



SOPRONI  
EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI  
KAR



## Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Czimber Kornél





# Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette:  
**Czímber Kornél**



**SOPRONI EGYETEM KIADÓ**

**SOPRON, 2023**

# Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Felelős kiadó: **Prof. Dr. Fábián Attila**

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

**Dr. Czimber Kornél**

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Bartha Dénes, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor,  
Dr. Czimber Kornél, Dr. Czupy Imre, Dr. Csiszár Ágnes, Dr. Gribovszki Zoltán,  
Dr. Herceg András, Dr. Hír János, Dr. Hofmann Tamás, Dr. Jánoska Ferenc,  
Dr. Kalicz Péter, Kemenszky Péter, Dr. Korda Márton, Kóhalmy Tamás,  
Dr. László Richárd, Dr. Major Tamás, Dr. Péterfalvi József,  
Dr. Rétfalvi Tamás, Szakálosné Dr. Mátyás Katalin, Szalai Áron,  
Dr. Tóth Viktória, Dr. Tuba Katalin, Varga Zoltán, Visiné Dr. Rajczi Eszter,  
Dr. Winkler Dániel, Zagyvainé Dr. Kiss Katalin Anita

A kiadvány a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának  
tudományos publikációit tartalmazza.

Címlapon: Kőszegi-hegység, Kereszt-kút, fotót készítette: Dr. Czimber Kornél

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2023.

ISBN 978-963-334-496-5 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-496-5>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5

Az online verzió elérhetősége:

[https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani\\_hivatal/Kiadvanyok/  
KariPub2023.pdf](https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariPub2023.pdf)

Ajánlott hivatkozás:

Czimber K. (szerk.) (2023): Az Erdőmérnöki Kar  
Tudományos Kiadványa 2023, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.



## ***Tartalomjegyzék***

Alnazeer A. M. Ahmed, Imre Czupy, Nagwa K. M. Salih: Indigenous Knowledge On Biomass Fuel Quality At Dry Lands Of Southern Darfur State, Sudan .....	6
Balázs Pál, Bidló András, Végh Péter, Horváth Adrienn: Erebe-szigetek Erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján .....	13
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Szabó-völgy Erdőrezervátum (Felsőszölnök) felszínborításának változása történeti térképek alapján .....	19
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Tóth-árok Erdőrezervátum (Fenyőfő) felszínborításának változása történeti térképek alapján .....	25
Bartha Dénes: A Magyarországon inváziós dendrotaxonok értékelése .....	31
Bidló András, Balázs Pál, Végh Péter, Horváth Adrienn: Egy Duna sziget talajának vizsgálata.....	36
Brolly Gábor: Távérzékeléssel előállított térbeli pontthalmazok átszámítása ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között.....	44
Brolly Gábor, Ferenczi Noémi, Mentés Mátyás: A Hidegvíz-völgyi hidro-meteorológiai mérőkert 3D modelljének elkészítése földi lézeres letapogatás adatai alapján.....	49
Czibula György: A hazai erdei turizmus keresleti és kínálati oldalának elemzése a Covid-19 járványhullámok idején megnövekedett igények tükrében, soproni és Balaton-felvidéki példákon keresztül .....	54
Czupy Imre: Precíziós erdészet – a jövő útja .....	62
Csiszár Ágnes: Adventív növényfajok a Soproni-hegység lékjeiben.....	67
Dominkó Emese, Rétfalvi Tamás: Agrárerdészeti rendszerekből származó méz minták pollenanalízise.....	74
Elekne Fodor Veronika, Kerese András, Polgár András: A cséri hulladéklerakó monitoring rendszerének vizsgálata.....	80
Elekne Fodor Veronika, Rauch Richard, Polgár András: Sárvár környezetállapotának vizsgálata.....	87
Fehér Kristóf, Horváth Tamás: A Nelder-kísérlet 2021. évi felvételezése, növekedésének értékelése.....	94
Fejes Richárd, Zagyvai Gergely: Inváziós fafajok felmérése a fertődi Lés-erdőben .....	100
Gribovszki Zoltán, Gribovszki Katalin: Utánpótlódás és a napi talajvízszintingadozás... 106	
Mohamed Hemida, Zeinab Hammad, Andrea Vityi: A Taungya rendszer hatása a szudáni száraz övezet gazdálkodóinak mezőgazdaságból származó jövedelmére.....	111
Hofmann Tamás, Albert Levente: Az összes polifenoltartalom magasság szerinti változása álgesztes és álgesztmentes bükkben ( <i>fagus sylvatica</i> L.).....	116
Hofmann Tamás, Albert Levente, Visiné Rajczi Eszter: Erdészeti melléktermék mint antioxidáns forrás .....	120
Horváth Ida – Kessler Jenő: Ritka madárkarom lelet a Nógrád-megyei hasznosi vár-hegy közép-miocén lelőhelyről.....	127

Horváth Attila László: Keménylombos állományok harveszteres fakitermelésének időszükséglete.....	133
Horváth Tamás, Gál János: Szögszámláló mintavétel használata átmérőeloszlás becslésére erdőrezervátumokban.....	138
Jánoska Ferenc: Szent Imre herceg, a vadász, magyar és lengyel legendaköre.....	143
Janzsó Milán Gábor – Czimber Kornél – Végh Péter - Vágvölgyi Andrea_ Szelektív hulladékgyűjtési lehetőségek térbeli felmérése és elemzése a lakossági környezettudatosság fejlesztéséhez.....	150
Kalicz Péter, Csáki Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Nevezi Csenge, Herceg András, Gribovszki Zoltán: A Hidegvíz-völgyi kutatási terület (Sopron) csapadékmérés feldolgozásának kérdései .....	156
Korda Márton: A nagytétényi Kakukk-hegy természetvédelmi célú botanikai felmérése	162
Kui Biborka Rozália: Természeti környezet fontossága a gyermekjog tükrében Magyarországon.....	170
Kulcsár Alexandra, Zagyvai Gergely_ Dolomitbányák spontán növényzetének elemzése szociális magatartás típusok segítségével a Vértes és a Gerecse térségében.....	178
Major Tamás, Szily Attila: Fakitermelési munkák kíméletességének értékelése a Mecsekerdő Zrt. területén.....	184
Budi Mulyana, Andrea Vityi, András Polgár: Energiafa vagy épületfa? Szimuláció a CO2FIX modellel .....	189
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizáció alapú pályaszerkezetek hatékony tervezése és építése .....	197
Porcsin Alexandra, Keserű Zsolt, Szakálosné Mátyás Katalin: Az akácméz termelésére ható időjárási tényezők .....	202
Rétfalvi-Szabó Piroska, Helena Hybská, Rétfalvi Tamás: A nyomelem adagolás hatásainak értékelése a metántermelésre és ökotoxikológiai tulajdonságokra a cukorrépa préselt szelet anaerob fermentációjában.....	208
Schmidt Dávid: Adatok Táplánszentkereszt (Vas megye) gombavilágához I.....	213
Jóna Zoltán, Schmidt Dávid: A méhbangó ( <i>Ophrys apifera</i> Huds.) állománydinamikai vizsgálata a Pannonhalmi-dombságban.....	219
Szalai Áron, Király Géza: A Soproni-hegyvidék erdőállományának elemzése hiperspektrális felvétel alapján.....	223
Tuboly Krisztián István, Fera Gábor, Szépligeti Mátyás, Csiszár Ágnes: A fehér akác ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.) injektálásos visszaszorításának vizsgálata a szőcei lápréttel határos erdőrészekben.....	232
Vágó Sára, Tari Tamás: Alsó állkapocs mérésen és pontozásán alapuló korbecslési módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata gímszarvas ( <i>Cervus ELAPHUS</i> ) esetében .....	237
Vágvölgyi Andrea, Takács Krisztián: Cséri hulladéklerakó optikai válogatóművének bemutatása .....	245
Vágvölgyi Andrea, Szűcs Zsolt: Háztartási szerves hulladék házi komposztálási kísérletének bemutatása .....	252

Varga Rita, Horváth Tamás: Erdőpedagógia és kommunikáció megjelenése az erdész gyakorlatban.....	258
Visiné Rajczi Eszter, Martina Vršanská, Nikola Schlosserová, Stanislava Voběrková, Hofmann Tamás: Lucfenyő ( <i>Picea Abies</i> (L.) H. Karst.) És Kanadai Hemlokfenyő ( <i>Tsuga Canadensis</i> (L.) Carrière) Toboz Extraktumainak antioxidáns és Antibakteriális Hatása.....	264
Volford Anna, Andrési Dániel, Vadász Csaba, Tóth Viktória: A fekvő holtfa mennyiségi és minőségi meghatározása különböző kezelésű erdőterületeken a Kiskunságban .....	269
Winkler Dániel, Novák Eszter: Idegenhonos fafajú és természetserű erdők összehasonlító talajfaunisztikai vizsgálata a Soproni-hegységben.....	276

# INDIGENOUS KNOWLEDGE ON BIOMASS FUEL QUALITY AT DRY LANDS OF SOUTHERN DARFUR STATE, SUDAN

Alnazeer A. M. Ahmed<sup>1</sup>, IMRE CZUPY<sup>2</sup>, Nagwa K. M. Salih<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>University of Sopron, Institute of Forest and Natural Resource Management

<sup>3</sup>Forestry and Gum Arabic Research Centre, Agricultural Research Corporation, Sudan.

[Ahmed.AlnazeerAbdallahMohammed@phd.un-sopron.hu](mailto:Ahmed.AlnazeerAbdallahMohammed@phd.un-sopron.hu)

## ***Abstract***

This study was designed to identify the perceptions of local dryland savanna communities about the characteristics of biomass fuels for energy use. The survey was conducted using stratified sampling technique. The questionnaire covered various topics related to consumers and the characteristics of biomass for energy use. For the most frequently energetically used tree species, the use value, fidelity level and the factor informant consensus of the informants were calculated. According to the highest use values, *Acacia mellifera*, *Capparis decidua*, *Dalbergia melanoxylon*, and *Acacia nilotica* were the most important energy tree species in the study area. In the manufacture of bricks, sustained combustion is most desirable, while for bakeries and domestic use rapid ignition and low smoke production are preferred. Therefore, it is necessary to support the results of this study by further investigation of the characteristics of the selected species and their verification in the laboratory.

## ***Introduction***

In recent years, there has been increasing interest in the use of biomass as an alternative energy source, as it can be used in a sustainable manner with minimal negative impact on the atmosphere (SOLARIN ET AL., 2018). Therefore, many countries around the world, including Africa, are striving to increase their biomass production for energy use. In Sudan, one of the African countries, about 87% of primary energy consumption comes from biomass (GALAL, 1997). The biomass represents the main source of energy in rural areas and towns, specially that have less LPG (liquefied petroleum gas) distribution in Sudan. Biomass energy is used for numerous domestic purposes including cooking, heating, bakeries, and bricks making. The increased energy needs, due to increasing population and IDPs (internally displaced people) in Sudan, has caused significant overexploitation and depletion in forest resources and change the species used for energy as stated by United Nation Environmental Program (UNEP report, 2008). The change from conventional species, that has traditionally favourable energy properties, to new species with low energy quality may put the new species under pressure and depletion as occur with species that has desirable energy properties. Thus, rehabilitation of the degraded species is required shortly after, but before the species selection as source of biomass feedstock, is very important because of their effect on the different properties of the fuel (GONÇALVES ET AL., 2018, NEVES ET AL., 2011). An assessing biomass quality is therefore vital to decide on its feasibility for utilization. As combustion is a dominant feature of converting biomass fuel to energy in Sudan. There are important properties for biomass combustion we should pay attention to, such as biomass moisture content, density, and ash content. For instance, the high moisture content is effect on transport, storage and energy content therefore the proper moisture content ratio must be less than 20%; but regarding to the biomass density is correlate positively with heat value that because more material is available, many scholar recommend that the biomass density should be as high as possible (MEINCKEN ET AL., 2014); while ash content should be as low as possible because it relate with materials cause gases emission which can influence



seriously on the environment and human health, in addition the ash content is correlate negatively with heat value (AHMED, 2021). Along with the state plans of energy plantation appropriate species must be selected with ideal properties for efficient energy and sustainable biomass supply. Alternative sustainable approaches are needed to keep pace with the growing demand for biomass feedstock. Therefore, this study pursued ethnobotany methods to take advantages from local people knowledge about the desired properties in local species for energy production, and document them scientifically. Thus, the result and recommendations of this study will be from point of view of consumers, and this may be useful for decision makers to give them a prediction about what favourable species, most consumed, more vulnerable to deterioration species and what properties should be available in species for energy plantation.

### ***Material and methods***

The study area was selected with reference to FNC (1994), and UNEP (2008) reports which reveal biomass fuel consumption in Sudan. For the purpose of this study, we selected south Darfur state, which was reported, by FNC and UNDP, as the highest wood fuel consumption and most populous state in Sudan. The study area expands between latitudes 8°30' to 13°N and longitudes 23°15'to 28°E (ABAKER ET AL., 2017) in open thorn savannas with sparse arboreal cover where the dominant plants formation are acacia species. The selected area lies in a subtropical steppe climate (figure 1) where the temperature reaches 29.57 °C, which is - 0.47% lower than Sudan's averages, and the annual precipitation reaches about 62.49 ml.



*Figure 1. Location of study area in Sudan map*

A combination of qualitative and quantitative data collection methods was used to gather both primary and secondary data. The primary data were collected through field survey conducted during September 2021. A local people biomass consumption pattern (cooking, bakeries, and brick making) was our standard for target group determination. The field survey was started with key informant interviews including experts and individuals who have first-hand information about the appropriate species for bioenergy. The data collection was conducted using stratified sampling technique. About 92 questionnaires were designed to covered different issues related to the consumers and biomass characteristics for energy such as major species used for energy, preferences characteristics of biomass for energy,

consumption pattern. Furthermore, group discussions were held with the local leaders to complement and verify the data collected through the consumers survey.

### Data analysis

The data from questionnaires were transformed into codes. Statistical Package for Social Sciences (version 26) software was used in the analysis. Frequency distribution and percentage were calculated as a tool of analysis for interpreting the qualitative information collected from the respondents. The use value was calculated to find out the proportional importance of energy trees species to each consumer's category in the study area. It was calculated by the following equation 1:

$$UV = \frac{\sum U_i}{n} \quad (1)$$

Where UV stands for the total use value of the energy trees species, whereas U refers to the number of use reports cited by each respondent for a given species, and n stands the total number of respondents interviewed for a given species Fidelity level (FL) was also computed to determine the FL values of the most frequently used tree species for energy it was calculated by the formula 2:

$$FL = \frac{NP}{n} \quad (2)$$

Where NP stands for the number of use reports cited for a given species for a particular use and N refers to the total number of use reports cited for any given energy species. Factor informant consensus (FIC) also were calculated to identify the widely tree species used for energy. The FIC can be calculated using the formula as follows equation 3:

$$FIC = \frac{nur-nt}{nur-1} \quad (3)$$

Where FIC = informants consensus factor, nur = number of use citation in each category, and nt = number of species used (KHAN ET AL., 2014).

### Result and discussion

This study documented 18 indigenous tree species belonging to 14 genus and 11 families, which are used for energy purposes (Table 1). The plant family *Mimosoideae* contributed the highest number of energy tree species (6) followed by *Combretaceae* (3) and *Fabaceae* (2) (Table 1). Among the total documented energy tree species, respondents stated that *Acacia seyal* (60%) is the most preferred species for domestic use followed by *Calotropis procera* 22% respectively (figure 2). In spite the latter (*Calotropis procera*) have low quality than other species such as *Acacia seyal*, *Acacia mellifera* and *Acacia nilotica*, the main reason for utilizing them is due to the degeneration of desirable species therefore households turned into using other species (BALAT ET AL., 2003). This result agrees UNEP report (2008) stated that there is overexploitation of local tree species due to meet energy needs, this has caused significant depletion in forest resources and change the species used for energy. Results showed that *Acacia mellifera* 72%, *Acacia nilotica* 16% and *Albizia amara* 12% respectively is most preferred species for bakeries (figure 2). While for brick making respondents stated that *Acacia nilotica* has got higher ratio 70% among the most preferred species for brick making, followed by *Acacia mellifera* 17% and *Vachellia tortilis* 13% respectively (figure 2). Brick making or bread making each of them are required a particular biomass property, for example about 56% of respondents mentioned that sustainable combustion is most desired property for brick making (figure 3) which is the time between flame extinction and residence time according to PRIOR ET AL., (2018) that means brick makers prefer long fuel combustion residence time. USID (2008) reported that brick makers prefer slow burning fuel because it takes much longer to cook than bread thus sometimes, they use green wood rather than dead wood. While bakeries preferred haste ignition and low smoke 52% and 27% respectively (figure 3). According to the individual interview statements ignitability is very importance property for bakeries because bread does not take long time to cooking just needs

haste ignition. While high smoke due to emissions of pollutants such as NO<sub>x</sub> and SO<sub>2</sub> during biomass combustion it may harm bakeries workers health because it causes a lung and eye irritant and others health problem (Cardoso ET AL., 2018; AHMED, 2021). People in the study area give priority for some traditional energy tree species for energy utilization. Which is *Acacia mellifera*, *Acacia nilotica*, *Acacia seyal*, *Vachellia tortilis*, *Albizia amara*, *Calotropis procera*, *Balanites aegyptiaca*, *Hayphaene thebaica* and *Dalbergia melanoxylon* (table 1). And the use values (UV) results showed that *Acacia mellifera* 0.51 followed by *Acacia nilotica* 0.42 are found to be the most important energy tree species than others local tree species (table 2).

Table 1. The common energy trees species in study area:

No	Species	Family	Local name
1	<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae	Oshar
2	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	Higlig
3	<i>Capparis decidua</i>	Capparaceae	Tundob
4	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combretaceae	Sahab
5	<i>Combretum ghasalense</i>	Combretaceae	Habil
6	<i>Acacia senegal</i>	Mimosoideae	Hashab
7	<i>Acacia seyal</i>	Mimosoideae	Talah
8	<i>Acacia nilotica</i>	Mimosoideae	Sonut
9	<i>Acacia mellifera</i>	Mimosoideae	Kiter
10	<i>Albizia amara</i>	Mimosoideae	Arad
11	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Papilionoideae	Abanus
12	<i>Ziziphus mauritania</i>	Rhaminaceae	Sider
13	<i>Hayphaene thebaica</i>	Arecaceae	Dom
14	<i>Vachellia tortilis</i>	Fabaceae	Syal
15	<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	Khebash
16	<i>Faidherbia albida</i>	Fabaceae	Haraz
17	<i>Prosopis chilensis</i>	Mimosaceae	Muskat
18	<i>Salvadora persica</i>	Salvadoraceae	Arak

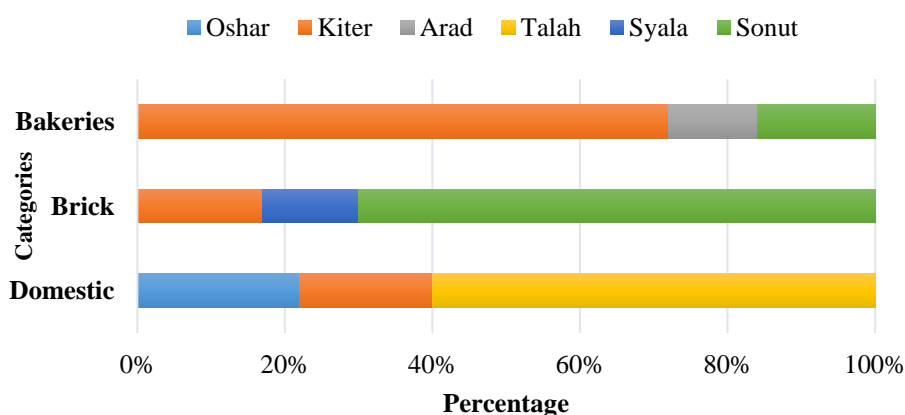


Figure 2. Preferred energy tree species according to utilization categories

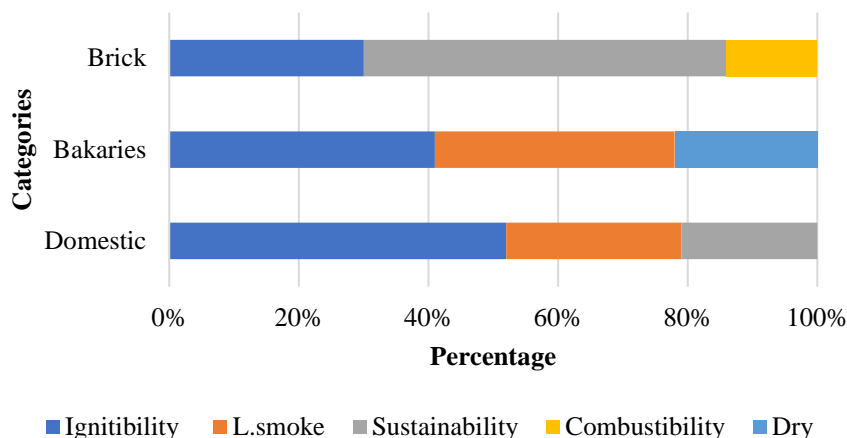


Figure3. Preferred energy tree species characteristics by utilization categories

Table 2. The use values (UV) of local energy tree species:

NO	Specie name	Number of use reports $\sum U_i$	Use value UV
1	Calotropis procera	27	0.29
2	Acacia mellifera	47	0.51
3	Albizia amara	23	0.25
4	Acacia seyal	1	0.01
5	Dalbergia melanoxylon	37	0.40
6	Vachellia tortilis	7	0.07
7	Acacia nilotica	30	0.33
8	Capparis decidua	39	0.42
9	Anogeissus leiocarpus	2	0.02
10	Balanites aegyptiaca	2	0.02
11	Ziziphus mauritania	12	0.13
<b>12</b>	<b>Guiera senegalensis</b>	3	0.03
<b>13</b>	<b>Faidherbia albida</b>	1	0.01
14	Acacia senegal	6	0.07
15	Salvadora persica	1	0.01
16	Hayphaene thebaica	5	0.05
<b>17</b>	<b>Prosopis chilensis</b>	1	0.01

Informant consensus factor (FIC) results shown that sustainability scored the highest FIC value (0.89) followed by combustibility (0.88), and ignitibility was also the top recorded biomass properties preferred by informant (0.85) (table 3). High FIC value gives an indication that these properties are more prevalent in study area.



Table 3. FIC values of traditional energy trees species properties in study area:

Properties categories	Number of species (Nt)	Number of properties report (Nur)	Consensus factor
Sustainability	11	90	0.89
Combustibility	11	84	0.88
Ignitibility	9	54	0.85
Dry	3	9	0.75
Low smoke	5	12	0.64

The energy species that are widely used by the local people because of their properties have higher FL values than those that are less popular. FL values in this study varied from 34% to 83%. *Acacia seyal* has high value 83% as characterized by high combustibility followed by *Acacia nilotica* 69% and *Albizia amara* 34% which they characterized by sustainable combustion. While *Vachellia tortilis* 56% and *Acacia mellifera* 36% characterized by haste ignitibility (table 4). Physicochemical properties of biomass are varied, and this variation is related to the quantity, quality, moisture content and aeration of biomass, which is due influence on their flammability. For instance, biomass quantity increases combustion, but is also likely to enhance sustainability, as more fuel takes longer to burn. While moisture content is the main influencer on ignitibility, where species with higher moisture contents took longer to ignite and burnt at a slower rate (SIMPSON ET AL., 2016).

Table 4. Fidelity level value and properties of energy tree species commonly reported:

Species name	Properties category	Citation for properties	Fidelity level (%)
<i>Acacia seyal</i>	Combustibility	31	83%
<i>Acacia nilotica</i>	Sustainability	27	69%
<i>Vachellia tortilis</i>	Ignitibility	17	56%
<i>Acacia mellifera</i>	Ignitibility	17	36%
<i>Albizia amara</i>	Sustainability	8	34%

### Conclusion

The results proven that local people exploiting their traditional knowledge to select energy species based on their properties. Among the most important of local species used for energy production was *Acacia mellifera* which is characterized by ignitibility and *Acacia nilotica* characterized by sustainable combustion, these species based on their properties are considered as favourable for all biomass energy consumers in study area whether for domestic use or brickmaking and bakeries. Therefore, the focus on these species is enormous and may lead to degrade or extinction them. Strengthening the results of this study with further research on the characteristics of the selected species and laboratory verification is required. As rehabilitate the degraded species the energy plantation and agroforestry programs should be undertaken.

### Acknowledgement

My thanks and gratefulness to Stipendium Hungaricum, and the staff of University of Sopron, Faculty of Forestry, Institute of Forest and Natural Resource Management for their valuable guidance and helps. I would like to acknowledge the help of the Forester for Agriculture Services Centre (FASC) which is providing assistance required. Special thanks go to

Mr. Abdallah Mohammed Ahmed Alshikh the director of FASC center for his advice and assistance.

### **References**

- ABAKER, I. A. – SALIH, D. A. – EL HAJ, L. M. – AHMED, R. E. – OSMAN, M. M. – ALI, A. M. (2017): Prevalence of *Theileria annulata* in dairy cattle in Nyala, South Darfur State, Sudan, *Veterinary World*, 10(12): 1475-1480.
- AHMED, A. A. M (2021): The Relationship between Heating Value and Pollutant Elements of Solid Biomass, *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, p- ISSN: 2319-2399.
- BALAT, M. – AYAR, G. (2003): Biomass Energy in the World, Use of Biomass and Potential Trends, Pages 931-940.
- CARDOSO, A. W. – OLIVERAS, I. – ABERNETHY, K. A. –JEFFERY K. J. – DAVID LEHMANN, – JOSUÉ EDZANG NDONG, – IAN MCGREGOR, – CLAIRE M. BELCHER, – WILLIAM J. BOND, – YADVINDER S. MALHI (2018): Grass Species Flammability, Not Biomass, Drives Changes in Fire Behavior at Tropical Forest-Savanna Transitions, *Front. For. Glob. Change*.
- GALAL, M.Y. (1997): The Gezira Scheme-the greatest on the earth-under one management. Khartoum.
- KHAN, I. – ABDELSALAM, N. M. – FOUAD, H. – TARIQ, A. – ULLAH, R. – ADNAN, M. (2014): Application of Ethnobotanical Indices on the Use of Traditional Medicines against Common Diseases, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 635371, 21 pages.
- PRIOR, L. D, –BRETT P. MURPHY, – BOWMAN, D. M. J. S. (2018): Conceptualizing Ecological Flammability, An Experimental Test of Three Frameworks Using Various Types and Loads of Surface Fuels.
- USAID (2008): FUEL-EFFICIENT STOVE PROGRAMS IN IDP SETTINGS, Summary Evaluation Report of Fuel-Efficient Stoves in Darfur IDP Camps.
- UNEP (2008): Destitution distortion and deforestation, the impact of conflict on the timber and wood fuel trade in Darfur.
- SOLARIN, S. – AL-MULALI, U. – GAN, G. G. G. – SHAHBAZ, M. (2018): The impact of biomass energy consumption on pollution: evidence from 80 developed and developing countries, *Environmental Science and Pollution Research* volume 25, pages 22641–22657.
- SIMPSON, K. J, – RIPLEY, B. S. – PASCAL-ANTOINE, C. – BELCHER, C. M. –LEHMANN, C. E. R. – GAVIN H. T. – OSBORNE, C. P. (2016): Determinants of flammability in savanna grass species, *Journal of Ecology*,104, 138–148.

# EREBE-SZIGETEK ERDŐREZERVÁTUM FELSZÍNBORÍTÁSÁNAK VÁLTOZÁSA TÖRTÉNETI TÉRKÉPEK ALAPJÁN

Land cover changes of the Erebe-islands forest reserve (Hungary) based on historical maps

BALÁZS PÁL, BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, HORVÁTH ADRIENN

Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

[balazs.pal@uni-sopron.hu](mailto:balazs.pal@uni-sopron.hu)

## ***Kivonat***

Tanulmányunkban a hazai erdőrezervátumok alapfelméréseihez kapcsolódóan mutatjuk be az Erebe-szigetek erdőrezervátum hosszú távú felszínborítás változását, annak magterületén és védőzónájában. A történeti vizsgálathoz a 18. századtól kezdődően elérhető katonai térképeket használtuk fel, amelyeket digitalizálást követően az utóbbi években készült országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettünk össze. A vizsgált térképsorozat alapján elmondható, hogy a magterületen erdőborítás csak a 20. század közepén jelent meg. A védőzóna területét a 20. század közepéig gyeppel, illetve vízzel borította. A vizsgálat elsősorban a korabeli földhasználat és a jelenlegi talajtulajdonságok, valamint az állományállapot közötti ok-okozati összefüggések feltárásához járul hozzá.

## ***Abstract***

In this study, we analysed the long-term land cover changes of the Erebe-islands forest reserve (Hungary) which was carried out in the frame of the forest reserve survey program. The historical investigation is based on digitized military survey maps dating back to the 18<sup>th</sup> century and the lately finished national ecosystem basemap. Based on the analysed map series in the core area forests first appeared in the middle of the 20<sup>th</sup> century. The buffer zone was covered by water and grassland until the first half of the 20<sup>th</sup> century. Results can contribute to the investigation of interrelations between historical land use and actual soil and vegetation properties.

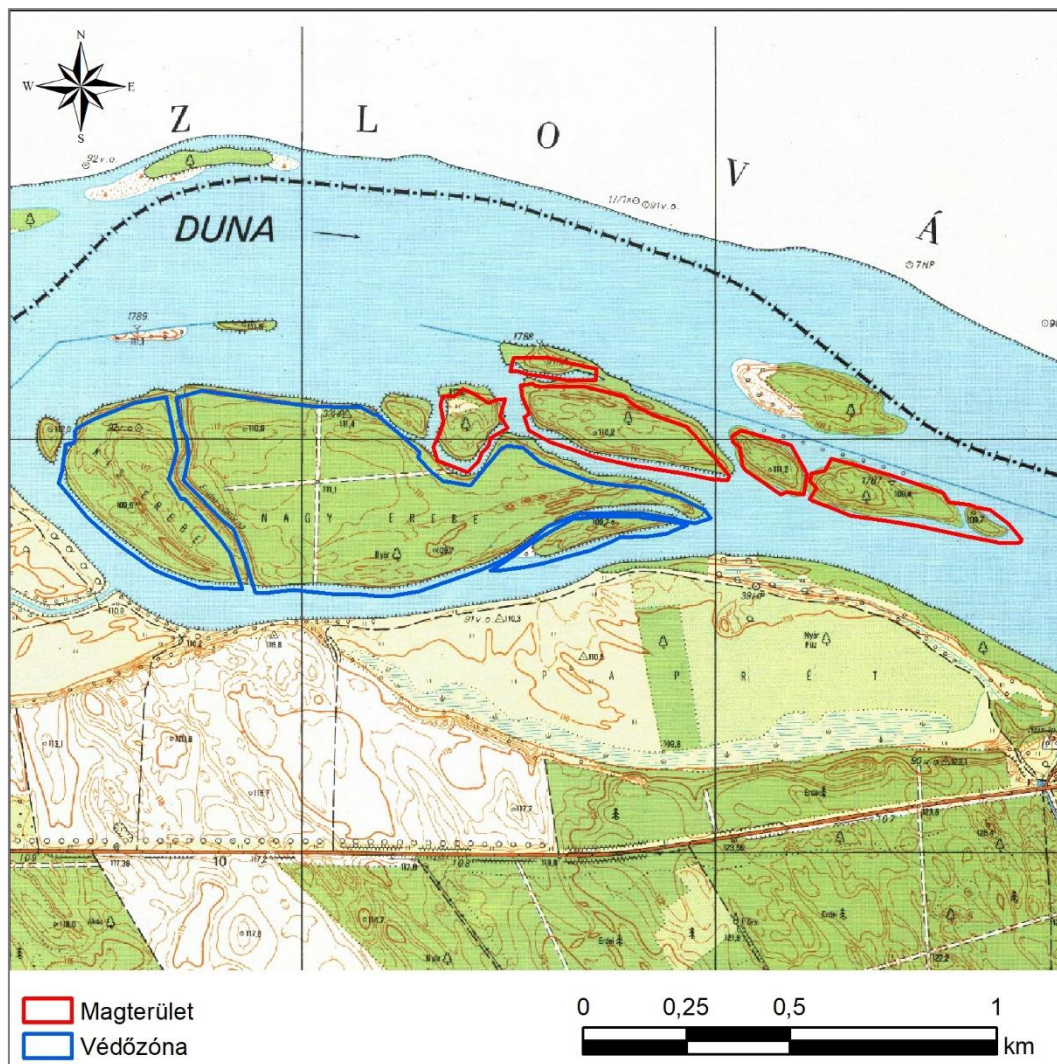
## ***Bevezetés***

Az erdőrezervátum program kiemelt célja, hogy a gazdálkodást mellőző erdőterületeken végbemenő ökológiai folyamatokat és azok hatásait nyomon kövessük, majd a tapasztalatokkal bővítsük többek között természetvédelmi és erdőgazdálkodási ismereteinket (HORVÁTH – BORHIDI, 2002). A jelenlegi állapot kialakulásában nagy szerepe lehet a múltbéli földhasználatnak, amelyre vonatkozóan földhasználati statisztikából, korabeli leírásokból vagy történeti térképek révén nyerhetünk információkat. A statisztikákkal és a leírásokkal ellentétben a történeti térképek nagy előnye, hogy a korabeli földhasználatok mintázatát is rögzítik, lehetővé téve jelen vizsgálatba történő bevonásukat.

A Dunán, Gönyűtől keletre található Erebe-szigetekre (1. ábra) vonatkozóan hosszú-távú földhasználat, illetve felszínborítás vizsgálatról nincs tudomásunk. Tanulmányunknak nem célja fafajok szintjén vizsgálni a változásokat, ezt a rendelkezésre álló térképforrások nem is teszik lehetővé a teljes időtávra vonatkozóan.

## ***Anyag és módszer***

Hazánk területére az 1700-as évek végétől kezdődően elérhető a közel azonos módszertannal készített katonai felmérések sorozata. Ezen térképek ugyan katonai céllal készültek, ennek ellenére kitűnő forrásai a korabeli földhasználatnak. Tanulmányunkban felhasznált történeti és modern térképforrások listáját az 1. táblázat tartalmazza.



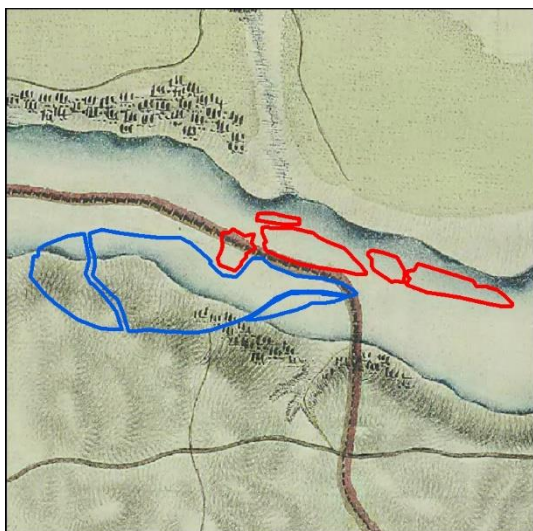
1. ábra: Erebe-szigetek erdőrezervátum magterülete és védőzónája.

1. Táblázat: Felhasznált térképek

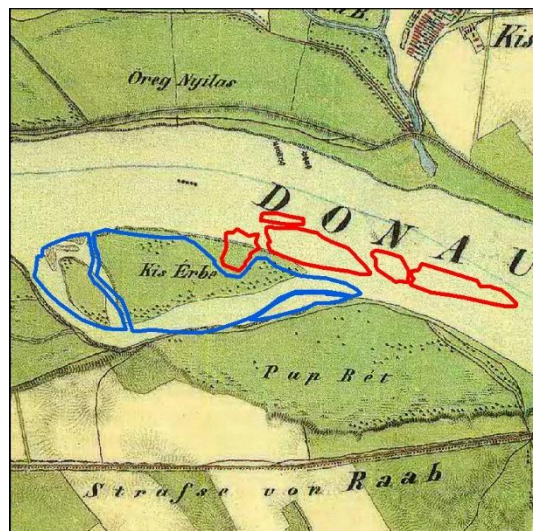
Térkép elnevezése	Méretarány/felbontás	Felmérés éve
I. katonai felmérés	1:28800	1782-1784
II. katonai felmérés	1:28800	1840
III. katonai felmérés	1:25000	1882
Topográfiai térkép a II. v.h. időszakából	1:50000	1942
Újfelmérés	1:25000	1955
Ökosztiztéma-alaptérkép	20m	2015-2017

A vetület nélküli történeti térképeket illesztőpontok segítségével georeferáltuk (2-6. ábra), majd egy nyolc földhasználati kategóriából álló rendszer szerint digitalizáltuk. A vetületbe illesztés és digitalizálás módszertanának részletes bemutatása korábbi tanulmányokban olvasható (KIRÁLY et al. 2008, KONKOLY-GYURÓ et al. 2011). A digitalizáció, vagyis a vektoros réteg létrehozása során a 'Beépített terület', 'Szántó föld', 'Szőlő, gyümölcsös, kert', 'Erdő, fás terület', 'Gyep', 'Vízhatású terület', 'Nyílt vízfelszín' és 'Kopár felszín, egyéb' felszínborítási kategóriákat különítettük el.

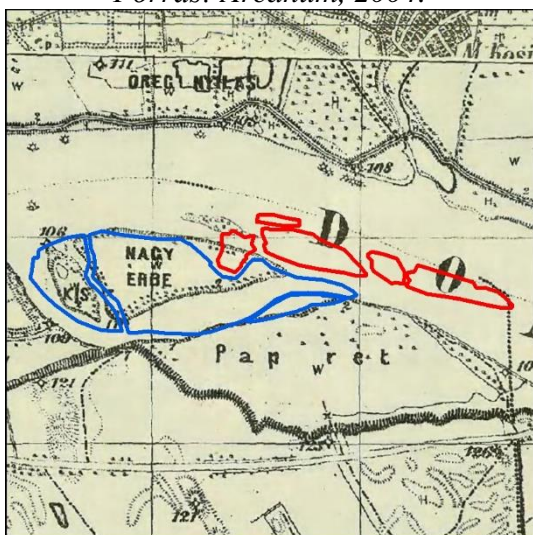




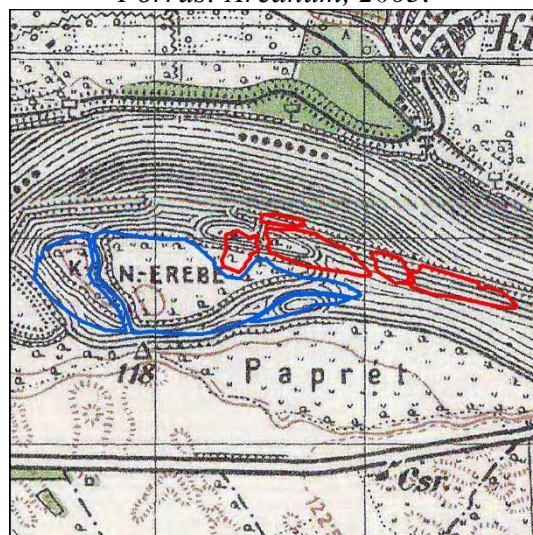
2. ábra: I. katonai felmérés (1782-1784).  
Forrás: Arcanum, 2004.



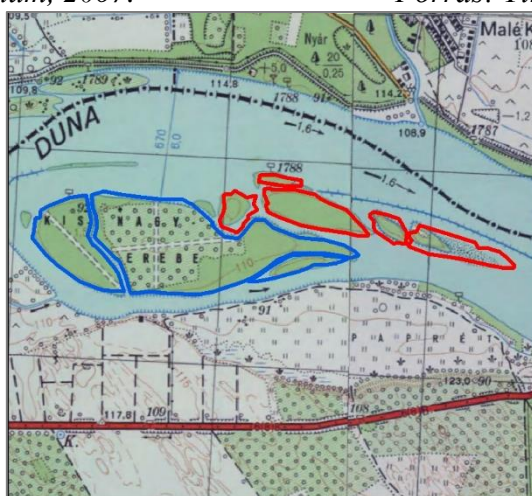
3. ábra: II. katonai felmérés (1840).  
Forrás: Arcanum, 2005.



4. ábra: III. katonai felmérés (1882).  
Forrás: Arcanum, 2007.

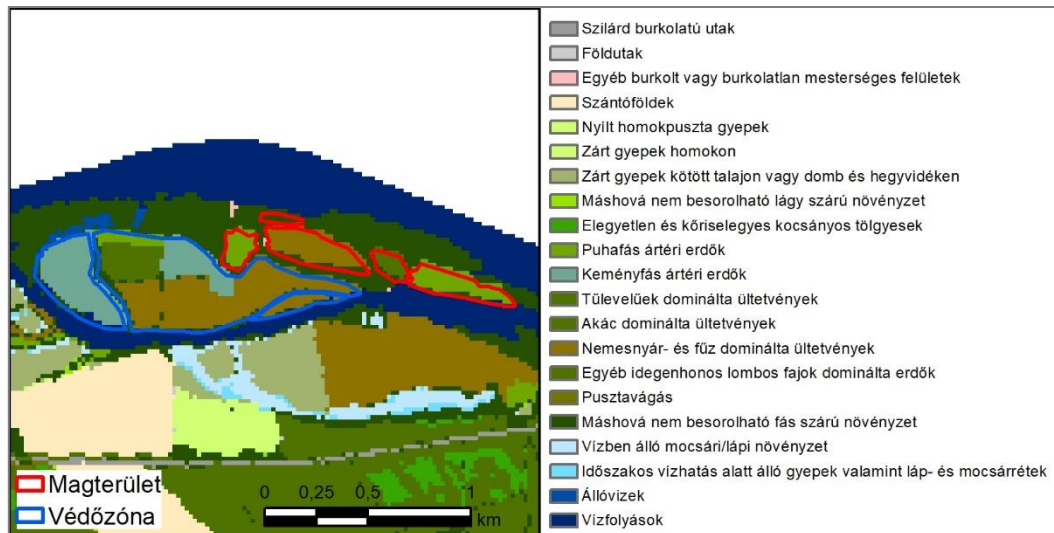


5. ábra: II. világháborús térkép (1942).  
Forrás: Timár et al. 2008.



6. ábra: Újfelmérés (1955).  
Forrás: HIM, 1953-1959.

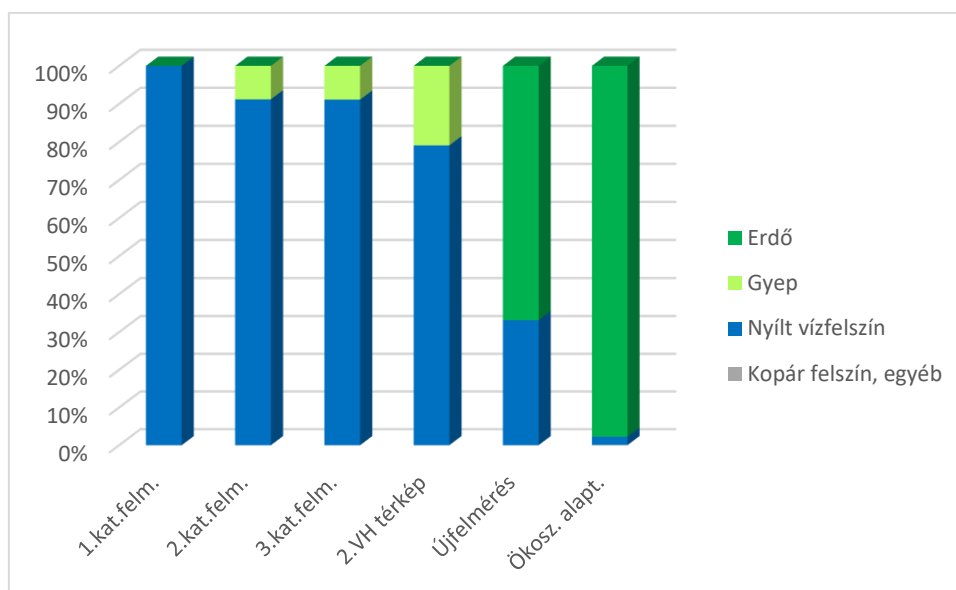
Az előállított vektoros felszínborítási fedvények segítségével százalékosan kimutattuk a vizsgált időpontokra jellemző felszínborítási arányokat, amelyeket táblázatok és diagramok formájában ábrázoltunk külön a magterületre, valamint a védőzónára. A rekonstruált történeti felszínborítási térképsorozat az országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettük össze (AGRÁRMINISZTERIUM, 2019).



7. ábra: Ökoszisztéma alaptérkép. Forrás: Agrárminisztérium, 2019.

### Eredmények

A következő táblázatban és diagramon közölt felszínborítási arányok alapján látható, hogy a magterület jelentős részét a 20. század közepéig víz borította (8. ábra, 2. táblázat). A magterületet zömét képező szigetcsoport csak az 1942-es térképen kezdett megjeleníteni, ekkor még azt gyeppel borította. Erdőterületet elsőként az 1955-ös térképen látunk, ekkor az erdő részaránya 66,8% volt a nyílt vízfelszín 33,2%-os aránya mellett. Az ökoszisztéma alaptérkép alapján a magterület 2,2%-át még mindig víz borítja.



8. ábra: Felszínborítás változása a védőzónában.



## 2. Táblázat: Felszínborítás változása a magterületen

Felszínborítás	1782-84	1840	1882	1942	1955	2015-17
Erdő	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	66,8%	97,8%
Gyep	0,0%	8,8%	8,9%	20,9%	0,0%	0,0%
Nyílt vízfelszín	100,0%	91,2%	91,1%	79,1%	33,2%	2,2%
Kopár felszín, egyéb	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%

A rezervátum védőzónáját jelentő sziget a 18. században még nem létezett az Első katonai felmérés alapján (3. táblázat). 1840 és 1942 közötti időszakban a zónát gyep (54-57%) illetve víz (40-46%) borította. A szigeten csupán a 20. század második felében jelent meg az erdő, amely maig a zóna területének 95,1-96,5%-át teszi ki.

