontos szereplője az Erdészeti Tudományos Intézettel közösen végzett nemesnyár klón kísérleteknek, melyek 32,75 ha-on folynak. Ezen kívül 16,71 ha-on nemesnyár-akác hálózati kísérletbe kezdett bele. Alaptevékenységén túl, gyakran alkalmazza az erdőtervezőként alkalmazott erdőleltározási módszereket. Néhány speciális esetben (aszálykár, jégkár) egy-egy ilyen felmérés pontosabb, frissebb alapot ad a gazdálkodás tervezési folyamatának. Megbízás alapján részt vett a Püspökladányi Arborétum 2024. évi felmérésében is.

A 12 éves aktív szolgálati pályája során az erdész szakma, az erdészeti munkák széles skáláját járta végig.

Aktív szervezője a NEFAG Zrt. Év Erdésze verseny házi fordulójának és az országos versenyre bejutott kolléga felkészítését is segítette tudásával, tapasztalataival. Papp Krisztián a közösség fontos és aktív szereplője. Megbecsülését a vállalkozóknál, valamint kollégáiknál nem csak szakmai tudásával, hanem emberségével is kivívta. Az erdészethez kerülő erdésztechnikus és erdőmérnök gyakornokokkal szívesen foglalkozik. Szakmai tudását nagy elhivatottsággal gyakorolja és adja át a fiatal nemzedéknek. Krisztián kiváló szakács, így az erdészeti rendezvények sikere garantált. Ezt a tudását gyermekei iskolái és óvodái is gyakran hasznosítják. Emellett az erdészeti disznótor meghatározó alakja, szervezője és levezénylője. Aktívan részt vesz az erdészetnél megrendezésre kerülő Költészet napi eseményen is, ahol legtöbbször saját versét adja elő.

Magánéletében is a munka becsülete vezérli, 3 gyermekét a hagyományos értékek tisztelőjére neveli. Papp Krisztián kiváló erdész szakember, szerető férj és apa, nagyszerű barát és megbízható kolléga! Fiatal kora ellenére elhivatottsága, alázata nagyszerű példa a vele egykorú, illetve Tőle fiatalabb generáció számára is.



**VICSEK JÁNOS**  
erdésztechnikus  
nyugalmazott kerületvezető erdész

Javaslattevő tagszervezet: **Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Zrt.**

Vicsek János 1947-ben született Mohácson. Gyerekkorában idejét a Mohács-szigeti erdőben töltötte. Ezt követően 14 éves korában kezdte meg munkálatait fizikai dolgozóként a Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Zrt. jogelődjénél. Akkori kerületvezető erdésze látott benne fantáziát, így 16 éves korában megkezdte tanulmányait levelező tagozaton Szegeden, a Kiss Ferenc Erdészeti Szakképző Iskolában. Iskolai tanulmányai közben szolgálatot teljesített a Magyar Honvédségnél, ahonnan tanulmányai elvégzése miatt állandó halasztásban részesült. 1968. április 8-án tanulmányait befejezve okleveles erdésztechnikus lett.

Ezt követően a Homorúdi erdőkerületben kezdte meg tevékenységét, ahol korábban fizikai dolgozóként dolgozott. 1971. január 1-jével lehetőséget kapott a Karapancsai fűrésztelep vezetésére, azt hat hónapon keresztül vezette. Hat hónap elteltével a Homorúdi erdőkerület kerületvezető erdésze lett, ahol nyugdíjazásáig dolgozott.

Az ártéri kerületekben árvízvédelmi szolgálatot is ellátott, mind a vadállomány, mind a faanyag védelmében. A kerületvezető erdész feladatai ellátása mellett az ország határa mellett lakva határvédelmi tevékenységben is részt vett.

A rábízott feladatokat mindig az elvárásoknak megfelelően és kimagasló teljesítménnyel látta el. A felettes vezetőinek és a törvényes elvárásoknak mindig igyekezett megfelelni.

Nyugdíjba vonulása után kérelemmel fordult a társaság vezérigazgatójához, hogy az általa megkezdett feladatokat hadd fejezze be, így segítve az őt követő kerületvezető erdész munkálatait.

2007. augusztus 1-én vonult nyugdíjba, azóta is rendszeresen tartja a kapcsolatot idősebb és fiatalabb kollégáival is.

Munkája mellett önzetlenül és lelkesen működött közre az OEE szakmai rendezvényeinek lebonyolításában, kerülete gyakran volt tanulmányutak célállomása, helyszíne.



**ZSIDÓ GÁBOR**  
erdésztechnikus  
kerületvezető erdész, csemetekert vezető

Javaslattevő tagszervezet: **KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.**

Zsidó Gábor 1959. november 1-én született a Bács-Kiskun Vármegyei Kiskunfélegyházán. Nős, 2 gyermek apja.