## 3. Táblázat: Felszínborítás változása a védőzónában

Felszínborítás	1782-84	1840	1882	1942	1955	2015-17
Szántó	50,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Erdő	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	95,1%	96,5%
Gyep	0,0%	57,3%	54,0%	56,1%	0,0%	0,0%
Nyílt vízfelszín	47,4%	40,3%	46,0%	42,8%	4,9%	3,5%
Kopár felszín, egyéb	0,0%	2,4%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%

### **Következtetések**

A vizsgált térképforrások segítségével nyomon követhető a szigetcsoport születése és annak beerdősülési folyamata. A magterület nagy részén sziget csak a 20. század közepén jelent meg, és ezután erdősült be. A védőzóna területét a 20. század közepéig gyep illetve víz borította.

A történeti térképekből származó felszínborítási adatok bizonytalansággal terheltek. Ezek egyrészt a térképi ábrázolás és georeferálás pontatlanságából, másrészt az egyes felszínborítások interpretációjának nehézségeiből adódnak. Az Első katonai felmérés esetében a védőzóna jelentős része a Duna medrén kívülre, a folyó jobb partjára esett. A 18. században kimutatott szántóterület minden bizonnyal a térkép geometriai pontatlanságának tudható be.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatás az Agrárminisztérium által finanszírozott Erdőrezervátum alapfelmérési program keretében valósult meg. A kutatás során használt eszközök egy részét a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt keretében szereztük be. A támogatást ezúton köszönjük.

### **Irodalomjegyzék**

- AGRÁRMINISZTERIUM 2019: Magyarország Ökosztisztema-alaptérképe. <https://doi.org/10.34811/osz.alapterkep>
- ARCANUM (2004): Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1763-1787) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2005): Második Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1806-1869) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2007): Harmadik Katonai Felmérés (1869-1887) 1:25 000. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- HIM (1953-1959): Az 1953-59-ben készített Újfelmérés 1:25.000 méretarányú térképszelvényei. Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Budapest.

- HORVÁTH F. – BORHIDI A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 289. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8.
- KIRÁLY G. – WALZ U. – PODOBNIKAR T. – CZIMBER K. – NEUBERT M. – KOKALJ Ž. (2008): Georeferencing of historical maps – methods and experiences. SISTEMaPARC Project Book, Rhombos Verlag Berlin, 2008. pp. 53-63.
- KONKOLY-GYURÓ É. – NAGY D. – BALÁZS P. – KIRÁLY G. (2011): Assessment of land cover change in western Hungarian landscape. In: Proceedings of TransEcoNet Workshop on Landscape History, University of West Hungary, Sopron 22nd of April, 2010. pp 75-89.
- TIMÁR G. – MOLNÁR G. – SZÉKELY B. – BISZAK S. – JANKÓ A. (2008): Magyarország topográfiai térképe a második világháború időszakából. Méretarány: 1:50000. DVD-ROM. Arcanum, Budapest.



# SZABÓ-VÖLGY ERDŐREZERVÁTUM (FELSŐSZÖLNÖK) FELSZÍNBORÍTÁSÁNAK VÁLTOZÁSA TÖRTÉNETI TÉRKÉPEK ALAPJÁN

Land cover changes of the Szabó-valley forest reserve (Felsőszölnök-Hungary) based on historical maps

BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN, VÉGH PÉTER, BIDLÓ ANDRÁS

Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

[balazs.pal@uni-sopron.hu](mailto:balazs.pal@uni-sopron.hu)

## ***Kivonat***

Tanulmányunkban a hazai erdőrezervátumok alapfelméréseihez kapcsolódóan mutatjuk be a felsőszölnöki Szabó-völgy rezervátum hosszú távú felszínborítás változását, annak magterületén és védőzónájában. A történeti vizsgálathoz a 18. századtól kezdődően elérhető katonai térképeket használtuk fel, amelyeket digitalizálást követően az utóbbi években készült országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettünk össze. A vizsgált térképsorozat alapján elmondható, hogy még a 20. század közepén is a magterület közel 10%-án gyeper ill. szántógazdálkodás folyt. A vizsgálat elsősorban a korabeli földhasználat és a jelenlegi talajtulajdonságok, valamint az állományállapot közötti ok-okozati összefüggések feltárásához járul hozzá.

## ***Abstract***

In this study we analysed the long-term land cover changes of the Szabó-valley forest reserve (Felsőszölnök – Hungary) which was carried out in the frame of the forest reserve survey program. Historical investigation is based on digitized military survey maps dating back to the 18<sup>th</sup> century and the lately finished national ecosystem basemap. Based on the analysed map series even in the middle of the 20<sup>th</sup> century 10% of the core zone was grassland or cultivated land. Results can contribute to the investigation of interrelations between historical land use and actual soil and vegetation properties.

## ***Bevezetés***

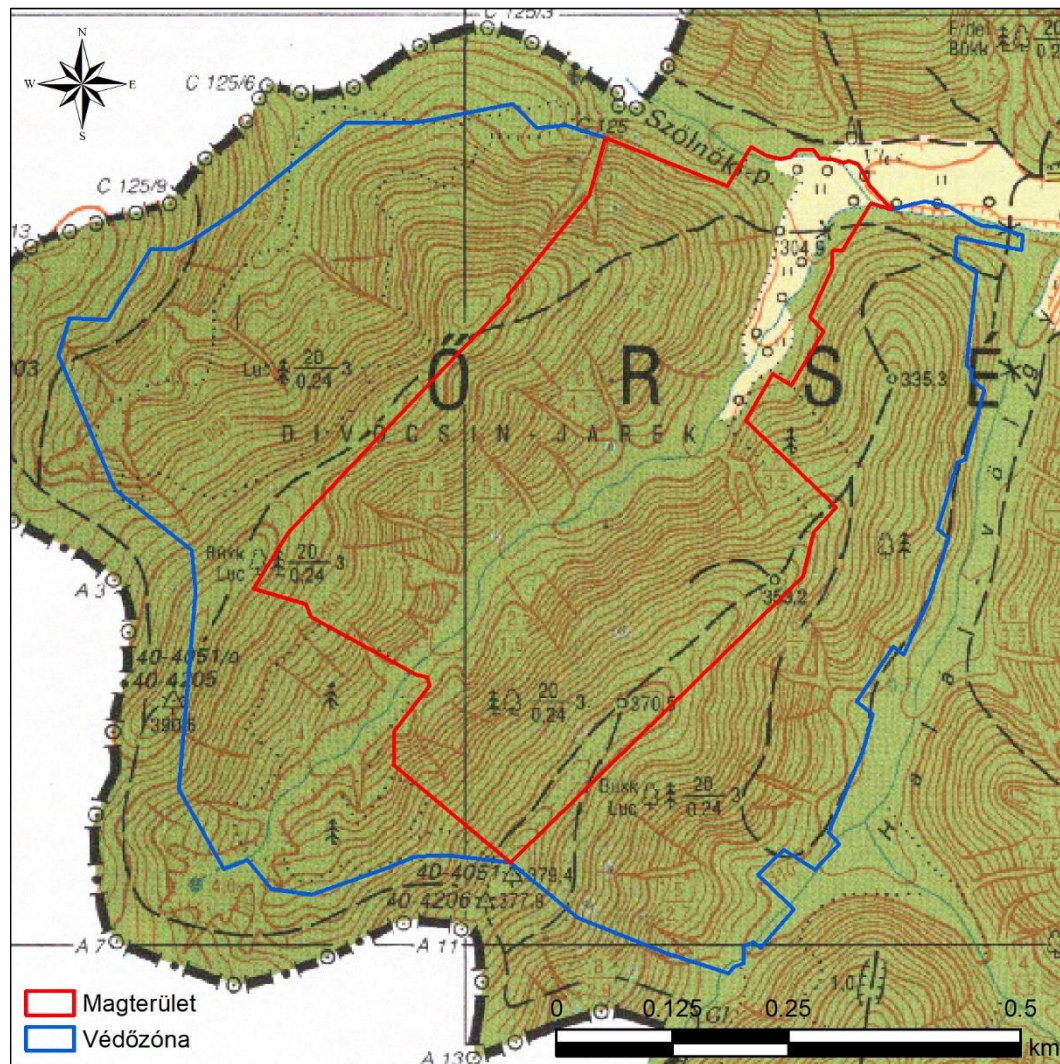
Az erdőrezervátum program kiemelt célja, hogy a gazdálkodást mellőző erdőterületeken végbemenő ökológiai folyamatokat és azok hatásait nyomon kövessük, majd a tapasztalatokkal bővítsük többek között természetvédelmi és erdőgazdálkodási ismereteinket (HORVÁTH – BORHIDI, 2002). A jelenlegi állapot kialakulásában nagy szerepe lehet a múltbéli földhasználatnak, amelyre vonatkozóan földhasználati statisztikából, korabeli leírásokból vagy történeti térképek révén nyerhetünk információkat. A statisztikákkal és a leírásokkal ellentétben a történeti térképek nagy előnye, hogy a korabeli földhasználatok mintázatát is rögzítik, lehetővé téve jelen vizsgálatba történő bevonásukat.

A szlovén-osztrák-magyar hármashatárnál fekvő Szabó-völgyre (1. ábra) vonatkozóan hosszú-távú földhasználat, illetve felszínborítás vizsgálat korábban nem történt. Az erdőrezervátum területét is magába foglaló Órség egészére egy nemzetközi kutatási projekt és egy doktori értekezés keretében készültek felszínborítási térképek, amelyeket jelen tanulmányban felhasználunk (KONKOLY-GYURÓ, 2012, BALÁZS, 2017). Tanulmányunknak nem célja fajok szintjén vizsgálni a változásokat, ezt a rendelkezésre álló térképforrások nem is teszik lehetővé a teljes időtávra vonatkozóan.

## ***Anyag és módszer***

Hazánk területére az 1700-as évek végétől kezdődően elérhető a közel azonos módszertannal készített katonai felmérések sorozata. Ezen térképek ugyan katonai céllal készültek,

ennek ellenére kitűnő forrásai a korabeli földhasználatnak. Tanulmányunkban felhasznált történeti és modern térképforrások listáját az 1. táblázat tartalmazza.



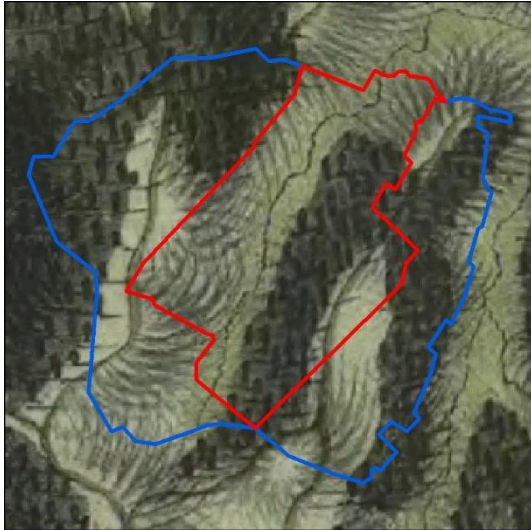
9. ábra: Szabó-völgy erdőrezervátum magterülete és védőzónája.

1. Táblázat: Felhasznált térképek

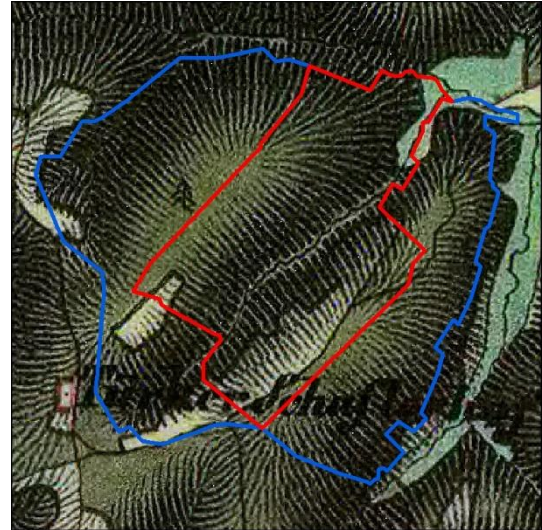
Térkép elnevezése	Méretarány/felbontás	Felmérés éve
I. katonai felmérés	1:28800	1782
II. katonai felmérés	1:28800	1854
III. katonai felmérés	1:25000	1878
Topográfiai térkép a II. v.h. időszakából	1:50000	1941
Újfelmérés	1:25000	1956
Ökosztiztéma-alaptérkép	20m	2015-2017

A vetület nélküli történeti térképeket illesztőpontok segítségével georeferáltuk (2-6. ábra), majd egy nyolc földhasználati kategóriából álló rendszer szerint digitalizáltuk. A vetületbe illesztés és digitalizálás módszertanának részletes bemutatása korábbi tanulmányokban olvasható (KIRÁLY et al. 2008, KONKOLY-GYURÓ et al. 2011). A digitalizáció, vagyis a vektoros réteg létrehozása során a 'Beépített terület', 'Szántóföld', 'Szőlő, gyümölcsös, kert', 'Erdő, fás terület', 'Gyep', 'Vízhatású terület', 'Nyílt vízfelszín' és 'Kopár felszín, egyéb' felszínborítási kategóriákat különítettük el.

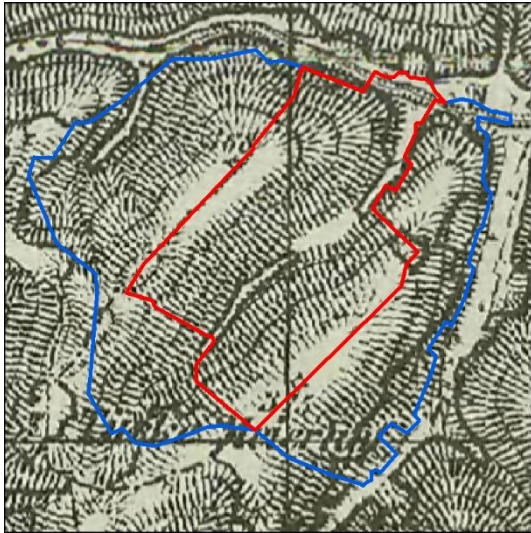




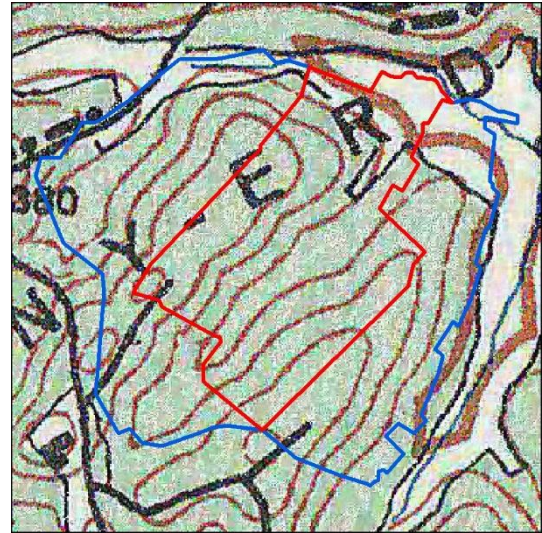
10. ábra: I. katonai felmérés (1782).  
Forrás: Arcanum, 2004.



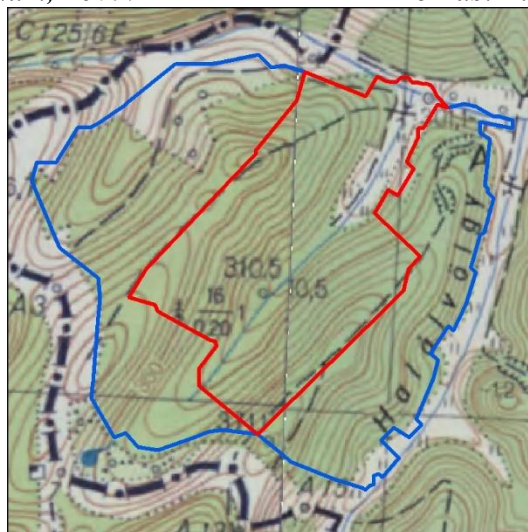
11. ábra: II. katonai felmérés (1854).  
Forrás: Arcanum, 2005.



12. ábra: III. katonai felmérés (1878).  
Forrás: Arcanum, 2007.

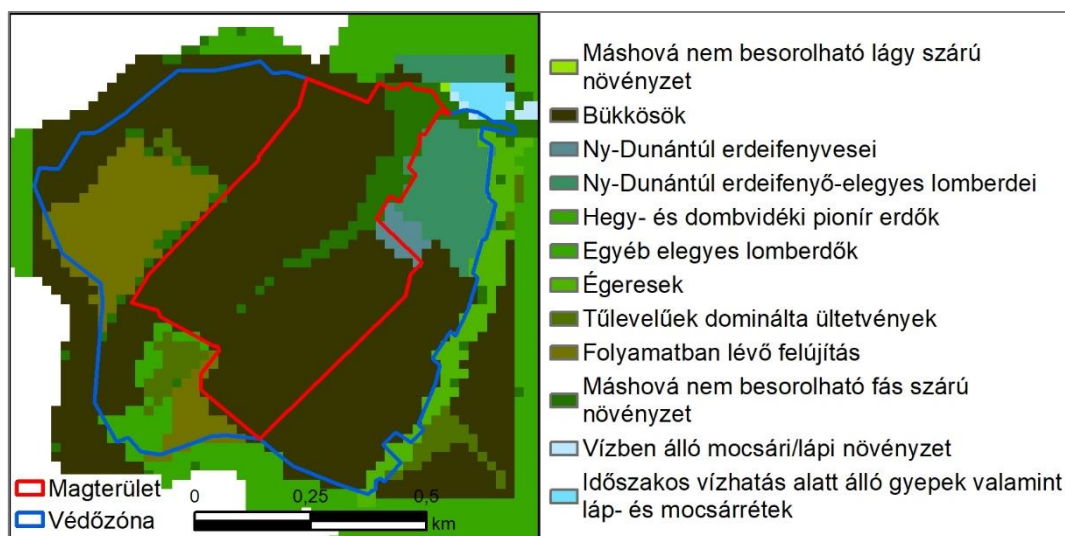


13. ábra: II. világháborús térkép (1941).  
Forrás: Timár et al. 2008.



14. ábra: Újfelmérés (1956).  
Forrás: HIM, 1953-1959.

Az előállított vektoros felszínborítási fedvények segítségével százalékosan kimutattuk a vizsgált időpontokra jellemző felszínborítási arányokat, amelyeket táblázatok és diagramok formájában ábrázoltunk külön a magterületre, valamint a védőzónára. A rekonstruált történeti felszínborítási térképsorozat az országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettük össze (AGRÁRMINISZTERIUM, 2019).



15. ábra: Ökoszisztéma alaptérkép. Forrás: Agrárminisztérium, 2019.

### Eredmények

A következő táblázatban közölt felszínborítási arányok alapján látható, hogy a mai erdőrezervátum magterülete nem volt folyamatosan erdőterület az utóbbi két évszázad során (2. táblázat). A 18. század végén a területnek csak 56%-a volt erdőterület, negyedét szántó, 19%-át pedig gyeppel borította. A szántó kiterjedése még a 19. század közepén is 18,9% volt. Az erdőterület fokozatosan növekedett az egyes felmérések alkalmával, a mai állapotot reprezentáló ökoszisztéma alaptérkép szerint a terület egészét erdő borítja.

#### 2. Táblázat: Felszínborítás változása a magterületen

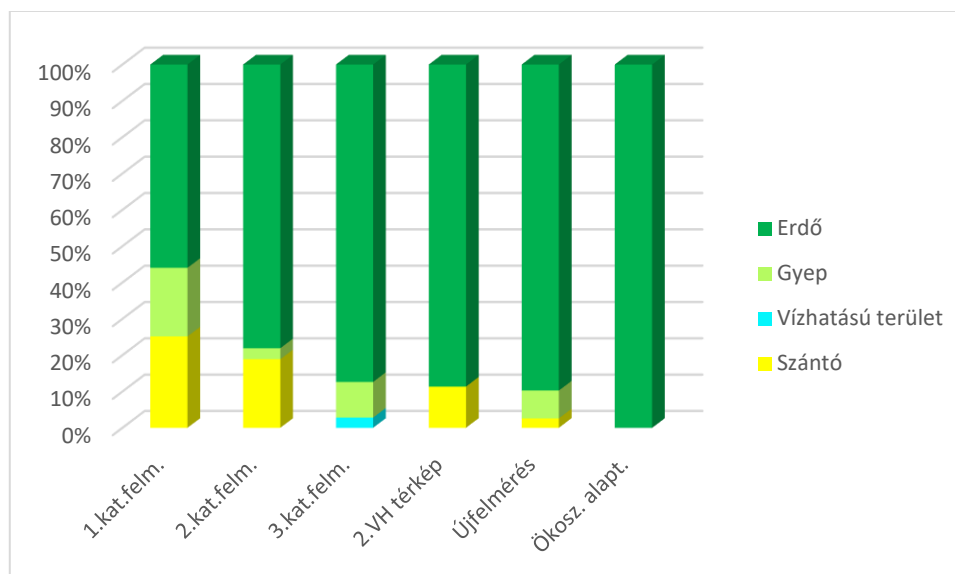
Felszínborítás	1782	1854	1878	1941	1956	2015-17
Szántó	25,2%	18,9%	0,0%	11,3%	2,6%	0,0%
Erdő	56,0%	78,1%	87,4%	88,7%	89,7%	100,0%
Gyep	18,9%	3,0%	9,8%	0,0%	7,7%	0,0%
Vízhatású terület	0,0%	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%

Az erdőrezervátum védőzónájának történeti felszínborítása nagyban hasonlít a magterületre (3. táblázat, 8. ábra). A 18. század végén ebben a zónában a gyepterület részaránya megközelítette a terület harmadát, még a 19. század végén is a terület 15,3%-át gyeppel borította. A szántóföldi gazdálkodás a mai védőzóna negyedét érintette a 18. század végén, ez a 20. század közepére 5,4%-ra húzódott vissza.

#### 3. Táblázat: Felszínborítás változása a védőzónában

Felszínborítás	1782	1854	1878	1941	1956	2015-17
Szántó	25,3%	6,9%	0,0%	13,3%	5,4%	0,0%
Erdő	41,9%	91,4%	82,1%	86,7%	92,4%	99,9%
Gyep	32,8%	1,8%	15,3%	0,0%	2,2%	0,0%
Vízhatású terület	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	0,0%	0,1%





16. ábra: Felszínborítás változása a védőzónában.

### **Következtetések**

Az erdőrezervátum magterületéről és a védőzónájáról egyaránt elmondható, hogy nem volt folyamatosan erdő borította terület a vizsgált két évszázad során. Még a 20. század közepén is szántókat ábrázoltak mindkét zónában, igaz, ezek csupán a magterület esetében 2,6%-ot, a védőzóna esetében pedig 5,4%-ot tettek ki.

A történeti térképekből származó felszínborítási adatok bizonytalansággal terheltek. Ezek egyrészt a térképi ábrázolás és georeferálás pontatlanságából, másrészt az egyes felszínborítások interpretációjának nehézségeiből adódnak. A térképeken ábrázolt gyep és szántó területek elkülönítése, különösen a fekete-fehér szelvények esetében meglehetősen nehéz, sokszor nem egyértelmű. Ebből adódhatnak olyan aránysorok, amelyek egy felszínborítási kategória eltűnését, majd újbóli megjelenését mutatják egyes időszakokban, valójában ez félreértelmezés is lehet. Emiatt a szántó és gyep kategóriákra vonatkozó adatokat, különösen a 3. katonai felmérés és a 2. világháború időszakából származó topográfiai térkép esetében körültekintően kell kezelni.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatás az Agrárminisztérium által finanszírozott Erdőrezervátum alapfelmérési program keretében valósult meg. A kutatás során használt eszközök egy részét a „Fás biomassza termelési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt keretében szereztük be. A támogatást ezúton köszönjük.

### **Irodalomjegyzék**

- AGRÁRMINISZTERIUM 2019: Magyarország Ökosztisztéma-alaptérképe. <https://doi.org/10.34811/osz.alapterkep>
- ARCANUM (2004): Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1763-1787) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2005): Második Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1806-1869) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2007): Harmadik Katonai Felmérés (1869-1887) 1:25 000. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- BALÁZS P. (2017): Az őrési táj változásának és karakterének elemzése. PhD értekezés. Soproni Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola. Sopron.

- HIM (1953-1959): Az 1953-59-ben készített Újfelmérés 1:25.000 méretarányú térképszelvényei. Hadtörténelmi Intézet és Múzeum, Budapest.
- HORVÁTH F. – BORHIDI A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 289. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8.
- KIRÁLY G. – WALZ U. – PODOBNIKAR T. – CZIMBER K. – NEUBERT M. – KOKALJ Ž. (2008): Georeferencing of historical maps – methods and experiences. SISTEMaPARC Project Book, Rhombos Verlag Berlin, 2008. pp. 53-63.
- KONKOLY-GYURÓ É. – NAGY D. – BALÁZS P. – KIRÁLY G. (2011): Assessment of land cover change in western Hungarian landscape. In: Proceedings of TransEcoNet Workshop on Landscape History, University of West Hungary, Sopron 22nd of April, 2010. pp 75-89.
- KONKOLY-GYURÓ É. (szerk.) (2012): A tájváltozás percepciója, a táj átalakulásának feltárása történelmi térképelemzés és kérdőíves felmérés alapján az Őrségben és a Vendvidéken. Szakmai jelentés a "Transnational Ecological Network in Central Europe" projekt 6-os munkacsomagjában. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 64 oldal, Online ISBN 978-963-334-073-8
- TIMÁR G. – MOLNÁR G. – SZÉKELY B. – BISZAK S. – JANKÓ A. (2008): Magyarország topográfiai térképe a második világháború időszakából. Méretarány: 1:50000. DVD-ROM. Arcanum, Budapest.



# TÓTH-ÁROK ERDŐREZERVÁTUM (FENYŐFŐ) FELSZÍNBORÍTÁSÁNAK VÁLTOZÁSA TÖRTÉNETI TÉRKÉPEK ALAPJÁN

Land cover changes of the Tóth-ditch forest reserve (Fenyőfő-Hungary) based on historical maps

BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN, VÉGH PÉTER, BIDLÓ ANDRÁS  
Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
[balazs.pal@uni-sopron.hu](mailto:balazs.pal@uni-sopron.hu)

## ***Kivonat***

Tanulmányunkban a hazai erdőrezervátumok alapfelméréseihez kapcsolódóan mutatjuk be a Fenyőfő mellett található Tóth-árok erdőrezervátum hosszú távú felszínborítás változását, annak magterületén és védőzónájában. A történeti vizsgálathoz a 18. századtól kezdődően elérhető katonai térképeket használtuk fel, amelyeket digitalizálást követően az utóbbi években készült országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettünk össze. A vizsgált térképsozort alapján elmondható, hogy a magterületet 91,4%-át az elmúlt két évszázad folyamán végig erdő borította. A védőzóna területének közel 20%-án szántógazdálkodás folyt egészen a 20. század közepéig. A vizsgálat elsősorban a korabeli földhasználat és a jelenlegi talajtulajdonságok, valamint az állományállapot közötti ok-okozati összefüggések feltárásához járul hozzá.

## ***Abstract***

In this study we analysed the long-term land cover changes of the Tóth-ditch forest reserve (Fenyőfő – Hungary) which was carried out in the frame of the forest reserve survey program. Historical investigation is based on digitized military survey maps dating back to the 18<sup>th</sup> century and the lately finished national ecosystem basemap. Based on the analysed map series 91.4% of the core area was continuously covered by forest in the last two centuries. In the buffer zone we can observe nearly 20% cultivated land till the middle of the 20<sup>th</sup> century. Results can contribute to the investigation of interrelations between historical land use and actual soil and vegetation properties.

## ***Bevezetés***

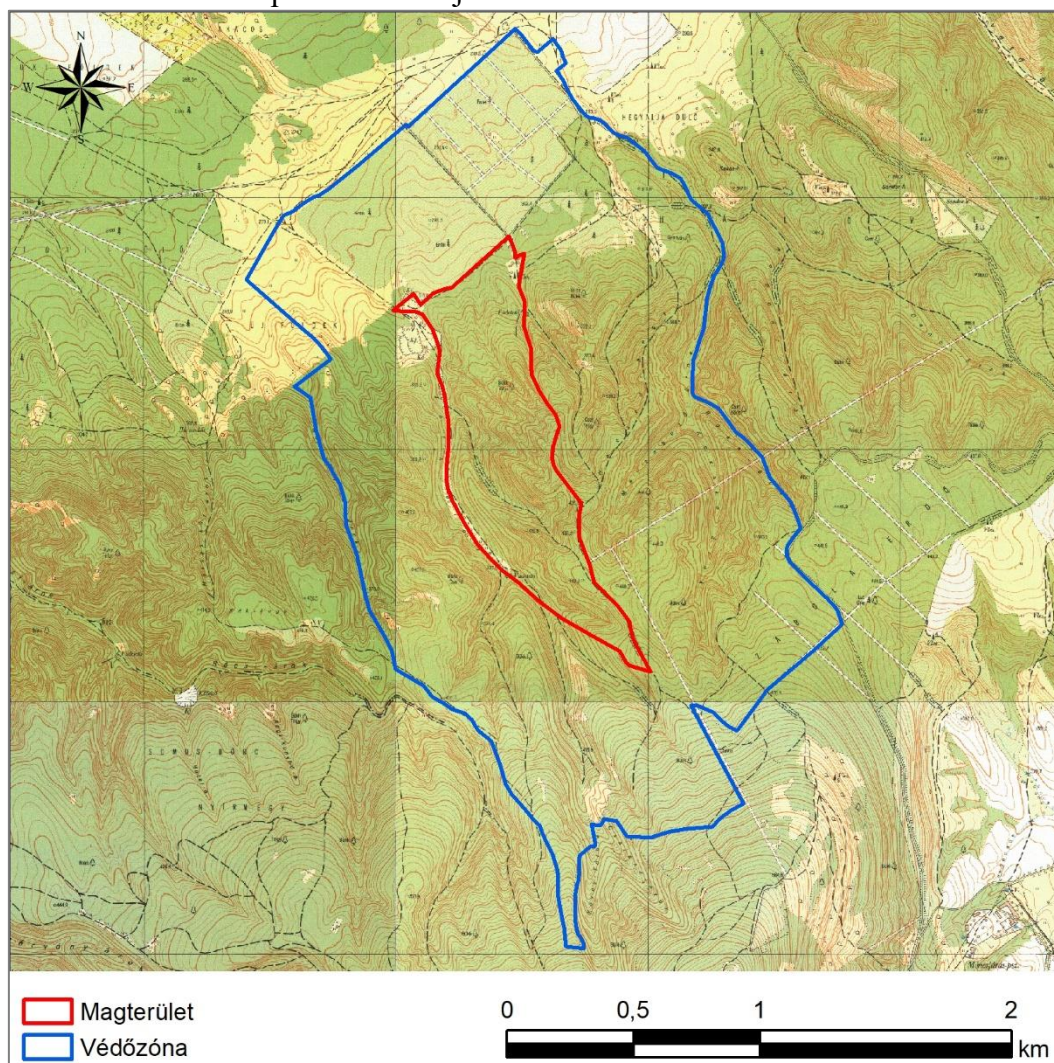
Az erdőrezervátum program kiemelt célja, hogy a gazdálkodást mellőző erdőterületeken végbemenő ökológiai folyamatokat és azok hatásait nyomon kövessük, majd a tapasztalatokkal bővítsük többek között természetvédelmi és erdőgazdálkodási ismereteinket (HORVÁTH – BORHIDI, 2002). A jelenlegi állapot kialakulásában nagy szerepe lehet a múltbéli földhasználatnak, amelyre vonatkozóan földhasználati statisztikából, korabeli leírásokból vagy történeti térképek révén nyerhetünk információkat. A statisztikákkal és a leírásokkal ellentétben a történeti térképek nagy előnye, hogy a korabeli földhasználatok mintázatát is rögzítik, lehetővé téve jelen vizsgálatba történő bevonásukat.

A Bakonyban, Fenyőfőtől délre található Tóth-árokra (1. ábra) vonatkozóan hosszútávú földhasználat, illetve felszínborítás vizsgálatról nincs tudomásunk. Tanulmányunknak nem célja fafajok szintjén vizsgálni a változásokat, ezt a rendelkezésre álló térképforrások nem is teszik lehetővé a teljes időtávra vonatkozóan.

## ***Anyag és módszer***

Hazánk területére az 1700-as évek végétől kezdődően elérhető a közel azonos módszertannal készített katonai felmérések sorozata. Ezen térképek ugyan katonai céllal készültek,

ennek ellenére kitűnő forrásai a korabeli földhasználatnak. Tanulmányunkban felhasznált történeti és modern térképforrások listáját az 1. táblázat tartalmazza.



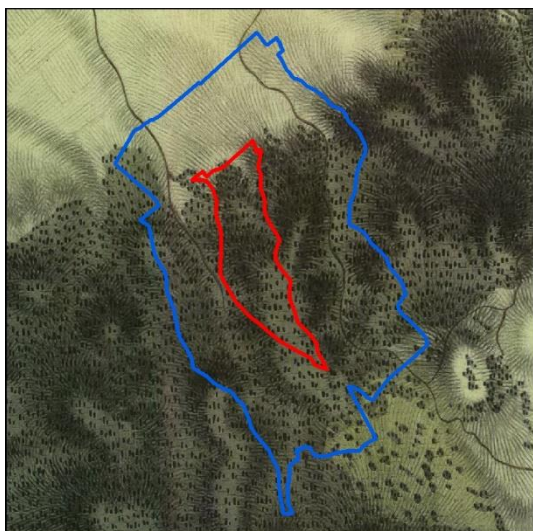
17. ábra: Tóth-árok erdőrezervátum magterülete és védőzónája.

#### 1. Táblázat: Felhasznált térképek

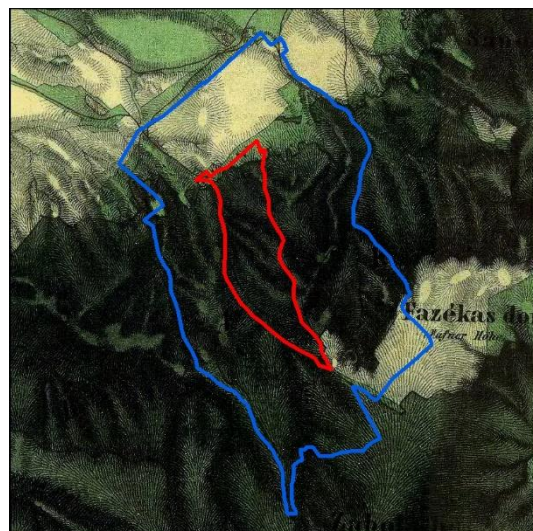
Térkép elnevezése	Méretarány/felbontás	Felmérés éve
I. katonai felmérés	1:28800	1783
II. katonai felmérés	1:28800	1847
III. katonai felmérés	1:25000	1880
Topográfiai térkép a II. v.h. időszakából	1:50000	1942
Újfelmérés	1:25000	1956
Ökosztisztema-alaptérkép	20m	2015-2017

A vetület nélküli történeti térképeket illesztőpontok segítségével georeferáltuk (2-6. ábra), majd egy nyolc földhasználati kategóriából álló rendszer szerint digitalizáltuk. A vetületbe illesztés és digitalizálás módszertanának részletes bemutatása egy korábbi tanulmányban olvasható (KIRÁLY et al. 2008, KONKOLY-GYURÓ et al. 2011). A digitalizáció, vagyis a vektoros réteg létrehozása során a 'Beépített terület', 'Szántóföld', 'Szőlő, gyümölcsös, kert', 'Erdő, fás terület', 'Gyep', 'Vízhatású terület', 'Nyílt vízfelszín' és 'Kopár felszín, egyéb' felszínborítási kategóriákat különítettük el.

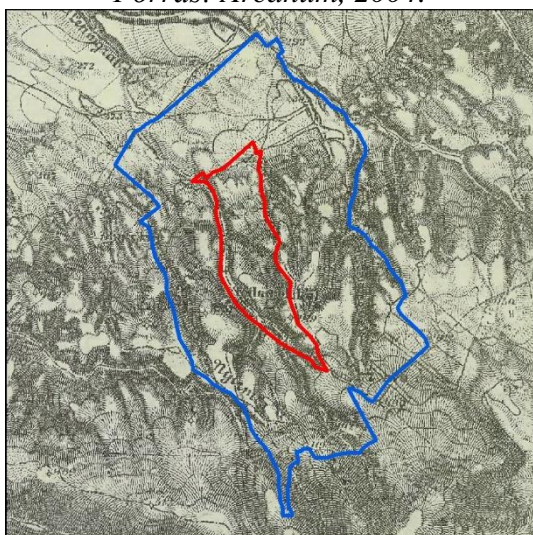




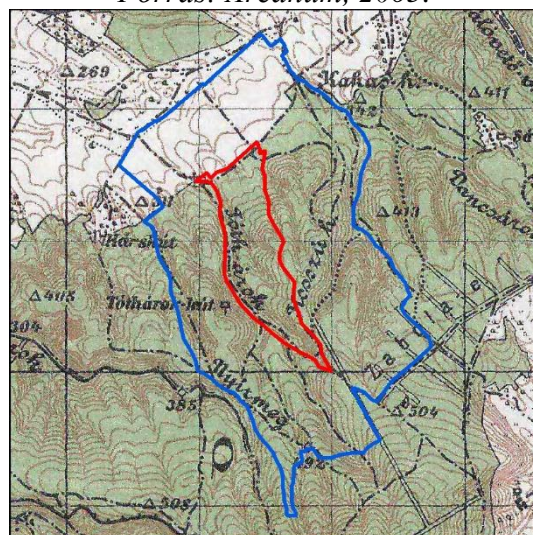
18. ábra: I. katonai felmérés (1783).  
Forrás: Arcanum, 2004.



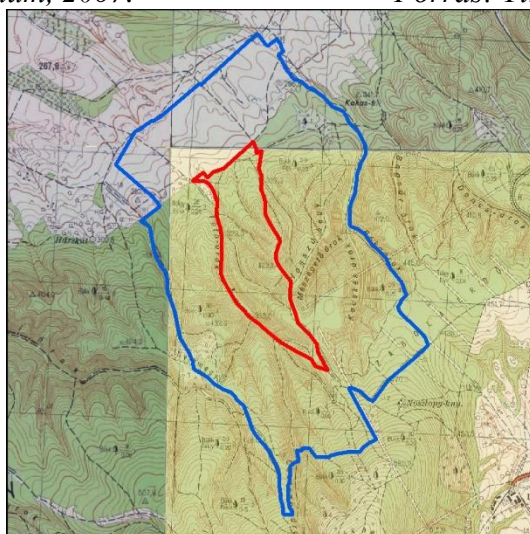
19. ábra: II. katonai felmérés (1847).  
Forrás: Arcanum, 2005.



20. ábra: III. katonai felmérés (1880).  
Forrás: Arcanum, 2007.



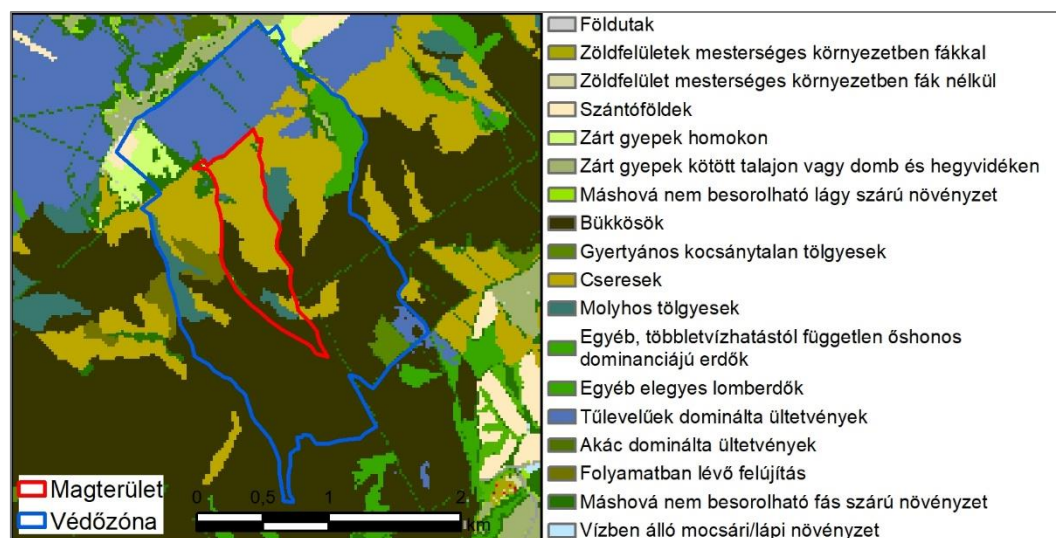
21. ábra: II. világháborús térkép (1942).  
Forrás: Timár et al. 2008.



22. ábra: Újfelmérés (1956).  
Forrás: HIM, 1953-1959.



Az előállított vektoros felszínborítási fedvények segítségével százalékosan kimutattuk a vizsgált időpontokra jellemző felszínborítási arányokat, amelyeket táblázatok és diagramok formájában ábrázoltunk külön a magterületre, valamint a védőzónára. A rekonstruált történeti felszínborítási térképsorozat az országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettük össze (AGRÁRMINISZTERIUM, 2019).



23. ábra: Ökoszisztéma alaptérkép. Forrás: Agrárminisztérium, 2019.

### Eredmények

A következő táblázatban közölt felszínborítási arányok alapján látható, hogy a magterület 91,4%-át folyamatosan erdő borította az utóbbi két évszázad során (2. táblázat). A vizsgált időszakban az erdőborítás mellett szántóföldet és gyepterületet találunk még a magterületen elsősorban annak az északi részén. A 18. század végén a terület 8,6%-át még szántották, a 19. század közepére a szántókat gyepek váltották fel. Ezt követően a szántók és a gyepek fokozatosan húzódtak vissza a magterületről, ma a gyepek már csak terület 0,4%-át teszik ki a 99,6%-os részarányú erdőborítás mellett.

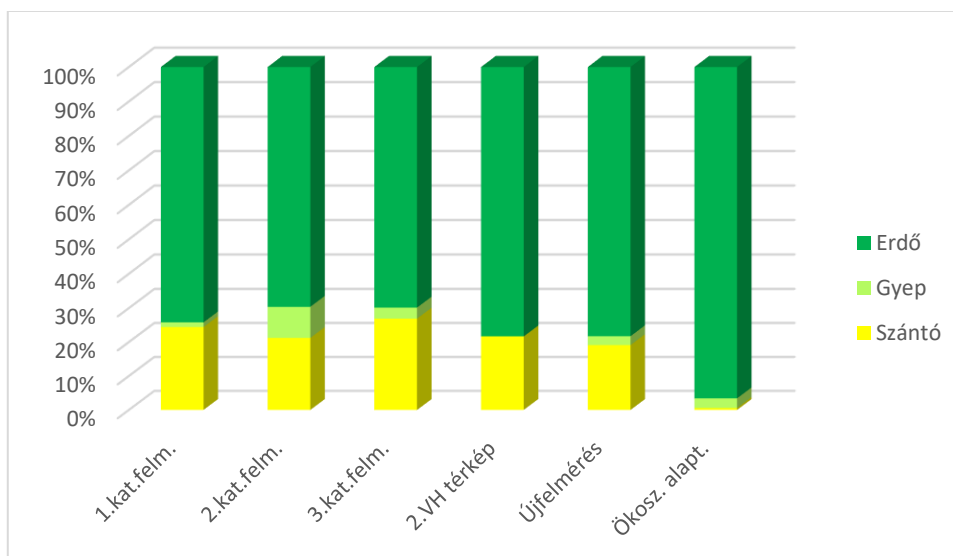
#### 2. Táblázat: Felszínborítás változása a magterületen

Felszínborítás	1783	1847	1880	1942	1956	2015-17
Szántó	8,6%	0,0%	1,3%	3,1%	0,4%	0,0%
Erdő	91,4%	94,6%	96,3%	96,9%	97,8%	99,6%
Gyep	0,0%	5,4%	2,4%	0,0%	1,8%	0,4%

A rezervátum védőzónájában is az erdő dominált a vizsgált időszakban. Az erdőterület részaránya egészen a 20. század közepéig 69 és 78% között mozgott, mára elérte a 96,6%-ot. Az erdő mellett a szántóterület kiterjedése volt még jelentős, amely a történeti térképek mindegyikén 19,1 és 26,9% közötti értékeket vett fel. Mára a szántók részaránya 0,6%-ra esett vissza.

#### 3. Táblázat: Felszínborítás változása a védőzónában

Felszínborítás	1783	1847	1880	1942	1956	2015-17
Szántó	24,4%	21,2%	26,9%	21,7%	19,1%	0,6%
Erdő	74,2%	69,6%	69,8%	78,3%	78,3%	96,6%
Gyep	1,4%	9,2%	3,2%	0,0%	2,6%	2,8%



24. ábra: Felszínborítás változása a védőzónában.

### ***Következtetések***

A vizsgált térképforrások alapján az erdőrezervátum magterületének 91,4%-át folyamatosan erdő borította az elmúlt két évszázad során. A védőzónában az erdő mellett a szántóterület részaránya volt jelentős: egészen a 20. század közepéig a szántó területi aránya 19,1 és 26,9% között mozgott.

A történeti térképekből származó felszínborítási adatok bizonytalansággal terheltek. Ezek egyrészt a térképi ábrázolás és georeferálás pontatlanságából, másrészt az egyes felszínborítások interpretációjának nehézségeiből adódnak. A Tóth-árok erdőrezervátum esetében a vizsgált történeti térképek közül a Harmadik katonai felmérés fekete-fehér szelvényeinek az értelmezése okozott némi bizonytalanságot a terület északi és déli részén a gyep illetve szántó felszínborítások elkülönítése esetében. Mivel az ezt megelőző és az ezt követő térképen is hasonló felszínborítási arányok jellemzőek, ezért ez a bizonytalanság elhanyagolható.

### ***Köszönetnyilvánítás***

A kutatás az Agrárminisztérium által finanszírozott Erdőrezervátum alapfelmérési program keretében valósult meg. A kutatás során használt eszközök egy részét a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata - GINOP-2.3.3-15-2016-00039” projekt keretében szereztük be. A támogatást ezúton köszönjük.

### ***Irodalomjegyzék***

- AGRÁRMINISZTERIUM 2019: Magyarország Ökosztisztéma-alaptérképe. <https://doi.org/10.34811/osz.alapterkep>
- ARCANUM (2004): Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1763-1787) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2005): Második Katonai Felmérés: Magyar Királyság (1806-1869) 1:28800. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- ARCANUM (2007): Harmadik Katonai Felmérés (1869-1887) 1:25 000. Georeferált változat. DVD-ROM. Arcanum Adatbázis Kft., Budapest.
- HIM (1953-1959): Az 1953-59-ben készített Újfelmérés 1:25.000 méretarányú térképszelvényei. Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Budapest.



- HORVÁTH F. – BORHIDI A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 289. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8.
- KIRÁLY G. – WALZ U. – PODOBNIKAR T. – CZIMBER K. – NEUBERT M. – KOKALJ Ž. (2008): Georeferencing of historical maps – methods and experiences. SISTEMaPARC Project Book, Rhombos Verlag Berlin, 2008. pp. 53-63.
- KONKOLY-GYURÓ É. – NAGY D. – BALÁZS P. – KIRÁLY G. (2011): Assessment of land cover change in western Hungarian landscape. In: Proceedings of TransEcoNet Workshop on Landscape History, University of West Hungary, Sopron 22nd of April, 2010. pp 75-89.
- TIMÁR G. – MOLNÁR G. – SZÉKELY B. – BISZAK S. – JANKÓ A. (2008): Magyarország topográfiai térképe a második világháború időszakából. Méretarány: 1:50000. DVD-ROM. Arcanum, Budapest.

# A MAGYARORSZÁGON INVÁZIÓS DENDROTAXONOK ÉRTÉKELÉSE

## Assessment of invasive dendrotaxa in Hungary

BARTHA DÉNES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
bartha.denes@uni-sopron.hu

### **Kivonat**

Az inváziós fajokat tartalmazó fekete listák, melyek közül Magyarországon eddig kettő készült, alkalmat adnak az értékelésre, illetve az összehasonlításra. Jelenleg 16 faj szerepel a kezelési listán, 4 faj a cselekvési listán, a figyelmeztető listára 25 faj került fel. Az elmúlt húsz évben 13 dendrotaxon lépett elő valamilyen mértékben inváziós fajjává.

### **Abstract**

The black lists containing invasive species, two of which have been prepared in Hungary so far, provide an opportunity for evaluation and comparison. Currently, 16 species are on the management list, 4 species are on the action list, and 25 species have been added to the warning list. In the last twenty years, 13 dendrotaxa have become to some extent invasive status.

### **Bevezetés**

A biodiverzitás egyik legfőbb veszélyeztető tényezője a biológiai invázió (pl. LOCKWOOD et al., 2013). Az utóbbi két évtizedben a biológiai invázió kezelésére globális és kontinentális léptékű stratégiák (pl. KETTUNEN et al., 2009), illetve jogszabályok (pl. GENOVESI et al., 2015) is készültek. Globális léptékben a legveszélyesebb száz élőlény (mikroorganizmus, gomba, növény, állat) (ISSG, 2017) között 21 fásszárú faj található, amelyek közül több (pl. *Acacia mearnsii*, *Lantana camara*, *Pinus pinaster*, *Rubus ellipticus*, *Schinus terebinthifolius*, *Tamarix ramosissima*, *Ulex europaeus*) már Európában is előfordul és problémákat okoz. A kontinentális léptékben (Európára) összeállított lista (NENTWIG et al., 2018) 16 fásszárú fajt tartalmaz, amelyek fontossági sorrendje a száz fajt számláló jegyzékben az alábbi: 6. *Acacia dealbata*, 7. *Lantana camara*, 13. *Robinia pseudoacacia*, 38. *Opuntia ficus-indica*, 42. *Arundo donax*, 50. *Eucalyptus globulus*, 59a. *Baccharis halimifolia*, 59b. *Prunus serotina*, 65. *Eucalyptus camaldulensis*, 67. *Elaeagnus angustifolia*, 69. *Acacia saligna*, 76a. *Ligustrum sinense*, 76b. *Rosa rugosa*, 79. *Acacia longifolia*, 80. *Buddleia davidii*, 84. *Euonymus fortunei*.

Az idegen fajok veszélyességének kifejezésére az utóbbi negyed évszázadban – a több mint fél évszázados múltra visszatekintő, a veszélyeztetett fajokra vonatkozó vörös listák elgondolása alapján – fekete, szürke és fehér listákat állítanak össze. Az eddigi értékelő módszerek sajátossága, hogy kiválasztott kritériumokon és indikátorokon alapulnak, a felállított listák pedig vagy sorrendiséget, vagy előre meghatározott kategóriákba való besorolást tükröznek. Magyarországon az Európai Unióhoz való csatlakozáskor jelent meg a növényfajok esetében nemzeti inváziós lista (BALOGH et al., 2004), amely azóta sajnos nem került aktualizálásra.

A hazai inváziós dendrotaxonokról több áttekintő tanulmány (pl. BARTHA, 1999, 2000a; 2002; BARTHA & CSISZÁR, 2004; CSONTOS & TAMÁS, 2006; TERPÓ & EGYEDNÉ, 1983; UDVARDY, 1998) született, s velük kapcsolatban napvilágot látott az országban az első fekete lista is (BARTHA, 2002b). A második fekete lista pedig a közelmúltban jelent meg (BARTHA, 2020). A fekete lista az inváziós idegen fajok jegyzéke, amelyek vagy közvetlenül, vagy az

élőhelyek átalakításával közvetetten veszélyeztetik az őshonos fajokat. Az ebbe való besorolás lényege, hogy a természetes biodiverzitás veszélyeztetése szempontjából értékeli a fajokat, a gazdasági és egészségügyi vonatkozásokat nem veszi figyelembe.

E tanulmány célja a magyarországi inváziós dendrotaxonok csoportosítása és a fekete listák összevetésével a változások megmutatása.

### ***Anyag és módszer***

Az idegen fásszárú fajok biodiverzitást veszélyeztető hatásának átfogó értékelése négy fő kritérium alapján történik. Az értékelendő dendrotaxonok körének összeállítása több forrásból (pl. BARTHA, 1999, 2012; GENCSI & VANCURA, 1992; SCHMIDT & TÓTH, 2006; TÓTH, 2012; faiskolai árjegyzékek) történt, a listára felkerültek mindazon fásszárúak, amelyek i) Magyarországon elvadult idegen fajok, illetve ii) ültetett vagy a közeljövőben várhatóan ültetendő idegen fajok, iii) a szomszédos országokban inváziós vagy potenciálisan inváziós fajok, iv) az Európai Unió inváziós listáján szereplő fajok. A fekete lista alkategóriáiba való besorolás a valamennyi élőlénycsoportra kidolgozott, egységes módszertant követve (NEHRING et al., 2015). A figyelmeztető listára a besorolás Magyarországhoz hasonló ökológiai adottságú területeken mutatott viselkedés alapján történt, figyelembe véve a klímaváltozás várható hatását is. Az összehasonlítás alapját pedig az eddig megjelent két fekete lista adta (BARTHA, 2000b, 2020).

A besoroláshoz alkalmazott alkategóriák (NEHRING et al., 2015):

- a. Kezelési Lista – Inváziós idegen fajok jegyzéke, amelyek elvadulva már léteznek az adott területen, 1) ott az invázió kezdeti szakaszában vannak és csak néhány helyen fordulnak elő, de állományaik visszaszorítására/felszámolására megfelelő eszközök még nem ismertek, 2) nagy területen fordulnak elő. Intézkedéseket általában csak helyileg érdemes foganatosítani, a különösen értékes fajokra, élőhelyekre vagy területekre gyakorolt negatív hatásuk minimalizálása céljából.
- b. Cselekvési Lista – Inváziós idegen fajok jegyzéke, amelyek elvadulva már léteznek az adott területen, ott az invázió kezdeti szakaszában vannak és csak néhány helyen fordulnak elő, vagy a pontos előfordulásuk ismeretlen. Állományaik visszaszorítására/felszámolására megfelelő eszközök állnak rendelkezésre, gyors és hathatós intézkedésekkel további terjedésük megakadályozható, vagy az adott területen belül állományaik megsemmisíthetők és megelőzhető a fajok visszakerülése.
- c. Figyelmeztető Lista – Inváziós idegen fajok jegyzéke, amelyek más hasonló éghajlatú és ökológiai adottságú területeken már inváziósak, de az adott területen még nem fordulnak elő, viszont a tudományos ismeretek alapján a jövőbeni megtelepedésük valószínűsíthető, ennél fogva a bekerülésük megakadályozása érdekében megelőző intézkedésekre van szükség.

A besoroláshoz alkalmazott kritériumcsoportok és kritériumok (NEHRING et al., 2015):

*A. A biodiverzitás veszélyeztetése:* A1. Fajok közötti versengés; A2. Hibridizáció; A3. Patogén terjesztés; A4. Negatív hatás az ökoszisztéma működésére; *B. Járulékos kritériumok:* B1. Jelenlegi előfordulás; B2. Felszámolási lehetőség; *C. Biológiai-ökológiai kritériumok:* C1. Természetes, természet szerű és természetvédelmi szempontból fontos egyéb élőhelyen való előfordulás; C2. Szaporodóképesség; C3. Terjedőképesség; C4. Jelenlegi terjedés; C5. Források kisajátítása; C6. Klímaváltozás segítő hatása.

A besorolás menete: A listákba és alkategóriáikba való besorolás, amely az elővigyázatosság elvén alapul, két fő lépésből áll. Egy idegen faj esetében mindig szükséges a „Biodiverzitás veszélyeztetése kritériumcsoport” valamennyi kritériumának megvizsgálása és elemzése. Az általános értékelés szempontjából ezek esetében a legrosszabb érték a meghatározó. A végleges besorolásához további járulékos, illetve biológiai-ökológiai kritériumok értékelése is szükséges.

## Eredmények és következtetések

A fekete lista három alkategóriájába az alábbi dendrotaxonok kerültek az elemzés során:

- a. Kezelési Lista: *Acer negundo* L. (zöld juhar), *Acer saccharinum* L. (ezüst juhar), *Ailanthus altissima* (MILL.) SWINGLE (mirigyes bálványfa), *Amorpha fruticosa* L. (cserjés gyalogakác), *Celtis occidentalis* L. (nyugati ostorfa), *Elaeagnus angustifolia* L. (keskenylevelű ezüstfa), *Fraxinus pennsylvanica* MARSHALL (amerikai kőris), *Lycium barbarum* L. (közönséges ördögcezna), *Parthenocissus inserta* (A. KERN.) FRITSCH<sup>1</sup> (közönséges vadszőlő), *Prunus serotina* EHRH. (kései meggy), *Ribes aureum* PURSH (arany ribiszke), *Robinia pseudoacacia* L. (fehér akác), *Rubus armeniacus* FOCKE (örmény szeder), *Syringa vulgaris* L. (kerti orgona), *Ulmus pumila* L. (turkesztáni szil), *Vitis vulpina* L.<sup>2</sup> (parti szőlő).

<sup>1</sup> Beleértve a *Parthenocissus quinquefolia* (L.) PLANCH. taxonnal képzett hibridjét is.

<sup>2</sup> Beleértve más *Vitis* fajokkal és fajtákkal képzett hibridjeit is.

- b. Cselekvési Lista: *Elaeagnus commutata* BERNH. ex RYDB. (amerikai ezüstfa), *Hedera crebrescens* M. BÉNYEI-HIMMER et M. HÖHN (budai borostyán), *Populus deltoides* MARSHALL<sup>1</sup> (amerikai fekete nyár), *Ptelea trifoliata* L. (hármalevelű hártyamag).

<sup>1</sup> Termesztési területén kívül.

- c. Figyelmeztető Lista: *Acacia* spp. [akácia fajok, különösen *Acacia dealbata* LINK (ezüst akácia), *Acacia farnesiana* (L.) WILLD. (édesillatú akácia), *Acacia longifolia* (ANDREWS) WILLD. (füzéres akácia), *Acacia mearnsii* DE WILD. (fekete akácia), *Acacia melanoxylon* R. BR. (sötétfajú akácia), *Acacia saligna* (LABILL.) WENDL. (kéklevelű akácia)], *Akebia quinata* (HOULT.) DECNE. (ötlevelű folyondárkék hüvely), *Arundo donax* L. (óriás olasz nád), *Baccharis halimifolia* L. (tengerparti seprűcserje (borfa)), *Eucalyptus* spp. [eukaliptusz fajok, különösen *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. (vöröslő eukaliptusz), *Eucalyptus globulus* LABILL. (tasmániai eukaliptusz)], *Lantana camara* L. (közönséges tarkaverbena), *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE VIT. (árvamimóza), *Ligustrum sinense* LOUR. (kínai fagyal), *Nicotiana glauca* GRAHAM (cserjés dohány), *Opuntia* spp. [medvetalp kaktusz fajok, különösen *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL. (közönséges fügekaktusz)], *Parkinsonia aculeata* L. (jeruzsálemitövis), *Pinus pinaster* AITON (tengerparti fenyő), *Pinus radiata* D. DON (Monterey-fenyő), *Pittosporum undulatum* VENT. (fodroslevelű enyvesmag), *Prosopis juliflora* (SW.) DC. (meszkitefa), *Rhododendron ponticum* L. (pontusi rododendron), *Toona sinensis* (JUSS.) M. ROEM. (kínai túnafa, kínai árbócfa), *Triadica sebifera* (L.) SMALL (banhulfa), *Ulex europaeus* L. (európai sünzánót).

A hazánkban húsz év alatt végbement változásokat az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: Az inváziós fa- és cserjefajok számának változása két évtized alatt

Az invázió mértéke	Év	
	2000	2020
Inváziós faj	7	20
Potenciálisan inváziós faj	11	19
Összesen	18	39

A húsz év alatt végbement változások egyik oka az, hogy korábban (2000-ben) egy dendrotaxont még nem mutattak ki hazánkából [*Rubus armeniacus* FOCKE (örmény szeder)],

egy másik pedig nem volt ismert a tudomány számára [*Hedera crebrescens* M. BÉNYEI-HIMMER et M. HÖHN (budai borostyán)]. A másik, lényegesebb ok, hogy időközben a potenciális inváziós vagy éppen nem inváziós státuszról invázióssá léptek elő, özönfaj besorolást kaptak [*Acer saccharinum* L. (ezüst juhar), *Elaeagnus angustifolia* L. (keskenylevelű ezüstfa), *Lycium barbarum* L. (közönséges ördögcérna), *Parthenocissus inserta* (A. KERN.) FRITSCH (közönséges vadszőlő), *Ribes aureum* PURSH (arany ribiszke), *Robinia pseudoacacia* L. (féhér akác), *Syringa vulgaris* L. (kerti orgona), *Ulmus pumila* L. (turkesztáni szil)].

A figyelmeztető listára felkerült fajok java része még nem fordul elő hazánkban, vagy ha igen, akkor csak arborétumokban, gyűjteményes kertekben. Közülük viszont néhány faj [pl. *Akebia quinata* (HOULT.) DECNE. (ötlevelű folyondárkék hüvely)] az utóbbi pár évben már megkezdte elvadulását (VELEKEI, 2020), illetve néhány faj [pl. *Akebia quinata* (HOULT.) DECNE. (ötlevelű folyondárkék hüvely), *Arundo donax* L. (óriás olasz nád), *Baccharis halimifolia* L. (tengerparti seprúcserje, borfa), *Lantana camara* L. (közönséges tarkaverbena), *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE VIT. (árvamimóza), *Ligustrum sinense* LOUR. (kínai fagyal), *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL. (közönséges fügekaktusz), *Rhododendron ponticum* L. (pontusi rododendron), *Ulex europaeus* L. (európai sünzánót) a faiskolai árjegyzékeken is felbukkant. Erdészeti szempontból – a klímaváltozás ténye miatt is – nagy veszélyt jelentenek a hazai biodiverzitás megőrzése szempontjából az akácia fajok (*Acacia* spp.), az eukaliptusz fajok (*Eucalyptus* spp.), a tengerparti fenyő (*Pinus pinaster* AITON), a Monterey-fenyő (*Pinus radiata* D. DON) és a kínai tűnafa, kínai árbóca (*Toona sinensis* (JUSS.) M. ROEM.), mely utóbbi a mirigyes bálványfához (*Ailanthus altissima* (MILL.) SWINGLE) hasonló károkat tud okozni.

Bár a megtelepedés idejétől az invázióssá válásig nem minden faj esetében rendelkezünk pontos és megbízható adatokkal, ennek ellenére kirajzolódik nálunk is, hogy az időtartam (az ún. lag time) csökkenő tendenciát mutat. Ezt jól példázza a turkesztáni szil (*Ulmus pumila* L.), mely hazánkban mintegy fél évszázad alatt jutott el az inváziós besorolásig, holott Európában ez az időtartam fafajok esetében átlagosan 145 év, cserjefajoknál 125 év (NEHRING et al., 2015).

### **Irodalomjegyzék**

- BALOGH L. – DANCZA I. – KIRÁLY G. (2004): A magyarországi neofitonok időszerű jegyzéke, és besorolásuk inváziós szempontból. In: MIHÁLY B. – BOTTA-DUKÁT Z. (szerk.): Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. A KvVM tanulmánykötetei 9., TermészetBúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, 61–92.
- BARTHA D. (1999): Adventive dendrotaxa of Hungary. *Tilia* 7(Suppl.). 81–90.
- BARTHA D. (2000a): A magyarországi dendroflóra adventív taxonjai. *Tilia* 9. 232–240.
- BARTHA D. (2000b): Vörös Lista. Magyarország veszélyeztetett fa- és cserjefajai. Kék lista. Magyarország aktív védelemben részesülő fa- és cserjefajai. Fekete Lista. Magyarország adventív fa- és cserjefajai. Red List. Threatened trees and shrubs in Hungary. Blue List. Threatened trees and shrubs with stabilized or increasing abundance in Hungary. Black List. Adventive trees and shrubs in Hungary. LővérPrint, Sopron.
- BARTHA D. (2002): Adventív fa- és cserjefajok Magyarországon. *Erdészeti Lapok* 137(2). 63–65.
- BARTHA D. (2012a): A magyarországi dendrotaxonok listája, előfordulásuk nagytájanként. In: BARTHA D. (szerk.): Magyarország ritka fa- és cserjefajainak atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 332–341.
- BARTHA D. (2020): Fekete Lista. Magyarország inváziós fa- és cserjefajai. / Black List. Invasive tree and shrub species of Hungary. \* Szürke Lista. Magyarország potenciálisan inváziós fa- és cserjefajai. / Grey List. Potentially invasive tree and shrub species of Hungary. Soproni Egyetem Kiadó / University of Sopron Press, Sopron.
- BARTHA, D. – CSISZÁR, Á. (2004): Adventive Taxa in der ungarischen Dendroflora. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* 89. 149–162.



- CSONTOS, P. – TAMÁS, J. (2006): Spread of invasive phanerophytes and further records to the distribution of woody species in Hungary. *Tájökológiai Lapok* 4(1). 127–138.
- GENCSI L. – VANCSURA R. (1992): *Dendrológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- GENOVESI, P. – CARBONERAS, C. – VILÀ, M. – WALTON, P. (2015): EU adopts innovative legislation on invasive species: a step towards a global response to biological invasions? *Biological Invasions* 17. 1307–1311.
- ISSG (2017): 100 of the world's worst invasive alien species. Invasive Species Specialist Group. [http://www.issg.org/worst100\\_species.html](http://www.issg.org/worst100_species.html)
- KETTUNEN, M. – GENOVESI, P. – GOLLASCH, S. – PAGAD, S. – STARFINGER, U. – TEN BRINK, P. – SHINE, C. (2009): Technical support to EU strategy on invasive alien species (IAS) – Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU. Institute for European Environmental Policy, Brussels.
- LOCKWOOD, J.L. – HOOPES, M.F. – MARCHETTI, M.P. (2013): *Invasion ecology*. Second Edition. Wiley, Chichester.
- NEHRING, S. – ESSL, F. – RABITSCH, W. (2015): *Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten*. Version 1.3. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg, BfN-Skripten 401. 1–48.
- NENTWIG, W. – BACHER, S. – KUMSCHICK, S. – PYŠEK, P. – VILÀ, M. (2018): More than „100 worst” alien species in Europe. *Biological Invasions* 20. 1611–1621.
- SCHMIDT G. – TÓTH I. (2006): *Kertészeti dendrológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- TERPÓ A. – EGYEDNÉ BÁLINT K. (1983): A magyar flóra szubszpontán fás növényei. *Publicationes Universitatis Horticulturae Industriae Alimentariae* 43. 119–126.
- TÓTH I. (2012): *Lomlevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve*. Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest.
- UDVARDY, L. (1998): Classification of adventives dangerous to the Hungarian natural flora. *Acta Botanica Hungarica* 41(1–4). 315–331.
- VELEKEI B. (2020): Potenciálisan inváziós fás szárú fajok terjedésének vizsgálata dunántúli botanikus kertekben és arborétumokban. *Botanikai Közlemények* 107(2). 149–162.

# EGY DUNA SZIGET TALAJÁNAK VIZSGÁLATA

## Examine of the Soil of a Danube Island

Bidló András<sup>1</sup>, Balázs Pál<sup>1</sup>, Végh Péter<sup>1</sup>, Horváth Adrienn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

[bidlo.andras@uni-sopron.hu](mailto:bidlo.andras@uni-sopron.hu)

### ***Kivonat***

Az Erebe-szigetek erdőrezervátum termőhelyi viszonyainak jellemzésére négy talajszelvényt nyitottunk a területen. A szelvényeket a helyszínen leírtuk, mintát vettünk, majd a mintákat laboratóriumban vizsgáltuk meg. A vizsgált terület talajai a Duna öntésén alakultak ki. A folyó elöntése egyre ritkábbá és lassúvá vált az utóbbi évtizedekben, mely fokozatosan egyre finomabb öntés lerakódását eredményezte a területen. Az öntés anyag nagy mennyiségű szerves anyagot tartalmazott, így az mindenhol megtalálható volt a szelvények mélyebb rétegeiben is. Ugyanakkor a talajok felső szintjében megindult a humusfelhalmozódási folyamat is. A szelvényekben jelentős mennyiségű szénsavas meszet tudtunk kimutatni minden talajszintben, illetve a talajok kémhatása nagyrészt gyengén lúgos volt. A vizsgált talajok fizikai félesége túlnyomórészt vályog volt, de a mélyebb rétegek felé fokozatosan csökkent a leiszapolható részek mennyisége. A területen a legmeghatározóbb termőhelyi tényező a talajvíz mélysége volt, amit a Duna vízszintje közvetlenül meghatároz. A vizsgálatok alapján humuszos öntés talajokat találtunk, amelyek megfelelnek a helyszíni megfigyelések és az erdőállomány alapján elvártaknak.

### ***Abstract***

To characterize the site conditions of the Erebe Islands forest reserve, we examined four soil profiles in the area. The soil profiles were described on-site, and samples were collected and analyzed in the soil laboratory. The study area formed by the Danube. The number and intensity of flooding decreased significantly in recent decades; therefore, oodles of fine sediments deposited in the area. Sediment material contained a large amount of organic matter that occurred in the deeper layers of the profiles, and the humus accumulation process started in the topsoil layer. In the profiles, soil pH was mostly weakly alkaline; so a significant amount of calcium carbonate was detected at all layers. The texture of the examined soils was predominantly loam, but the sum of silt% and clay% decreased towards the deeper layers. In the studied area, the most determining site factor was the depth of the groundwater, which was directly determined by the water level of the Danube. Based on the investigations, we found alluvial soils with humic characteristics that correspond to the expected observations and the forest stands.

### ***Bevezetés***

Az Erebe-szigetek erdőrezervátum a Kisalföldön Nagyszentjános község határban, a Duna néhány szigetén található. A magterület nagysága 64,4 ha, e körül a Duna alkotja a „védőzónát” (HORVÁTH – BORHIDI szerk. 2002). A rezervátum területének nagy részét, illetve határait a Duna a mai napig folyamatosan alakítja (MEZŐSI, 2011). Kutatási munkánk célja a rezervátum termőhelyi viszonyainak jobb megismerése volt.

A vizsgált terület Gönyű és Nagyszentjános között helyezkedik el. A területen a Duna valamikor szélesebb lehetett, melyet ártéren keresztül ér el a Cuhai Bakony-ér, ami a Bakony vizeit vezeti a folyóba. A torkolattal szemben három nagyobb névvel is ellátott sziget, valamint bizonytalan számú sóderzátóny helyezkedett el. Gönyű felől ezek sorban a Kis-Erebe,

a Nagy-Erebe és a Macska-sziget voltak. Az Erebe név eredete a múlt homályába vész, magyarázták azzal is, hogy a török elől menekülő gönyűiek kiáltozták a töröknek, hogy "Erre be!" amikor csapdába akarták őket csalni az ártéren. A terület szabályozása 1896 után indult meg, ekkor egy kőszórást létesítettek, oly módon, hogy ezzel a vizet a főmederbe tereljék, ezzel is megkönnyítve az ott folyó hajózást. Ennek eredményeképpen igen erős feltöltődés indult meg a területen, amely jelentősen megnövelte a szigetek kiterjedését. Ezzel egyidejűleg a sziget egy részét a víz elmosta (ANONYMUS, 2019). A mai magterület nagy része egy az elmúlt évszázadban létrejött szigeten helyezkedik el.

A terület kialakulásában a Duna rendszeres elöntései, illetve a lerakott hordalék a legjelentősebb tényező (ÁDÁM et al. 1975). Mivel a terület ártéren van, a Duna mind a mai napig rendszeresen elönti az erdőrezervátum magterületét.

A vizsgált terület a mérsékelt meleg, száraz éghajlatú részek közé tartozik. A napsütés évi összege 1920-1940 óra körül van. Az évi középhőmérséklet 9,8-10,2 °C. Az évi csapadékösszeg 550 és 580 mm közötti (DÖVÉNYI 2010). A terület éghajlatát azonban nagyban befolyásolja a Duna nagy vízfelületének mikroklíma kiegyenlítő hatása, illetve az, hogy a terület nagy részén a talajvíz elérhető közelségben van.

### ***Vizsgálati anyag és módszer***

A rezervátum termőhelyi viszonyainak jellemzésére a területen négy talajszelvényt nyitottunk, írtunk le és mintáztunk meg az erdészeti gyakorlatnak megfelelően (BABOS et al. 1960). A szelvények helyét úgy jelöltük ki, hogy azok jól reprezentálják a rezervátum termőhelyi viszonyait. A mintákat bevittük a Környezet- és Természetvédelmi Intézet talajtani laboratóriumba, majd a Magyar Szabványnak, illetve egyéb előírásoknak megfelelően végeztük a laboratóriumi vizsgálatokat.

### ***Eredmények***

#### *Helyszíni vizsgálat*



*1. talajszelvény*



*2. talajszelvény*





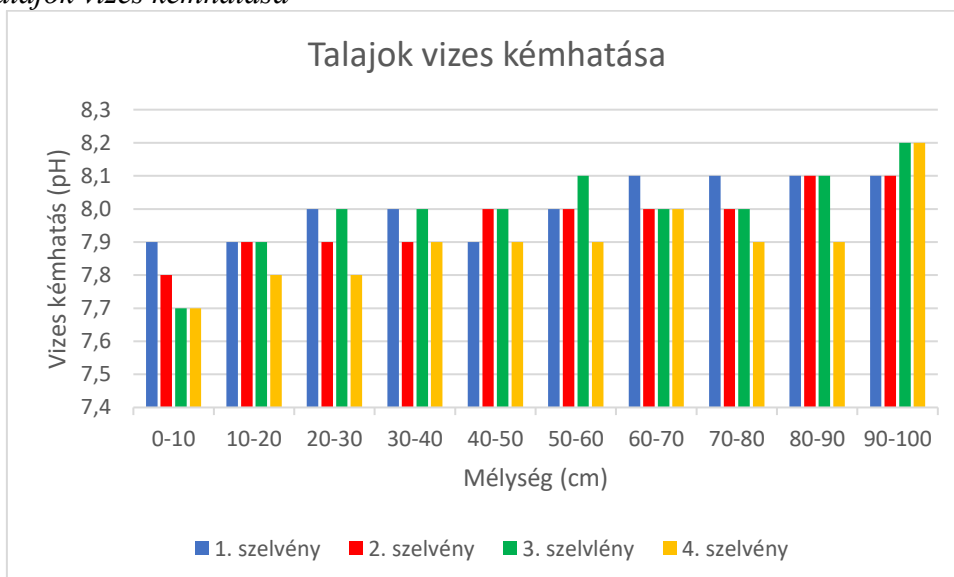
3. talajszelvény



4. talajszelvény

A területen vizsgált négy talajszelvényt a helyszínen leírtuk, majd az egyes rétegekből mintát vettünk. A felső 1 m-es rétegből 10 cm-ként vettünk mintákat, mivel ezzel tudtuk biztosítani a más vizsgálatokkal való összehasonlíthatóságot. A helyszíni leírások alapján megállapítható volt, hogy az egyes rétegek között jelentős különbséget nem tapasztaltunk. A felső rétegek humusztartalma nagyobb volt, de a mélyebb szintekben is találtunk humuszra utaló nyomokat. A vizsgált minták szerkezete morzsás, illetve szemcsés volt. Az egyes rétegek laza, illetve közepes tömöttek voltak. A kedvező adottságoknak megfelelően még a mélyebb szintekben is találtunk gyökereket, a felső szintek gyökerekkel jól átszőttek voltak. Az egyes szelvényekben már a felső rétegekben megjelentek vízmozgásra, illetve időszakos víztelítettsége utaló nyomok (rozsdafoltok). A vizsgált talajok végig meszesek voltak, a helyszíni vizsgálat alapján az egyes rétegek mésztartalmában nem találtunk különbséget.

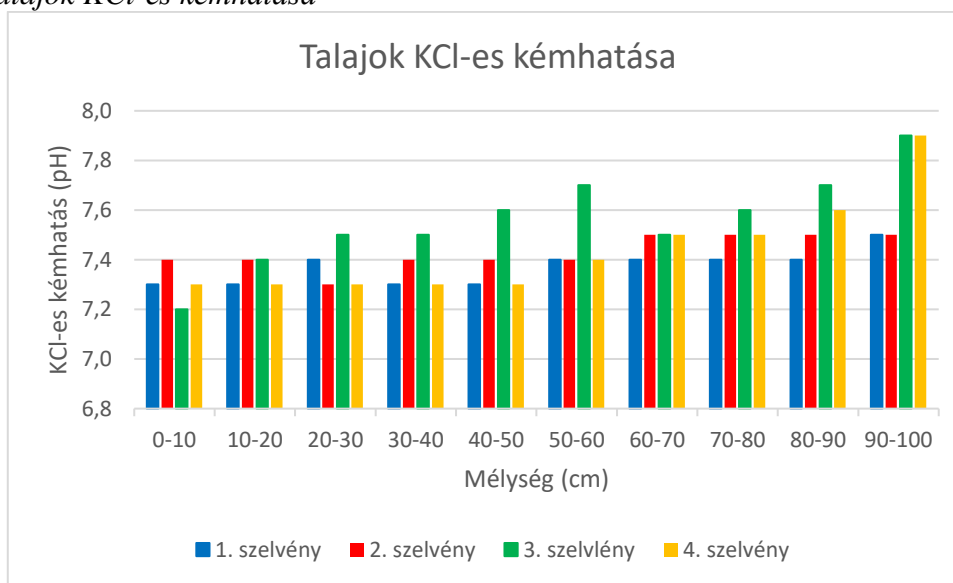
#### A talajok vizes kémhatása



### 1. ábra: A vizsgált talajok vizes kémhatás

A vizsgált négy talajszelvényben a talajok vizes kémhatása 7,7 és 8,3  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  között volt. A vizsgált 46 minta átlaga 8,0  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  volt. A felső 1 m-es réteg kémhatását az 1. ábra mutatja be. Az értékek gyengén lúgos kémhatásnak felelnek meg (STEFANOVITS et al. 1999). Az ábrán jól látszik, hogy jelentős különbség nincsen az egyes rétegek között, azonban a kémhatás lefelé haladva növekvő tendenciát mutat, ami elsősorban a kilúgzásra vezethető vissza. Mivel egyes szelvényekben mélyebb szintekből is vettünk mintát, vizsgáltuk ezen rétegek kémhatását, amely nem tért el a felsőbb rétegektől, így megállapítható volt, hogy a Duna öntése gyengén lúgos kémhatást eredményezett.

### A talajok KCl-es kémhatása



2. ábra: A vizsgált talajok KCl-es kémhatása

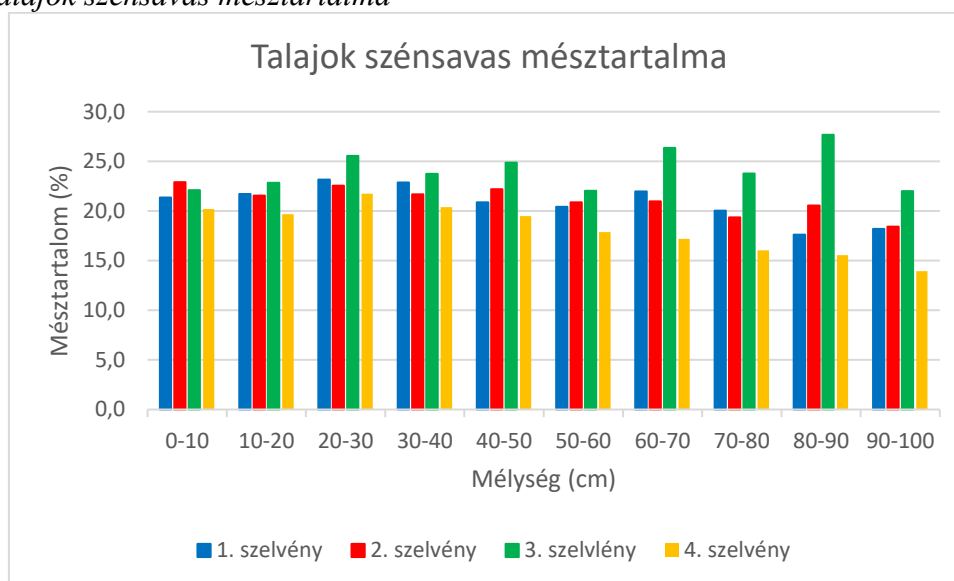
Az egyes minták KCl-es kémhatása átlagosan 0,5  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  egységgel volt alacsonyabb a vizes kémhatásnál. Ennek megfelelően az átlag 7,5  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  volt, a minimális érték 7,2  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ , a maximális érték 8,1  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ . Az értékek tendenciája hasonló, mint a vizes kémhatásé, azaz fentről lefelé kissé növekednek a KCl-es kémhatás értékek. Ugyanakkor az egyes rétegek között jelentős különbséget nem találtunk.



3. ábra: Erebe szigetek látképe



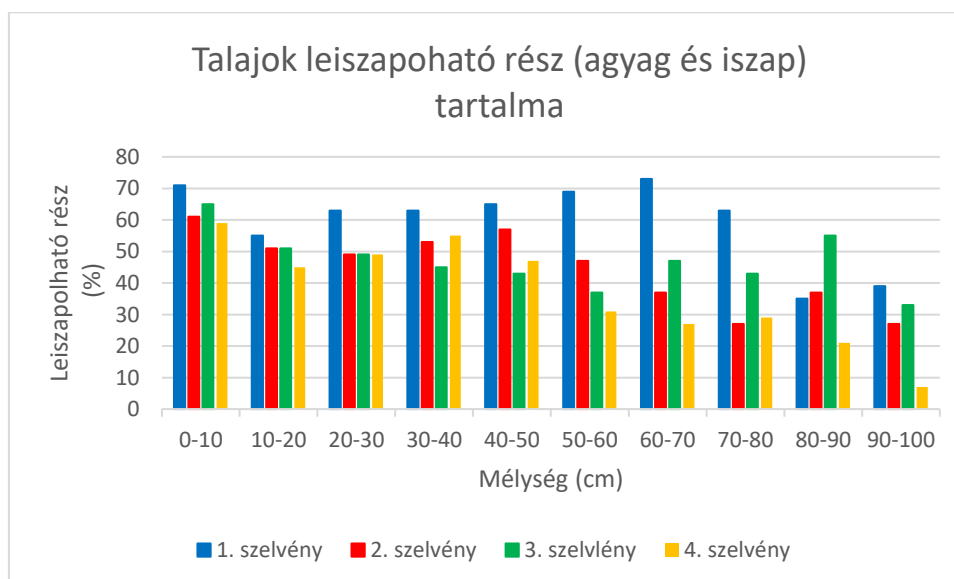
#### A talajok szénsavas mésztartalma



4. ábra: A vizsgált talajok szénsavas mésztartalma

A vizsgált minták szénsavasa mésztartalma 13,9 CaCO<sub>3</sub> % és 27,7 CaCO<sub>3</sub> % közötti, az átlag 20,8 CaCO<sub>3</sub> % volt. Az egyes rétegek között jelentős eltérést nem tudtunk kimutatni. A szelvényeket vizsgálva egyértelmű tendenciákat nem lehetett felfedezni, míg a 4. szelvényben inkább csökkent a CaCO<sub>3</sub> tartalom lefelé haladva, addig a 3. szelvényben növekedett. A kémhatásnál megállapított kilúgzási folyamatok a mésztartalom változásánál nem voltak megfigyelhetők. A rétegek ilyen magas mésztartalma kedvezőtlen a fásszárú növényzet számára, mivel megnehezíti a víz felvételét (SZODFRIDT, 1993). Ugyanakkor a területen a gyökerek számára az év nagy részében elérhető a talajvíz, így ez a kedvezőtlen hatás nem érvényesül.

#### A talajok leiszapolható rész tartalma

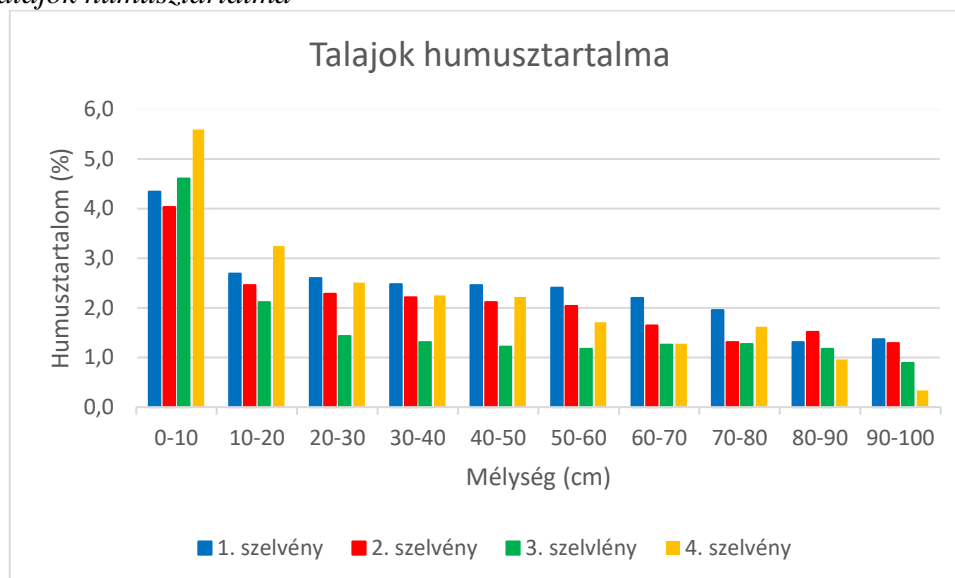


5. ábra: A vizsgált talajok leiszapolható rész tartalma

A talajok fizikai féleségét az Atterberg-szerinti szemcseeloszlási vizsgálattal határoztuk meg. Külön vizsgáltuk az egyes méret kategóriák (agyag, iszap, finom és durva homok) mennyiségét. Eredményeiket a leiszapolható részek (agyag és iszap frakció) bemutatásával (4. ábra) szeretnénk jellemezni. A leiszapolható részek mennyisége igen tág határok 5 és 72 % között volt. Az átlag 46 % volt. Az ábrából jól látható, hogy az egyes szelvényekben igen eltérő értékeket kaptunk, de egy általános tendencia volt, hogy a leiszapolható részek arány fentről lefelé csökkent, ami azt jelenti, hogy a homok aránya nőtt. Ennek okát a sziget keletkezésében, illetve az üledék lerakódásában kell keresnünk. Az erdőrezervátum magterületét alkotó sziget vizsgálataink alapján az elmúlt egy évszázadban jött létre. Keletkezése során először durva szemcséjű (kavics és homok) üledékek (PÁPAY, 2006) rakódtak le, majd erre egyre finomabb üledékek kerültek rá, ami jelezheti a folyó sebességének, illetve hordalék szállításának csökkenését is. Kérdéses, hogy az elmúlt évtizedekben végrehajtott folyószabályozási, erőmű építési munkák miként hatottak az üledékek képződésére.

A leiszapolható részek alapján a vizsgált minták nagy részében vályog fizikai féleséget írtunk le, amely kedvező a növényzet számára, mivel megfelelően beengedi a vizet és azt képes tárolni, illetve a növényzet számára átadni (SZODFRIDT, 1993). Ugyanakkor természetesen a növények vízellátottságát alapvetően a talajvíz elérhetősége határozza meg a területen.

#### A talajok humusztartalma



6. ábra: A vizsgált talajok humusztartalma

A szervesanyag tartalom felhalmozódásának vizsgálatára meghatároztuk az egyes minták humusztartalmát is (5. ábra). Az értékek 0,5 és 5,6 % között voltak, az átlaguk 1,9 % volt. Az eredményekből két következtetést tudunk levonni. Egyrészt mivel a talajok üledék-képződés során alakultak ki, az összes szintben találtunk szerves anyagot, amely eredhet egyrészt az üledékekkel ide szállított szerves anyagból, másrészt a megindult talajképződésből is. Ugyanakkor a szerves anyagtartalom fentről lefelé csökken, ami azt jelenti, hogy a felső szintekben megindult már a humuszfelhalmozódás, ami arra utal, hogy a terület csak ritkábban kap elöntést, illetve hordalékot. Különösen a felső 10 cm-es réteg kiemelkedő szerves tartalma jelzi a humuszfelhalmozódást.

#### Következtetések

A vizsgált terület talajai a Duna öntésén alakultak ki. A folyó elöntése egyre ritkábbá vált az utóbbi évtizedekben és fokozatosan egyre finomabb öntés rakódott le a területre. Az öntés

anyag nagy mennyiségű szerves anyagot tartalmazott, így az végig megtalálható volt a szelvények mélyebb rétegeiben is. Ugyanakkor az előntések visszaszorulását mutatja, hogy a felső szintben megindult egy humuszfelhalmozódási folyamat. A Duna öntés anyag meszes, így ennek megfelelően a szelvényekben végig jelentős mennyiségű meszet tudunk kimutatni, illetve a talajok kémhatása nagyrészt gyengén lúgos volt.

A vizsgált talajok fizikai félesége túlnyomórészt vályog volt, de a mélyebb rétegek felé fokozatosan csökkent a leiszapolható részek mennyisége. A vályog fizikai féleség kedvező a növényzet számára, mivel megfelelő vízellátottságot képes biztosítani, amit azonban a talajok magas mésztartalma csökkent.



7. ábra: Vízhatásra utaló rozsdafoltok a talajban

A vizsgált területen a legmeghatározóbb termőhelyi tényező a talajvíz mélysége, amit a Duna vízszintje közvetlenül meghatároz, és az év folyamán a folyó vízszintjének megfelelően többször változik. A szelvényekben felsőbb és alsóbb szintekben is találtunk többlet vízhatásra utaló nyomokat (2. kép). A helyszíni és a laboratóriumi vizsgálatok alapján humuszos öntés talajokat találtunk, amelyek megfelelnek a helyszíni megfigyelések és az erdőállomány alapján elvártaknak (STEFANOVITS, 1956, JÁRÓ, 1963).

### ***Köszönetnyilvánítás***

Jelen publikáció az Agrárminisztérium támogatásával és a TKP2021-NKTA-43 azonosítójú 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. A szerzők köszönetet mondanak a terepi munkákban nyújtott segítségükért a Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. munkatársainak, illetve <https://www.kaeg.hu/> Bolodár-Varga Bernadettnek és Varga Zsófiának a laboratóriumi munkák végzéséért.

### ***Irodalomjegyzék***

ÁDÁM L. – MAROSI S. (SZERK.) (1975): A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi-peremvidék, Akadémiai Kiadó, Budapest, 605 p.

ANONYMUS (2019): Erre be az erdőrezervátumba! <https://dunaiszigetek.blogspot.com/2019/11/erre-be-az-erdorezervatumba.html> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

BABOS I. – HORVÁTHNÉ PROSZT S. – JÁRÓ Z. – KIRÁLY L. – SZODFRIDT I –, TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés, Akadémiai Kiadó Budapest, 493 p.

BALÁZS P. – VÉGH P. – BIDLÓ A. – HORVÁTH A. (2022): Erebe-szigetek erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján. In: Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa, Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron. pp. 19-24. <https://emk.uni-sopron.hu/tudomanyos-konferenciaink-kiadvanyai>

DÖVÉNYI Z. (SZERK.)(2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.

- HORVÁTH F. – BORHIDI A. (SZERK.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 289 p.
- JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok, Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 152 p.
- MEZŐSI G. (2011): Magyarország természetföldrajza, Akadémiai Kiadó, Budapest, 394 p.
- PÁPAY L. (2006): Kristálytan, ásvány-, kőzettan. Szegedi Egyetemi Kiadó, JATEpress, 419 p.
- STEFANOVITS P. (1956): Magyarország talajai, Akadémiai Kiadó, Budapest, 252 p.
- STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 471 p.
- SZODFRIDT I. (1993): Erdészeti termőhelyismeret-tan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317 p.