Iskolai tanulmányait Kiskunfélegyházán a Batthyány Lajos általános iskolában kezdte el. Ezt követően jelentkezett Szegedre a Kiss Ferenc Erdészeti Szakközépiskolába, ahol 1978-ban érettségizett, majd 1980-ban ugyanitt szerezte meg erdőgazdálkodási technikus képesítését.

46 éve tartó aktív szakmai pályafutását 1978-ban, mint beosztott erdész, a Kiskunfélegyházi Termelőszövetkezetnél kezdte, majd kitüntetéssel elismert sorkatonai szolgálatának letöltését követően szakmai kiteljesedésének vágyát követve nyújtotta be önéletrajzát a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. jogelődjéhez, ahová 1982. október 1-én nyert felvételt. Kezdetben a Harkakötönyi Erdészet Bodoglári és Alsószállási Erdészkerületének kerületvezető erdésze lett, 1986-tól pedig kérelmét figyelembe véve, a Bugaci Erdészet Kiskunfélegyházi Erdészkerületének vezetőjévé nevezték ki.

Kerületvezető erdészként a legösszetettebb feladatkör jutott neki, hiszen az erdőterület kezelése mellett a 90-es évek közepétől a Kiskunfélegyházi MÁV-rakodón folyó faanyagforgalmi és vagyoni védelmi munka irányítója, 2004-től a KEFAG Zrt. Alsómonostori, 2009-től pedig emellett a Bugaci Központi Csemetekert elhivatott kezelője. A rábízott csemetekertekből, a kertek adottságaihoz és az adott időjárási viszonyokhoz képest mindig a legtöbbet hozta ki. A keze alól kikerülő több millió csemetével biztosította a KEFAG Zrt. Bugaci Erdészetének csemete ellátását, de ebből a mennyiségből jutott bőven magán- és állami erdőgazdálkodók alföldi erdőtelepítéseinek kivitelezésére is.

Munkáját nagy odaadással és pontosan végezte, ez tetten érhető volt az általa vezetett nyilvántartásokon és kimutatásokon is, amellyel nagyban megkönnyítette kollégái

munkáját, szépérzéke pedig egyértelműen megmutatkozik a rábizott csemetekertek külső megjelenésén is.

Igazi közösségi ember, akinek véleményére mindig érdemes odafigyelni. Igazolhatja ezt a csemetekertekben a keze alatt dolgozó nagy létszámú köz-foglalkoztatott és fizikai dolgozó, de a nyári gyakorlatokon rábizott diákok is, akikkel szívesen megosztotta tudását és tapasztalatait.

Az erdőgazdaságnál végzett elkötelezett szakmai munkája, kerületvezetői tevékenysége példaértékű, és immár több évtizede magas színvonalú teljesítményt nyújt a csemetetermesztésben.

## TÁRGYMUTATÓ

### A

adaptáció 7  
agrárerdészet 55, 88, 122  
alföld 65  
alföldi termőhelyek 29  
amerikai kőris 96  
ariditási index 71  
aszály 65  
automatizáció 106

### B

biomassza 122  
bükk 79

### C

CLT 15

### D

dendroklimatológia 71

### E

égéshő 101  
erdőállományok 65  
erdőgazdálkodás 24  
erdősítés 48, 106  
erdősültség 48  
éves növekedés 71

### F

fakitermelés 48  
fásítás 48  
feketefenyő 138  
felnyíló erdők 29  
földhasználat 29  
földgiliszta 55  
folyamatgépesített fakitermelés 128

### G

gazdaságosság 128  
gödörfúrás 106  
gombaállóság 96

### H

hamutartalom 101  
hazai nyár 15  
hidrológia 113  
hullámtér 48  
humusz 55  
humuszos homok 39

### I

intercepció 79

### J

jogszabály 24

### K

kései laskagomba 96  
kései meggy 39  
keskenylevelű ezüstfa 101  
kíméletesség 128  
klímaprognózis 7  
klímaváltozás 7, 29, 65, 88, 122  
kompozit 15  
közérdek 24

### L

lepketapló 96  
levélfelületi-index 79  
lombkorona tározásikapacitás 79  
LSL 15  
LVL 15

## **M**

Merriam-modell 79  
meteorológia, erdő 113  
mezővédő erdősávok 88  
mitigáció 7, 88, 122  
mulcs 55

## **N**

nemes nyár 15  
Nyírség 39

## **O**

öntözés 55  
öntözőcsatorna 48

## **P**

párosított parcella 138

## **R**

RCP4.5 7  
robotizáció 106

## **S**

szénforgalom 88  
szénmegkötés 122  
széntartalom 122

## **T**

talajbiológia 55  
talajegészség 55  
talajkémia 39  
talajmikrobiológia 39  
talajnedvesség 138  
tározótér 48  
termőhely értékelés 29  
Tisza-tó 48

## **V**

vízlépcső 48

## **Z**

zöld juhar 96