# TÁVÉRZÉKELÉssel előállított térbeli pontfelhalmazok átszámítása ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között

Transformation of remotely sensed 3D point clouds between coordinate reference systems ETRS89 and HD72

BROLLY GÁBOR

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

## ***Kivonat***

Ebben a cikkben egy koordináták átszámítására írt számítógépes alkalmazás megvalósítása, valamint a kapcsolódó pontosságvizsgálat eredményei olvashatók. Az alkalmazás célja, hogy geodéziai pontossággal biztosítsa az egész ország területén az ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek közötti átszámítást távérzékelési eljárásokkal előállított, nagyméretű, térbeli pontfelhalmazok számára. A transzformációval nemzetközi UTM és hazai EOV vetületi koordináták is átszámíthatók. Az alkalmazás támogatja a térbeli pontkoordináták tárolására széles körben elterjedt LAS / LAZ fájlformátumok olvasását és írását.

## ***Abstract***

This paper outlines the implementation of a software application for coordinate transformation, and the results of its accuracy test. The aim of the application is to transform remotely sensed, large, 3-dimensional point clouds across the coordinate reference systems ETRS89 and HD72 with an accuracy of a few cm throughout Hungary. Moreover, transformation across the international UTM and national EOV map projections are also available in the application. It supports the reading and writing of LAS / LAZ file formats that are widely used for storing point cloud coordinates.

## ***Bevezetés***

Számos korszerű távérzékelési eljárás – például a lézeres letapogatás, vagy az automatikus képegyeztetést használó fotogrammetriai algoritmusok – több millió térbeli koordinátát eredményeznek. Ezek a pontfelhalmazok számos esetben nem a Magyarországon használatos Egységes Országos Vetületi rendszerben (EOV) és Balti-magasságban tartalmazzák a koordinátákat, így azok geometriai értelemben nem egyeztethetők össze a rendelkezésre álló, országos térképeinkkel. Amennyiben a pontfelhalmazok georeferálásához geodéziai GNSS mérésből származó koordinátákat használnak, azok elsődlegesen ETRS89 vonatkozási rendszerben érhetők el, ahol a vízszintes koordinátákat jellemzően UTM vetületben, a magassági koordinátákat ellipszoid feletti magassággal tárolják. Ahhoz, hogy a koordinátákat a hazai EOV vetületi rendszerbe és Balti-magasságra számítsuk át, először át kell térni a HD72 vonatkozási rendszerre.

Az európai ETRS89 és a hazai HD72 vonatkozási rendszer között nincs szigorú matematikai kapcsolat, közöttük az átszámítás közös pontokból levezetett transzformációs függvényekkel végezhető el (VIRÁG-BORZA, 2007). A transzformációs függvények felírása során az ETRS89 és a HD72 vonatkozási rendszer között az Országos GPS Alapponthálózat (OGPSH) teremti meg a kapcsolatot. Az alapponthálózat koordinátái állami alapadatok, térítés ellenében érhetők el. A széleskörben alkalmazott térbeli hasonlósági (Helmert) transzformáció az ország egész területére számított paraméterkészlettel legfeljebb deciméteres pontosságú átszámítást tesz lehetővé (TÍMÁR-MOLNÁR, 2002), ami elmarad a geodéziában elvárt 2 – 5 cm-es pontosságtól. A térbeli hasonlósági transzformáció országos méretű területen alkalmazva lerontja a korszerű távérzékelési eljárások által nyújtott belső pontosságot, ami

különösen igaz a magasságra. A geodéziai pontosságot biztosító átszámítás lokális paraméterkészletet meghatározásával megoldható ugyan, de pontos geoidmodell hiányában ez csak 10–15 km-es sugarú környezetben érvényes (BUSICS, 2005).

A Földmérési és Távérzékelési Intézet Kozmikus Geodéziai Observatóriumában (jelenleg Lechner Tudásközpont Kozmikus Geodéziai Observatórium) kifejlesztett, GNSS-vevőkbe telepíthető VITEL (Valós Idejű Terepi Transzformációs Eljárás) a két vonatkoztatási rendszer között országos transzformációt alkalmaz, majd a maradék hibákat egy javításokat tartalmazó rácsháló segítségével veszi figyelembe (FÖMI, 2014). Hasonló elven működő, web-alapú eljárás az EHT2014 (ETRS89 – EOVS – Hivatalos – Helyi – Térbeli – Transzformáció 2014, [eht.gnssnet.hu](http://eht.gnssnet.hu)). A két eljárás azonos eredményt ad, és geodéziai pontosságú koordinátaátszámítást tesz lehetővé (VIRÁG-BORZA, 2007). Mivel a különböző vonatkoztatási rendszerek közötti átszámítások tartalmazzák a felhasznált alapponthálózat hibáit, az átszámítás pontossága nem lehet jobb, mint az alappontoké.

A VITEL2014 és EHT2014 közvetlenül GNSS mérésekből származó adatmennyiség feldolgozására készültek; a bemeneti adatok kézi adatbevitelből, szövegfájlból, vagy közvetlenül a műszerből származnak, sőt utóbbi a transzformálandó pontok számára vonatkozó korlátot alkalmaz, ezért a távérzékelésben gyakori nagyméretű ponthalmazok transzformálására nem alkalmasak. CZIMBER ET AL. (2015) úgy valósította meg a fenti eljárást, hogy az nagyméretű ponthalmazok transzformációjára is használható, de az csak a DigiTerra Map és TopoXmap szoftverkörnyezetben érhető el, és csak tömörítetlen LAS fájlformátumokat kezel.

Egy olyan eljárás kidolgozását tűztük ki célul, ami geodéziai pontossággal képes az egész ország területén az ETRS89 és EOVS vonatkoztatási rendszerek közötti átszámításra, továbbá hatékonyan alkalmazható a korszerű távérzékelési eljárások során előállított, nagyméretű ponthalmazok esetén is. További követelmény volt a térbeli pontkoordináták tárolására elterjedt LAS / LAZ fájlformátumok (ASPRS, 2015) támogatása.

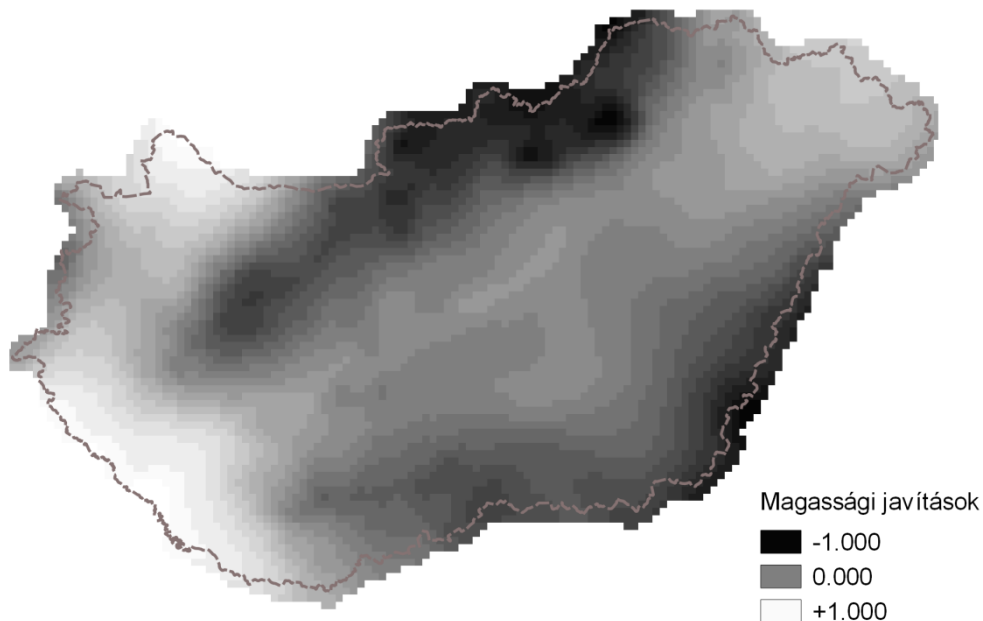
### ***Anyag és módszer***

Az eljárás EOVS vagy ETRS 89 vonatkoztatási rendszerben megadott derékszögű és ellipszoidi koordináták, valamint GRS80 ellipszoidon értelmezett UTM koordináták transzformációjára alkalmas. ETRS89 vonatkoztatási rendszerben ellipszoidi, HD72 esetében Balti szint fölötti (EOMA) magasságokat szolgáltat.

A vonatkoztatási rendszerek közötti transzformáció a VITEL eljárás mintájára két lépésben történik; először a magyarországi 5 EUREF pontból számított országos paraméterkészletű térbeli hasonlósági (Helmert) transzformáció segítségével egy közelítő átszámítást végzünk (ÁDÁM ET AL., 2004), majd a maradék ellentmondásokat helyi javítási vektorokkal csökkentjük. Utóbbi a négy legközelebbi rácspont adatainak bilineáris interpolációjával történik. Az EOVS és UTM vetületekre való leképezés vetületi egyenletekkel valósul meg (BÁCSATYAI, 2006). A 4 × 4 kilométeres hálózatban meghatározott eltéréseket az országos paraméterkészlettel és az EHT2014 programból származó transzformációk különbségei szolgáltatták (1. ábra).

Az eljárás C++ programnyelven, konzolos alkalmazás formájában készült el. Parancsorból vagy kötegfájl (batch) futtatásával működtethető. Az indításkor paraméterként meg kell adni a forrás- és eredmény fájl nevét, elérési útját, valamint a forrás- és eredmény vonatkoztatási rendszert. Az alkalmazás a térbeli koordinátákat ETRS89 derékszögű vagy GRS80 ellipszoidi formátumban támogatja, utóbbi esetben ellipszoid feletti magassággal. A vízszintes koordináták UTM N33, UTM N34, illetve EOVS vetületben lehetnek, a magasságok EOVS esetén Balti-szint felett, UTM esetén GRS80 ellipszoid felett értendők. A transzformációk mindkét irányban végrehajthatók, azzal a megkötéssel, hogy az EOVS vetületnek az egyik

oldalon szerepelnie kell. A LAS / LAZ fájlformátumok kezelését a programon belül a LASzip ([laszip.org](http://laszip.org)) dinamikus csatolású könyvtár valósítja meg.



1. ábra: Az EHT2014 és az országos paraméterkészletű transzformáció különbsége alapján számított magassági javítások méter egységben.

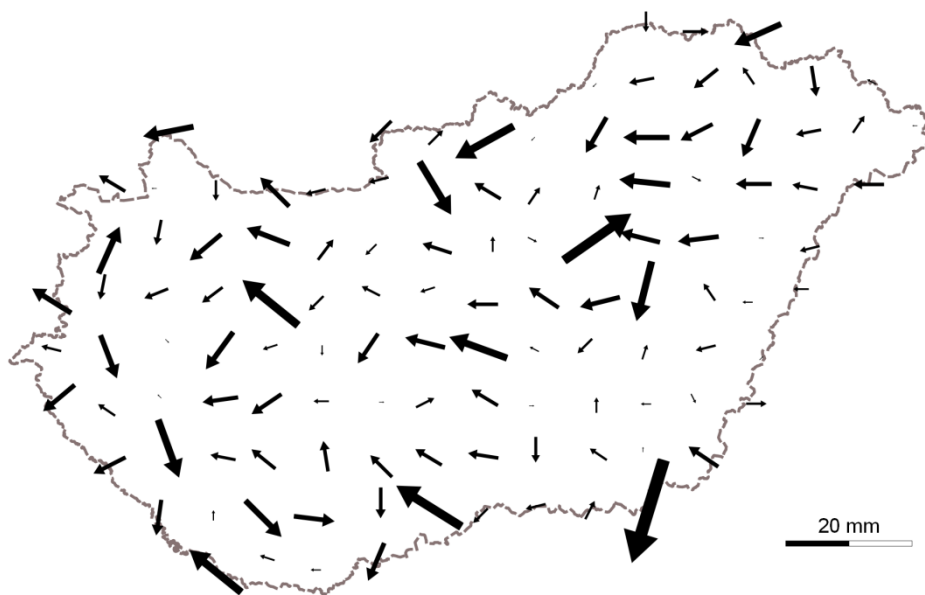
### Eredmények

A pontosságvizsgálat során UTM és EOVS közötti transzformációk eredményeit hasonlítottuk össze. Mivel az egzakt vetületi egyenletek alkalmazásával a vetítés során nem történik pontosságvesztés, a vizsgálat a javított koordinátatranszformáció pontosságát mutatja meg. A referencia adatok előállításához a koordináta-transzformációkat és az EOVS koordináták számítását az EHT2014-gyel hajtottuk végre, az UTM vetületi koordinátákat a HungaPRO 5.12-es verziójával (BÁCSATYAI, 2012) számítottuk. Minden pont koordinátáját a hozzá tartozó 33-as, vagy 34-es északi UTM zónában számítottuk ki.

Az átszámítás pontossági ellenőrzéséhez egy mintavételi pontállományt hoztunk létre, ami az ország területén közel egyenletes lefedettséget biztosít, de nem esik egybe a javítási rácsokkal. Ehhez először egy 30 km oldalhosszúságú, négyzetrácsot hoztunk létre, majd a rácsok mindegyikét eltoltuk egy véletlenszám-generátorral előállított, legfeljebb 10 km hosszúságú vektorral. Ez a mintavétel biztosítja, hogy a pontosságvizsgálat a javítási pontok elhelyezkedésétől függetlenül történjen. A maradék vízszintes ellentmondásokból képzett vektorok a 2. ábrán láthatók. A koordináta átszámítások, az 1. táblázatban összefoglalt pontossági eredményekre vezettek.

1. Táblázat: A pontosságvizsgálat eredményei. Adatok milliméterben.

	Elem- szám	Átlag	Szórás	Min.	Max.	< 1cm [%]	< 2cm [%]
2D hiba	119	8	5	0	27	68,9	98,3
3D hiba	119	10	6	1	28	58,0	95,8



2. ábra: UTM  $\rightarrow$  EOVS transzformáció vízszintes eltérései összehasonlítva a HungaPRO 5.12 és EHT2014 alapján számított koordinátákkal.

### **Következtetések**

A bemutatott alkalmazás Magyarország területén 2 cm-es pontossággal képes koordináták átszámítására ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között. ETRS89 vonatkozási rendszerben UTM vetületi koordinátákat és ellipszoid feletti magasságokat kezel, míg HD72 vonatkozási rendszerben EOVS vetületi koordinátákat és Balti-magasságot. Az alkalmazás nagyméretű, távérzékelési eljárásokkal nyert pontfelhők transzformációjára is alkalmas, az ezek tárolására elterjedt LAS és LAZ fájlformátumokat egyaránt kezeli.

### **Köszönetnyilvánítás**

Jelen publikáció a TKP2021-NVA-13 azonosítószámú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

### **Irodalomjegyzék**

- ÁDÁM J. – BÁNYAI L. – BORZA T. – BUSICS GY. – KENYERES A. – KRAUTER A. – TAKÁCS B. (2004): Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest
- ASPRS American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (2013): LAS specification. Version 1.4, R13. ([http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/LAS\\_1\\_4\\_r13.pdf](http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/LAS_1_4_r13.pdf)) – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- BÁCSATYAI L. (2006): Magyarországi vetületek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- BÁCSATYAI L. (2012): Vetületi számítások a HungaPro v5.12 programmal. OpenGIS, Székesfehérvár, 2012. március 12-14.
- BUSICS GY. (2005): A ETRS89 és a HD72 rendszerek közötti térbeli hasonlósági transzformáció néhány gyakorlati kérdése. Geodézia és kartográfia, 57 (1) 14-19
- CZIMBER K. – KIRÁLY G. – BROLLY G. (2015): Légi lézeres letapogatás adatfeldolgozó modul fejlesztése DigiTerra Map szoftverhez. V. Kari Tudományos Konferencia. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron. 73-78
- FÖMI – Földmérési és Távérzékelési Intézet (2015): Valós idejű ETRS89 - EOVS transzformációs megoldások. ([www.gnssnet.hu/pdf/gnss\\_vitel.pdf](http://www.gnssnet.hu/pdf/gnss_vitel.pdf)) – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.



- TIMÁR G. – MOLNÁR G. (2002): A HD72 -> ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái. Geodézia és kartográfia, 54 (12), 28-30
- VIRÁG G. – BORZA T. (2007): Speciális transzformációs eljárások a valós idejű GNSS helymeghatározásnál. Geomatikai közlemények X, 59-65

# A HÍDEGVÍZ-VÖLGYI HIDRO-METEOROLÓGIAI MÉRŐKERT 3D MODELLJÉNEK ELKÉSZÍTÉSE FÖLDI LÉZERES LETAPOGATÁS ADATAI ALAPJÁN

3D modelling of the hydro-meteorological observation site in Hidegvíz-valley from terrestrial laser scanner data

BROLLY GÁBOR<sup>1</sup>, FERENCZI NOÉMI<sup>2</sup>, MENTES MÁTYÁS<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Földmérő- és földrendező mérnöki szak  
brolly.gabor@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Munkánk célja a Hídegvíz-völgy kutatási vízgyűjtőjének égeres intercepciós mérőertjében található fák és a hidro-meteorológiai mérésekhez kapcsolódó objectumok térbeli rendjének ábrázolása, amelyhez az adatgyűjtés földi lézerszkenneléssel történt. Irodai feldolgozás során elvégeztük a négy álláspontból felmért ponthalmaz vetületi rendszerbe illesztését, a terület domborzatmodelljének előállítását, valamint a pontmérések vizuális interpretációval történő tematikus osztályozását. A pontmérések alapján elkészítettük a mérőberendezések vektoros felület- és testmodelljét, valamint a fatörzsek alsó két méteres szakaszának hengeres modelljét. A modell alkalmas a mérőkert térbeli jellegének szemléltetésére, valamint az eszközpark bővítéséhez szükséges térbeli tervezés támogatására.

## ***Abstract***

The aim of this study is to record the spatial composition of trees and measurement related objects within the hydro-meteorological observation site of Hidegvíz-valley experimental catchment, for which the data is acquired by means of terrestrial laser scanning. The processing incorporates georeferencing of the point clouds, creation of a digital terrain model, and thematic classification of point measurements by visual interpretation. The classified point measurements are used as input for the creation of surface- and solid object models, furthermore the cylindrical approximation of stems up to two meter height. The model is applicable for visualization of the site's structure and supports the engineering design during the upgrade of the observation equipment.

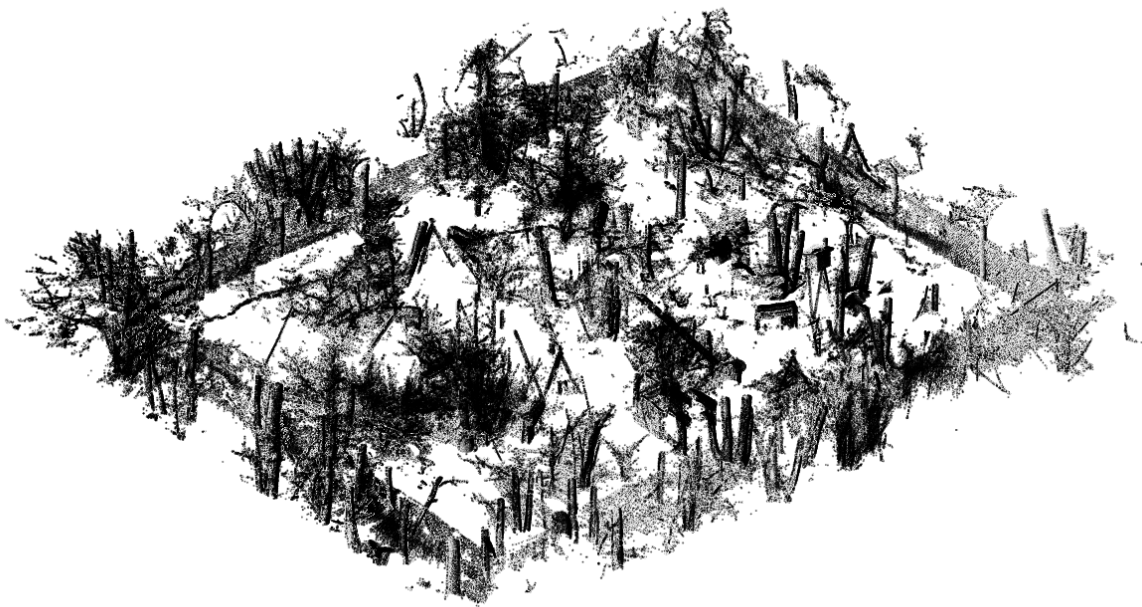
## ***Bevezetés***

A hidrológiai és meteorológiai mérőkert a természetes felszíni vizek, a csapadék, valamint az erdő kapcsolatának hosszú távú vizsgálatához szükséges mérések helyszíne, ami Magyarország nyugati részén, Soprontól 15 km-re található a Soproni-hegységben. A mintavízgyűjtőben a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának kutatói hagyományos mérőeszközökkel, és korszerű műszerekkel végeznek adatgyűjtést, ami kiterjed a meteorológiai jellemzők észlelésére, a talajnedvesség regisztrálására, a lomkorona és avarintercepció, a levélfelület mérésére, valamint a fák talajvízfelvételének vizsgálatára és a lefolyás mérésére (GRIBOVSKI ET AL. 2006, KALICZ ET AL. 2011, ZAGYVAINÉ ET AL. 2019). A mérőkert közvetlenül a Rák-patak partján, egy mézgás éger főfafajú erdőrésztben található, alakja közelítőleg 15×20 méter oldalhosszúságú téglalap, terepfelszíne közelítőleg sík. Az intercepciós mérőkerten belül a mérőeszközök elhelyezése és a kert fenntartása során igyekeznek megőrizni az erdei vegetáció természetes állapotát, így a méréseknek a természetben jellemző körülményeket biztosítanak. A szűkebb mintaterületen és annak környezetében létesült mérési infrastruktúra azóta is folyamatosan fejlődik, és az itt gyűjtött adatok alapján több tudományos eredmény született (GRIBOVSKI ET AL. 2008, GRIBOVSKI ET AL. 2011, GRIBOVSKI 2018).

A mérőkert fejlesztési tervében további mérőeszközök és szenzorok telepítése szerepel, amelyek elhelyezése és üzemeltetése a mérőkerten belüli infrastruktúra átgondolt bővítésével lehetséges. További igény, hogy a természetes növényzetet a lehető legkisebb bolygatással járó kezeléssel kell olyan állapotban tartani, ami nem akadályozza a berendezések üzemeltetését. A tervezést mindkét esetben hatékonyan segítheti egy térkép, ami a mérőkertet lehatároló kerítés, az azon belül található berendezések és fák elhelyezkedését ábrázolja. A térkép esetünkben nemcsak alaprajz-szerűen, hanem térbeli modellként jeleníti meg az objektumokat, így az alaprajz mellett a talajszint fölötti magasságot is felmérjük és ábrázoljuk. Mivel a mérési infrastruktúra jellemzően a talajszint közelében található, a fák törzsét csak az alsó két méteres szakaszukon modelleztük. A modelleket földi lézeres letapogatással nyert pontfelhő alapján készítettük el. A pontfelhők térképi (vetületi) rendszerbe illesztéséhez műholdas helymeghatározással (GNSS) és geodéziai mérőállomással létesítettünk felmérési alapponthálózatot.

### ***Anyag és módszer***

Az adatgyűjtést Leica BLK360 földi lézershakkennerrel végeztük, amelynek hatótávolsága 60 méter, az alkalmazott lézer hullámhossza a közeli infravörös tartományban van. Az adatgyűjtés radiális pontmintázat eredményez, az alkalmazott adatsűrűsége jellemző, hogy a műszertől 10 méteres távolságban a szomszédos pontok mindössze 5 mm-re vannak egymástól. A pontmérések a térbeli koordináták mellett intenzitás adatokat is tartalmaznak, amelynek segítségével az egyes tárgyak felülete vizuálisan jobban megkülönböztethető a ponthalmazban. A szkennelést 2022 márciusában, lombtalan vegetáció mellett végeztük el.



*1. ábra: A mérőkerttről készített, négy műszerállás adatait tartalmazó ponthalmaz. Az ábráról a tereppontokat és a földfelszíntől két méternél magasabb adatokat eltávolítottuk.*

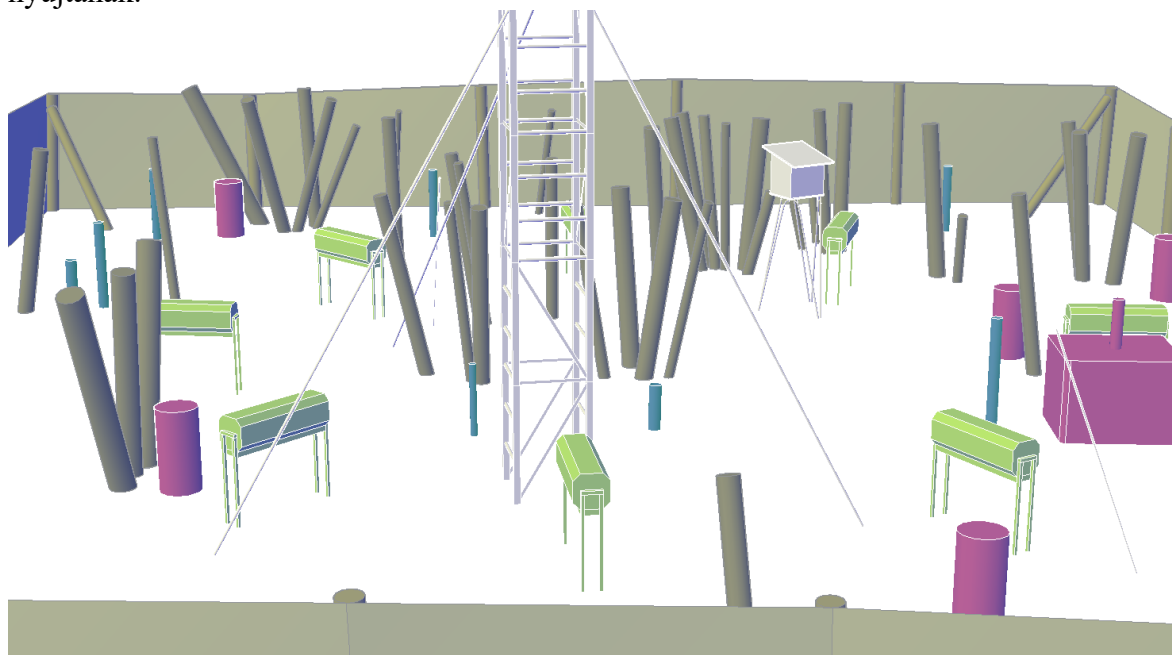
A fák és a cserjék magas borítása még lombtalan állapotukban is jelentős kitakarást okoz, ezért a terület kis mérete ellenére négy műszerállásból kellett méréseket végezni ahhoz, hogy a tárgyak minden oldaláról rendelkezünk adatokkal. Ahhoz, hogy a különböző műszerállásokból felvett pontfelhőket térképi rendszerbe helyezhessük, tájékozni kell a pontfelhőket, azaz meg kell határozni a felvételi középpontjuk térképi koordinátáját, és kezdőirányuk viszonyát a térképi északhoz képest. A lézershakkenelés megkezdése előtt az alap-

ponthálózat ismert koordinátájú pontjaira jeltárcsákat helyeztünk el, amelyek illesztőpontként szolgálnak. Az illesztőpontok koordinátája a ponthalmazban, és a térképi rendszerben egyaránt meghatározható, így a tájékozási elemek kiszámíthatók, amennyiben a pontfelhőben legalább két jeltárcsa azonosítható. Az ellenőrzés biztosítása érdekében az illesztőpontok elrendezését úgy alakítottuk ki, hogy minden felmérési álláspontról legalább három illesztőpont azonosítható legyen. Az illesztőpontok geodéziai felmérését a közeli tisztáson létesített GNSS pontokról indítottuk. A GNSS méréseket Leica Viva GS16 geodéziai antennával végeztük, majd a magyarországi aktív GNSS-hálózat által generált, virtuális referenciaállomás adatai alapján dolgoztuk fel. Az illesztőpontok koordinátáit a GNSS pontokról Leica Flexline TS03 mérőállomással határoztuk meg (MENTES, 2022). A tájékozás elvégzése után a négy pontfelhő a térben egységesen jelenik meg (1. ábra). A tájékozáshoz és a további feldolgozáshoz Leica Cyclone és CloudCompare szoftvereket használtunk.

A domborzatmodell elkészítéséhez egy 0,5 méteres felbontású raszterben kigyűjtöttük a legkisebb magassággal rendelkező pontokat, majd a pontokra TIN háromszöghálót generáltunk. A pontoknak meghatároztuk a domborzatmodell fölötti magasságát, így a magassági adatok a továbbiakban a talajszintre vonatkoznak. A különböző objektumok pontjait vizuális interpretációval különítettük el. Az egyszerűbb objektumok esetén a modellt közvetlenül a ponthalmazra illesztettük, például, a fatörzseket egyetlen, a fa dőlésirányába álló hengerrel közelítettük. Az összetettebb alakzatoknál a ponthalmazról csak méreteket vettünk le, majd ezek alapján AutoCAD szoftverrel megrajoltuk a tárgyat, így készült a torony, a meteorológiai házikó és a csapadékgyűjtő tartályok modellje. A valóságban tömör testekről (fatörzseket, kerítésoszlopokat) testmodelleket készítettünk, míg a tartályokról, csövekről felületmodelleket (FERENCZI, 2022).

### ***Eredmények***

Az adatgyűjtés közvetlen eredménye a négy felmérési álláspontról felvett, Egységes Országos Vetületi rendszerben és Balti (EOMA) magassági rendszerbe illesztett ponthalmaz. A ponthalmazok tájékozásának maradék ellentmondása valamennyi ponthalmaz esetében 5 milliméter alatti érték, így a pontfelhők a készítendő modellek számára pontos alapot nyújtanak.



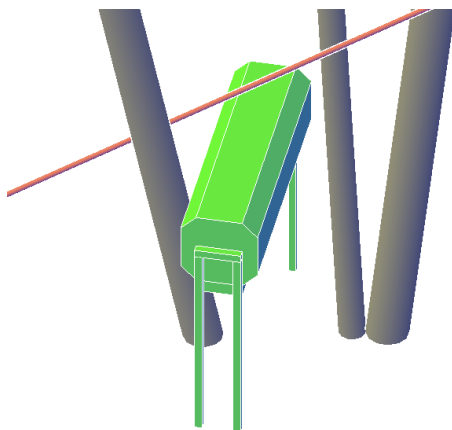
2. ábra: A mérőkertről készített térbeli modell a kerítést, a mérési berendezéseket, és a fatörzsek alsó két méteres szakaszát ábrázolja.



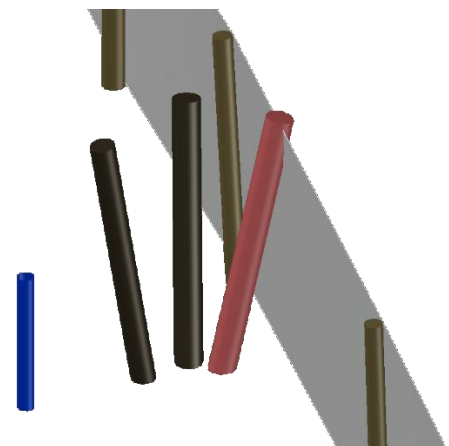
A modell a kerítést, a meteorológiai mérőtornyot, a csapadékgyűjtő tartályokat, a meteorológiai állomást, és a talajnedvesség-szondákat, valamint a fákat ábrázolja (2. ábra). Fajtörzsek esetén az egyszerű, hengeres modellek a törzs helyének, dőlésirányának, és átmérőjének közelítésére szolgálnak. A területen jellemző lombos fák törzse alsó két méteres szakaszon terpeszes, és sokszor térgörbe, ezek szempontjából a modell elnagyolt. A kerítésoszlopokat teljes magasságukban modelleztük hengerrel, dőlésük a tényleges állapotot tükrözi. A meteorológiai torony a lombkoronaszint fölé nyúlik, nagyobb magasságokban jelentős az adathiányos területek aránya. A torony két méter magaságú, egyforma elemekből épül fel. Az alsóról levett méretek alapján elkészítettük az elem modelljét, amit utána másoltunk és magassági értelemben eltoltuk.

### ***Következtetések***

A klasszikus geodéziai felméréssel ellentétben, a lézeres letapogatás nem szelektív adatgyűjtés, azaz a felmért ponthalmazban nemcsak a térképezés szempontjából releváns objektumok találhatóak meg, hanem válogatás nélkül minden olyan felület, ami a felvételi álláspontokról látszott. Bár emiatt a térképezendő objektumokat egyenként ki kell nyerni a ponthalmazból, ugyanakkor előnyös, hogy a térképezés szempontjából lényeges adatokon kívül, olyan további adatokkal is rendelkezünk, amelyeket később, teljesen más jellegű térképek készítéséhez is használhatunk. Példa erre a fák magassága, amit ezúttal nem dolgoztunk fel, de a fák ponthalmazból történő kinyerése után ez elvégezhető, amennyiben igény mutatkozik rá (BROLLY ET AL., 2021). A lézeres letapogatás másik előnye, hogy a térbeli pontfelhő alapján készített modellek a magasságot is ábrázolják, ami vetületi ábrázolásnál csak kiegészítő adat.



3. ábra. A tartály elhelyezésekor a fákat és a sodronyt is figyelembe kell venni.



4. ábra. A pirossal jelölt fatörzs ránehezedik a kerítésre.

A mintaterület esetében a méréshez szükséges berendezések térbeli rendjének dokumentálása volt az elsődleges cél. A modell alapján a mintaterület fejlesztés (faállomány gyérítése, szenzorok telepítéséhez mintafák kiválasztása, új berendezések beállítása) könnyebben és tudatosabban tervezhető. A hagyományos térképpel szemben a térbeli modell sokkal egyszerűbben használható annak megállapítására, hogy mely objektumok tartalmaznak közös részt (ütközésvizsgálat). Például, a mérőtornyot biztosító sodronyok vetületi ábrázolásával körülményes megállapítani, hogy egy új berendezés a sodrony alatt hol fér el, míg térbeli modell segítségével ez könnyen szemléltethető (3. ábra). További lehetőség, a kerten belüli fák gyérítésének irodai tervezése, ami során mérlegelhető, hogy elhelyezkedésük és dőlésük alapján mely fák akadályozzák vagy veszélyeztetik a kert berendezéseit (4. ábra). Ezek mellett a térbeli modell az oktatásban és a tudományos publikációkban is jó szemléltetője a mintaterületnek. A modell természetesen nem tartalmaz olyan objektumokat, amelyek mérete

túl kicsi, vagy magassága túl alacsony ahhoz, hogy a pontfelhőben azonosítható legyen. Ilyenek például egyes talajvízkutak, vagy az avar gyűjtésére szolgáló földfelszíni hálók. A modell finomabb részletekkel történő kiegészítése földi mérőállomással történő mérésekkel lehetséges, amit viszonylag könnyen el lehet elvégezni a munkánk során létesített felmérési alapponthálózatról.

### ***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. A publikáció megjelenését a 143972SNN azonosítószámú OTKA pályázat is támogatta.

A kutatás a „Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” (GINOP-2.3.3-15-2016-00039) projekt támogatásával valósult meg.

### ***Irodalomjegyzék***

- BROLLY G. – KIRÁLY G. – LEHTOMÄKI M. – LIANG X. (2021): Voxel-Based Automatic Tree Detection and Parameter Retrieval from Terrestrial Laser Scans for Plot-Wise Forest Inventory. *Remote Sensing*, 13(4), 542; <https://doi.org/10.3390/rs13040542>
- FERENCZI NOÉMI (2022): A Hidegvíz-völgyi “Égeres” kísérleti mintaterület felmérése földi lézerszkennelvel. Szakdolgozat. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 57 fol.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – KUČSARA M. (2006): Streamflow Characteristics of Two Forested Catchments in Sopron Hills. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 2. 81-92, <https://journal.uni-sopron.hu/index.php/aslh/article/view/Acta-Silvatica-Lignaria-Hungarica-2006-Vol02-081-091> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUČSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology* 349, 6– 17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.049>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2011): Numerical Validation of a Diurnal Streamflow-Pattern-Based Evapotranspiration Estimation Method. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 7. 63-74, <https://journal.uni-sopron.hu/index.php/aslh/article/view/Acta-Silvatica-Lignaria-Hungarica-2011-Vol07-063-074> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- GRIBOVSZKI Z. (2018): Validation of diurnal soil moisture dynamic-based evapotranspiration estimation methods. *IDOJARAS* Vol. 122, No. 1, 15–30, <https://doi.org/10.28974/idojaras.2018.1.2>
- KALICZ P. – GRIBOVSZKI Z. – KIRÁLY G. (2011): Galériaerdők hatása a vízfolyások recessziós görbéire és ennek információ tartalma. *Erdészettudományi közlemények*, Vol. I., No. 1., 45-57.
- MENTES MÁTYÁS (2022): A Rák-patak medrének felmérése földi lézerszkenneléssel a Hidegvíz-völgyi “Égeres” kísérleti mintaterület környezetében. Szakdolgozat. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 49 fol.
- ZAGYVAI-KISS K. A. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – GRIBOVSZKI Z. (2019): On the specific water holding capacity of litter for three forest ecosystems in the eastern foothills of the Alps, *Agricultural and Forest Meteorology*, 278, 1-16, 107656, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107656>

# A HAZAI ERDEI TURIZMUS KERESLETI ÉS KÍNÁLATI OLDALÁNAK ELEMZÉSE A COVID-19 JÁRVÁNYHULLÁMOK IDEJÉN MEGNÖVEKEDETT IGÉNYEK TÜKRÉBEN, SOPRONI ÉS BALATON-FELVIDÉKI PÉLDÁKON KERESZTÜL

Analysis of the demand and supply side of domestic forest tourism sector in the light of the increased demands during the COVID-19 epidemic waves, in Sopron and Balaton Uplands

CZIBULA GYÖRGY

Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
czibula.gyorgy@phd.uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A társadalomban megfigyelhető változásoknak és az állami erdőgazdaságok tudatos közjóléti fejlesztéseinek köszönhetően az erdei turizmus hazánkban az elmúlt 10 évben töretlen fejlődésben van. A tendenciát tovább erősítette a COVID-19 járvány, amely egyrészt a határlezárások miatt a belföldi turizmus (és benne az erdőhöz kötődő turizmus) eddig nem látott erősödését hozta magával, másrészt a járvány rávilágított az egészséges életmód szerepére, így azok is rendszeres természetjáróvá váltak, akik eddig csak keveset jártak az erdőbe. Cikkünkben az erdei turizmus erdőgazdálkodói (kínálati) és látogatói (keresleti) oldalát mutatjuk be, továbbá helyzetelemzést kívánunk adni soproni és Balaton-felvidéki példákra keresztül a területen mért látogatói adatok, turisztikai fejlesztések, valamint erdészeti közjóléti tevékenységek bemutatásával.

## ***Abstract***

Thanks to the changes that can be observed in society and the conscious public welfare developments of the state forestry companies, forest tourism in Hungary has been developing continuously in the past 10 years. The trend was further strengthened by the COVID-19 epidemic, which on the one hand brought an unprecedented increase in domestic tourism (particularly in forest tourism) due to border closures, and on the other hand, in the spirit of striving for a healthy lifestyle, even those who had rarely visited the forest until now became regular hikers. In our article, we present the forest management (supply) and visitor (demand) side of forest tourism. We also want to provide an analysis of examples from Sopron and Balaton Uplands, by presenting the number of visitors, the latest developments and the forestry public welfare actions carried out in the field.

## ***Bevezetés***

Az erdőhöz kötődő turizmus meghatározása során alapvetően két, egyébként egymást is részben átfedő turisztikai ágazat tekinthető kiindulási pontnak. Az egyik az ökoturizmus, melyre nehéz egységesen alkalmazható meghatározást találni. Számunkra talán a legfontosabb jellemzők, hogy magában foglalja mindazon turizmusformákat, amelyek során a fő motiváció a természet megfigyelése, védelme, illetve a természeti területek hagyományos kultúrájának tanulmányozása, továbbá az, hogy kis csoportokban zajlik és tartalmaz oktatási elemeket (MAGYAR ZS. - SÜLYÖK J., 2014). A másik kiindulási pont az aktív turizmus, amely szintén egy gyűjtőfogalom. Az aktív turizmus olyan turizmusforma, amely esetében a turista utazásának motivációja valamilyen fizikai aktivitást igénylő szabadidős vagy sporttevékenység gyakorlása. Az aktív turizmus fogalmkörébe tartozik többek között a természetjárás, a kerékpáros turizmus, a vízi turizmus, a lovas turizmus, de a Magyar Turizmus Zrt. aktív turisztikai termékei közé sorolja a kaland- és extrém turizmus területét is (MAGYAR TURIZMUS

ZRT. (2014.). MICHALKÓ G. (2011) szerint „az aktív turizmus olyan utazási forma, amelynek során a turista a hétköznapitól eltérő, intenzív mozgást végez, miközben valamilyen árut, vagy szolgáltatást is vásárol.”

A szerzők egyetértenek abban, hogy Magyarország kiváló adottságokkal rendelkezik az ökoturizmus terén, azonban adottságaink kihasználása még koránt sem teljes körű. Az ökoturizmusban résztvevők legfőbb motivációja a táj és a természet tanulmányozása, megfigyelése, a felkeresett desztináció helyi kultúrájának megismerése. Napjainkban azonban egyre inkább előtérbe kerül az élményszerzés, új helyek felfedezésének igénye is (BALOG V. - GEVICH-SZENDRŐDI N., 2013). Az aktív turizmus helyzete azonban más, hiszen annak fentiek szerinti felosztása inkább tevékenységalapú, és az utóbbi években tapasztalt magyarországi reneszánsza egybeesik az egészséges életmódra való törekvéssel. Az aktív turizmus számos ponton kapcsolódik, ill. kapcsolható az ökoturizmushoz, a természetjáró turizmus fenntartható formájához, melynek során a turista fő motivációja a természet megfigyelése és megbecsülése (MTÜ., 2017.). Az egyik kapcsolódási pont éppen az erdő, hiszen az erdőhöz kötődő turizmus éppúgy létrejöhet az aktív turizmusban való részvétel attitűdjével, mint az ökoturizmusban való elköteleződéssel. A hazai szakirodalomban a leginkább elfogadott, ám meglehetősen sarkos megfogalmazás szerint az erdei turizmus a természetjáró turizmusnak az a válfaja, amely belterületi túraútvonalak, turistautak kivételével az ingatlan-nyilvántartásban erdő művelési ágban nyilvántartott területen a természeti javak ingyenes igénybevétele, illetve ellenértékes hasznosítására épül, turistautak külterületi szakaszai, tanösvények és a természet megfigyelésére alkalmas létesítmények kialakításával, karbantartásával, fejlesztésével (VM, 2012.). Külföldi szerzők korábbi anyagai szerint az erdei turizmus a fenntartható erdőgazdálkodás elvéből az értékalapú szemlélet mentén vezethető le (X. FONT – J. TRIBE, 2000), viszont mára lényegesen leegyszerűsítették, egyben tágították a fogalmat: az erdőhöz kötődő turizmus az erdei környezetben történő tevékenységek és attrakciók összességét jelenti (BACHINGER, M., 2022).

### ***Anyag és módszer***

A természetjárás, azon belül az erdőjárás növekvő népszerűségét a 2020. és 2021. évi COVID járványhullámok felerősítették. Legnagyobb mértékben az úgynevezett egynapos, zömében a nagyvárosokhoz közeli desztinációk látogatottsága, és így terhelése nőtt meg (BENKHARD, 2021). A konkrét mérések adataiból kiindulva, 2021-ben a Pilisi Parkerdő Zrt. területén 32 millió látogatói napot kalkuláltak (PILISI PARKERDŐ ZRT., 2020). A kirívóan magas szám természetesen a főváros közelségének köszönhető, de a számított adat képet adhat az országos helyzetről. Empirikus módszerekkel történő, közelítő becslést adva elmondható, hogy az országban évente 60-70 millió közelire tehető az erdei látogatói napok száma (saját becslés), ami tehát azt jelenti, hogy minden magyar állampolgárra átlagosan 6-7 látogatói nap jut a magyar erdőkben. Ez az adat fenntartással kezelendő, hiszen a rendszeres erdőjárók adják a látogatói napok számának zömét. Mindezekből következik, hogy az erdei turizmus területén az egyik talán legnehezebb kérdés az, hogy vajon pontosan hányan is vannak azok, akik az erdei turizmusban részt vesznek?

A Központi Statisztikai Hivatal az erdei turizmus keresleti oldalát közvetlenül nem méri. Ehhez legközelebb a szórakozás, pihenés, városnézés, természetjárás kategória áll, ezért ezen adatok szolgálnak a keresletelemzés alapjául. A természetjárók nehezen megszámlálható, szinte láthatatlan résztvevői a turizmusnak, mert tevékenységükből adódóan nagy részük nem regisztrálható, a hivatalos statisztikai adatgyűjtés körén is kívül esnek, így a rendszer számára láthatatlanok maradnak. A kirándulók közül sokan nem mennek be a bemutatóhelyekre, emellett kevés, a forgalom mérésére alkalmas szolgáltatást vesznek



igénybe. Például gyakran elmennek túrázni, de nem használnak tömegközlekedési eszközöket, vagy nem ülnek be minden alkalommal étterembe, büfébe. A pontos felmérést nehezíti, hogy a területen való tartózkodás időtartama többnyire nem haladja meg a 24 órát, így szálláshelyet sem vesznek igénybe, ezért a természetjárók regisztrálására nem marad más „technika”, mint a helyszínen végzett számlálás és kérdőívezés, amely felettébb humánerőforrás- és időigényes munka, de még mindig ez a módszer adja a legmegbízhatóbb adatokat (JOÓ, 2020).

A nemzeti park igazgatóságok éves jelentései az erdei turizmus keresleti oldalának elemzésére alkalmas adatokat is tartalmaznak. A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság területét 2017-ben meglátogatók közül 62,3% végzett erdei sétát vagy túrázott erdőben. A szolgáltatások közül tanösvényeket, látogatóközpontokat az ide érkezők 48,3%-a vett igénybe, és 34,6% vett részt szakvezetési programon (BFNPI, 2018. alapján saját számítás).

A kilátókon elhelyezett automata látogatószámlálók adatainak elemzése révén közelebbi képet kaphatunk a kirándulók számáról és eloszlásáról az egyes időszakokban. Az adatok azért értékesek, mert közvetlenül az erdőterületen létrejövő, más eszközökkel nehezen mérhető, valóban az erdei turizmus körébe tartozó látogatói mozgást regisztrálnak. A Bakonyerdő Zrt. működési területén 6 kilátóban került elhelyezésre látogatószámláló eszköz. A hat közül három (Őrtorony-kilátó, Tihany; Batsányi-kilátó, Balatongyörök, Óvár-kilátó, Szigliget) eszközei működtek folyamatosan már a járványhullámok idején, illetve azt követően is, így ezek adatai alkalmasak az összehasonlításra. Sajnos csak egyből, az Őrtorony-kilátóból állnak rendelkezésre a COVID-19 előtti (2019-es) összehasonlító adatok. Fontos megemlíteni, hogy a vizsgált kilátók látogathatósága a járványügyi vészhelyzeti időszakok alatt is biztosított volt, fizikai lezárások nem történtek a kilátókon.

A nehezen mérhető keresleti oldallal szemben áll az erdei turizmus kínálati oldala, mely összetettségéből fakadóan megint csak nehezen foglalható össze. A szolgáltatók között vannak állami szereplők (nemzeti park igazgatóságok, állami erdőgazdaságok), önkormányzatok, turisztikai vállalkozások és még adott esetben civil szervezetek is. Kiemelve a felsorolásból az állami szektort, elmondható, hogy az elmúlt években számos, az állami erdészeti részvénytársaságokhoz köthető fejlesztés valósult meg az erdei turizmus területén. A 2010-ben elindított közjóléti programok, az Országos Kékkör felújításában való részvétel és a Téry Ödön Nemzeti Turistaház-fejlesztési Program fejlesztésein túl a 2022-ben zárult VEKOP és GINOP operatív programok is hozzájárultak a kínálati oldal bővüléséhez (1. táblázat). A pályázók az operatív programok projektjeiben a Magyar Természetjáró Szövetség, a konzorciumi partnerek pedig a területen lévő állami erdőgazdasági Zrt-k. és a Magyar Turisztikai Ügynökség voltak (CZIBULA GY. – SÁRKÖZY Á. 2021.).

1. táblázat: GINOP és VEKOP finanszírozású projektek az állami erdőgazdasági Zrt.-knél

Projekt azonosító száma	Projekt megnevezése	Projekt költségvetésének összege (MFt)	Támogatás (MFt)
VEKOP-4.1.1-15-2017-00006	„Gyalogszerrel felfedezni a Börzsöny turisztikai termékkínálatát”	432,65	356,95
VEKOP-4.1.1-15-2017-00007	„Gyalogszerrel felfedezni a Budapest környéki hegységek és a Gödöllői-dombság turisztikai termékkínálatát”	1137,59	1078,97
GINOP-7.1.2-15-2017-00017	“Gyalogszerrel felfedezni Észak-Magyarország turisztikai termékkínálatát”	471,05	469,35
GINOP-7.1.2-15-2017-00018	“Somogy bejárható varázsa”	215,28	215,28
GINOP-7.1.2-15-2017-00019	“Lépésekre a Dunakanyartól”	418,41	416,25
GINOP-7.1.2-15-2017-00020	“Alpokaljai kalandozás a Sopron-Fertő térségében”	461,73	461,73
GINOP-7.1.2-15-2017-00021	“Bakancsos barangolás Bakonytól a Balatonig”	430,78	430,78
Összesen		3567,49	3429,31

forrás: MAGYAR TERMÉSZETJÁRÓ SZÖVETSÉG (2021).

### Eredmények

Bármilyen turisztikai termék fejlesztése során manapság a termék megvásárlása, igénybevétele kapcsán a turizmusban résztvevők oldalán keletkezett élmények az elsődlegesek. 2022. októberében a Pilisben végzett kérdőíves felmérések eredményei azt mutatják, hogy erdei turizmusban résztvevők döntő többsége a tartózkodása során az erdő csendjét, az erdei tájkép szépségét, továbbá a világ zajától való az elvonulás lehetőségét, a természetben töltött szabadidő élményét nevezte meg elsődleges indításként. Az elért eredményeket alátámasztják a Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030. - Turizmus 2.0 című dokumentumban lefektetett, alábbi stratégiai célok elérése is (MTÜ 2017):

- 1) hazánk kulturális és természeti kincseire épülő minőségi élménykínálat fejlesztése
- 2) egészségtudatos életmódra nevelés
- 3) természeti és kulturális értékek ökoturisztikai szemléletű társadalmi-gazdasági hasznosításának fejlesztése

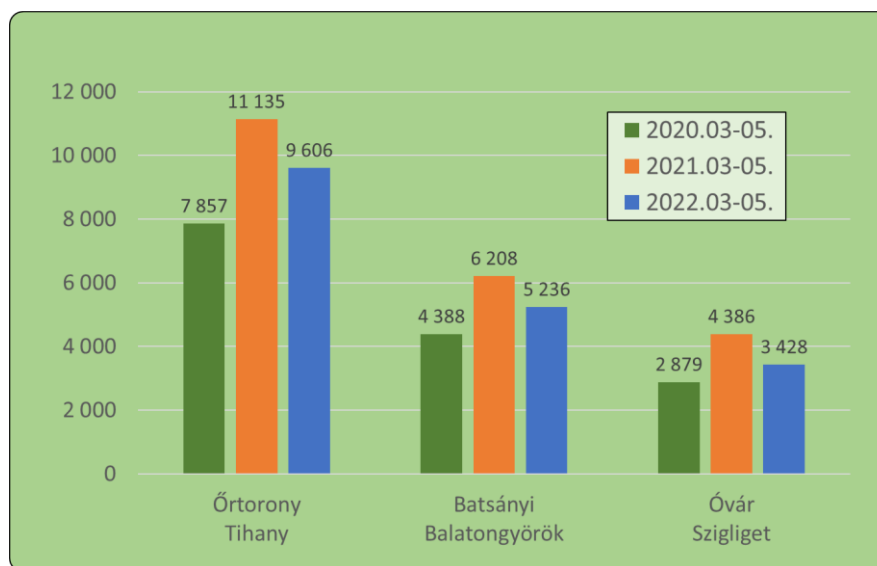
A célok elérésének eszközei:

- 1) aktív szabadidős tevékenységek népszerűsítése
- 2) aktív szabadidős tevékenységek integrált kapcsolatrendszerének kialakítása
- 3) a természetjárás különböző formáinak fejlesztése

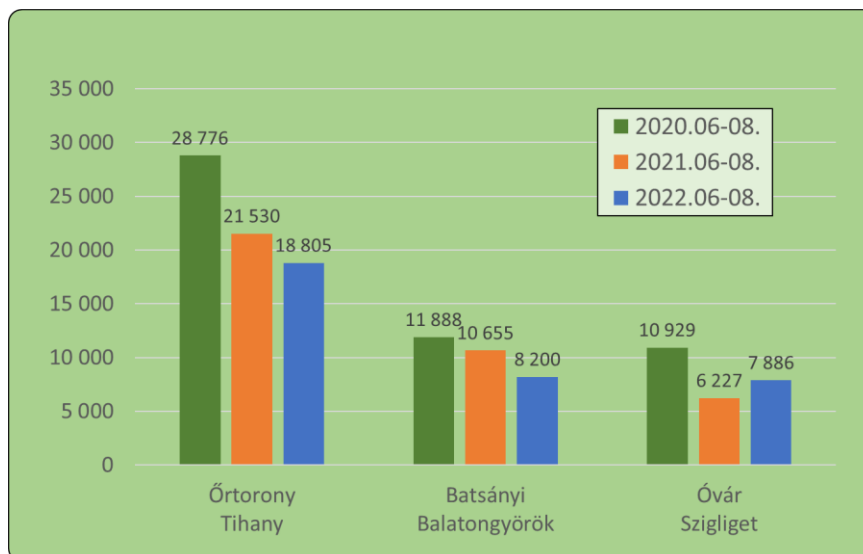
Az 1. táblázatban felsorolt fejlesztések közül az „Alpokaljai kalandozás a Sopron-Fertő térségében” című projektben megvalósult soproni Erdő Háza Ökoturisztikai Látogatóközpont és Vadaspark 2021. augusztus elején, tehát éppen a COVID-19 járványhullámok le-

csengése után nyitotta meg kapuit. Ennélfogva a létesítmény a járványhullámok erdei turizmust élénkítő, a későbbiekben is megmaradó hatásait ki tudta használni. A fejlesztési eredményeit vizsgálva elmondható, hogy új turisztikai attrakció jött létre, mely a családokra való figyelemmel lett kiépítve, továbbá a turisztikai szolgáltatások minőségi fejlesztése a tájhoz méltó, abba illő, annak hagyományait felkaroló, megjelenítő módon történt meg. A projekt során elkészített megvalósíthatósági tanulmány meglepő eredményeket hozott. A tanulmány és rávilágított arra, hogy a Sopron-Fertő turisztikai térségben, amely egyébként a turisztikai térségek fejlesztésének állami feladatairól 2016. évi CLVI. törvény alapján kiemelt turisztikai térség, kevés az ökoturisztikai attrakció, kevés a családbarát szolgáltatás és kevés az interaktív kiállítás. Ennek fényében a várakozásoknak megfelelő eredmény, hogy a létesítmény látogatóinak száma a megnyitást követő első 4 hónapban (2021. augusztus 1. és november 30. között) megközelítette a 20.000 főt (CZIBULA GY. - SÁRKÖZY Á. 2021.). A látogatói adatokat ez esetben nincs lehetőségünk összevetni a COVID-19 előtti adatokkal, hiszen a látogatóközpont a második és a harmadik járványhullám között nyílt meg.

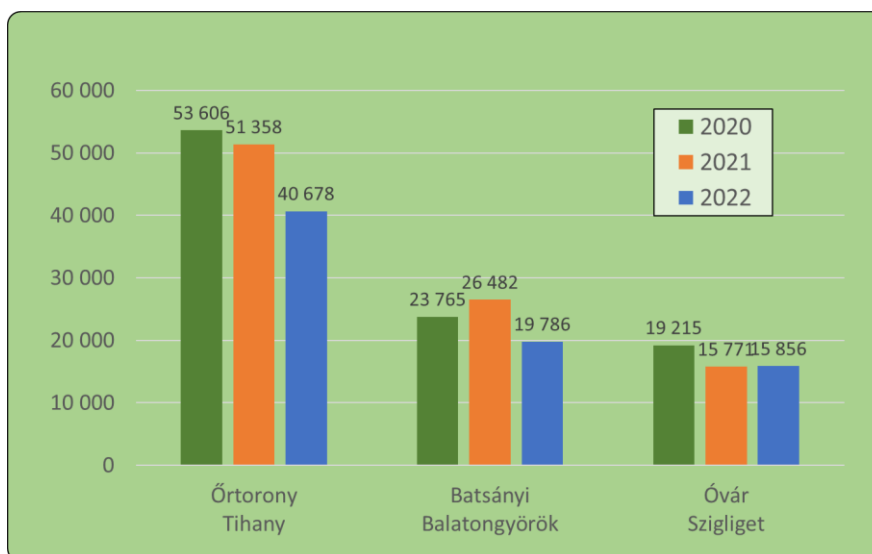
A kilátók látogatói adatai közül összegyűjtöttük három év (2020., 2021., 2022.) tavaszi (1. ábra), nyári (2. ábra), valamint egész éves (3. ábra) látogatószámait, majd összehasonlítottuk azokat. A járványügyi vészhelyzetek és az azok során bevezetett intézkedések természetesen kihatnak a látogatószámokra, ebből a szempontból az első vészhelyzeti időszak volt a legjelentősebb, mely során lakóhelyelhelyzárási tilalom is érvényben volt egy ideig.



1. ábra: A vizsgált három év tavaszi hónapjainak látogatószámjai a kilátókon (fő). Forrás: a forestvisit.hu adatai alapján, saját szerkesztés.



2. ábra: A vizsgált három év nyári hónapjainak látogatószámai a kilátókon (fő). Forrás: a forestvisit.hu adatai alapján, saját szerkesztés.



3. ábra: A vizsgált három év teljes évi látogatószámai a kilátókon (fő). Forrás: a forestvisit.hu adatai alapján, saját szerkesztés.

A 2020. év egészére nézve elmondható, hogy a COVID-19 járványhullámok alatt, az elmaradó külföldi és a csak egy napra érkező belföldi vendégek miatt, a turizmusban résztvevők száma általánosságban kb. a felére csökkent. Az aktív turizmus körébe tartozó erdei turizmus területén viszont mást tapasztaltunk. 2020-ban a kilátók látogatói adatai alapján, az első járványügyi vészhelyzet idejére eső tavaszi hónapokban itt is visszaesés volt tapasztalható: ekkor volt a legkevesebb látogató a többi évhez képest. Ugyanakkor a látogatók nyári hónapokra eső, valamint éves összlétszáma egy kivétellel (Batsányi kilátó) 2020-ban volt a legmagasabb. Ezt követően, a három kilátó 2021. évi összesített látogatószámai alig észrevehetően (3,1 %-kal), a 2022. évé pedig jelentősen (21 %-kal) maradtak el a 2020-as adatoktól.



### ***Következtetések***

Az előző fejezetben leírt, az erdei turizmus területén mért eredményeken túl az Erdő Háza Ökoturisztikai Látogatóközpont és Vadaspark a megvalósítására létrejött konzorcium jellegéből következően, a TAEG Zrt. erdei iskolájának új központjává is vált. 2021. szeptembertől a Soproni Egyetem és a TAEG Zrt. közös céljainak megfelelően a létesítmény a négy kar hallgatóinak nyújt gyakorlati oktatási lehetőséget és helyszínt számos tantárgy keretein belül. Ezen alkalmak valódi gyakorlati tudást és élményt nyújtanak a hallgatók számára, melyet a későbbiekben bővíteni és kamatoztatni tudnak. A TAEG Zrt. további célja, hogy a jelenleginél is több hallgatót és tantárgy gyakorlatát fogadja az Erdő Háza, ezzel kihasználva a komplexum nyújtott lehetőségeket és gyarapítva az erdőgazdaság kiemelt fontosságú oktatási tevékenységeinek körét. Emiatt az itt mért látogatói adatok kevésbé használhatók kifejezetten az erdei turizmus trendjeinek jellemzésére, illetve a COVID-19 okozta alakulására, már csak azért sem, mert a komplexum az első járványhullám idején még kivétel nélkül alatt volt.

A Balaton-felvidéki kilátók látogatói adatait elemezve a 2020. évre meglepő kettősség volt jellemző. A vizsgált három év közül a leglátogatottabbnak számító nyári hónapokban és összességében is, 2020-ban volt a legtöbb látogató, ugyanakkor a tavaszi hónapokban (azaz év járványügyi vészhelyzetre eső részén) ebben az évben volt a legkevesebb látogató. Ennek oka egyértelműen a lakóhelyelhagyási tilalom időleges bevezetése volt. A látogatószámok COVID-19 első éve (2020.) alatt tapasztalható növekvő tendenciája már a következő évben megállt. 2021-ben alig észrevehetően, 2022-ben viszont erősen csökkentek a számok. A lehetséges magyarázatok az alábbiak lehetnek:

- 1) Az aktív turizmus új belépői nem maradtak rendszeres erdőjárók 2020. után.
- 2) A 2022-es év nagyobb részében már a legtöbb országba enyhébb korlátozással vagy korlátozás nélkül lehetett utazni, így a Covid miatt két éve halasztott külföldi utazásokra ekkor került sor, a belföldi nyaralások és egynapos erdei kirándulások rovására
- 3) A 2022-es év időjárási szélsőségei (meleg, aszály) elriasztotta az erdőlátogatókat

Az okok összetettek, a válaszok megtalálása további kutatást igényel, melyet a Bakony területén elvégzendő látogatószámlálásával összekötött kérdőívezés lebonyolításával igyekszünk megtalálni 2023-ban.

### ***Köszönetnyilvánítás***

Köszönöm az anyag összeállításában nyújtott segítségét Patocskai-Lunk Eszternek, Jagicza Attilának és Stubán Zoltánnak, amiért a Bakonyerdő Zrt. területén, a kilátókban elhelyezett látogatószámlálók adatait hozzáférhetővé tették számomra, továbbá az ezzel kapcsolatos kérdéseimre mindig készségesen válaszoltak. Köszönet illeti ezen kívül Rác Károlyt, aki a látogatószámlálókat telepítette, azok informatikai háttérét kialakította és folyamatosan gondozza. Köszönöm a TAEG Zrt.-nek az anyag összeállításához nyújtott adatszolgáltatását, rendelkezésre állását.

### ***Irodalomjegyzék***

- BALOG V. - GEVICH-SZENDRÓDI N. (2013.): Tanulmány az erdei turizmus fejlesztésére és az idegenforgalmi lehetőségek optimalizálására az Ipoly Erdő Zrt. működési területén. Nógrád Turisztikai Közhasznú Nonprofit Kft. (2013.).
- BENKHAARD B. (2021.): Túrázók a Pilis és a Visegrádi-hegység területén: a megközelítés problémája. TURIZMUS BULLETIN XXI. évfolyam 3.szám (2021): 5-13.
- BFNPI (2018.): Jelentés a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság 2017. évi tevékenységéről, Csopák (2018.): 112-113.

- CZIBULA GY. - SÁRKÖZY Á. (2021.): A soproni Erdő Háza Ökoturisztikai Látogatóközpont és Vadaspark létrejöttének háttere. Tanulmánykötet Mészáros Károly tiszteletére, Sopron (2021.): 147-156.
- JOÓ A. (2020.): Láthatatlan turisták nyomában (interjú). TURISTA MAGAZIN 2020. MÁRCIUSI SZÁM (2020.): 17-21.
- MAGYAR TERMÉSZETJÁRÓ SZÖVETSÉG (2021): Alpokajai kalandozás a Sopron-Fertő térségében. GINOP 7.1.2-15. Aktív turisztikai hálózatok infrastruktúrájának fejlesztése c. projektet lezáró dokumentáció.
- MAGYAR TURIZMUS ZRT. (2014.): Aktív Turizmus. Szakmai segédlet turisztikai partnereknek. (2014.). 21-22.
- MAGYAR ZS. - SULYOK J. (2014.): Az ökoturizmus helyzete Magyarországon. Turizmus bulletin XVI. évfolyam 2. szám (2014.): 14-23.
- MICHALKÓ G. (2011.): Turisztikai terméktervezés és fejlesztés. E-Turizmus. Komplex megközelítésű digitális tananyagfejlesztés a közgazdaságtudományi képzési terület turizmus alap- és mesterszakjaihoz. Pécsi Tudományegyetem (2011.).
- VM (2012.): A vidékfejlesztési miniszter az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a turisztikai tevékenységek ösztönzéséhez a LEADER Helyi Akciócsoportok közreműködésével 2012-től nyújtandó támogatások részletes feltételeiről szóló 52/2012. (VI. 8.) VM. Rendelete (2012.).
- X. FONT – J. TRIBE (2000.): *Forest tourism and recreation: case studies in environmental management*. CABI Publishing, Wallingford, 2000., pp. 292.

#### Internetes források:

- MTÜ (2017.): Magyar Turisztikai Ügynökség, Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030. - Turizmus 2.0. <https://mtu.gov.hu/cikkek/strategia> 2022. 10. 28-i letöltés.
- PILISI PARKERDŐ ZRT. (2020.): Idén csúcsot döntött a Pilisi Parkerdő látogatottsága. <https://park-erdo.hu/parkerdo/iden-csucsot-dontott-pilisi-parkerdo-latogatottsaga/> 2022. 10. 26-i letöltés.
- TURIZMUS.COM (2021.): 1,6 millió látogató a hazai nemzeti parkokban. <https://turizmus.com/deszti-naciok/16-millio-latogato-a-hazai-nemzeti-parkokban-1175089> 2022. 10. 28-i letöltés

# PRECÍZIÓS ERDÉSZET – A JÖVŐ ÚTJA

## Precision Forestry – The Way of the Future

CZUPY IMRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
czupy.imre@uni-sopron.hu

### ***Kivonat***

A precíziós erdészet – az Ipar 4.0 mintájára – az IT technológia lehető legnagyobb mértékű integrálását jelenti az erdőgazdálkodásba. A számítástechnikai eszközök, a különféle mobil eszközök és applikációk fejlődése megkönnyíti az adatgyűjtést és –feldolgozást. Az infokommunikációs eszközök egymás közötti kommunikációra is képesek, így a terepen gyűjtött adatok akár emberi beavatkozás nélkül is eljuthatnak az irodába, a gépek fedélzeti számítógépére, megkönnyítve ezáltal a döntés előkészítést, a tervezést, az adatfeldolgozást, vagy az erdőben dolgozó gépek irányítását, vezérlését. Mindezek lehetővé teszik a gazdálkodás optimalizálását és a termelési folyamatok folyamatos továbbfejlesztését, a jövő útját jelölve az ágazat számára hazánkban is. A cikk a precíziós erdőgazdálkodás, a Forestry 4.0 egyes területeit mutatja be.

### ***Abstract***

Precision forestry – along the lines of Industry 4.0 – means the greatest possible integration of IT technology into forest management. The development of computing devices, various mobile devices and applications facilities data collection and processing. The information communication devices are also capable of communicating with each other, so the data collected in the field can reach the office without human intervention, to the on-board computer of the machines, whose purpose is to prepare the decision, planning, data processing, or the control of the working machines in the forest. All of these will enable the optimization of farming and the continuous further development of production processes in our country as well. The article presents some areas of precision forestry, the Forestry 4.0.

### ***Bevezetés***

Azt tartja a mondás, ha az első ipari forradalmat a gőz hajtotta, akkor a negyedik adatok szolgáltatják. Az Ipar 4.0 – a modern intelligens technológia használata a hagyományos gyártási és ipari folyamatok automatizálására – már a legtöbbször számunkra ismerős fogalom. Szinte minden iparág profitálhat az erőforrások, technológiák és eszközök átvételéből, amelyek javítják a hatékonyságot, a termelékenységet és csökkentik a kockázatokat. Ezek a forradalmian új megoldások először az ipari termelésben jelentek meg, térhódításuk azonban az utóbbi évektől kezdve visszafordíthatatlan az agráriumban, így az erdőgazdálkodásban is (FENG, Y.- AUDY, J.F., 2020). A nagy mennyiségű adathalmaz összegyűjtése, feldolgozása, az automatizálás, a gépek irányítása és vezérlése összetett és bonyolult feladat, amely komoly kihívás elé állítja az erdőgazdálkodókat. Mindeközben új, eddig soha nem tapasztalt nehézségekkel kell szembenéznie az ágazatnak, mint például a klímaváltozás, az egyre gyakoribb és hosszabb ideig tartó szárazság, a nagy területeket elpusztító erdőtüzek, a biotikus kóroki tényezők, az invazív fajok elterjedése, a hatalmas méretű viharkárok, vagy éppen a krónikus munkaerőhiány. A mesterséges intelligencia algoritmusainak összekapcsolása és a big data analitika alkalmazása ezen problémák leküzdésére óriási fejlődési potenciált jelent az erdőgazdálkodás valamennyi területén, az erdőtervezéstől kezdve egészen az erdőhasználatig, vagy éppen a feldolgozásig (MÜLLER, F. et al. 2019). Ráadásul ez a „negyedik ipari

forradalom” a területen, az ültetvényekben és az erdőkben is feltörekvő trend. Az összegyűjtött adatok rendszerezhetők, adatbázisokba szerkeszthetők, amelyek akár egymással is összekapcsolhatók. Mindezek a precíziós erdőgazdálkodás alapját képezik, elősegítve a költséghatékonyság növelését és a termelési folyamatok továbbfejlesztését az automatikus adatgyűjtéstől kezdve egészen az autonóm üzemre alkalmas gépek alkalmazásáig (HORVÁTH B.-CZUPY I., 2022).

### ***Anyag és módszer***

A precíziós erdőszet az IT technológia lehető legnagyobb mértékű integrálását jelenti az erdőgazdálkodásba. Az alábbi területeket foglalja magában:

- valós idejű környezeti monitoring – adatgyűjtés;
- internet az erdőben (IoT);
- fejlett IT-rendszerek;
- adatelemzés (LÉGÈRE, G., 2021).

Az ország erdősültsége, az erdők előfaállománya, fafaj- és kor szerinti összetétele, az állományok egészségi állapota, földrajzi elhelyezkedése – ezek mind-mind olyan adatok, amelyekről pontos nyilvántartásokkal kell rendelkezni. A pontos adatokhoz való hozzáféréshez, az adatok rögzítéséhez és feldolgozásához nyújtanak segítséget a fejlett térinformaticai rendszerek, amelyek a környezet valós idejű megfigyelését teszik lehetővé, akár többféle aspektusból is. Ezek a monitorozási módszerek a következők:

- drón technika alkalmazása;
- műholdas felvételek;
- szenzoros adatgyűjtés;
- továbbfejlesztett erdei leltár;
- földi-, műholdas- és lézer alapú (LIDAR) távérzékelés.

A *drón technika alkalmazása* már a hazai erdő- és vadgazdálkodásban is széleskörűen elterjedt módszer. Nagy előnye, hogy pontos koordinátákkal megadott helyre reptethető, vagy képes megtartani helyzetét és magasságát, továbbá az alacsony repülési magasság miatt felhős időben is használható. Nemcsak az állományadatokat feltérképezésére, hanem különböző technológiai műveletek elvégzésére is kiválóan alkalmas. Eredményesen alkalmazható például vegyszerek kijuttatására, így terület előkészítéskor bozótirtásra, illetve az ápolásban gyomirtásra (1. ábra), vagy növényvédő szerek kijuttatására is.



1. ábra: Drónok alkalmazása az erdővédelemben. Forrás: TAEG Zrt, 2022.

A koordinátakövető irányítás permetezéskor optimális vegyszerkijuttatást eredményez, megelőzhetők a szomszédos táblákban a vegyszerek révén okozott károk, illetve a kezelt



területeken a taposási kár. Az erdősítésben például az erdősültség felmérésére alkalmasak a drónok, vagy annak megállapítására, hogy megfelelőek-e fatelepítésre a terepviszonyok az adott területen. Ahol igen, ott ugyancsak drón technika alkalmazásával 2-3 méter magasból előcsíráztatott magvak földfelszínre juttatásával elvégezhető az ültetés. A frissen ültetett erdő tápanyag-utánpótlása, a növények sűrűségének, egészségügyi állapotának, víz- és tápanyag-ellátottságának ellenőrzése szintén elvégezhető a levegőből (MÜLLER, F. et al. 2019). De akár az illegális fakitermelés, vagy a falopások felderítéséhez is nagy segítséget nyújtanak. A speciális felszereltségű drónok az erdőtüzek felderítésében, lokalizálásában, illetve oltásában is fontos szerepet kapnak. Fontos megjegyezni, hogy a drónok használatának szabályait rendeletek írják elő.

A *műholdas felvételek* nagyban hozzájárulnak pontosabb erdőtérképek elkészítéséhez, illetve ezek információtartalmának jelentős növeléséhez. Vektorizált, rétegzett digitális térképeken az adatok tetszőleges stílusban jeleníthetők meg, az egyes rétegek tetszés szerint ki- és bekapcsolhatók. Például egy ortofotóval (ortogonális, térképi rendszerbe transzformált mérhető légifénykép) kiegészített erdőrészlet digitális térképe sokkal informatívabb, mint egy hagyományos, vonalas erdőtérkép. A digitális térképek átfogó keretrendszerbe foglalva nagymértékben segítik az erdőtervezési munkát. Műholdfelvételek alapján egyszerre nagy területen végezhető el például lombkorona vizsgálat, amelynek kiértékelésével pontos képet kaphatunk az erdősültség változásáról, az invazív fafajok terjedéséről stb. Ezen kívül jól beazonosíthatók például az erdőterületeken a biotikus és abiotikus kórokozók megjelenése, vagy akár a klímaváltozás hatásaira utaló jelek is.

A *szenzoros adatgyűjtés* célja különböző érzékelők (szenzorok) segítségével rendszeresen, emberi beavatkozás nélkül az erdőterületek kulcsfontosságú paramétereinek mérése és az információk vezeték nélküli kommunikáción keresztül való továbbítása egy központi platformra. Ilyen adatok lehetnek például:

- időjárás adatok, csapadék, hőmérséklet, szélereősség stb.;
- termőhely adatok, talajnedvesség, talajvízszint;
- zaj, rezgés, hanghatások stb.

Az így összegyűjtött adatok felhasználhatók különféle adatbázisok szerkesztésére, de például védelmi céllal is: az idegen hanghatások valós idejű detektálásával kiszűrhetők az illegális fakivágások, az orvvadászat, vagy illetéktelen járművek behajtása az erdőterületre.

*Továbbfejlesztett erdei leltár:* az ország erdősültségéről, az erdőt alkotó faállományról, termőhely specifikus adatokról nyilvántartásokat vezetnek, ezeket az adatokat osztályozzák és szisztematikusan rendszerezik. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával készül az erdőleltár, amely naprakész, sokrétű információkhoz enged hozzáférést. A fa értékének és lehetséges felhasználásának becslése az ökoszisztémák fenntartásához szükséges szélesebb körű információk fontos része. Ilyen adatbázisok például:

- SITEVIEWER, amelyet a NAIK ERTI fejlesztett. Az erdészeti területhasznosításról szolgáltató sokrétű adatot termőhely információs adatbázis alapján, térinformatikai rendszerben tárolt különféle térkép adatbázisok összekapcsolásával.
- NÉBIH országos erdőnyilvántartó rendszere.
- Országos Erdőállomány Adattár, amely körülbelül 5 hektár alapterületű egységek, az erdőrészek segítségével ad leírást az ország erdősültségéről és faállományáról térképi és leíró adatok formájában.
- Erdészeti Szakirányítási Információs Rendszer, amelynek adataihoz törvényileg szabályozott kereteken belül bárki hozzáférhet.

Ezeknek az adatbázisoknak naprakész, pontos információkkal való feltöltését nagymértékben segítik a modern térinformatikai és infokommunikációs rendszerek.

A faállománnyal, a faanyaggal kapcsolatos adatok terepi felmérésére szolgáló eszköz a MobileForester (2. ábra), amely egy több funkciós high-tech mérőrendszer és egy mobil-

applikáció kombinációja. Alkalmazásának célja, hogy az erdészeti mérési feladatok végrehajtását, az állomány nyilvántartást és a térképkezelést minél egyszerűbben, pontosabban egyetlen eszközzel tudjuk elvégezni. A digitális technika révén a mérési eredmények azonnal rögzítésre kerülnek, ami a későbbi felhasználásukat és kielemezésüket jelentősen megkönnyíti és átláthatóvá teszi. A felhasználó a mérési eredményeket már a helyszínen is megtekintheti. A mérések a hagyományos módszerekhez képest sokkal gyorsabban és pontosabban végezhetőek el. A készülék hat adatfajta mérésére biztosít lehetőséget:

- lézeres távolságmérés;
- élő fa átmérőjének meghatározása;
- élő fák magasságmérése a törzs megközelítése nélkül;
- köbözés, hengeres faválasztékok bütü felület átmérője;
- a rakat térfogata, a rakatban elhelyezkedő rönkök száma és mérete, valamint a tömör köbtartalma;
- egy erdőterületen található élőkakészlet mérése/becslése ([www.mobilforester.com](http://www.mobilforester.com)).



2. ábra: MobileForester. Forrás: [www.mobilforester.com](http://www.mobilforester.com)

A különféle *távérzékelési módok* lehetőséget teremtenek különböző földi állapotok, folyamatok behatóbb vizsgálatára, beleértve az erdészetben például a faállománnyal kapcsolatos, vagy a termőhelyi adatok szolgáltatását is. A nagy területen megvalósuló erdőgazdálkodás során figyelembe kell venni a környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat is, amelyekhez nagy mennyiségű térbeli adatra van szükség. Ezek beszerzése nehéz és időigényes feladat. Ehhez a folyamathoz nyújt segítséget a légi felvételeket térképpé alakító légi távérzékelés, amely a megfigyelés részletes és nagy területen gyorsan bevethető módszere. A műholdak nemcsak légi felvételek készítésére, hanem precíz helymeghatározásra is alkalmasak (GINGRAS, J.F. – CHARETTE, F. 2017). A távérzékelési rendszerek elve:

- a felszínről visszaverődő elektro-mágneses hullámok érzékelése műholdak által;
- a kapott értékek rögzítése;
- képfeltöltés különböző felbontású skálák segítségével.

Alkalmazott technológiák:

- légi hiperspektrális technológia;
- légi lézerekkelés (LiDAR) technológia;
- digitális mérőkamerás technológia;

- terepi kalibrációs mérések.

A hiperspektrális távérzékelés célja, hogy nagy információtartalmú és terepi bontású adatokat gyűjtsön a környezetünkről. A felvételek akár több száz csatornát is tartalmazhatnak, melyek egy folyamatos spektrumot alkotnak, így az emberi szem számára láthatatlan tulajdonságok is térképezhetővé válnak. Ezáltal lehetőség nyílik a látható és közeli infravörös (400-1000 nm) tartományban is különböző vizsgálatok elvégzésére. Például: más-más spektrális tulajdonságokkal bírnak a különböző fajok, a beteg és az egészséges növények. Így a rendkívül részletes légi adatokból származó spektrális egyediség/különbség segítségével akár faj vagy fajta szintű vegetáció térképezésre, valamint különböző stressz hatások és havária jelenségek felderítésére is alkalmas.

A légi lézerszkennelés (LIDAR) olyan távérzékelési technológia, amely nagy mennyiségű távmérési adatot képes gyűjteni nagyon rövid időn belül. A távolság pontos időméréssel határozható meg. A légi járműben elhelyezett szenzor lézersugarat bocsát ki a földfelszín felé, és méri a visszaverődés idejét. A légi LIDAR egyik fő előnye, hogy képes olyan területeken is mérni, ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrásigénnyel lehetne megvalósítani. A felvételezés eredménye a georeferált osztályozott pontfelhő. A légi lézerszkennelés a másodpercenként akár 500.000 visszaverődést képes detektálni, amely akár 50 mért pontot (x,y,z) is eredményezhet négyzetméterenként. A többszörös visszaverődés segítségével nagymértékű növényborítottság mellett is kaphatunk mért pontot a talajfelszínről, így akár nyári időszakban is készíthető megbízható domborzatmodell. A magas pontsűrűség (>20 pont/m<sup>2</sup>) alkalmazásával rendkívül részletes mikro-domborzat állítható elő, de a talajon található mesterséges és természetes objektumokról is részletes, mérhető kép nyerhető.

### ***Következtetések***

A Forestry 4.0 elveinek és eszközrendszerének alkalmazása idő- és költséghatékony munkavégzést tesz lehetővé az erdőgazdálkodásban is. Jelen cikkünkben a precíziós erdőgazdálkodás azon elveit és technológiáit foglaltuk össze, amelyek már a hazai erdőgazdálkodásban is markánsan jelen vannak. Az autonóm gépüzemeltetésre, robotok különböző munkaműveletekben való alkalmazására ma még jobbra külföldi példákat találunk. Ezek széleskörű elterjedése a magyar erdőkben is prognosztizálható.

### ***Irodalomjegyzék***

- FENG, Y. – AUDY, J.F. (2020): Forestry 4.0: A framework for the forest supply chain toward Industry 4.0. *Gestão & Produção*, 27(4), e5677.
- GINGRAS, J.F. – CHARETTE, F. (2017): FP innovations' Forestry 4.0 Initiative. In Bangor: 2017 Council on Forest Engineering Annual Meeting.
- HORVÁTH, B. CZUPY, I. (2022): Robotizáció az erdészeti gépesítésben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- LÉGÈRE, G. (2021): Forestry 4.0: Automation of Canada's Forest Operations. Mistra Digital Forest Conference May 20, 2021.
- MUELLER, F. – JAEGER, D. – HANEWINKEL, M. (2019): Digitization in wood supply – A review on how Industry 4.0 will change the forest value chain. *Computers and Electronics in Agriculture* 162:206-218.

Internetes források:

[www.mobilforester.com](http://www.mobilforester.com)

[www.taegrt.hu](http://www.taegrt.hu)

Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

# ADVENTÍV NÖVÉNYFAJOK A SOPRONI-HEGYSÉG LÉKJEIBEN

## Adventive plant species in forest gaps in Sopron Hills

CSISZÁR ÁGNES

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
csiszar.agnes@uni-sopron.hu

### **Kivonat**

Jelen vizsgálat a Soproni-hegység területén, átalakító üzemmódban kezelt gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőrészekben, mesterségesen kialakított lékek növényzetének négyéves vizsgálata során, az adventív növényfajok előfordulásáról szolgáltat adatokat, melyek egy a léknyitást tizenhárom évvel követő terepi bejárás tapasztalataival egészülnek ki. A vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy a lékekben az adventív növényfajok száma és borítása sem a léknyitást követő években, sem tizenhárom évvel azt követően nem jelentős. A lékekben megjelenő leggyakoribb adventív fajok közé az egynyári seprence (*Erigeron annuus*), a királydió (*Juglans regia*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a kanadai betyárkóró (*Conyza canadensis*), az amerikai keresztlapu (*Erechtites hieracifolia*) és a kanadai arany vessző (*Solidago canadensis*) tartozott.

### **Abstract**

Present study provides data on the occurrence of adventive plant species during a four-year investigation of artificial forest gaps of sessile oak-hornbeam forest in transform forest management sub-compartments (Sopron Hills, Hungary). This data are complemented by the experiences of a field study thirteen years after the gap opening. As a result of the study, it can be concluded that the number and cover of adventive plant species in the forest gaps is not significant either in the years following the gap opening or thirteen years later. The most frequent species in the vegetation of forest gaps were the following: annual fleabane (*Erigeron annuus*), Persian walnut (*Juglans regia*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), Canadian horseweed (*Conyza canadensis*), American burnweed (*Erechtites hieracifolia*) and Canadian goldenrod (*Solidago canadensis*).

### **Bevezetés**

Az elmúlt évtizedekben egyre jelentősebbé vált az erdők sokoldalú rendeltetésének biztosítása, előtérbe került a természetes folyamatokra az eddigieknél jobban támaszkodó erdőgazdálkodás szükségessége (STANDOVÁR 2006; KENDERES és mtsai 2007; SOLYMOS 2011). A természetes felújulás lehetőségeit, a természetes és mesterséges lékek növényzetének regenerációját hazánkban is számos kutatás vizsgálta, amelyek ezáltal nemcsak az erődinamikai folyamatok elméleti hátterének mélyebb megismeréséhez, de a sikeres erdőgazdálkodási gyakorlat kialakításához is jelentősen hozzájárultak (TÖRÖK 2000; TOBISCH – STANDOVÁR 2005; MIHÓK 2007; CSÉPÁNYI 2008; GÁLHIDY 2008; KENDERES 2008; KENDERES et al. 2008; TOBISCH 2009; BARTHA – PUSKÁS 2013). A folyamatos erdőborítás megvalósítása különböző erdőtársulásokban és termőhelyen természetvédelmi és erdőgazdálkodási szempontból is számos gyakorlati kérdést vet fel. Ezek közül kiemelten fontos téma a változatos fajú és megfelelő egyedszámú újulat megmaradásának biztosítása, amelyet az őshonos és adventív gyomfajok egyaránt veszélyeztethetnek.

A lékregeneráció során megjelenő fásszárú újulat vizsgálata mellett az egyes gyomfajok megjelenésének és terjedésének vizsgálata kisebb hangsúlyt kap a szakirodalomban. GÁLHIDY (2008) középhegységi bükkösök mesterséges és természetes lékjeinek vizsgálata során

az erdei málna (*Rubus idaeus*) és a földi szeder (*Rubus fruticosus*) magas borítását tapasztalata, amely következtében a lékek növényzetének fajgazdagsága csökkent. TOBISCH (2009) gyertyános-kocsánytalan tölgyesek lékjeiben végzett vizsgálatai szerint a kocsánytalan tölgy újulat (*Quercus petraea*) megmaradását elsősorban a magas kőris (*Fraxinus excelsior*), a földi szeder és a siska nádtippán (*Calamagrostis epigeios*) terjedése korlátozta. CSISZÁR és munkatársai (2013) a sárvári Farkas-erdő gyertyános-tölgyeseiben kialakított lékek vizsgálata során azt tapasztalták, hogy a lékek jelentős gyomborítása elsősorban a nem őshonos, inváziós fajok jelenlétének köszönhető. A léknyitást követő években jelentősebb borítást a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*), az amerikai alkörmös (*Phytolacca americana*), a siska nádtippán és a kanadai betyárkóró ért el. A domináns gyomfajok és újulati fajok kapcsolatát vizsgálva a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) és az amerikai alkörmös, valamint a betyárkóró és a kocsánytalan tölgy lékbeli borítása között mutatkozott negatív korreláció.

Jelen vizsgálat során a Soproni-hegység Dalos-hegyi tömbjében található átalakító üzemmódban kezelt erdőrészek lékjeinek vizsgálatával a lékregeneráció során megjelenő adventív fajokkal kapcsolatos ismeretekhez kívánok hozzájárulni a léknyitást követő négyéves vizsgálat, illetve egy tizenhárom éves terepi bejárás tapasztalatai által.

### **Anyag és módszer**

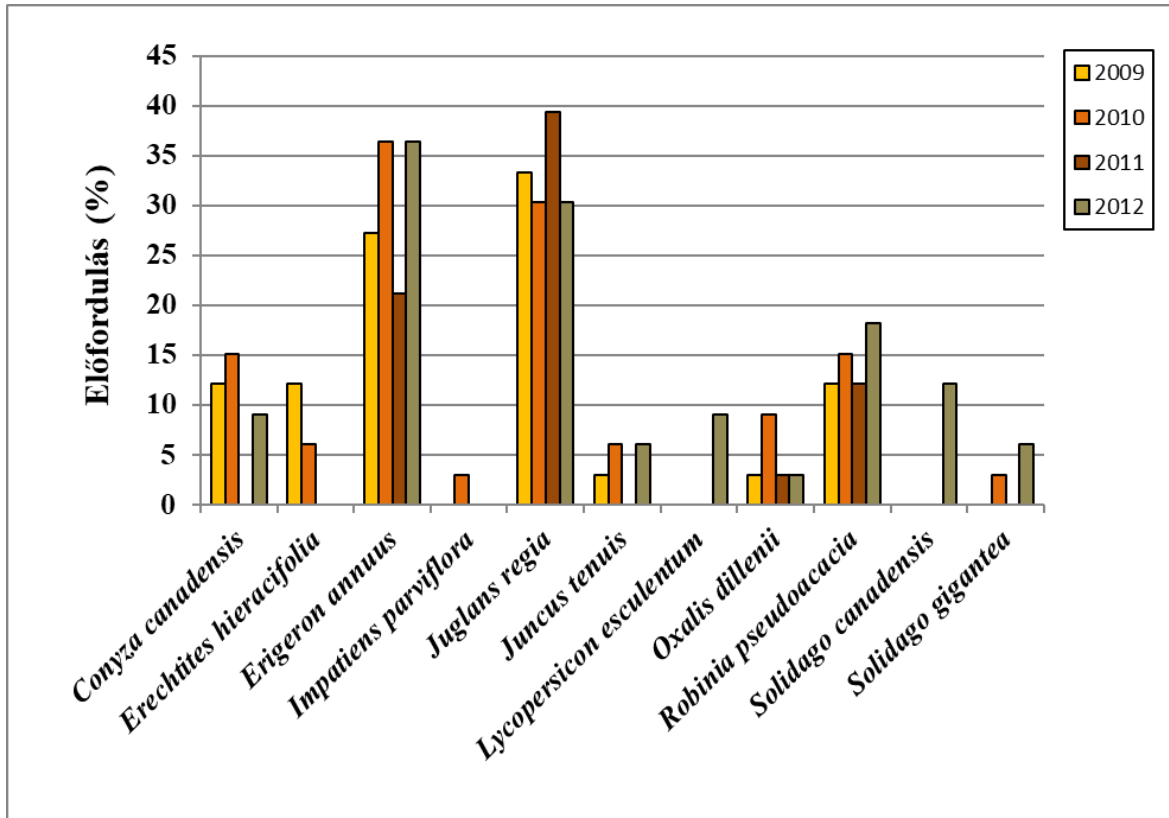
Vizsgálatainkat a Soproni-hegység területén, a Dalos-hegyen, a Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. Soproni Erdészete által átalakító üzemmódban kezelt gyertyános-kocsánytalan tölgyesben végeztük. 2009-ben az átalakító üzemmódban kezelt Sopron 79/A, 79/C, 79/G, 80/B, 81/D és 84/B erdőrészekben összesen 59 lék került kialakításra. Jelen tanulmányban kiemeltebb a 80/B erdőrészlet 33 lékjében előforduló adventív növényfajok kerülnek ismertetésre. A 80/B erdőrészlet talaja agyagbemosódásos barna erdőtalaj, termőhelye többlet vízhatástól független, az erdőrészlet keleti kitétségű, hozzávetőleg 10 fokos lejtésű. Az erdőrészlet faállományát 1914-15-ben letermelték. A felújítás során a természetes kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) újulatot közönséges lucfenyővel (*Picea abies*), erdeifenyővel (*Pinus sylvestris*) és közönséges jegenyefenyővel (*Abies alba*) egészítették ki (TAMÁS 2011). A 20. sz. második felétől a fenyők jelentős része kikerült az állományból a gyéritések és az aszályos évek következtében (MOLLAY – MOLNÁR 2011). Jelenleg az erdőrészlet domináns fafaja a kocsánytalan tölgy, de gyakori a csertölgy (*Quercus cerris*), a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), a madárcseresznye (*Cerasus avium*), a szelídgesztenye (*Castanea sativa*), a kislevelű hárs (*Tilia cordata*) és a királydió is. Továbbá előfordul a közönséges jegenyefenyő, az erdeifenyő, a mezei, a korai és a hegyi juhar (*Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*), a nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*), a fehér akác, a madár- és barkóca-berkenye (*Sorbus aucuparia*, *S. torminalis*), a bibircses nyír (*Betula pendula*), kecskefűz (*Salix caprea*), rezgő nyár (*Populus tremula*) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior*).

A lékek felvételezését 2009-től 2012-ig, azonos módszer szerint végeztük. A növényzet felmérése során a lékeket 5 hozzávetőlegesen azonos nagyságú mintaterületre osztottuk, egy központi körre, illetve a fő égtájak szerint 4 szegmensre. Ezekben a vizsgálati egységekben feljegyeztük a fajösszetételt, az összborítást, valamint a fajokhoz tartozó borítási értékeket. A lékek gyepszintjének felvételezésére nyáron, júniustól augusztusig került sor. A 2022-es terepi bejárás az említett módszertől eltérően zajlott, ekkor a 2009-ben nyitott lékek felkérésére során csak az adventív fajok jelenlétét jegyeztük fel a fajok borítási értéke nélkül. Ezért ez utóbbi felmérés a fajok borítási értékeinek összevetésére nem alkalmas, azon okból sem mivel a 2009-ben nyitott lékek területe jelentősen megváltozott, egyes lékek az erdőregeneráció hatására teljesen záródtak, míg mások területe a lékbővítések hatására jelentősen megnövekedett.



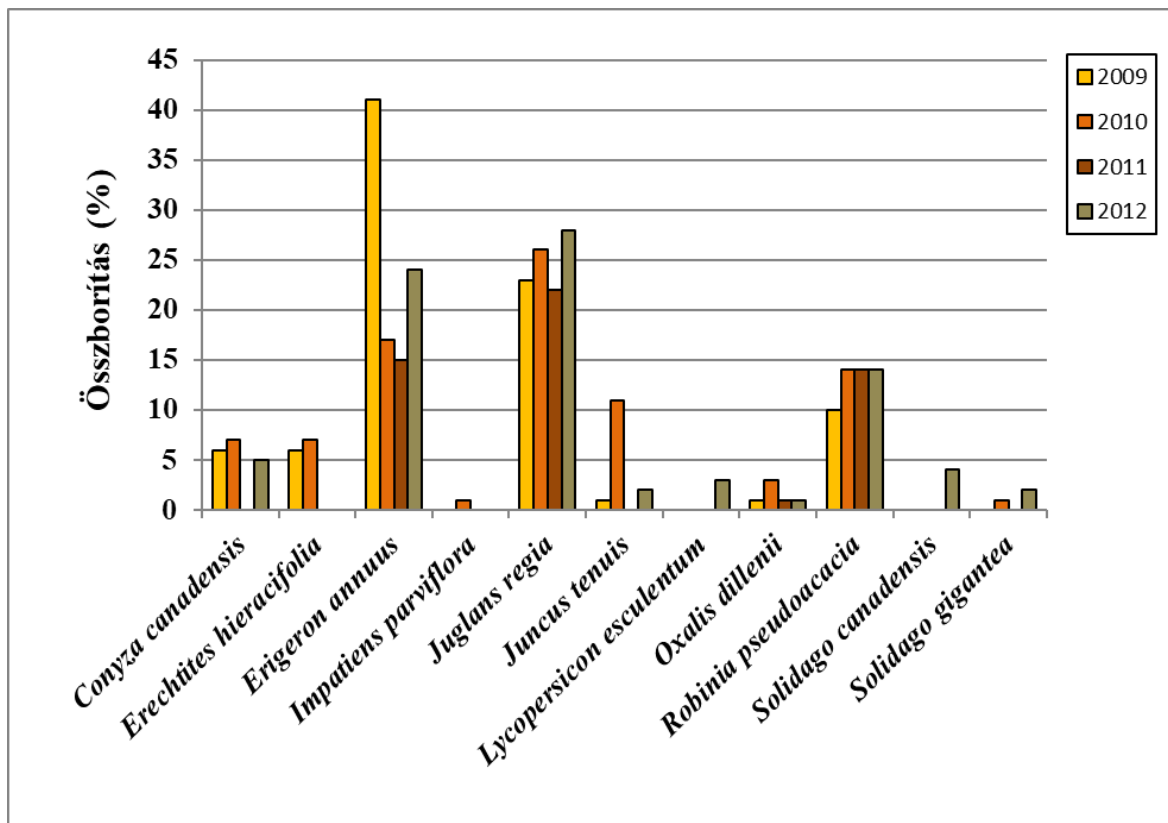
## Eredmények

Az 1. ábrán az adventív növényfajok előfordulásának gyakorisága látható a 80/B erdő-részlet összes (33 db) lékjére vonatkoztatva a léknyitást követő első négy évben. Az erdő-részlet lékjeiben a leggyakoribb adventív fajok közé az egynyári seprence és a királydió tartozott, e fajok előfordulásának gyakorisága a vizsgálat mindegyik évében meghaladta a 20%-ot, a királydió 2011-ben a lékeknek csaknem a 40%-ában előfordult. Gyakoriság tekintetében e fajokat követte a fehér akác és a kanadai betyárkóró, melyek gyakorisága elérte a lékek 15%-át, míg az amerikai keresztlapu és a kanadai aranyvessző meghaladta a 10%-ot. A többi adventív faj előfordulási gyakorisága nem érte el a 10%-ot, azaz a 33 lék közül kevesebb, mint 3 lékben fordult elő.



1. ábra: Adventív növényfajok előfordulásának gyakorisága (%) a 80/B erdő-részlet lékjeiben

Az adventív fajok összborítását vizsgálva szintén az egynyári seprence, a királydió, illetve a fehér akác ért el a többi fajhoz képest magasabb borítást (2. ábra). Az egynyári seprence borítása a léknyitást követő második évre jelentősen lecsökkent, a két fásszárú faj borítása azonban a vizsgálat mindegyik évében közel azonos maradt. A diagramon látható, hogy további fajok nem értek el jelentősebb borítást, a fajok többségének összborítása az 5%-os értéket sem érte el. Jelentős borításbeli változás a fajok esetén nem volt tapasztalható, az egyéves fajok, például az egynyári seprence, az amerikai keresztlapu és a kanadai betyárkóró borítása a szukcesszió előrehaladtával némileg csökkent.



2. ábra: Adventív növényfajok összborítása (%) a 80/B erdőrésztlet lékjeiben

A 2009-ben nyitott összes lék (59 db) fásszárú adventív fajait vizsgálva a 80/B erdőrésztletben előforduló fajokon túl a léknyitást követő években megjelent az illatos császárfa (*Paulownia tomentosa*) és a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) a 79/A erdőrésztletben. A 79/C erdőrésztletben szintén előfordult a császárfa, valamint a feketedió (*Juglans nigra*), az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*), a borbogyó (*Rubus phoenicolasius*), a közönséges hóbogyó (*Symphocarpos albus*), a kerti madárbirs (*Cotoneaster horizontalis*) és a magyallevelű mahónia (*Mahonia aquifolium*) (3. ábra). E fajok azonban rendszerint csak 1-1 egyeddel képviselték magukat a lékekben.

A 2022-es terepi bejárás a 80/B erdőrésztlet lékjeiben az egynyári seprence és a fehér akác jelenlétét mutatta ki, borításuk azonban nem volt számottevő. A 84/B erdőrésztletben szintén az egynyári seprence és a fehér akác fordult elő, a 79/A erdőrésztletben az akác és a kanadai aranyvessző, míg a 79/C erdőrésztletben a fehér akác, a kanadai aranyvessző, a borbogyó és a császárfa. Az említett fajok mindegyike csak szórványosan, alacsony egyedszámban fordult elő, a többi, korábban előforduló adventív faj jelenléte nem volt kimutatható.



3. ábra: Az illatos császárfa és a borbogyó a 79/C erdőrészlet lékjeiben  
(fotó: Csizsár Ágnes)

### ***Következtetések***

Összefoglalva megállapítható, hogy a Soproni-hegység vizsgált lékjeiben az adventív növényfajok száma és borítása sem a léknyitást követő években, sem pedig az azóta eltelt több mint tíz év során sem jelentős, így a természetes újulatot veszélyeztető tényezők között nem tartható számon. A terepi bejárások tapasztalatai és a lékekben megjelenő újulat öko-fiziológiai vizsgálatai alapján az újulat növekedést és fejlődését helyenként inkább a földi szeder (*Rubus fruticosus*) terjedése és a jelentős nyári szárazság korlátozza (SALAMON-ALBERT et al. 2014). A földi szeder újulatot korlátozó hatására középhegységi bükkösök lékjeiben GÁLHIDY (2008), míg gyertyános-kocsánytalan tölgyesek lékjeiben TOBISCH (2009) szintén felhívja a figyelmet. Ez utóbbi szerző a kocsánytalan tölgy újulat megmaradását a lékekben a földi szedren kívül elsősorban a magas kőris (*Fraxinus excelsior*) és a siska nád-tippán (*Calamagrostis epigeios*) terjedésével hozta összefüggésbe. A Soproni-hegység lékjeiben a léknyitást követő években az egyéves növényfajok, például az egynyári seprence, az amerikai keresztlapu (4. ábra) vagy a kanadai betyárkóró gyakorisága megnőtt, azonban ezek a fajok a szukcesszió előrehaladtával fokozatosan kiszorultak a lélek növényzetéből és napjainkra csak szálanként jelennek meg a bolygatott, utakkal határos területeken.





4. ábra: Egyéves fajok a lékekben: egynyári seprence, amerikai keresztlapu  
(fotó: Csiszár Ágnes)

Az évelő lágyszárúak jelenléte szintén nem volt meghatározó a lékek növényzetében, csak lokálisan, kis egyedszámban fordultak elő. A lékekben megjelenő évelő adventív lágyszárúak az egyéves fajokénál jelentősebb kompetíciós hatást gyakorolhatnak az újulatra nézve, mint ahogyan ez a sárvári Farkas-erdő lékjeiben igazolásra került a magas aranyveszsző és az amerikai alkörmös (*Phytolacca americana*) esetén (CSISZÁR et al. 2013). A Soproni-hegység lékjeiben megjelenő adventív fásszárúak közül egyedül a fehér akác terjedése volt megfigyelhető, a faj amúgy sem magas borítása azonban a sikeres erdészeti kezeléseknek köszönhetően tovább csökkent. A lékekben szórványan megjelenő fásszárú adventívek közül az illatos császárfa érdemel kiemelt figyelmet, mivel a faj hazánkban potenciálisan inváziós, egyes országokban azonban már meghonosodott vagy inváziós fajként tartják számon (ESSL 2007, BARTHA 2020). A faj a kezeléseknél köszönhetően a 79/A erdőrészlet lékjéből eltávolításra került, a 79/C erdőrészlet lékjeiben azonban néhány egyeddel megjelent. A 79/A erdőrészletben a léknyitás kezdetekor felbukkanó dísznövények (borbogyó, közönséges hóbogyó, kerti madárbirs, magyallevelű mahónia) valószínűleg a közeli kiskertes régióból, illetve a szállodai parkokból a madarak közvetítésével juthattak el a lékekbe. E fajok közül napjainkra csak a borbogyó jelenléte kimutatható, ez az ázsiai faj hazánk egyes régióiban már alkalmi neofitonként megjelent, inváziós terjedését Amerikában szintén lékekben észlelték (GORCHOV et al. 2011, KIRÁLY 2018).

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatás 2009-2012 között zajló része a Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. Soproni Erdészetének megbízásából készült, a lékek terepi felvételezésében való közreműködésükért szeretném köszönetemet kifejezni Süle Péternek és Šporčić Deánnak.

### **Irodalomjegyzék**

- BARTHA D. – PUSKÁS L. (2013): *Silva naturalis* Vol.1. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- BARTHA D. (2020): Fekete Lista. Magyarország inváziós fa- és cserjefajai. Szürke Lista. Magyarország potenciálisan inváziós fa- és cserjefajai. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.
- CSÉPÁNYI P. (2008): A tölgy és folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok* 143(10): 294-297.
- CSISZÁR Á. – ZAXNÉ SIMON E. – ZAGYVAI G. – KORDA M. – WINKLER D. – BARTHA D. (2013): Gyertyános-tölgyesben kialakított lékek gyomnövényzetének és újulatának vizsgálata a sárvári Farkas-erdőben. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 14(2): 25-42.
- ESSL F. (2007): From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Pau-  
lownia tomentosa*. *Preslia* 79: 377-389.

- GÁLHIDY L. (2008): Az aljnövényzet fajösszetételének és tömegességének változásai közephegységi bükkösök mesterséges és szeldöntés nyomán létrejövő lékjeiben. Doktori értekezés. ELTE, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest.
- GORCHOV D. L. – THOMPSON E. – O'NEILL J. – WHIGHAM D. – DOUGLES A. N. (2011): Treefall gaps required for establishment, but not survival, of invasive *Rubus phoenicolasius* in deciduous forest, Maryland, USA. *Plant Species Biology* 26(3): 221-234.
- KENDERES K. – MIHÓK B. – STANDOVÁR T. (2008): Thirty years of gap dynamics in a central european beech forest reserve. *Forestry*, 81(1): 111-123.
- KENDERES K. – TÍMÁR G. – ÓDOR P. – BARTHA D. – STANDOVÁR T. – BÖLÖNI J. – SZMORAD F. – ASZALÓS R. (2007): A természetvédelem hatása közephegységi erdeinkre. *Természetvédelmi Közlemények* 13: 69-80.
- KENDERES K. (2008): Kelet-közép európai bükkösök természetes dinamikája. Doktori értekezés. ELTE TTK, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Biológia Doktori Iskola, Budapest.
- KIRÁLY G. (2018): Alien *Rubus* species in Hungary: distribution, habitats and threats. *Dendrobiology* 80: 1-11.
- MIHÓK B. (2007): Lékek fénymintázata és növényzeti regenerációja bükkös állományokban. Doktori értekezés. ELTE TTK, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Biológia Doktori Iskola, Budapest.
- MOLLAY J.-NÉ – MOLNÁR Á. (2011): A Sopron-hegyvidéki erdők állományainak változása 1955-2005 között. In: BARTHA D. ÉS OROSZI S. (szerk.): A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság, Sopron, pp. 122-239.
- SALAMON-ALBERT É. – LŐRINCZ P. – TESZLÁK P. – CSISZÁR Á. (2014): A fásszárú újulat szén- és vízforgalmi válaszainak vizsgálata négy magyarországi lombhullató erdőtípusban – a folyamatos erdőborítás funkcionális ökológiai megközelítése. In: BARTHA D.– PUSKÁS L. (szerk.): A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata. *Silva naturalis* 6: 178-201.
- SOLYMOS R. (2011): Természetes erdőfelújítás – folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok* 151: 72-74.
- STANDOVÁR T. (2006): Biológiai megfontolások az erdei életközösségek hatékony védelméhez. *Magyar Tudomány* 6: 656-662.
- TAMÁS J. (2011): A Sopron hegyvidéki erdők történelmi fejlődése, tájleírásai a fafaj, elegyarány és korosztály viszonylatában napjainkig. In: BARTHA D. – OROSZI S. (szerk.): A Soproni-hegység erdőállományainak története. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság, Sopron, pp. 5-121.
- TOBISCH T. – STANDOVÁR T. 2005: A comparison of vegetation patterns in the tree and herb layers of a hardwood forest. *Community Ecology*, 6(1): 29-37.
- TOBISCH T. (2009): Egenletes bontáson és lékvágáson alapuló erdőfelújítás összehasonlítása gertyános-kocsánytalan tölgyesben. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron.
- TÖRÖK A. (2000): Égtájorientált, erdőtípus-érzékeny természetes felújítási rendszer. *Erdészeti Lapok* 135: 170-171.



# AGRÁRERDÉSZETI RENDSZEREKBŐL SZÁRMAZÓ MÉZ MINTÁK POLLEN-ANALÍZISE

Pollen analysis of honey from agroforestry system

DOMINKÓ EMESE, RÉTFALVI TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
dominko.emese@phd.uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A különböző növények minden esetben egyedi alakú és mintázatú, sajátos, csak az adott fajra jellemző pollenekkel rendelkeznek. Ezen tulajdonságuk lehetővé teszi az adott faj beazonosítását. A pollenek jól konzerválódnak a mézben, ezért lehetőséget nyújtanak a botanikai eredet, a földrajzi származás, a különböző környezeti szennyezések (por, korom), illetve az erjedés mértékének megállapítására. Kutatásunk során a Soproni Egyetem Botanikus kertjéből, Harkáról származó vegyes virágmézeket, valamint igazoltan agrárerdészeti területről származó akácméz mintát vizsgáltunk meg.

## ***Abstract***

The different plants have a unique shape and pattern, and they have specific pollen that is only characteristic of the given species. This property enables the identification of the given species. Pollens are well preserved in honey, so they provide an opportunity to determine the botanical origin, geographical origin, various environmental pollutions (dust pollution, soot) and the degree of fermentation. During our research, we examined mixed flower honeys from the Botanical Garden of the University of Sopron, Harka, as well as acacia honey samples from certified agroforestry areas.

## ***Bevezetés***

Az agrár-erdészeti rendszerek napjainkban megfigyelhető európai szintű terjedése életképes alternatívát jelenthet a klímaváltozással szembesülő világnak. A konvencionális mezőgazdasági termelés alternatívájaként a nagyobb biodiverzitással és kevesebb kemikália felhasználással jellemezhető rendszerek jó lehetőséget biztosítanak a minőségi termékek előállítására. Társadalmunkban egyre nagyobb szerepet kapnak a természetes eredetű bioélelmiszerek, többek között a méz is. A fogyasztók számára a méz minősége elsősorban érzékszervi tulajdonságaitól függ, ugyanakkor súlyos problémát jelentenek a méh állategészségügyben felhasznált gyógyszerek, a szerves anyagok tökéletesen égésekor keletkező policiklikus aromás szénhidrogének (PAH vegyületek), valamint a virágforrások (elsősorban repce, napraforgó) növényvédőszeres kezeléséből származó szennyezések. Az agrár-erdészeti tevékenységekbe a méhészet, mint termelőtevékenység tökéletesen illeszkedik. Az élelmiszerként felhasznált méz összetétele folyamatosan változik a tárolás során, amit a minőség ellenőrzéshez használt paraméterek (diasztáz-aktivitás, hidroximetil-furfurol (HMF) tartalom, savfok, pH és elektromos vezetőképesség) mérésével nyomon lehet követni. A kémiai összetétel mérésén túl a különböző mono- és poliflorás mézek minőségének ellenőrzése során nagy szerepet játszik a pollenanalízis (melissopalynologia) (BODÓ et al. 2021, FEÁS et al. 2010, ODDO et al. 2004, MUREŞAN et al. 2022). Alkalmazásával megállapítható a mézek növényi eredete és földrajzi származása, illetve az esetleges erjedés mértéke is. Továbbá gazdasági előnye is jelentős mivel megoldást jelenthet napjaink egyik legnagyobb problémájára, a mézhamisításra. A mézek mindig számos különböző pollenszemet tartalmaznak, melyek egy része a nektár gyűjtése során a méh testére ragadt, másik része pedig a méhek által külön csomókban gyűjtött virágpor, mely főként a méhcsalád fiasításának táplálására

szolgál. A pollen alakja, nagysága, mintázata egyedileg jellemző arra a növényre, amelyikről származik. Minden típusú természetes eredetű méznek megfelelő számú pollennel kell rendelkeznie és uralkodó mennyiségben, úgynevezett vezérpollenként a nektárforrás pollenjének kell szerepelnie. A fajtamézek minősítésében a pollenanalízis kiemelkedő szereppel bír, a gazdaságilag legjelentősebb mézek esetében számszerűsített határértékeket fogalmaz meg az idevonatkozó szabvány (MSZ 6950-3). A publikációban két általunk ismert agrárerdészeti területről származó vegyes virágméz pollenösszetételét hasonlítottunk össze egy kémiai összetétele alapján akácméznek megfelelő, de pollenösszetételét tekintve vegyes virágméznek besorolt kereskedelmi forgalomba kerülő mintával.

### **Anyag és módszer**

A vizsgált vegyes virágméz mintákat 2021. május-júniusában pergették, származási helyük a Soproni Egyetem Botanikus kertje, Harka és Nemesnádudvar. A beérkezett mintákat szobahőmérsékleten (20-21 °C), sötét helyen tároltuk a vizsgálatok megkezdéséig, amely minden minta esetében a beérkezéstől számított két héten belül megtörtént.

### **Mintaelőkészítés:**

A homogenizált mintából 50 ml-es centrifugacsőbe bemértünk 10 g mézmintát majd 20 ml desztillált vizet adtunk hozzá. A mézoldatot 10 percig centrifugáltuk (RCF=1000g), majd 3-5 perces pihentetést követően a felülúszót leöntöttük. 10 ml desztillált víz hozzáadását követően újra centrifugáltuk. A második centrifugálást követően ismét 3-5 percig állni hagytuk a mintát, majd a felülúszót leöntöttük. A centrifugacsőben lévő maradék oldatot (méz-mintától függően 20-30 µl) mikropipettával lakkfilccel előkészített tárgylemezre vittük fel egyenletesen elosztatva úgy, hogy 20 x 20 mm-es fedőlemezeket rajzoltunk körbe. Ez adta a lakkfilctollas terület keretét. A tárgylemezre felvitt mintát 40 °C-os (kézmeleg) metszet-száritó hőlapon beszárítottuk. Ezt követően a mintát 20%-os etanolban oldott bázikus fukszinnal megfestettük. Az így előkészített mintát öt napon belül ki kell értékelni. A pollenmintából a későbbi analízis céljára tartós mintát is készítettünk. Ennek során felmelegített folyékony glicerinzselatinnak vontuk be a tárgylemezen beszáradt pollen preparátum felületét (PENDLETON, 2006).

A kvalitatív pollenanalízis során 300-500 pollen számlálása és azonosítása szükséges fénymikroszkóp 400-szoros nagyítása mellett. A relatív pollengyakoriság meghatározása az alábbi összefüggések alapján történt:

A vizsgált növényfajok teljes relatív gyakorisága:

$$X_p = \frac{A \times 100}{n}$$

A botanikai eredet megítélésakor a nektármentes növények pollenszámát ki kell vonni:

$$X_p = \frac{A \times 100}{n - n'}$$

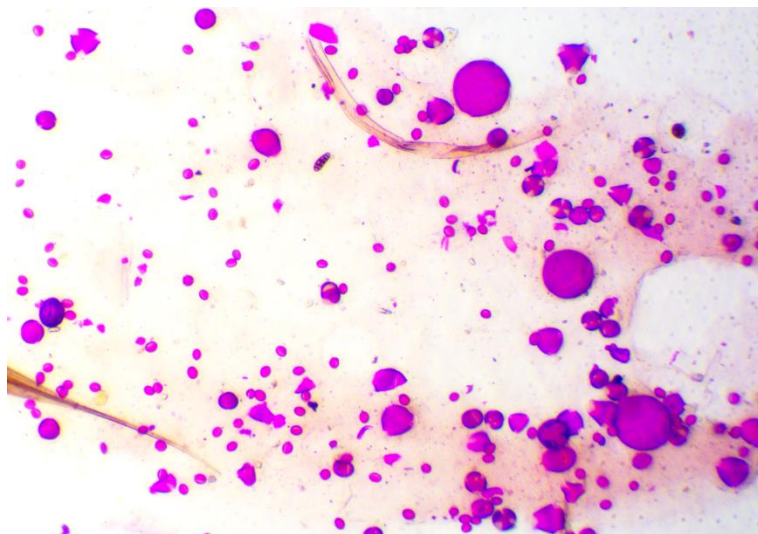
- ahol,
- $X_p$ : A beazonosított növényfaj pollenjének relatív gyakorisága %-ban kifejezve
- A: A beazonosított növényfaj pollenjének darabszáma
- n: Az összes számolt pollenszemcse darabszáma
- n': A nektármentes pollenek pollenszemcséinek darabszáma

A pollenanalízishez fénymikroszkópot alkalmaztunk (Carl ZEISS Axio Imager 2)

### **Vizsgálati eredmények**

1. táblázat: Soproni Egyetem Botanikus kertjéből származó virágméz (2021. 05. 22.) pollenanalízisének eredményei

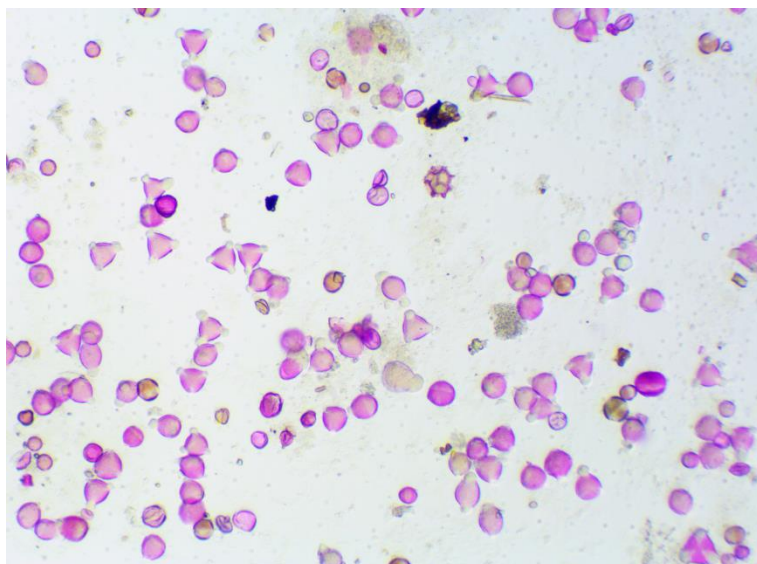
Vizsgált minta	Soproni Egyetem Botanikus kert (2021. 05. 22. pergetés)
A vizsgálat ideje	2021. 08. 16.
Megszámolt pollenszemek száma	1000
Nektárt adó növényfajok	- szelídgesztenye pollen 40 % - repce pollen 21 % - vadgesztenye pollen 4 % - fűz fajok pollenje összesen 5 % - juhar pollen 3 % Egyéb fajok: 24% - sárga fagyöngy - <i>Rosaceae</i> gyümölcsök (vadszeder, almafélék, <i>Prunus</i> fajok) - bálványfa - veresgyűrű som - fagyal - magyal - akác - here fajok - kislevelű hárs - kutyabenge - vadszőlő
Nektármentes növényfajok	A mintára vonatkoztatva 3%: mocsárciprus, fekete bodza, lórom, sás fajok, dió, lonc
Egyéb	Sok édesharmat elem található a mintában.
Értékelés	A méz fajtajellege <b>vegyes virágméz</b> , mivel nincs vezérpollen.



1. ábra: A Soproni Egyetem Botanikus kertjéből származó vegyes virágméz mikroszkópos képe 100-szoros nagyításon (Saját fotó)

2. táblázat: Agrárerdészeti területről származó akácméz pollenanalízisének eredményei

Vizsgált minta	Agrárerdészeti területről származó akác (A beérkezés dátuma: 2021. 09. 09.)
A vizsgálat ideje	2021. 09. 15.
A megszámlált pollenszemek száma	800 db
Nektárt adó növényfajok	<ul style="list-style-type: none"> <li>- akác pollen 19 %</li> <li>- repce pollen 15 %</li> <li>- gyalogakác pollen 9 %</li> <li>- mézontófü (facélia) pollen 9 %</li> <li>- lepényfa pollen 5 %</li> <li>- fűz pollen 4 %</li> </ul> <p>Egyéb fajok 29 %:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Boraginaceae</i> (6 %)</li> <li>- <i>Rosaceae</i> gyümölcsök 8 % (<i>Prunus</i> fajok, almafélék, szeder, gypúrózsa)</li> <li>- <i>Fabaceae</i> fajok (vörös here, fehér here)</li> <li>- <i>Asteraceae</i> fajok (aranyvessző, napraforgó, pongyola pitypang)</li> <li>- veresgyűrű som</li> <li>- ezüstfa</li> <li>- zsálya</li> <li>- vadgesztenye</li> </ul>
Nektármentes növényfajok	A mintára vonatkoztatva 10 %: pipacs, ürömlevelű parlagfű, fenyő, nyír, ibolya
Egyéb	A minta növényfajokban gazdag, édesharmat elemek is találhatóak benne. A mintában az akáccal egy időben virágzó fajokon kívül nyári virágzású fajok is megtalálhatóak.
Értékelés	<b>A minta akácpollen tartalma 18 %</b> , amely a Magyar Élelmiszerkönyv 2-100. számú irányelve (Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott mézfélék) szerinti legalább 15%-os határértéket eléri. Ennek alapján <b>akácméznek minősíthető</b> . Azonban nagy pollensűrűsége, növényfajokban való gazdagsága és édesharmat-tartalma nem jellemző az akácmézre, ezért <b>vegyes virágméz</b> kategóriába sorolható.

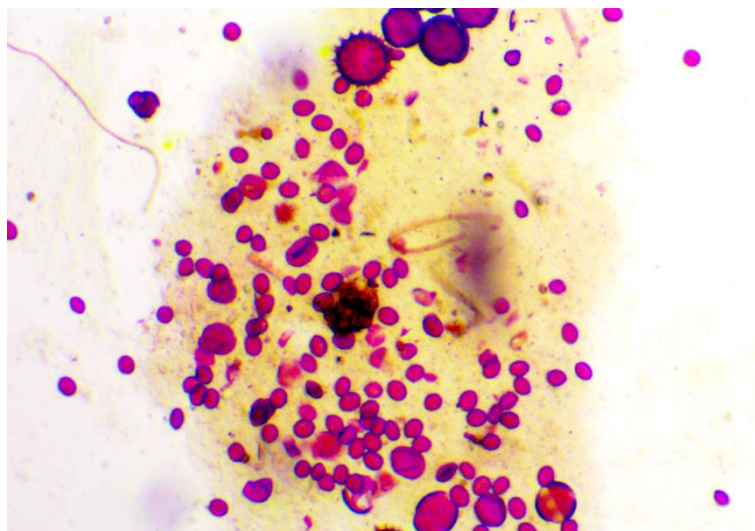


2. ábra: Az agrárerdészeti területről származó akácméz mikroszkópos képe 100-szoros nagyításon (saját fotó)

3. táblázat: Harkáról származó vegyes virágméz (2021. 06. 22.) pollenanalízisének eredményei

Vizsgált minta	Harka vegyes virágméz 2021. 06. 22.
A vizsgálat ideje	2021. 09. 23.
A megszámlolt pollenszemek száma	600
Nektártartó növényfajok	-szelídgesztenye pollen: 46% -repce pollen: 11% -akác pollen: 12% -Egyéb fajok: (23%) - <i>Boraginaceae</i> - <i>Rosaceae</i> gyümölcsök 5 % ( <i>Prunus</i> fajok, almafélék, szeder, gyepűrózsa) - <i>Fabaceae</i> fajok (vörös here, zanót, szarvaskerep) - <i>Asteraceae</i> fajok (aranyvessző, pongyola pitypang, bakszakáll) - facélia - kutyabenge - szőlőfajok - szamóca - kígyószisz - nebáncsvirág
Nektármentes növényfajok	A mintára vonatkoztatva 8 %: pipacs, libatop, disznóparéj, fenyő, fekete bodza, fagyöngy, dió
Egyéb	A minta növényfajokban gazdag, sok édes-harman elem található benne.
Értékelés	A méz fajtájellege <b>vegyes virágméz.</b>





3. ábra: A Harkáról származó vegyes virágméz mikroszkópos képe 100-szoros nagyításon (Saját fotó)

### **Következtetések**

A vizsgálatunk eredményeképpen elmondható, hogy a pollenanalízis elvégzése mind kutatási, mind gazdasági szempontból fontos jelentőséggel bír, mivel olyan összefüggésekre mutat rá, amelyeket más analitikai vizsgálatokból nem láthatunk.

Az akácméz esetében gyakran minőségromláshoz vezethet, ha kedvezőtlen a virág nektártermelése. Ennek oka lehet például az aszályos időszak. Ilyen esetekben a méhek kedvezőbb méhlegelőt keresnek, melynek hatására az akácméz más növények mézével keveredhet. Ezek a folyamatok a méhészek hibájától függetlenül valósulnak meg. Gyakran beltartalmi értékeik alapján (HMF-tartalom, savfok, pH, elektromos vezetőképesség, diasztáz aktivitás), illetve színük, illatuk alapján is akácméznek tekinthetők, ugyanakkor pollenösszetételük szerint már a vegyes virágméz kategóriába sorolhatók. Hazánkban sokszor egy időpontba esik és komoly elvonó hatással rendelkezik a nagy mezőgazdasági területeken termesztett repcének a másodvirágzása. Ezért nem jelent garanciát az sem a méz minősége szempontjából, ha a méhész akácerdőbe települt.

### **Irodalomjegyzék**

- BODÓ A. – RADVÁNYI L. – KŐSZEGI T. – CSEPREGI R. – NAGY D.U. – FARKAS Á. – KOCSIS M. (2021): Quality evaluation of light- and dark-colored Hungarian Honeys, focusing on botanical origin, antioxidant capacity and mineral content. *Molecules*, (26): 2825
- FEÁS, X. – PIRES, J., IGLESIAS, A. – ESTEVINHO, M.L. (2010): Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chem. Toxicol.* (48): 3462-3470
- MUREȘAN, C.I. – CORNEA – CIPCIGAN, M. – SUHAROSCHI, R. – ERLER, S. – MĂRGĂOAN, R. (2022): Honey botanical origin and honey-specific protein pattern: Characterization of some European honeys. *LWT-Food Sci. and Technol.*, (154): 112883-112893
- ODDO, L.P. – PIANA, L. – BOGDANOV, S. – BANTABOL, A. – GOTSIOU, P. – KERKVLIT, J. – MARTIN, P. – MORLOT, M. – ORTIZ VALBUENA, A. – RUOFF, K. – VON DER OHE, K. (2014): Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie*, (35): S82-S93
- PENDLETON, M. (2006): Descriptions of melissopalynological methods involving centrifugation should include data for calculating Relative Centrifugal Force (RCF) or should express data in units of RCF or gravities (g). *Grana*, 45(1): 71-72

### **Szabvány hivatkozás:**

MSZ 6950-3: Méz. Mikroszkópos vizsgálat

# A CSÉRI HULLADÉKLERAKÓ MONITORING RENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA

Examination of landfill monitoring system in Csér

ELEKNÉ FODOR VERONIKA, KERESE ANDRÁS, POLGÁR ANDRÁS  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A hulladéklerakással történő ártalmatlanítás komplex környezeti hatásai miatt mind a magyar, mind az Európai Unió jogalkotás szigorúan szabályozza a tevékenységet. A szabályozás egyik legfontosabb eleme az lerakókhoz kapcsolódó megfigyelőrendszer, amely segítségével az ártalmatlanított hulladék okozta kedvezőtlen környezeti hatások megelőzhetőek. Kutatásunkban az STKH Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. által üzemeltetett Cséri Hulladékkezelő Központ hulladéklerakójának monitoring rendszerét vizsgáltuk. A rendszer adatainak feldolgozása alapján bizonyítást nyert, hogy a lerakó műszaki védelme megfelelően működik. A lerakó szigetelése védelmet nyújt a keletkező csurgalékvíz környezetbe jutása ellen és a depónia változásai nyomon követhetőek.

## ***Abstract***

Due to the complex environmental effects of waste disposal by landfilling, both Hungarian and European Union legislation strictly regulates the activity. One of the most important elements of the regulation is the monitoring system connected to landfills, which can be used to prevent adverse environmental effects caused by disposed waste. In our research, we examined the monitoring system of the landfill of Cséri Hulladékkezelő Központ operated by STKH Sopron and Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. Based on the analysis of the system data, it was concluded that the technical protection of the landfill is working properly. The insulation of the landfill protects against the leakage of the resulting leachate into the environment, and changes in the landfill can be monitored.

## ***Bevezetés***

A természeti erőforrások növekvő mértékű kitermelése, és az így felgyorsuló termelési és fogyasztási tevékenység hatására az iparosodás óta egyre nagyobb mértékben kerül hulladék a környezetünkbe. A települési hulladéokra vonatkozó célkitűzés 10% alatti arányt határoz meg lerakással kapcsolatban, ami Magyarországon jelenleg 49% (URL 1). Bár hazánkban az egy főre eső hulladéktermelés 2016-ban az EU átlaga alatt volt és 2005 óta csökkenő tendenciát mutat, az újrahasznosítás nem megfelelő aránya és a hulladékhierarchia kevésbé preferált megoldásainak gyakori alkalmazása miatt a probléma továbbra is aktuális. A lerakott hulladék a természetes körfolyamatokba nem kapcsolódik be, azokban zavart okozhat, vagy az emberi egészséget, illetve a környezetet közvetlenül károsíthatja. E komplex környezeti hatás miatt alapvető fontosságú megakadályozni az egyes hatásviselők tűrőképességét és öntisztulási képességét meghaladó terhelést a megfelelő jogi és műszaki szabályozás segítségével.

A hulladéklerakás konkrét jogi szabályozását a 20/2006. (IV.5.) KvVM rendelet látja el. A rendelet hatálya kiterjed a 2012. évi CLXXXV. törvény hatálya alá tartozó, lerakással ártalmatlanítható hulladékra, a hulladékok lerakására, a lerakó létesítésével, üzemeltetésével, rekultivációjával, utógondozásával és engedélyezésével kapcsolatos tevékenységekre,

valamint a műszaki védelem nélkül létesített hulladéklerakó felülvizsgálatára, üzemeltetésére és rekultivációjára. A hulladéklerakók üzemeltetése és utógondozása során működteendő monitoringrendszer részletes szabályozásával a rendelet 3. melléklete foglalkozik. Az említett jogszabály megadja a monitoring során mérendő paramétereket, a mérések gyakoriságát a működési és az utógondozás szakaszban is.

A monitoring valójában egy szisztematikus, objektív mérésen alapuló információgyűjtés és -feldolgozás a környezetről, illetve a környezet valamely eleméről azon célból, hogy a környezetben végbemenő változások nyomon-követhetők legyenek, és egyúttal adatokat biztosít a környezetváltozás prognosztizálására szolgáló környezetmodellezés számára (DOMOKOS, 2014). Ha a figyelőkutak nem működnek megfelelően, a szükséges intézkedések nem tehetők meg időben, így a talajvíz és a rétegvíz csurgalékvíz általi szennyeződése várható. Ezért is kiemelten fontos a már meglévő rendszerek folyamatos ellenőrzése, felülvizsgálata.

### ***Anyag és módszer***

Kutatásunkban a Csér közigazgatási területén működő hulladékkezelő és hulladéklerakó telephely B3 típusú lerakójához kapcsolódó monitoring tevékenységet vizsgáltuk. Az idősoros adatok elemzését a jegyzőkönyvek és a telephelyen történt adatgyűjtés alapján végeztük el. Célunk a monitoring mérések eredményei alapján az esetleges határérték túllépés kimutatása, továbbá a megfigyelőrendszer hibáinak, a szigetelőrétegek sérüléseinek feltárása volt.

A Cséri hulladéklerakó 2013-2014-ben létesült, majd 2014-ben kezdték meg a lerakást. A telephely tulajdonosa a Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft.. A létesítmény technológiai folyamatai közé az ömlesztve gyűjtött települési szilárd hulladék mechanikai előkezelése, valamint a nem kinyerhető és energetikailag nem hasznosítható anyag lerakással történő ártalmatlanítása tartozik. A hulladéklerakó területén a jogszabályi előírásoknak eleget téve talajvízfigyelő kutakat telepítettek, geofizikai monitoring rendszert működtetnek, illetve mechanikai megfigyeléseket végeznek.

A lerakó és az egyéb létesítmények talajra és talajvízre gyakorolt hatásának, valamint a szigetelőrendszer meghibásodásának ellenőrzésére a talajvízáramlás irányának és a talajvíz szintjének figyelembevételével 6 db talajvízfigyelő mintavételi kút került kivitelezésre. A létesítmény üzembe helyezése előtt a talajvíz észlelő kutak „0” állapot rögzítését végezték el fémekre (Cr, Zn, Cd, Cn, Pb), baktériumokra és a talajvíz nyugalmi vízszintjére vonatkozóan. Mintavételkor a kutak vízszintjének észlelése után a mintavétel szivattyúzással történik. A szivattyúzás során a kúttérfogat háromszorosának megfelelő vízmennyiség kiemelése után kell mintázni, mivel a kútban lévő pangó vízoszlop nem reprezentálja megfelelően a talajvizet. A tisztító szivattyúzás során ügyelni kell arra, hogy a cső belső falán a víz ne folyék vissza, továbbá, hogy a szivattyúzás a lehető legkisebb vízszintcsökkenést okozza.

A hulladéklerakó létesítésekor és üzemeltetésekor az egyik legfontosabb környezetvédelmi követelmény a lerakótér medencéjének megfelelő szigeteléssel való ellátása, hogy a hulladékon átszivárgó víz ne szállítson szennyezőanyagokat a környezet felé. A lerakóhoz 2013-ban épült ki a geofizikai monitoring rendszer. Az alkalmazott geofizikai módszer alapja, hogy az elektromosan szigetelő plasztikus fólia megakadályozza az áramvezetést a medence anyaga és a környezet között. Mivel a HDPE fólia elektromosan tökéletes szigetelőnek minősül, ha nem folyik áram, akkor a fólián nincsen hiba. Ha a fólia két oldala közt gerjesztés történik, és a szigetelő fólián hibák vannak, akkor a talajnedvesség miatt áramvezetés jön létre a hibahelyen. A hiba általában pontszerűnek tekinthető, ezért a potenciáltérkép értelmezéséhez pontforrásmodellt használnak. A hibahely környékén a potenciáltér koncentrikus körökhöz hasonló képet mutat. A fólia esetleges hibáit a potenciáltérképen tapasztalható kiugró, koncentrikus jellegű anomália jelzi. Az egymáshoz közeli hibák hatása összeadódhat a potenciáltérképen, míg a nagyobb hibák elfedhetik a kisebbek hatását. Miután a

hiba hozzávetőleges helyének meghatározása megtörtént, következik a pontos hely detektálása. Ehhez az egyik gerjesztő elektródának ki kell választani a hibahelyhez legközelebb eső szenzor elektródáját, a másik gerjesztő elektródát a medence anyagába kell elhelyezni a vizsgált területtől a lehető legtávolabbi helyen.

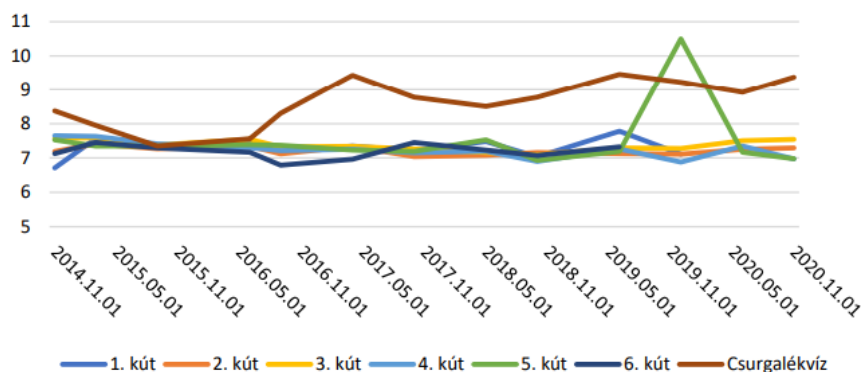
Az üzemelés során a lerakó felszíne a hulladék töltése miatt folyamatosan emelkedik. A depóniamagasság figyelemmel kísérésére évente történik geodéziai magasságmérés a Balti-tengerhez viszonyítva, összesen hat pontban.

## Eredmények

### A talaj és csurgalékvíz monitoring eredményei

Kutatásunkban elsőként a talaj és csurgalékvíz monitoring idősoros adataira támaszkodva vizsgáltuk a megfigyelőrendszer működését és eredményeit. A talajvíz kutakból (6 kút) és a csurgalék- ill. csapadékvízgyűjtő medencékből az első mintavétel 2014 novemberében illetve 2015 januárjában történt. Az egyes kutakban (1. és 6.) a hiányzó adatokat a kút kiszáradása okozza. A következőkben a jogszabályban rögzített 9 jellemző időbeli változását, és a változások lehetséges okait mutatjuk be.

Az 1. ábrán a pH-érték változása látható. A talajvíz kémhatása a kutakban a vizsgált hat év során nagyrészt a 6,5 és 7,8 közötti intervallumban marad, ami gyengén savanyú/semleges/gyengén lúgos kémhatást jelent. Az 5. kút 2019. decemberben mért értéke (10,5) jelentős kiugrást mutat. Ez lehet mérési hiba, de lehet természetes eredetű is, például nátrium-sók és nátriumionok hatása, vagy talajjavítás céljából használt, kalcium- és magnézium-sókat tartalmazó műtrágyázás. E kiugró értéknek a két szomszédos érték átlagával való eltávolítása után is enyhe savasodás figyelhető meg a hat év során 7,3-ról 7,2-es pH-értékre, ami a hidrogénion-koncentráció 21,5%-os csökkenését jelenti.



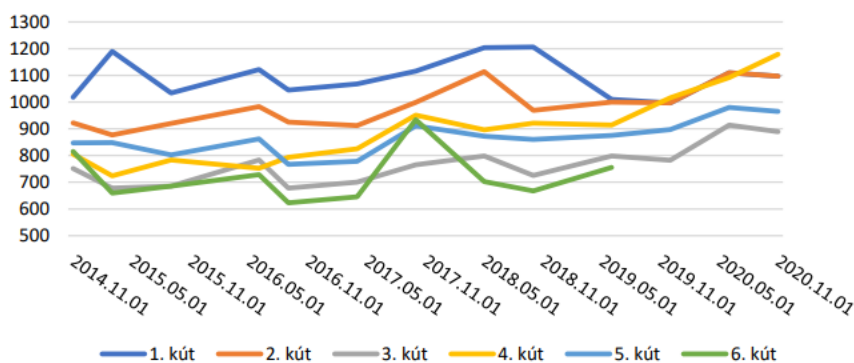
1. ábra: A talajvíz és a csurgalékvíz pH-értékének változása

A csurgalékvíz kémhatása másfél évvel a lerakás megkezdése után gyors növekedésnek indult, ami a várható növekedés mértékénél jelentősebb, mivel az öt évnél fiatalabb lerakók csurgalékvizének kémhatása jellemzően 6,5-7,5 között változik. A 9 feletti pH biodegradáció szempontjából kevésbé előnyös. A grafikon ennek ellenére jól illeszkedik a depóniagáz és a csurgalékvíz keletkezéséhez hozzájáruló kémiai és biológiai folyamatok által meghatározott fázisokhoz. A kezdeti szakaszban a mikroorganizmusok aerob szervesanyag lebontása, majd az acetogén erjesztő baktériumok a csurgalékvíz pH-ját csökkentik. A létrejövő szerves savak biztosítják az alacsonyabb kémhatást. Ezután a pH növekedésnek indul a zsírsavak csökkenéséből adódóan. A metánfázisban a mikroorganizmusok a szerves anyagokat szén-dioxidra és metánra alakítják, ami további lúgosodáshoz vezet (BOE, 2006).

A víz vezetőképességét elsősorban a benne oldott sók és karbonátok koncentrációja határozza meg, így a talajvíz és a csurgalékvíz vezetőképességének vizsgálatakor ezeknek a

komponenseknek a vízben való előfordulását is érdemes vizsgálni. A 2. ábrán látható, hogy a kutak többségében az elmúlt hat évben a vezetőképesség stagnált vagy enyhén növekedett. Ezzel párhuzamosan a sóképző anyagok közül a magnézium koncentrációja a 4-es kútban mutatott egyértelmű növekedést, ami magyarázhatja a 4-es kút vezetőképességének ~28%-os növekedését 2018 és 2020 között. A kutak vízében mért 600-1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  értékű vezetőképesség sós/közepesen sós talajra utal. Ebben a tartományban a legtöbb természetett növény fejlődése már gátolt, csak a sótűrő növények növekedése és termése megfelelő.

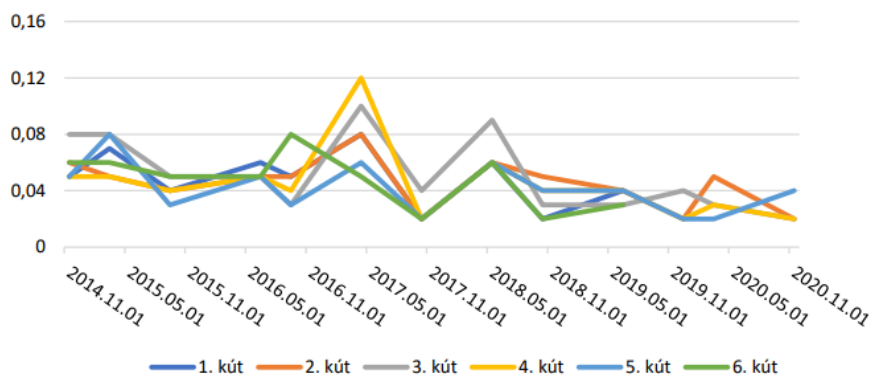
A sóképző anyagok koncentrációjának és a csurgalékvíz vezetőképességének növekedése között sokkal erősebb az összefüggés, itt ugyanis a vezetőképesség 98%-os növekedése következett be.



2. ábra: A talajvíz vezetőképességének változása ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

A talajvízben a nitrogén elsősorban nitrát formájában van jelen. A nitrát és a többi nitrogénforma egymáshoz való viszonya a talajvíz hőmérsékletétől, oxigéntartalmától, pH-jától és a mikroorganizmusok aktivitásától függ.

Az ammónium-ion az egyik leggyakoribb szennyező a felszín alatti vizek esetében. A környező talajvízben, ahogy a 3. ábra mutatja, az ammónium-ion koncentrációja a határértéként meghatározott 500 mg/l koncentráció századrészét sem éri el. Az értékek jól kivehető ciklikussága a növényeknek a téli és a vegetációs időszakban eltérő nitrogén-felhasználásával és nitrogénciklusával magyarázható. Mivel az egyes kutak értékei együtt mozognak, a diffúz forrás jellemző. A csurgalékvíz ammóniumion-koncentrációja a talajvízben mérttel nem korrelál, valamint egyértelmű trend sem figyelhető meg.

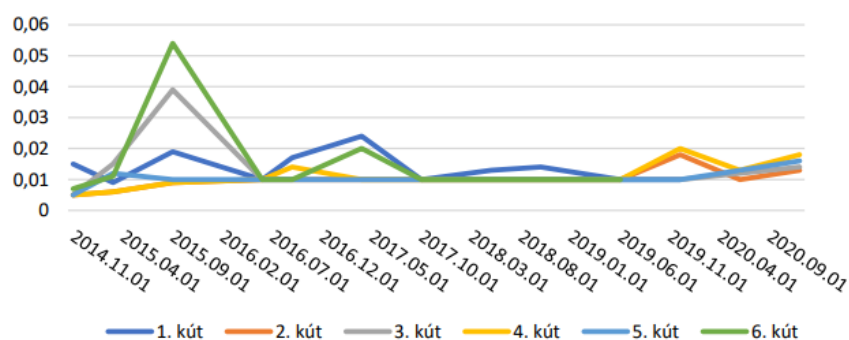


3. ábra: A talajvíz ammónium-koncentrációjának változása (mg/l)

A talajvíz nitrit-koncentrációjának határértéke 0,5 mg/l. A 4. ábrán látható, hogy a talajvízben ezt a kiugró 6-os és a 3-as kút kiugró értékei sem közelítik meg. A nitrit felhalmozódását akadályozza, hogy a nitrifikáló Nitrobacter hatására gyorsan nitráttá oxidálódik (TAKÁCS, 2011). A talajvízkutakban mérthez hasonlóan a nitrit koncentrációja a csurgalékvízben is

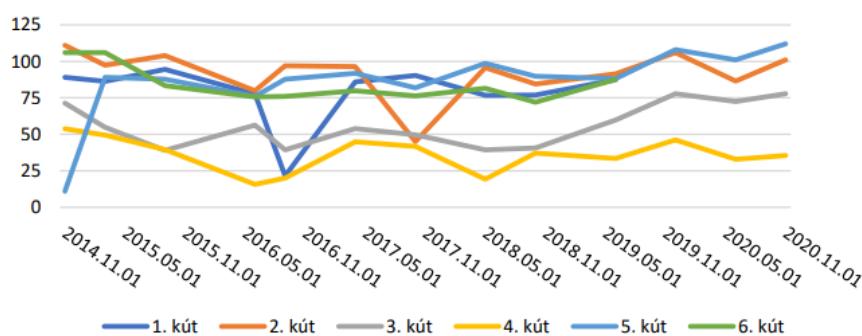


alacsony, viszont nem korrelál a talajvizével. A nitrit nitráthoz képest jelenlévő alacsony koncentrációja arra is enged következtetni, hogy a jelenlévő nitrát korábbi szennyezésből származik, a nitrit ez idő alatt eloxidálódott.



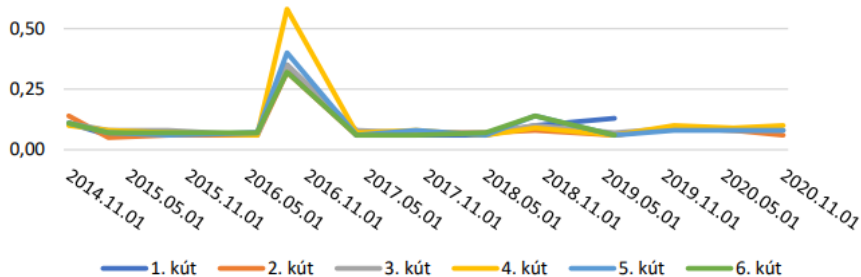
4. ábra: A talajvíz nitrit-koncentrációjának változása (mg/l)

A vonatkozó rendelet határértéke nitrátra vonatkozóan 50 mg/l, amit a vizsgált talajvíz értékei a kutak nagy részénél meghaladnak (5. ábra). A talajvízben mért magas értékek nagy valószínűséggel a környező területeken folyó mezőgazdasági tevékenységnek tulajdoníthatók. A monokultúrás növénytermesztés során használt nitrogénműtrágyákban lévő nitrát-ion a talajkolloidok felületén kevésbé kötődik meg, ezért található meg nagyobb mennyiségben a talajvízben és a talajoldatban, a talaj savanyodását okozva. A csurgalékvíz nitrát-koncentrációja tartósan alacsony és a koncentráció maximuma is jóval alacsonyabb a kutakban mértekkel, a talajvíz csurgalékvíz okozta nitrátszennyezése kizárható.



5. ábra: A talajvíz nitrát-koncentrációjának változása (mg/l)

A foszfátokra vonatkozó határértéket csak 2016 őszén haladta meg a 4. kút (6. ábra). A koncentrációnövekedés egyszeri, és kisebb mértékben a többi kútnál is jelentkezik, ami pontosított szennyező forrásra utal a telephely délnyugati oldalától északkelet felé csökkenve.

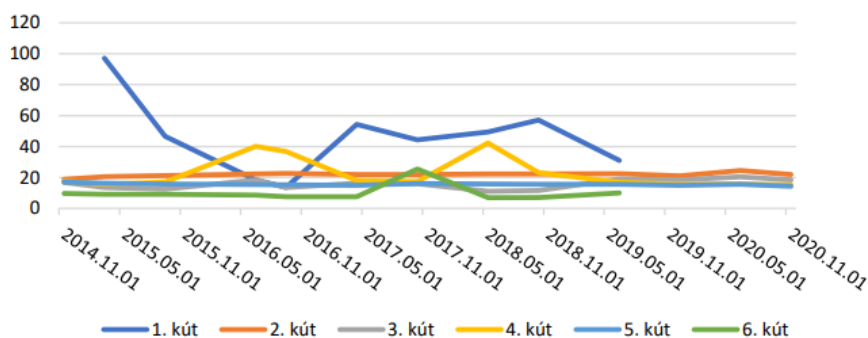


6. ábra: A talajvíz foszfát-koncentrációjának változása (mg/l)

A csurgalékvíz foszfát-koncentrációja nem mutat egyértelmű trendet. A 2016 szeptemberében mért növekedés egybeesik a talajvízben mért értékek megugrásával, ami utalhat a

lerakó szigetelésének sérüléséből adódik. A HDPE fólia integritásának vizsgálatai viszont nem tártak fel a szigetelésen sérülést.

A kloridok határértéke a talajvízben 250 mg/l. Az 1. és a 4. kút kivételével a koncentráció folyamatosan alacsony értéken mozog (7. ábra). A víz bakteriológiai szennyezettségéből adódó klorid jelenlétére az utalhat, ha nitrittel és ammóniummal együtt van jelen, de ez az 1. kút esetében az ammónium és a nitrit koncentrációinak alacsony értéke miatt elvethető. Míg a kloridok a felszín alatti vizekben természetes módon kőzetek mállásából származnak, a csurgalékvízben a mennyiség növekedése a lerakott hulladékból való kioldódásnak, bomlásnak tudható be.



7. ábra: A talajvíz klorid-koncentrációjának változása (mg/l)

A hat kútban a vizsgálat talajvíz szulfát-koncentrációja a hat év során nem mutat számottevő változást. A 250 mg/l határértéket a koncentráció egyik időpontban sem lépte át. A csurgalékvízben a szulfát-koncentráció a kezdeti szakaszban alacsony, 2019 novemberétől a mért értékekben hirtelen ugrás tapasztalható. A növekvő szulfát-koncentráció a szulfátredukáló baktériumok alacsony számára utal, ami a depóniagázban a kén- hidrogén alacsony arányát jelzi előre.

Veszélyességükből adódóan a TPH-ra (Total Petroleum Hydrocarbons) a rendelet 100 µg/l határértéket állapít meg. A mérések kezdete óta nincs határértéket meghaladó koncentráció. Nagyobb kiugrás 2016 nyarán van, valamint két kisebb 2019 és 2020 nyarán. Utóbbi két növekedés egyszerre figyelhető meg a 2. és a 3. kút esetében, ami egy időben emelkedik meg a csurgalékvíz TPH- koncentrációjával. Mivel a HDPE-fólia vizsgálata az adott időszakban nem tárt fel hibát, a talajvíz lerakóból eredő szennyeződése kizárható. A csurgalékvízben a TPH-koncentráció kiugrásainak oka lehet a lakosság átrakóállomásokon történő nem szabályszerű hulladék-elhelyezése.

#### A geofizikai monitoring rendszer eredményei

A geomonitoring rendszer megvalósulásakor 2014-ben végezték az első mérést, amely a rendszeres integritásvizsgálatok kiindulópontjául is szolgál. A szigetelőfólia első időszakos ellenőrzése 2015-ben történt meg. A szenzorhálózat ellenőrzése után következett a HDPE-fólia integritásának vizsgálata. A depóniatérhez tartozó fólia vizsgálatok az alapállapothoz képest a depóniatér északi peremén, valamint a nyugati peremén mutatott 2015-ben kiugró ellenállást egy-egy szenzor esetében. A déli kazetta hibamérése gyakorlatilag teljesen azonos képet mutatott a megelőző év állapotával, mivel hulladék elhelyezés és tömörítés ekkor még itt nem történt.

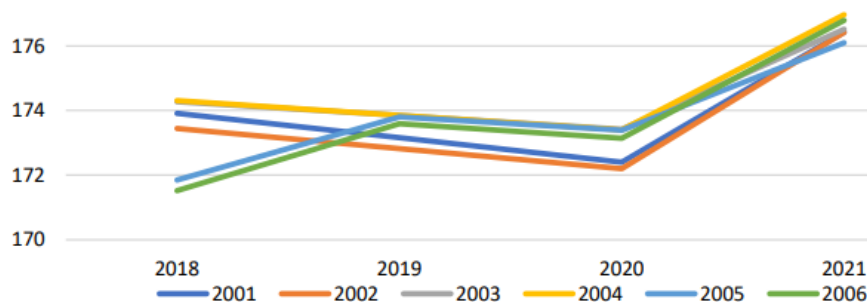
A következő időszakos mérés (2016) az előző évi mérés értékeihez képest jelentős változás nem volt. Az integritást vizsgáló hibamérés során a csurgalékvíz medencék félig voltak megtelve. A lerakótérhez tartozó fólia vizsgálata során a korábbi mérésekhez képest az ano-

máliát adó helyek talaj felé történő vezetési mérséklődtek, ami az alacsonyabb nedvességtartalomnak tudható be. A déli kazetta, mivel lerakás még nem történt, az előző évben mértekkel közel azonos értékeket adott.

Hasonló tendenciát tapasztaltunk az ezt követő években (2017-2020) is, a szenzorhálózat ellenőrzése, és az integritásvizsgálat során is

#### *A mechanikai változások vizsgálata*

Az 1. kazetta magasságfigyelő pontjainak süllyedése és emelkedése látható (8. ábra). A magassági adatok változásai több okra vezethetők vissza.



8. ábra A megfigyelőpontok magasságának változása (m)

A 2018-tól süllyedő pontok nagyobb kiinduló magasságát a nagyobb mennyiségű betöltött hulladék és a kisebb mértékű tömörödés együttesen okozhatta. Utóbbi nem csak a gépi tömörítéstől, hanem a betöltött hulladék fajtájától, a takarás vastagságától és a nedvességtartalomtól is függ.

#### **Következtetések**

A Cséri hulladéklerakó monitoring rendszer adatainak kiértékelését követően megállapítható, hogy a megfigyelőrendszer megfelelően működik, a lerakó környezetében tapasztalt esetleges kedvezőtlen környezeti változások (határérték túllépések, kiugró értékek) okaként kizárható a műszaki védelem nem megfelelő állapota.

A közeljövőben a nem mintavételezhető kutak felújítása indokolt, illetve javasolt a keletkező csurgalékvíz egy részének megtisztítása. Erre a fordított ozmózis módszerét lehetne alkalmazni, amely során egy szemipermeábilis, mechanikailag szilárd membránon keresztül a magasabb koncentrációjú oldatból az alacsonyabb koncentrációjú oldat felé áramlik a víz, megvalósítva a szennyezőanyagok elválasztást. A javasolt intézkedések megvalósítása segítheti a környezeti elemek károsodásának hatékonyabb megelőzését és a lerakóban lejátszódó folyamatok még jobb megértését.

#### **Irodalomjegyzék**

- DOMOKOS E. (2014): Környezetvédelmi monitoring. Pannon Egyetem, Veszprém
- BOE K.(2006): Online Monitoring and Control of the Biogas Process, PhD Thesis, Technical University of Denmark
- TAKÁCS J. (2011): Csurgalékvíz és tisztítása. A Miskolci Egyetem Közleménye (ISSN 1417-5398) A sorozat, Bányászat, 81. kötet, pp. 343-356
- 20/2006. (IV. 5.) KvVM rendelet a hulladéklerakással, valamint a hulladéklerakóval kapcsolatos egyes szabályokról és feltételekről
2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- URL1: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Hullad%C3%A9k%20statisztika&direction=next&oldid=349166> (Hivatkozva: 2022.11.02)

# SÁRVÁR KÖRNYEZETÁLLAPOTÁNAK VIZSGÁLATA

## Assesment of Environmental Condition of Sárvár

ELEKNÉ FODOR VERONIKA, RAUCH RICHARD, POLGÁR ANDRÁS  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

### ***Kivonat***

Napjainkban egyre fontosabb szerepet kap településeink környezetének védelme. A fenntarthatóságot kizárólag helyes erőforrásgazdálkodással tudjuk elérni, ha ez nem így történik, akkor következik be a környezeti elemek romlása. Munkánk során Sárvár környezet-állapotát vizsgáltuk meg elsőként. Feltártuk a vizsgált település esetleges környezetvédelmi problémáit, környezeti szempontból jelentősebb létesítményeit. Összegzésként elkészítettük a település problémakataszterét, majd ezek alapján hatáscsökkentő javaslatokat fogalmaztunk meg megoldásukra.

### ***Abstract***

Nowadays, protecting the environment of our settlements is becoming increasingly important. Sustainability can only be achieved through good resource management, and if this is not done, environmental degradation will occur. In our work, we first examined the state of the environment in Sárvár. We identified the potential environmental problems of the municipality and its most significant environmental facilities. In summary, we drew up a problem map of the municipality and, on the basis of this map, formulated mitigation proposals.

### ***Bevezetés***

A fogyasztói szokások térhódításával – a mesterségesen gerjesztett fogyasztással – együtt jár az erőforrások egyre nagyobb mértékű igénybevétele, továbbá a termelés, fogyasztás és szolgáltatás területén a végtermékek, valamint a hulladék nagyarányú és folytonos növekedése (BULLA, 2004b). Ezen folyamatok játszanak szerepet a környezeti elemek (talaj, víz, levegő, élővilág, művi környezet, ember) állapotának változásában, ezáltal a jelenlegi környezetállapot kialakulásában is.

Az I. Nemzeti Környezetvédelmi Program kimondja, hogy környezeti elemeink megfelelő állapota alapfeltétele a jelen és a jövő nemzedékek jólétének, egészséges életének biztosításához vagyis a fenntartható fejlődésnek. Törekedni kell tehát a környezeti és természeti értékek megőrzésére, a környezeti károk megelőzésére illetve a környezeti problémák felszámolására (BÁNHIDI – HUTKAINÉ, 2011).

A felmerülő feladatok ellátásához nélkülözhetetlen a környezet minőségét alakító változások megismerése, a változásokat előidéző okok és azok várható következményeinek feltárása (BULLA, 2004a). Fontos feladat a környezetállapot értékelése, amit meg kell előznie a környezetállapot felmérésének. Ez utóbbi a környezeti állapot leírása, a hatótényezők és a hatások elemzése, értékelés nélkül (BULLA, 2011). Ez elősegíti a környezettel kapcsolatos folyamatok, trendek felismerését, a jelenségek okainak feltárását és a hatékony beavatkozás megtervezését. Ezek ismeretében történhet egy terület környezetállapot értékelés, ami a települési környezetvédelmi programok alapját is adhatja (BÁNHIDI – HUTKAINÉ, 2011).

### ***Anyag és módszer***

Vizsgálatunk során Sárvár, mint fejlődő város környezeti állapotának bemutatását tűztük ki célul. Első lépésként a települést általános jellemzőit tártuk fel, bemutatva a település

és környezetének természeti adottságait környezeti elemek szerint (talaj, levegő, víz, élővilág, művi környezet). Ezt követően az aktuális környezetállapot vizsgálatát végeztük el. A feltárt témakörök közé tartozott a város levegőjének és talajállapotának vizsgálata, a felszíni és a felszín alatt vizeinek, szennyvizének és ivóvizének elemzése. Kitértünk továbbá a város épített környezetének bemutatására, a hulladékgazdálkodási folyamatokra, a zaj és rezgésterhelésre, illetve a város energiagazdálkodására is.

Helyszíni bejárás alapján, valamint a rendelkezésre álló tervdokumentációk, környezetvédelmi jelentések, beszámolók és adatbázisok felhasználásával azonosítottuk a térségben működő legfontosabb környezethasználókat és azok környezetre gyakorolt hatásait is. Munkánk lezárásaként problémakataszter segítségével értékeltük a város egészségét a vizsgált szempontok szerint (vonatkozó környezeti elemek, problémák és eredetük, következményük). Végül javaslatot tettünk, hogy a város környezeti elemeire gyakorolt hatásokat mily módon lehetne csökkenteni, javítani vagy esetleg megszüntetni, annak érdekében, hogy egy kényelmes, élhető város állhasson a lakosság rendelkezésére.

### ***Eredmények***

A következőkben Sárvár város környezetállapotát mutatjuk be, környezeti elemek, illetve környezethasználatok szerint. A terjedelmi korlátok miatt a környezeti hatásokra illetve azok következményeire helyezük a hangsúlyt.

#### ***Talajállapot***

Sárvár és környékére a barna erdőtalajok és változó típusai a jellemzők, a város északi részén karbonátos öntés réti talaj, míg a keleti részén réti öntéstalaj található. Az ABU Hungary Mérnökiroda Kft. talajminőség vizsgálatai kimutatták, hogy az alifás szénhidrogének és a nehézfémek koncentrációja egyik talajtípusnál sem olyan mértékű, hogy a „B” szennyezettségi határértéket meghaladná (ABU HUNGARY MÉRNÖKIRODA KFT., 2019).

Sárvár és környéke talajállapota főként a szennyvíziszap mezőgazdasági területeken való kihelyezése miatt van kitéve nagyobb veszélynek. A mezőgazdaság általi veszélyforrások közé sorolható a növények védelmét és fejlődési folyamatát elősegítő műtrágyák és növényvédőszer használata. Sárvár körzetében az illegális hulladéklerakás is előfordul, melynek következtében talajszennyezés is történhet, de az eróziós és a deflációs folyamatok is nagymértékben befolyásolhatják a talaj állapotát. A településen nagy volumenű építkezési folyamatok mennek végbe, amelyek az eddigi természetes és érintetlen talajrétegeket bolygatják.

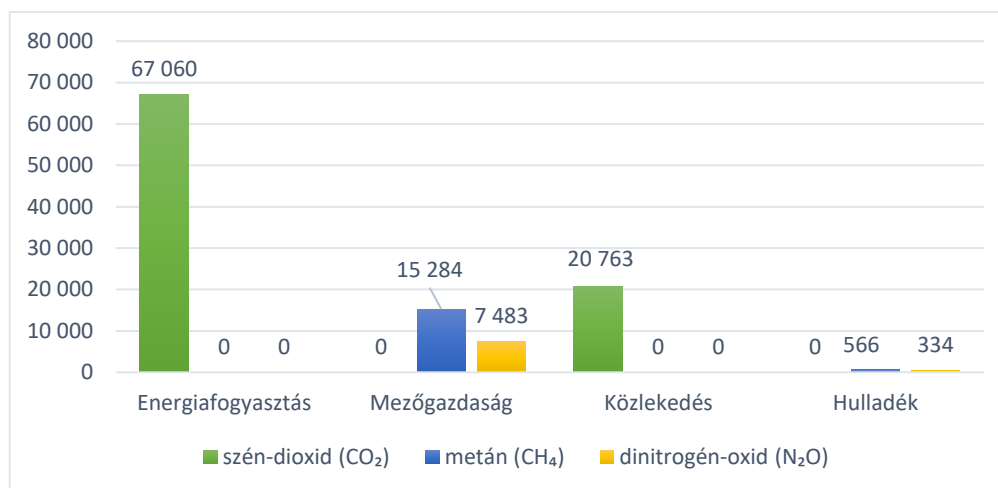
#### ***Levegőminőség***

Sárvár területén a túlzott mértékű gépjármű forgalom (köszönhetően az elkerülő utaknak) nem jellemző, így a különböző káros anyagok levegőbe kerülése nem nevezhető számottevőnek. Ugyanez igaz az ipari parkra és az ipari létesítményekre, mivel azok elhelyezkedése is a város külső peremére tehető. Esetleges problémákat okozhat szezonális jelleggel a turizmus, mely gépjárműforgalom növekedést jelent a város határain belül.

Sárváron az üvegházhatású gázok kibocsátásának tekintetében az energiafogyasztása a legkiemelkedőbb a maga 61,75%-ával. A mezőgazdaság (20,96%) és a közlekedés (19,12%) közel hasonló százalékban vesz részt ebben a folyamatban. A hulladékgazdálkodás általi kibocsátás a legkisebb mértékű 0,83%-kal. Sárvár Város Klímastratégiája alapján a város éves szinten 108 595 tonna üvegházhatású gázt bocsát ki, ami országos viszonylatban 0,25%-ot jelent, vagyis ez alapján Sárvár az éghajlatváltozásban nem játszik akkora szerepet. Az energiafogyasztásból származó mennyiségek az áram, földgáz, szén és tüzfifa felhasználás során mérhetők (TITANIUM-EDUCULT KFT., 2020). A település lakásállománya korszerűség szempontjából változó. Egyes területekre a régi építésű korszerűtlen felépítésű, míg a gyógyfürdő közelségében és az új építésű lakóövezetekben levő lakásokra már a felújított,



környezettudatosabb működés jellemző. Ez főként a fűtési technológiákban mutatkozik meg. A Sárvár és környéke agrárviszonylatban aktívnak mondható, a mezőgazdaság és az állattenyésztés is jelentős. Jelenlétük során szén-dioxid, dinitrogén-oxid és a metán is megtalálható a levegőben. A metán léte nagyrészt az állatállományhoz köthető, Sárváron baromfi és szarvasmarha állomány is jelen van, azonban már utóbbi kismértékű előfordulása is elegendő a jelentősebb metán kibocsátáshoz (1. ábra).



1. ábra: Sárvár üvegház hatású gázok kibocsátásának mértéke szektoronként mérve (t CO<sub>2</sub> egyenérték) (Forrás: TITANIUM-EDUCULT Kft., 2020)

Problémákat okozhat környezetterhelés szempontjából a lakossági háztáji égetés, valamint hideg időszakokban a nem megfelelő módon történő fűtési módszerek alkalmazása. A kertekben történő tüzelések során rengeteg olyan anyagot égethetnek el a lakók, melyek rendkívül környezetszennyező hatásúak lehetnek és nem engedélyezett az égetésük (pl: műanyag, gumi). A fűtési módszerek közül szintén légszennyező hatású lehet a fatüzelésű kazánok használata során oda nem illő, magas károsanyag kibocsátású anyagok felhasználása.

#### Felszíni felszín alatti és vizek állapota

Sárvár fő folyója a Rába, melynek állapota változó tendenciát mutat. Hosszú útja során több olyan települést érint, ahol külső behatás következtében szennyezés érheti a folyót. Sárvár területére érve egy-két szakaszán megfigyelhető valamilyen mértékű szennyezettség, mely a felületén mutatkozik meg elsősorban (hulladék, olajfoltok, vegyszerek általi habzás). A második fő folyóvíze a Gyöngyös-patak, mely III., azaz tűrhető kategóriába sorolható a Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség vízminőségi vizsgálati mintái alapján (ABU HUNGARY MÉRNÖKIRODA KFT., 2019). A település állóvizekben is gazdag (Csónakázó-, Téglagyári-tó és az Arborétum területén elhelyezkedő mesterséges tavak). A mesterséges tavak jó állapotúak, hiszen kevés a külső behatás. A Csónakázó és Téglagyári tavakon aktív horgászélet folyik.

Felszín alatti vizek minősége 3 területről származó adatok alapján határozható meg. Az első terület az „Álló-kút”, mely mezőgazdasági területek között található feltörő rétegforrás. 2017-ben tett vizsgálatok alapján megállapították, hogy fogyasztásra nem alkalmas. Sárvár területén még két vizsgálati terület található, ezek közül egyik a XIII. városi hulladéklerakónál, amely rekultiváción esett át. Itt 5 db monitoring kút működik. A városi hulladéklerakó területnek a vízminősége kifogásolható, mivel az előírásoknak több érték (bór, alumínium, foszfát) nem felel meg. A másik terület Sárvár-Hegyközség része, ahol a szintén rekultivált szilárd hulladéklerakón 11 vizsgálati pont működik. Ezek mintázásából származó adatok alapján elmondható, hogy zömében az ammónium és a nitrát mennyisége mutatott magas értékeket, azonban szulfát és bór növekedése is megfigyelhető. Az ivóvíz szempontjából

nincs fenyegetettség, ugyanis nincs összeköttetés az ivóvízbázis és a hulladéklerakók között (ABU HUNGARY MÉRNÖKIRODA KFT., 2019).

#### *Ivóvíz és szennyvíz*

A sárvári ivóvíz minősége határértékeken belül maradva, teljes mértékben elfogadható és kifogásolhatatlan. Szennyvizét a Sárvári szennyvíztisztítótelep gyűjti össze és dolgozza fel, ami jelenleg 7000 m<sup>3</sup>/nap szennyvíz befogadására képes. A Sárvári Önkormányzat adatai alapján a 2018-as évben a Sárvári szennyvíztisztító telepről összesen 168,49 ha területre történt a szennyvíziszap elhelyezése injektálás útján. Sárvár és Rábapaty településeknél található szántóföldeken 10 780 m<sup>3</sup>, 3,6%-os száraanyag tartalmú iszapot hasznosítottak fel. A mezőgazdasági területeken kukorica, repce, őszi búza és napraforgó terményeket termesztettek. A 2019-es évben ezen értékek csökkenő tendenciát mutattak, ugyanis csak 145,62 ha kukoricával, repcével és napraforgóval vetett mezőgazdasági területre juttatták ki.

A sárvári szennyvíztisztító telep olyan szennyvizet, melyet nem közművel gyűjtenek nem fogad a telephelyen, így a közműhálózatra nem csatlakozott ingatlanok szennyvizét egyéni vállalkozó útján gyűjtik.

#### *Hulladékgazdálkodás*

A település hulladékgazdálkodási folyamatairól a Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. (STKH) gondoskodik. A közszolgáltató biztosít házhoz menő hulladékgyűjtést heti rendszerességgel.

A szelektíven gyűjtött hulladékokat ingyenesen gyűjti be, amiben minden ingatlantulajdonosnak közre kell működnie. Az STKH a lakosok számára zöldhulladék gyűjtésére is elérhetővé tesz zsákokat és edényeket, melyet március elejétől november végéig tartó időszakban havi két alkalommal szállít el.

A városban díjmentes lomtalanítás is működik, aminek egyszeri mennyisége maximum 2 m<sup>3</sup> lehet, ugyanis ezen mérték feletti mennyiség elvitele a közszolgáltató által meghatározott díj ellenében történik. Zöldudvar és hulladéklerakó tekintetében a sárvári lakosok legközelebb Csér településnél üzemelő telephelyet vehetik igénybe, ahol építési törmelék, föld, lom és kommunális hulladék helyezhető el illetve itt lehetséges a veszélyes hulladék elhelyezése is.

Sárvár és környezet – mint az ország nagy része – küzd az illegális szemétkerakás ellen. A város belső részein visszaszorulóban van, különböző szemétszedési programokat indítanak, melyekbe általános és középiskolások is becsatlakoznak. A külterület ellenőrzése és felügyelete kisebb hatékonysággal működik, így előfordul az építési törmelékek, kommunális és hasonló típusú hulladékok illegális elhelyezése.

Sárvár 2018–2019-es évében a hulladékbegyűjtés az 1. táblázat szerint alakult. Az adatok alapján megállapítható, hogy a város hulladéktermelése bizonyos hulladékoknál jelentős növekedést mutat, mely nagy valószínűséggel betudható Sárvár lélekszám növekedésének vagy az esetleges nagyobb fogyasztási igényeknek, tevékenységeknek.

*1. táblázat: Sárvár éves hulladékbegyűjtésének mennyiségei (Forrás: Sárvári Önkormányzat)*

	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Vegyés hulladék	3 992 563 m <sup>3</sup>	4 569 938 m <sup>3</sup>
Zöld hulladék	136 320 m <sup>3</sup>	338 450 m <sup>3</sup>
Üveg hulladék	80 940 m <sup>3</sup>	74 480 m <sup>3</sup>
Kevert csomagolási hulladék	271 054 m <sup>3</sup>	272 995 m <sup>3</sup>
Lom hulladék	647 690 m <sup>3</sup>	1 094 120 m <sup>3</sup>

#### *Zaj és rezgés*

A település fő zajforrásaként a közlekedést, idényjelleggel a turizmust és a kulturális rendezvényeket, valamint kis mértékben az ipari létesítményeket lehet megemlíteni. E három forrás közül a közlekedés emelhető ki, ugyanis az a város egészét átszövi. A Batthyányi úton levő körforgalom által kialakult forgalmi feltorlódás következtében a gépjárművekből származó zajhatás nagymértékben hat a Batthyányi utca lakosságára.

Sárváron a turizmus meghatározó szerepet tölt be a város életében a gyógyfürdő megléte miatt. A turisták száma egyes időszakokban kimondottan magas. Sárvár területét nyáron látogatja meg a legtöbb vendég, amikor a kulturális rendezvények száma is megnövekszik. Ezen programok, rendezvények jelentősebb hanghatással járnak, adott esetben motoros és autós felvonulásokról, zenei koncertekről, kirakodó vásárokról, filmvetítésekről beszélhetünk. A 2020-ban megjelenő koronavírus okozta pandémiás időszak ezeket a tevékenységeket szinte teljes mértékben eltörölte a város életéből, így ennek következtében a turizmusból és a kulturális rendezvényekből származott zaj meglehetősen lecsökkent.

Sárvár iparterületeinek zajkibocsátása határérték alatti. A város peremén való elhelyezkedésük miatt a közelében található külvárosi ingatlanok érezhetik kisebb hatását, de az sem számottevő.

A vasútvonal tekintetében kisebb mértékű zajhatás figyelhető meg. A villamosított vasútvonalnak köszönhetően a hanghatások mértéke csökkent, de a mozdonyok, pótkocsik, vagonok és a sínek által gerjesztett hang és rezgés hatások érezhetők. Ez a közlekedéstípus környezetterhelés szempontjából kedvező, hiszen a korszerűsödő vasúttechnológiák (villamosítás) szennyezőanyag kibocsátása a levegőre nézve csökkent.

### *Energiagazdálkodás*

Sárváron a fő energiafelhasználások közé a villamos energia és földgáz sorolható. A fogyasztók számának tekintetében összesen 8407 db, melyből 7446 db háztartási fogyasztó.

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) statisztikái szerint 2017-ben Sárváron a megújuló energiaforrásokat felhasználó, villamos energiát termelő berendezéseket tekintve kb. 20 háztartási méretű működik, javrészt napelemek, melyek kiépítése folyamatos, azonban üzemel egy 5 kW teljesítményű szélgenerátor is. Meglévő rendkívül fontos és számottevő, egy évi üzemelésük során 110 MWh villamos energiát termeltek a villamosenergia-hálózatra, ezzel 43 tonna kibocsátott CO<sub>2</sub>-tól mentesítették Sárvárt (SÁFIÁN – PEJ, 2017). Az éves viszonylatban szolgáltatott vezetékes gáz össz mennyisége 1 437 4800 m<sup>3</sup>, melynek kb. 31,6%-a kerül a háztartásokba. A gázfogyasztók száma összesen 4302 db, amiből a háztartási 3868 db.

Korszerűsítés szempontjából a település rendkívül aktív, az elmúlt 10 évben több területen hajtottak végre intézkedést, melyek a klímaváltozás megelőzésére irányultak. Az önkormányzati épületek korszerűsítése nagyrészt megtörtént, ami az esetek többségében a nyílászárók cseréjét, szigetelést, fűtéskorszerűsítési folyamatokat jelentett. Ezeknek köszönhetően kb. 1100 MWh energiát takarítottak meg, elkerülve 220 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátást. Sárvár közvilágítási rendszerét 2015-ben újították meg, a lámpatestek több mint 92%-át cserélték le LED fényforrásra. A korszerűsítés következtében éves szinten 308 MWh energiamegtakarítás érhető el, megelőzve 288,4 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátást (SÁFIÁN – PEJ, 2017). Sárvár a klímaváltozás jegyében próbálja formálni és korszerűsíteni a város területét.

### *Épített környezet*

A Sárváron található lakások száma a KSH adatai szerint 2019-ben 6483. A település rendelkezik lakótelepi résszel, ahol 4 emeletes lakóháza, valamint 4 db 10 emeletes lakótömb található. Összképet tekintve azonban a családi házak dominálnak. Életkor tekintetében nem mondhatók fiatalnak a lakások, az 1990-es évek előtti korszakban épültek. A gyógyturizmus fellendülésének köszönhetően az építőipar felemelkedő ágra került a település adott részein, ahol nagyszámú újépítésű lakás létesült az elmúlt években, évtizedben. A

turizmus működése miatt több lakás is felújításra kerül, hiszen nagy számban alakultak ki apartmanok és kiadó szobák. E folyamat a város számára kedvező, hiszen a régebbi lakások korszerűsítése is megtörténik valamilyen formában, kedvezve a környezetterhelés csökkenésének.

A város területén nem üzemel helyi tömegközlekedés, mivel nem indokolt a település területi adottsága miatt. A lakosság kerékpárral és gyalogos közlekedéssel is könnyedén elérhet a legfontosabb objektumokhoz, mivel kiépített kerékpárutak és gyalogos közlekedésre alkalmas járdaszíjak is biztosítottak.

### Problémakataszter

A város jelenlegi környezetállapotának megismerését követően, problémakataszter elkészítésével összegeztük a városban fennálló problémákat, és hatáscsökkentési lehetőségeket adtunk meg a környezetállapot javítása érdekében (2. táblázat).

2. táblázat: Sárvár település problémakatasztere

Környezeti elemek	Problémák és eredetük	Következményeik	Hatáscsökkentési lehetőségek
Levegő	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lakossági tüzelésből és fűtésből származó por és káros anyag kibocsátás</li> <li>Közlekedésből eredő légszennyezés</li> <li>Mezőgazdaság és állattenyésztés során keletkező káros kémia anyagok keletkezése</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emberi szervezetben légúti irritáció, légúti betegségek kialakulása</li> <li>Rossz levegőminőség-életminőség romlása</li> <li>Növények gázcsere nyílásának eltömődése</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Megújuló energiaforrások elterjedése</li> <li>Közlekedésszervezési folyamatok beiktatása</li> <li>Mezőgazdasági műtrágyák, növényvédőszerke, szennyvíziszap használatának mérséklése</li> <li>Zöldítési programok</li> </ul>
Víz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Szilárd és folyékony szennyezésekből származó felszíni és felszín alatti vízminőség romlás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biológiai sokféleség csökkenése</li> <li>Eutrofizáció, oxigénháztartás romlása</li> <li>Esztétikai állapot romlása</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Szennyezési folyamatok megszüntetése</li> </ul>
Talaj	<ul style="list-style-type: none"> <li>Illegális hulladéklerakás és szemetelésből eredő talajszennyezés</li> <li>Építkezési folyamatokból következő talajréteg megszűnés és talajbolygatás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Talaj élővilágának pusztulása</li> <li>Bioakkumuláció jelenléte a talaj élő szervezeteiben</li> <li>Talajlakó élőlények természetes élőhelyének zavarása</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekultiválás a szennyezett területen</li> <li>Illegális hulladéklerakás megakadályozása</li> <li>Építési folyamatok mérséklése</li> </ul>
Élővilág, ember	<ul style="list-style-type: none"> <li>Építkezési folyamatokból származó zavaró hatások az élővilágra</li> <li>Közlekedésből és turizmusból eredő zajhatások az emberre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Élővilág pusztulása</li> <li>Élővilág élőhelyeinek zavarása</li> <li>Alvászavarok, pszichés problémák, hallászavar megjelenése embereknél</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Építkezési folyamatok mérséklése</li> <li>Közlekedésszervezési folyamatok beiktatása</li> <li>Rendezvény orientált helyszín kialakítása</li> </ul>

### ***Következtetések***

Kutatásunk utolsó lépéseként a fentiek ismeretében javaslatokat fogalmaztunk meg a kedvezőtlen környezeti hatások csökkentése érdekében.

A város ingatlanjainak nagyobb volumenű korszerűsítése és a megújuló energiák reperi-tóárjának bővítése jelentős mértékben elősegítené a károsanyag kibocsátás csökkenését. Megoldást jelenthetne a település határában napelemparkok létesítése, intézmények és épü-letek tekintetében pedig napelemek és napkollektorok kiépítése, valamint geotermikus ener-gia felhasználása is.

Közlekedés szempontjából a gépjármű állomány fiatalításával és a tömegközlekedés előnyben részesítésével csökkenthető főként a károsanyag kibocsátás a város területén és környékén. Ezen felül Sárvár belterületén a kerékpárút hálózat megfelelő kiépítésével is vár-hatóan csökkenne a gépjárműforgalom.

Sárvár természetközeli város, a számos park és arborétum mellett törekedni kell azon-ban a zöldítési programok végrehajtására, ugyanis ezen folyamatok megvalósulása is nagy-mértékben hozzájárulhat a keletkező károsanyagok megkötéséhez.

A mezőgazdasági tevékenységek során használatos anyagok mérséklése kisebb mérték-ben veszélyeztetné a talajélővilágának megfelelő működését, kevesebb lehetőséget adna az esetleges környezetterhelő- és szennyező folyamatok bekövetkezésének.

Az illegális hulladék elhelyezésének felszámolására a kihelyezett kamerák telepítése megoldást jelenthetne, valamint a tájsebek is megszűnnének. A nagyobb számú hulladék-gyűjtési programok szervezésének hatására az élővilág működése megfelelő módon történ-hetne a szennyezett területeken.

Zajemisszió tekintetében zajvédő falak létesítését javasolnánk a különösen érintett te-rületeken, valamint sebességkorlátozó intézkedéseket, amennyiben szükséges. A rendezvé-nyek és programok megrendezésének helyszínéül pedig kevésbé lakott területek kiválasztá-sát ajánljuk.

### ***Irodalomjegyzék***

- ABU HUNGARY MÉRNÖKIRODA KFT. (2019): Sárvár város környezetvédelmi programja 2014-2020, Felülvizsgálat – <https://sarvarvaros.hu/dokumentumok/20231121-kepviselo-testulet-nyilt-2325.pdf> – utolsó ellenőrzés 2023.11.23.
- BÁNHIDI O. – HUTKAINÉ GÖNDÖR ZS. (2011): A környezetállapot-értékelés szerepe, jelentősége a környezetpolitikában. Anyagmérnöki Tudományok, Miskolc, 36(1): 3-13
- BULLA M. (2004a): Komplex környezetállapot-értékelő rendszer metodikai fejlesztés. Széchenyi Ist-ván Egyetem, Győr
- BULLA M. (2004b): Környezetpolitika. Mobil Kiadó és Grafikai Stúdió, Budapest
- BULLA M.(SZERK.) (2011): Környezetállapotértékelés, monitorozás. Pannon Egyetem, Veszprém
- SÁFIÁN F.– PEJ ZS. (2017): Sárvár Város Fenntartható Energia - és Klímaakcióterve SECAP 2017. – [https://energiaklub.hu/files/project/S%C3%A1rv%C3%A1r\\_SE-CAP\\_2017.07.03\\_V%C3%89GLEGES.pdf](https://energiaklub.hu/files/project/S%C3%A1rv%C3%A1r_SE-CAP_2017.07.03_V%C3%89GLEGES.pdf) – utolsó ellenőrzés 2023.11.23.
- TITANIUM-EDUCULT KFT. (2020): Sárvár város klímastratégiája, 2020-2030, Kitekintéssel 2050-ig – <https://sarvarvaros.hu/dokumentumok/klímastrategia-sarvar-20.pdf> – utolsó ellenőr-zés 2023.11.23.



# A NELDER-KÍSÉRLET 2021. ÉVI FELVÉTELEZÉSE, NÖVEKEDÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE

Admission of the Nelder trial in 2021 and assessment of its growth

FEHÉR KRISTÓF<sup>1</sup>, HORVÁTH TAMÁS<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
feherkristof1997@gmail.com

## ***Kivonat***

Az első magyarországi Nelder kísérleti területet 2009-ben a Nyugat-magyarországi Egyetem, a Technische Universität München (TUM) és az Audi Hungaria Zrt. valamint a Kisalföld Erdőgazdaság Zrt. együttműködésével került kialakításra Győrladamér községhatárban, majd egy második mintaterület 2011-ben Tarjánpusztán. Az elmúlt 12 évben a győrladaméri kísérleti terület többször felvételezésre került, a tarjánpusztai területen azonban újratelepítés, majd ezt követően nagyobb egyedszámmal megvalósított pótlása történt meg. Mindezeknek köszönhetően a két terület között jelentős különbség figyelhető meg: a kocsányos tölgy fafajjal telepített győrladaméri területen jelentős a differenciálódás. A növekedés nyomkövetésére a TUM által javasolt felvételi metódust alkalmaztuk, amely az egyes egyedek törzs- illetve koronaméreteinek leírását tartalmazza. Az egyes köríveken mutató eltérő növekedések az egyedsűrűség függvényében a küllők ismétlési számával értékelhetők ki.

## ***Abstract***

The first Nelder experimental in Hungary was established in 2009 with the cooperation of the University of West Hungary, the Technische Universität München (TUM), Audi Hungaria Ltd. and Kisalföld Forestry Ltd. in Győrladamér, and then a second trial next to Tarjánpuszta. In the past 12 years, the experimental area in Győrladamér has been surveyed several times, but the trial plot next to Tarjánpuszta area was replanted and subsequently replaced with a larger number of individuals. Thanks to all this, a significant difference can be observed between the two areas: the differentiation is significant in the Győrladamér area planted with sessile oak. To monitor growth, we used the recording method recommended by TUM, which includes a description of the trunk and crown dimensions of each individual. The different growths shown on individual circular arcs can be evaluated by the number of repetitions of the spokes as a function of stand density.

## ***Bevezetés***

A Nelder-kísérlet egy olyan statisztikai módszereken alapuló hosszú lejáratú ültetési hálózati kísérleti elrendezés, amelynek alapjait John Nelder angol statisztikus dolgozta ki. (NELDER 1962) Magyarországon két ilyen terület létesült 2009-ben Győrladamér községhatárában, valamint 2011-ben Tarjánpusztán. Ezek a kísérleti területek merőben újszerűek a hazánkban korábban alkalmazott háromszög- illetve négyszög kötéses kísérleti elrendezésekhez, hálózati kísérletekhez képest. Ezek az Audi Hungaria és Audi AG finanszírozásával a KAEG Zrt. és a Soproni Egyetem/Nyugat-magyarországi Egyetem közreműködésével jöttek létre. A kísérletek előnye, hogy viszonylag kis helyen, kis egyedszám mellett pontos információkhoz lehet jutni az adott fafajhoz és adott termőhelyhez tartozó növekedési viszonyok alakulásáról úgy, hogy az egyetlen változó a növtér. A kísérleti elrendezés hátránya, hogy az alacsony egyedszám miatt érzékeny a rendszer a különböző biotikus és abiotikus károsításokra. (VANCLAY 2006) A kísérleti területek kiértékelésének adatai segíthetnek a

szénmegkötés mennyiségének eloszlását megfigyelni, (AUDI.HU 2020) valamint az erdőnevelési beavatkozásokat még pontosabban beállítani az adott fafajhoz és termőhelyi viszonyokhoz igazítva – az egyes életkorokan rálátást kapunk az ideális növétér megállapítására.

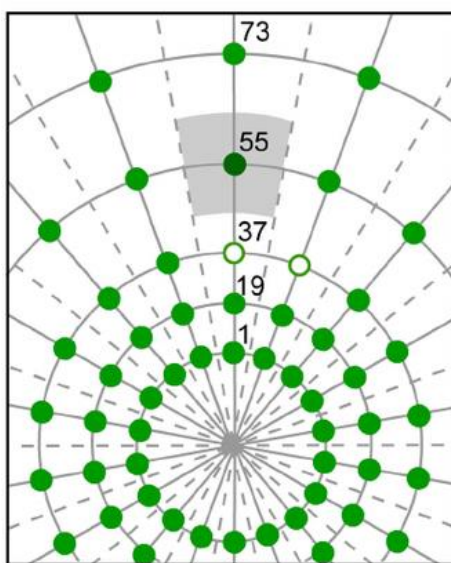
Jelen cikk a győrladaméri területéről készült 2021-es évben végzett mérések, kiértékelések és eredmények rövid összefoglalását mutatja be.

### **Anyag és módszer**

A Nelder kísérletet többféle paraméterrel állítható be, de mindezek közül a legfontosabb, hogy közel homogén termőhelyi viszonyok mellett történjen meg a külön koordinátákkal (egyedi azonosítókkal) ellátott csemeték ültetése, hogy az egyetlen változó a növétér legyen. (NELDER, 1962) A fákat ezután egyedi felvételezések sorozatával kell kísérni a kísérlet befejezéséig, így minden fáról lesz többféle magassági, és átmérő idősoros adatunk.

Győrladaméren kocsányos tölgygel történt meg a telepítés, melyet az (1. ábra) szemléltet. A területen egy teljes Nelder kerék 14 gyűrűből és 18 darab sugárból áll így összesen 252 darab faegyedet tartalmaz, amelyek esetében meghatározásra került:

- Teljes famagasság (cm)
- Törzsmagasság (cm) →(koronamagasság kiszámítható (cm))
- mellmagassági átmérő (mm)
- Tőátmérő(mm)
- Koronasugár(cm)



4. ábra A kísérlet elrendezése Forrás: UHL, 2015.

A könnyebb terepi azonosítás érdekében minden Nelder keréknek az egyik sugara pontosan északi irányba mutat, valamint minden kör közepén van egy GPS koordinátákkal ellátott állandósított pont is. A legbelső gyűrű az 1-es míg a legkülső a 14-es, az északi sugár az egyes és óramutató járásával megegyezően növekszik egészen 18-ig a számozás.

A mérések és kiértékelések a TUM által meghatározott módon történik (UHL 2015). A kor előrehaladtával bizonyos méretek az állomány záródásával már nehezen meghatározhatók.

Az elméleti növétéreket az 1.táblázat szemlélteti, ahol az 1. és 14. gyűrű csak puffer zónaként funkcionálnak, a hozzájuk tartozó növétér csak közelítő értéként van feltüntetve.

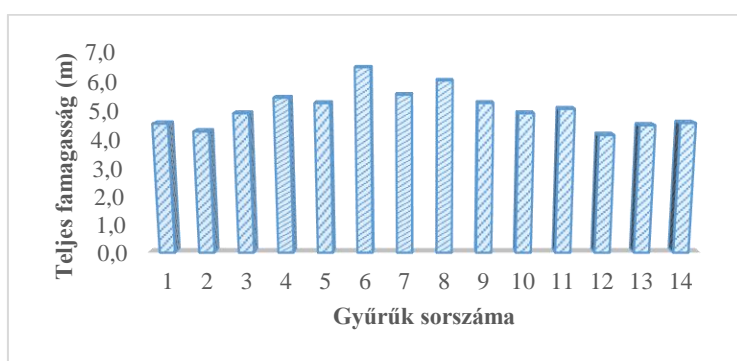
1. Táblázat: Nelder kerék felosztása Forrás: FEKETE - HORVÁTH, 2014.

Gyűrű száma	Sugárméret (kör közepétől mért távolság) (m)	Gyűrűhöz tartozó terület (m <sup>2</sup> )	Faegyedenkénti terület (m <sup>2</sup> )	Hektáronkénti faegyedek száma
1	0.640	1.872	0.104	96144
2	0.904	1.864	0.104	96560
3	1.277	3.720	0.207	48384
4	1.804	7.424	0.412	24244
5	2.549	14.817	0.823	12148
6	3.601	29.570	1.643	6087
7	5.086	59.012	3.278	3050
8	7.185	117.771	6.543	1528
9	10.151	235.034	13.057	766
10	14.340	469.056	26.059	384
11	20.258	936.092	52.005	192
12	28.618	1868.151	103.786	96
13	40.429	3728.256	207.125	48
14	57.113	6677.715	370.984	27

### Eredmények

A 2021. évi felvételezést követően kétféle módon történt a kiértékelés. Az aktuális, folyó évi adatok statikus kiértékelést tesznek lehetővé, illetve átlagos növekedési adatokat szolgáltatnak az elmúlt 12 évről. A kísérlet első évtizedében már jól látható a fiatal állomány és a növőtér kölcsönhatásaként differenciálódott állomány. Míg a belső körökben vékony egyedek találhatók, úgy az átlagos átmérő a sugarakhoz igazodva változik. A faegyedek magassága is jellemző képet mutat: jelen felvételi adatok azt mutatják, hogy 6. gyűrűn lévő fák nőttek átlagosan a legmagasabbra. (2. ábra).

A rendelkezésre álló korábbi felvételi adatoknak köszönhetően nem csak átlagos növekedési eredmények számíthatók, hanem növekedési jellegek is kimutathatók. Megállapíthatók a korszaki magassági, illetve vastagsági növedékek is (2017 és 2021 között). Ezek közül talán a magassági értékek alakulása a leginformatívabban, amelyet a 3. ábra szemléltet.



5. ábra A teljes fmagasság gyűrűnkénti átlagainak ábrázolása 2021- saját eredmények

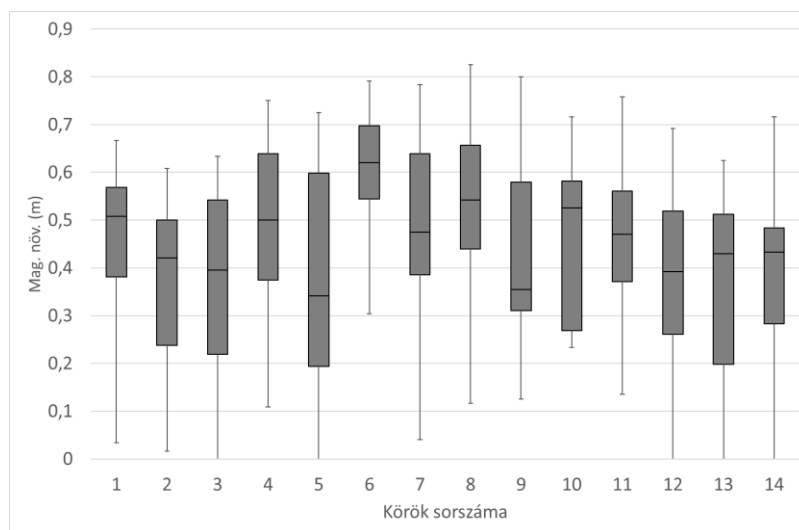


6. ábra Átlagos korszaki magassági növedék gyűrűk szerinti ábrázolása (2017-2021) – saját eredmények

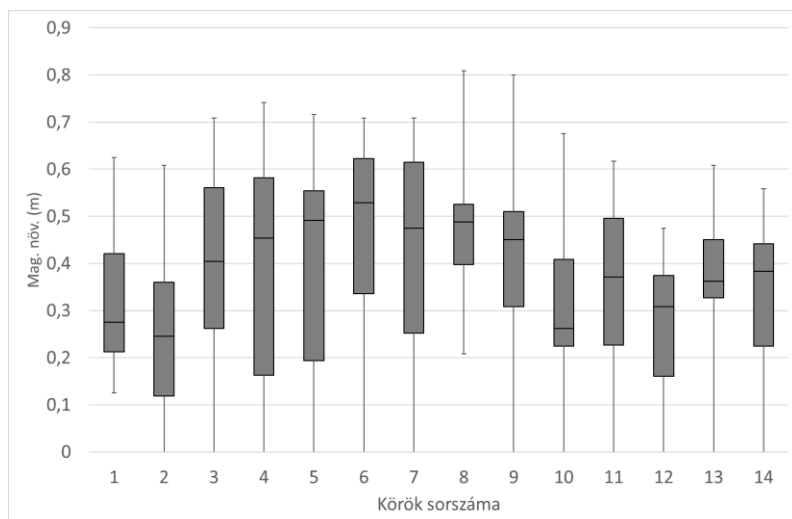
A statikus adatokat a 2. ábrán szemlélve látható, hogy a belső és külső gyűrűk fáin alacsonyabbak a 6. gyűrű fáival szemben. Ez azzal magyarázható, hogy a kör közepe felé egyre csökken a növtér, ezáltal a felvehető tápanyagforrások mennyisége is, erősebb a konkurencia. Míg a Nelder kerék szélén lévő fákra a szabad állás jellemző, nincs konkurenciaharc a fényért ezért inkább a horizontális növekedés a jellemző rájuk mintsem a vertikális.

A következőkben dobozábrák segítségével kerülnek bemutatásra a különböző növekedési paraméterek. Az ábrán a minimum és maximum értékek között szürke tartománnyal jelöltük az adatok középső 50%-nak terjedelmét (interkvartilis), illetve a mediánt. Az ábrák a győrladaméri északi (É) és déli (D) mintaterületek adatait mutatják.

Érdeemes megnézni, hogy hogyan alakult a magassági növekedés átlagosan 2021-ig az északi illetve a déli körökön (4-5 ábra). Látható, hogy az egyes egyedek magassági növekedése a kísérlet első szakaszában nem egységes. A magassági növedék változásának trendje a két mintaterületen hasonló, tehát a növtér hatása a magassági növekedésre kimutatható.

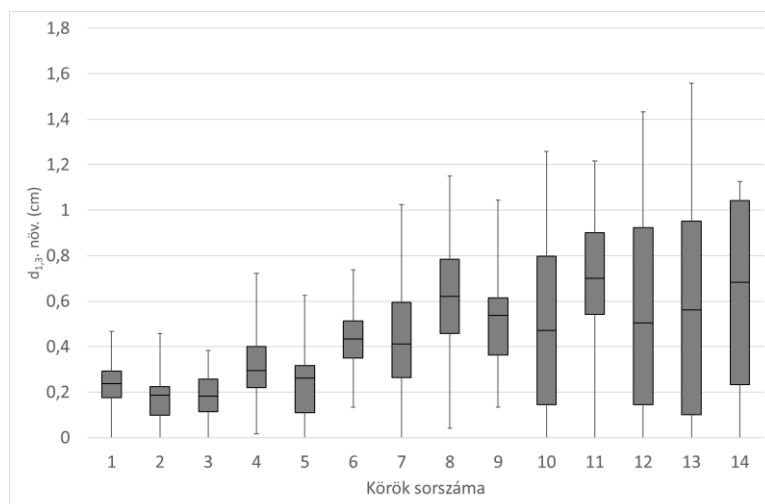


7. ábra Az egyes körök átlagos magassági növekedése méterben –Északi kör – saját eredmények



8. ábra Az egyes körök átlagos magassági növekedése méterben –Déli kör – saját eredmények

A 2021. évi állapotértékeit alapul véve megvizsgáltuk az átlagos mellmagassági növekedést is. (6-7. ábra). Jól látható, hogy a belső körök jóval alacsonyabb átlagnövedéket értek el a vastagsági növekedésben, mint a külső körökön lévő egyedek, ugyanakkor az is látható, hogy a külső körökön jóval nagyobb az egyes fák növekedésének változatossága. Az alacsonyabb növtér erős korlátozó tényező, ezért az egyedi különbségek kevésbé mutatkoznak meg sűrűbb állományok esetében.

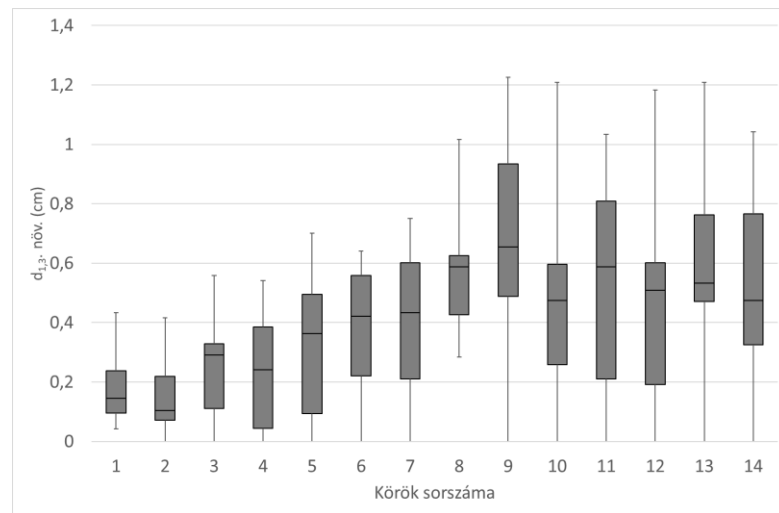


9. ábra A mellmagassági átmérő átlagnövekedése centiméterben –Északi kör – saját eredmények

Ahogy a növtér fokozatosan növekszik, a faegyed vastagsági növekedése lesz domináns („szabadon” álló fák), míg a minimális növtér mellett a magassági növekedés erőteljes. Ebben a korban versengésből származó mortalitás még nem jellemző.

Tehát 2017-2021-es korszakot magassági növekedést tekintve ideális a hektáronkénti 6000 db csemete kocsányos tölgy esetén, egységes szaporítóanyag mellett.





10. ábra A mellmagassági átmérő átlagnövedéke centiméterben – Déli kör – saját eredmények

### **Következtetések**

A kapott eredmények segítségével a következő megállapításokat lehet tenni:

2017-2021-es korszakot a magassági növekedést tekintve ideális a hektáronkénti 6000 db egyed szám (6. kör) kocsányos tölgy esetén ezen a területen, ahol a klíma erdős-sztyepp a hidrológia időszakos vízellátású a talaj pedig karbonátos öntés csernozjom. Ekkor, 4 év alatt elérhető a közel 2,5 méteres magassági növekedés is. A körönkénti elemzések megmutatták – különös tekintettel a magassági növekedést vizsgálva – hogy az egyes körökön lévő egyedek egyedi tulajdonságai nagyobb szórást is mutathatnak. A növekedési trendek azonban a két mintaterületen hasonlóak. Szem előtt kell azonban tartani azt is, hogy az egyes egyedek magassági vagy vastagsági növekedését vizsgálva más befolyásoló tényezők is közrejátszanak: a területen az első években a koncentrikus körös mintaterületet körbeölelő pufferzónából való pótlás, vagy egy-egy faegyed kiemelése a kísérletből, amikor is a maradó egyedek növényterület változik - kísérleti területen biomassza vizsgálat céljából kerültek ki faegyedek 2017 előtt (DALLHAUSEN 2017), vagy vadkár következtében keletkező növekedésvésztes.

### **Irodalomjegyzék**

- AUDI.HU(2020): [https://audi.hu/hu/hirek/hirek/reszletek/634\\_audi\\_hungaria\\_erdotelepitesek\\_melyek\\_gyor\\_tudejekent\\_a\\_kutatast\\_](https://audi.hu/hu/hirek/hirek/reszletek/634_audi_hungaria_erdotelepitesek_melyek_gyor_tudejekent_a_kutatast_)
- DALLHAUSEN J. E. (2017): Stand density sensitive biomass function for young oak trees at four different European sites. *Trees-structure and function*, 31 6 pp 1811-1826.
- FEKETE Á. – HORVÁTH J. (2014): Növekedésvizsgálatok a magyarországi Nelder-kísérletben - második felvétel. Sopron.
- NELDER J. (1962): *New Kinds of Systematic Design for Spacing Experiments*.
- UHL E.E. (2015): Analysing the effect of stand density and site conditions on structure and growth of oak species using Nelder trials along an environmental gradient: Experimental design, evaluation methods, and results: <https://doi.org/10.1186/s40663-015-0041-8>
- VANCLAY J. K. (2006): Experiment designs to evaluate inter- and intra-specific interactions in mixed plantings of forest trees: <https://researchportal.scu.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/Experiment-designs-to-evaluate-inter--and-intra-specific-interactions-in-mixed-plantings-of-forest-trees/991012821500202368#file-0> Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

# INVÁZIÓS FAFAJOK FELMÉRÉSE A FERTŐDI LÉS-ERDŐBEN

Survey of invasive tree species in Lés-forest (Fertőd)

FEJES RICHÁRD<sup>1</sup>, ZAGYVAI GERGELY<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
fejesr1996@gmail.com

## ***Kivonat***

Kutatásunk során az inváziós fehér akác, a mirigyes bálványfa valamint a zöld juhar elterjedését mértük és dolgoztuk fel térinformatikai módszerekkel a fertői Lés-erdő területére vonatkozóan. A zöld juhar egyedeinek részletesebb felmérését is elvégeztük, melynek során a következő jellemzőket rögzítettük: kor, magasság, törzsátmérő, vadkár, szociális helyzet, egészségi állapot, csíracsemete előfordulás, fényellátottság, termésképzés. Eredményeink alapján javaslatokat fogalmaztunk meg arra vonatkozóan, hogy az egyes özőnfajokat hol milyen módszerekkel célszerű visszaszorítani.

## ***Abstract***

Distributions of invasive tree species like black locust, tree-of-heaven, boxelder were surveyed in Lés Forest using a GIS software. Boxelder individuals were surveyed particular according to following data: age, height, stem diameter, game damage, social position, state of health, occurrence of seedlings, light conditions, fruit production. Advices were taken for control of invasive species. Spreading of invasive and potential invasive species are to be monitored.

## ***Bevezetés***

A Kisalföld területén fekvő erdőtömbök közül kultúrtörténeti és természeti értékek tekintetében is kiemelkedik a Fertő délkeleti csücskében lévő Lés-erdő. Az erdőtömb kulcsfontosságú jellemzője, hogy a „Magyar Versaillesnek” is nevezett Esterházy-kastély mögött terül el, azzal szoros egységet képez.

A Lés-erdő a Nyugat-Magyarországi peremvidék nagytájon belül a Sopron-Vasi síkság középtáján, az Ikva-sík kistáján helyezkedik el (DÖVÉNYI 2010). Az erdő nagysága a 18. században a 330 hektárt is meghaladta, jelenleg 176 hektár. A változás a 19. század végén történt, amikor az erdő keleti és déli területeit nem telepítették újra, ez a korábbi erdőterületnek közel felét érintette, tehát a Lés-erdő a területének mintegy felét elvesztette (ZELNIK 2015).

A Lés-erdő eredeti vegetációja összefüggő kocsányos tölgyes volt. Napjainkban meghatározó az őshonos fajok jelenléte: a kocsányos tölgy az erdőterület 64%-án, a csertölgy 27%-án, az egyéb kemény lombosok (magas kőris, hegyi juhar) 7%-án alkotnak zömmel elegyes állományokat (ZELNIK 2015).

A 2015-ben lezajlott helyreállítási projekt keretében 7 hektáron sor került az inváziós növényfajok visszaszorítására is. A megvalósított munkák hozzájárulnak a KAEG Zrt. közcélú fejlesztési elképzeléseinek megvalósításához és lehetőséget biztosítanak a kertrégészeti kutatásokon alapuló további fejlesztésekhez. (URL.1.)

Területén még mindig a fakitermelés a meghatározó, de a Lés-erdő jövőbeli fejlődéséhez és ahhoz, hogy még inkább előtérbe kerüljön közjóléti funkciója elengedhetetlen az, hogy a területéről az inváziós növényfajok eltűnjenek és az erdőállományok természetessége növekedjen.

Kutatásunk jelen tanulmányban ismertetett részének célja a Lés-erdő területén előforduló inváziós növényfajok (a fehér akác, a mirigyes bálványfa és a zöld juhar) előfordulásának, esetleges újbóli megjelenésének felmérése a korábban említett, KAEG Zrt. által végzett kezelés után.

### **Anyag és módszer**

A Lés-erdei inváziós fajok felmérésére 2020. július 6 és 22 között került sor. Az előfordulási adatok rögzítése egyedenként az Epicollect5 nevű mobilalkalmazás segítségével történt. Az adatok feldolgozását és térképen történő megjelenítését a QGIS program 3.4.13.-as verziójának segítségével végeztük. A program lehetővé teszi, hogy a korábban Epicollect alkalmazásban terepen felvett pontok megjeleníthetők legyenek a Google műhold felvételein.

A zöld juhar egyedek tulajdonságainak átfogóbb felmérését is elvégeztük 2021. augusztus 2. és 14. között. A felmérés során többek között az egyedek korát, magasságát, törzsátmérőjét, vadkár mértékét, szociális helyzetét, egészségi állapotát, a csiracsemete előfordulást, fényellátottságát és a termés meglétét vizsgáltuk. A felmérés ezen részének megtervezéséhez HORVÁTH (2012) munkájának vonatkozó részeit is felhasználtuk. A magasság vizsgálatát részben becsléssel részben lézeres távolság mérővel végeztük. A törzsátmérő mérésekor a talajszinten és mellmagasságban (kb. 1,30 m) is végeztünk mérést digitális tolómérő segítségével.

### **Eredmények**

A felmérés során a fehér akácból, mirigyes bálványfából és zöld juharból összesen 905 pontot vettünk fel az erdő teljes területén. Egy pont egy vagy több egyedet is jelölhet, ez minimum 1 maximum 15 egyed.

A felmérés során fehér akácból összesen 508 pontot rögzítettünk (1. ábra). Főként az erdő részletek szélén jelent meg nagyobb számban elsősorban az erdő keleti részén. Az erdőrészeket belsőjében jelenléte kevésbé volt jellemző, ez elsősorban a fehér akác fény és melegigényével hozható összefüggésbe. A fehér akác legjelentősebb előfordulását a Fertőd 15/B erdőrészletben tapasztaltuk, ahol az erdőbelsőben képviseltette nagyobb számban magát a faj, főként a lékekben, nyíltabb részeken, ahol elég fényhez jut. A faj jelentősebb előfordulásait tapasztaltuk a Fertőd 12/E, 13/A és a 14/A-B erdőrészletekben, ahol a fehér akác a bálványfával együtt vegyesen jelent meg elsősorban a nyíltabb, napsütötte részeken. A Fertőd 11/J erdőrészletben a fehér akác vegyesen jelent meg a zöld juharral és a bálványfával. A Lés-erdő délnyugati sarkánál lévő Fertőd 15/H erdőrészletet faállománya teljes egészében fehér akácból áll, így hozzájárul a fehér akác terjedéséhez a szomszédos erdőrészekben. A felmérés során javarészt fiatalabb egyedeket figyeltünk meg a Lés-erdőben, az idősebb egyedek kisebb számban képviseltették magukat, jelenlétük főként a szegélyekre korlátozódik.

A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) felmérése során összesen 202 pontot rögzítettünk. A faj elterjedése még kisebb mértékű a fehér akácéhoz képest, előfordulása javarészt az erdő keleti részére koncentrálódik. A megfigyelt előfordulási mintázat a mirigyes bálványfa fény és melegigényességével, valamint szárazságtűrésével hozható összefüggésbe, ugyanis a felmérés során többször is tapasztaltuk, hogy az erdő keleti része szárazabb, mint a nyugati. Ennek oka valószínűleg a Kelemente-csatorna jelenléte. A mirigyes bálványfa jelentősebb előfordulásai között lehet említeni a korábban már a fehér akácnál is említett Fertőd 12/E erdőrészletet, ahol a szegélyeken képviseltette magát a faj nagy számban, de a Fertőd 12/K erdőrészlet délkeleti szegélyén is jelen volt. Szintén a faj nagyszámú előfordulását lehetett megfigyelni a Fertőd 13/B-C erdőrészletek keleti szélén, ahol megfelelő körülmények vannak számára. A faj nagyobb számú előfordulását tapasztaltuk még a Fertőd 11/D

erdőrészletben és annak szélein. Az itteni megjelenés valószínűleg azzal hozható összefüggésbe, hogy az állomány még fiatal, a záródás az erdő részlet nagy részén még nem alakult ki és emiatt a mirigyes bálványfa megtelepedéséhez a feltételek adóttak. A mirigyes bálványfa nyugati erdő részletekben való előfordulása továbbra is jelentéktelennek tekinthető.



1. Ábra: A felmért inváziós fajfajok előfordulása a Lés-erdőben. Forrás: Fejes Richárd, 2022

A zöld juhar (*Acer negundo*) a fehér akáchoz és a bálványfához képest kevésbé tekinthető veszélyesnek a Lés-erdő szempontjából. Természetvédelmi problémát hazánkban elsősorban az ártéri puhafaligetekben és a beerdősülő ártéri kaszálóréteken jelent (CSISZÁR 2012). A felmérés során a fajból 195 pont került felvételre, ami a legkevesebb a három faj közül. A felvett pontok által kirajzolt elterjedési mintázata alapján túlnyomórészt azt erdő északi részén fordul elő, valamint kisebb részt az erdő nyugati, délnyugati részén képviselteti magát. A zöld juhar mérsékelt árnyéktűréséből adódóan nem csak az erdő részletek szélein, de az erdőbelsőben is nagy számban megtalálható. A felmérés során idősebb egyedeket és fiatal egyedeket egyaránt megfigyeltük a Lés-erdő területén. A felmérés során azt tapasztaltuk, hogy a Fertőd 10/P cseres-kocsányos tölgyes faállományú erdő részlet fertőzöttsége volt a legjelentősebb. A terület nagymértékű fertőzöttségének kialakulásában valószínűleg a település közelsége és az erdő északnyugati részének jobb vízellátottsága is szerepet játszott. A jobb vízellátottságot megerősíti az a megfigyelés is, hogy a 10/P erdő részlettől nyugatra vízigényes fajokat lehet megfigyelni, amely az erdő középső és keleti területein nem fordultak elő. Utóbbi erdő részletektől délre a Kelemence-csatorna mentén kisebb számú előfordulást tapasztaltunk. A zöld juhar további nagyobb számú megjelenését tapasztaltuk a Bagateltől északra a Fertőd 11/B-J-K-N erdő részleteknél. Ezekben az erdő részletekben a zöld juhar főleg a naposabb erdő szegélyeken jelent meg kisebb csoportokban vagy magányosan.

A zöld juhar esetében sor került az egyedek jellemzőinek részletesebb felmérésére, többek között vizsgáltuk a koreloszlást, amely meghatározásánál az egyedek habitusát vettük figyelembe. A Lés-erdei zöld juhar állományban legnagyobb számban a középkorú egyedek találhatóak (166 pld.) ezt követik a fiatal egyedek (145 pld.) és legkisebb számban az idős,

jelentős méreteket elérő egyedek találhatóak (27 pld.). Az erdőben vizsgált legmagasabb egyed megközelítőleg 20 m a legkisebb pedig 40 cm magas. Talajszinten mért törzsátmérők közül a legnagyobb érték 350 mm míg a legkisebb érték 6 mm volt. Mellmagasságban a legnagyobb érték 345 mm, a legkisebb érték pedig 4 mm volt. A vadkár vizsgálata során fényderült arra, hogy alacsony a területen található zöld juharok vad általi károsítása, mindössze 14 egyed esetében lehetett a vad kártételére utaló sérüléseket találni. A szociális helyzet felmérésénél az egyedek felsőlombkorona szinthez viszonyított elhelyezkedését vettük figyelembe, a területen a felmért egyedek közül 283 a lombkoronaszint alászorult, 31 egyed a felső lombkorona szintben közbeszorult helyzetben van, mindössze 24 egyed volt uralkodó helyzetben a többi konkurens fajhoz képest. Az egészségi állapot vizsgálata során megállapítottuk, hogy a zöld juhar állomány túlnyomó része az az 240 egyed jó egészségi állapotban van, ezek többsége alászorult helyzetben található a lombkorona szint alatt alacsony fényellátottsággal. 61 egyed esetében tapasztaltam korona sérülést vagy betegséget és 37 egyednél törzs sérüléseket lehetett megfigyelni, így összesen 98 egyed volt sérült vagy beteg a 338-ból. Mindössze 36 egyed közelében lehetett csiracsemetét találni.

A fényellátottság vizsgálata során jól megfigyelhető volt, hogy az állomány jelentős része (207 egyed) alacsony fényellátottságú, teljes mértékben az uralkodó fajoknak alászorult. 57 egyednél volt közepes fényellátottság, ezek általában az erdőszegélyek közelében voltak vagy kissé magasabb növényzettel voltak körülvéve. 73 egyed esetében viszont jó volt a fényellátottság, ezek vagy uralkodó helyzetben voltak vagy az erdő szegélyeken helyezkedtek el. A Lés-erdei zöld juhar állomány vizsgálatának fontos részét jelentette azoknak az egyedeknek a felderítése, amelyek termést tartalmaznak. Ezek az egyedek jelentősen hozzájárulhatnak a faj terjedéséhez a területen. A felmérés során 29 termő egyednek sikerült azonosítani a területen. A megfigyelések rávilágítottak a Lés-erdő zöld juhar állománya kapcsán arra, hogy az főként középkorú és fiatal egyedekből áll, amelyek a felsőlombkorona szint alatt helyezkednek el és fényellátottságuk alacsony, többnyire árnyaltak. Az állomány jelentős része jó egészségi állapotban van. Az eredmények szerint nem gyakori az állományban a vadkár, csiracsemete előfordulása sem jellemző, az erdő területén a termést hozó zöld juhar egyedek száma csekély.

### ***Következtetések***

A fertődi Lés-erdő közjóléti szerepének növeléséhez nélkülözhetetlen a területén előforduló inváziós fajok közül elsősorban a nagyobb számban előforduló és agresszíven terjedő fehér akác, mirigyes bálványfa és zöld juhar elleni hatékony fellépés. A visszaszorítási módszerek közé tartoznak mechanikai és vegyszeres beavatkozások is. Fontos, hogy a kezelés során ne sérüljön az élőhely többi eleme, valamint, hogy ne történjen természetkárosítás.

Mindhárom faj esetében alkalmazható mechanikai módszerek közé tartozik a kéreggyűrűzés (törzsgyűrűzést). Az eljárás során a törzs háncsszövege és a kambium eltávolításra, illetve átvágásra kerül. A módszer eszköze lehet egy kifejezetten erre a célra kialakított gyűrűző lánc, mely motorfűrészláncból alakítható ki, de alkalmazható erre vonókés, bozótvágókés, motorfűrész is. A gyűrű a legtöbb esetben mellmagasságban, általában 15–20 cm szélességben kerül kialakításra. A mechanikai kezelés módszere lehet még a sarjleverés is, amely a fás szárú özönfaj sarjainak mechanikai úton történő eltávolítása (CSISZÁR - KORDA 2015).

Vegyszeres kezelések közé tartozik a fiatal egyedek esetében vegetációs időszakban alkalmazandó ecsetelés, valamint az injektálást, amely során a vastagabb törzsekbe fűrt lyukakba vegyszert juttatnak, amely az egyed pusztulását eredményezi. A kezelés után 1-2 hónappal a kezelt egyedek száradásnak indulnak. Az ecsetelést és injektálást kombinálva is lehet alkalmazni, ez olyan állományokban szükséges, ahol fiatalabb és idősebb egyedek is



vannak. A kombinált beavatkozás akkor is szükséges, ha az első injektálás után visszatérve túlélő idős egyedek és friss sarjak találhatóak a területen (FEKETE 2013).

A Lés-erdő területén a fehér akác esetében az erdőrészek szélén megjelenő egyedek eltávolítása lehetne igazán eredményes, ugyanis a legtöbb erdőrészlet esetében a fehér akác a széleken jelent meg nagyobb számban. A fehér akác visszaszorításához nagyban hozzájárulna a 15/H erdőrészlet állományának eltávolítása és őshonos fajokkal történő újraelültetése, valamint a 12/E erdőrészlet fehér akác állományának őshonos fajokkal történő pótlása.

A mirigyes bálványfa esetében a Lés-erdő keleti szélén lenne szükség irtásra ugyanis ott fordult elő a faj a legnagyobb számban. A 13/A és a 14/B erdőrészletben található ösvények mentén is gyakoribbnak mutatkozott a faj emiatt ott is érdemes lenne beavatkozni, hogy a mirigyes bálványfa ne tudjon tovább terjedni a területen.



2. Ábra: A zöld juhar előfordulása. Forrás: Fejes Richárd, 2022

A zöld juhar visszaszorítására a Lés-erdő északnyugati részén lenne szükség különösen a 10/P erdőrészlet esetében, de ugyan úgy a szomszédos erdőrészletekben és az azok közötti területeken is fontos lenne kezelést végrehajtani. További beavatkozásra lenne szükség még a 11/B és 11/C erdőrészletek keleti szélén is mivel ott is a faj gyakoribb előfordulását lehetett megfigyelni. A zöld juhar egyedeiről gyűjtött részletes adatok alapján kiválasztottuk azokat a termést hozó, idősebb, uralkodó helyzetben lévő egyedeket, melyek eltávolításának prioritást kell élveznie, ha lehetőség nyílik az ezirányú beavatkozásra (2. ábra).

### ***Irodalomjegyzék***

- CSISZÁR Á. (szerk.) (2012): Inváziós növényfajok Magyarországon. – Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 364 pp.
- CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.) (2015): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. ROSALIA kézikönyvek 3, Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. pp.: 37-42.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. 370-373 pp.

- FEKETE T. (szerk.) (2013): Harc a bálványfával, A bálványfa terjedésének megakadályozása a Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. területén, KAEG Zrt, Győr. 8-12 pp.
- HORVÉTH F. (2012): Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához – Doktori PhD értekezés, NYME Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron, <http://www.doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=9662> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- ZELNIK B. (szerk.) (2015): Az Esterházy kastélypark csodái, A Fertői Lés-erdő évszázadai, Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. Győr. 6-96 pp.

URL. 1: [https://www.kaeg.hu/les\\_erdo\\_palyazat\\_II.html](https://www.kaeg.hu/les_erdo_palyazat_II.html) – Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt., A fertői Esterházy-kastély parkjának helyreállítása II. ütem: A Lés-erdő rekonstrukciója – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

# UTÁNPÓTLÓDÁS ÉS A NAPI TALAJVÍZSZINTINGADOZÁS

## Replenishment and Water Table Diurnal Signal

GRIBOVSZKI ZOLTÁN<sup>1</sup>, GRIBOVSZKI KATALIN<sup>2</sup>

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

[gribovszki.zoltan@uni-sopron.hu](mailto:gribovszki.zoltan@uni-sopron.hu)

<sup>2</sup>ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet

### ***Kivonat***

Az erdei fás vegetáció a klímaváltozás szempontjából előnyt élvez abból a szempontból, hogy kiterjedt és mély gyöker rendszerrel rendelkezik, így képes azon vízforrások kiaknázására, amelyek a sekélyebb gyökerzetű vegetációformák számára nem elérhetőek. Ilyen vízforma például a talajvíz, amely többletvízforrásként a hazai völgyfenéki termőhelyeken az erdők jobb biológiai produkciójának, sőt egyes esetekben a síkvidéki területeken (pl. Nagyalföld) a fennmaradásának egyik legfontosabb feltétele.

Ez a rövid tanulmány azt a változó klímában egyre fontosabb váló kérdést boncolgatja, hogy hogyan detektálható az erdő talajvízre gyakorolt hatása, és ebből a talajvízre gyakorolt hatásból hogyan fejthető vissza eltérő utánpótlódási viszonyok között a növényi talajvízfelvétel.

### ***Abstract***

Forest vegetation has an extensive and deep root system, and this is an advantageous feature from the point of view of climate change because by this deep root system trees can use groundwater resources that are generally not accessible to herbaceous vegetation forms with shallower roots. Groundwater, as a surplus water, is one of the most important parameters for the better biological production in valley locations, and even in some cases, the survival of forests in plains (e.g., Great Hungarian Plain).

This short study discusses how to detect the effect of the forest on groundwater and how to derive plant water uptake from groundwater under different replenishment conditions.

### ***Bevezetés***

Sekély talajvízmélység esetén a vegetációnak, főként ha ez erdő, jelentős a hatása a talajnedvesség és talajvíztér szorosan összefüggő dinamikájára. A talajvízfüggő ökoszisztémák általában igen értékesek és vízkészletgazdálkodási jelentőségük is kiemelt, így evapotranszpirációjuk (ET) pontos meghatározása, mind természetvédelmi, mind vízkészletgazdálkodási szempontból fontos. A vízgazdálkodásban használt numerikus modellek is legtöbbször igénylik az evapotranszpiráció pontos értékeinek megadását, hogy valóságközeli regionális vagy lokális vízmérleget tudjanak számítani. Az előbbi okokból a felszínközeli talajvízzel rendelkező területeken található vegetáció hatását a vízkészletekre intenzíven vizsgálták és jelenleg is vizsgálják a világ majd minden részén (pl. WHITE 1932, FEDERER 1973, GRIBOVSZKI 2009, KALICZ et al. 2011, LOHEIDE 2005).

Az ET pontos meghatározása még fontosabbá válik a klímaváltozás tendenciáit értékelve, ha figyelembe vesszük, hogy az egyre melegebb környezetben a párolgási kényszer is nőni fog. A vízmérleg ET tagja jelenleg is meghatározó hazánkban, hiszen az a regionális vízmérlegben éves szinten kb. 90%-ot tesz ki.

Hazánkban az ERTI talajvízmonitoring kúthálózatában (IJJÁSZ 1939) VITUKI Komlósi telep nevű kísérleti állomásán folytattak intenzív vizsgálatokat az evapotranszpiráció talajvízre gyakorolt hatását tanulmányozva (MAJOR 2002). Érdeemes megemlíteni a TAKI (TÓTH

et al. 2014) az SOE Erdőmérnöki Kara (GRIBOVSKI et al. 2008, 2017) és az Erdészeti Tudományos Intézet talajvízzel kapcsolatos elemzéseit is (JÁRÓ-SITKEY 1995, MÓRICZ et al. 2016, BOLLA-NÉMETH 2017, SZABÓ et al. 2022), amelynek kapcsán különböző típusú erdőállományok hatását vizsgálták a talajvízszintekre vonatkozólag.

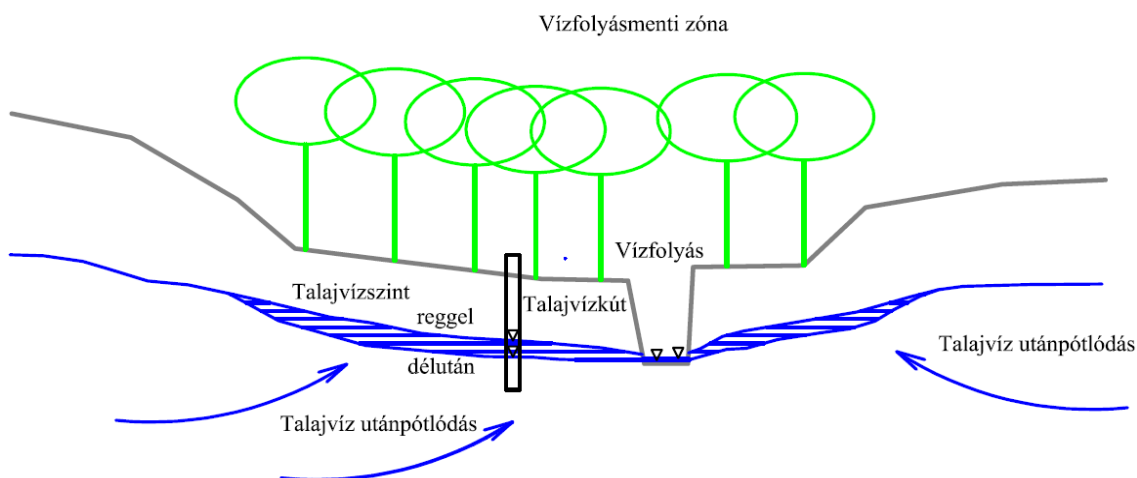
Jelen cikkben a sekély talajvízű területek (általában vízfolyás menti zónák) talajvízszintjének napi ingadozása alapján talajvízből származó ET ( $ET_{GW}$ ) becslésre kidolgozott eljárások talajvízdinamikától, talajvíz utánpótlástól való függését elemezzük.

### A napi talajvízszint-ingadozás dinamikája

Sekély talajvízű környezetben, pl. vízfolyásmenti zónákban, a növények többlet párologtatási igénye kielégíthető a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletéből vagy a talajvíz háttérből történő utánpótlásából, ill. mindkettőből (1. ábra, 1. egyenlet). Ennek megfelelően a napi talajvíz-ingadozás dinamikája a párologtatás, a készletváltás és az utánpótlás összegzéseként jelenik meg. A napi periódusú talajvízjárás szélsőértékeinél, ahol ez a szélsőérték rövid időre állandósul (vagyis a készletváltás nulla), a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletének utánpótlódása,  $Q_{net}$  [ $LT^{-1}$ ], egyensúlyban van a növényzet pillanatnyi transzspirációs talajvízigényével és az esetlegesen fellépő talajvíz-evaporációval, vagyis összességében a talajvíz-evapotranszspirációval  $ET_{gw}$  [ $LT^{-1}$ ].

$$dS/dt = Q_{net} - ET_{gw} \quad (1)$$

Ahol,  $S$  [L] az egységnyi területen raktározott vízmennyiség,  $Q_{net} = Q_{in} - Q_{out}$ , a nettó utánpótlódás, vagyis az adott egységnyi felületű felszín alatti térrészhez érkező ( $Q_{in}$ ) és az onnan távozó ( $Q_{out}$ ) szivárgó vízhozamok különbsége [ $LT^{-1}$ ]. A talajvízállás csökkenésének időszakában a talajvíz-evapotranszspiráció meghaladja az utánpótlódás mértékét és erőteljesen elkezd fogyasztani a vízfolyásmenti zóna talajvízkészletét is ( $dS/dt < 0$  tehát  $Q_{net} < ET_{gw}$ ). A talajvízállás legalacsonyabb értékénél az evapotranszspirációs kényszer csökkenése miatt, az  $ET_{gw}$  újra egyensúlyba kerül a talajvíz-utánpótlással ( $dS/dt = 0$  tehát  $Q_{net} = ET_{gw}$ ). A talajvízállás növekedésének időszakában a párologtató kényszer tovább csökken, és mivel ezt az utánpótlódás már meghaladja, a vízfolyásmenti zóna talajvízkészlete ismét növekszik majd ( $dS/dt > 0$  tehát  $Q_{net} > ET_{gw}$ ). Ezek alapján nyilvánvaló, hogy a talajvízjárás görbéje egy összegző görbe, ami a talajvíz-utánpótlódás (pozitív tag) és az evapotranszspirációs vízfelhasználás (negatív tag) összegződéséből keletkezik (TROXELL, 1936).



1. ábra Talajvízfelvétel és utánpótlódás sekély talajvízű környezetben

### ***Az utánpótlódási viszonyok hatása a napi talajvízszint-ingadozás alakjára***

Az utánpótlódási viszonyok vizsgálatára egy numerikus modellel végzett számítás eredményeit értékeltük, majd a tapasztalt különbségeket terepi méréseket felhasználva elemeztük.

MODFLOW2000 környezetben végzett numerikus modellvizsgálatok (YIN et al. 2013) alapján előállított talajvízszintek esetében vizsgáltuk az utánpótlódási viszonyok függvényében a napi ingadozás alakját.

A modell domainban (amely egy kisebb vízgyűjtő jellemző völgyszelvényét formázta) négy reprezentatív helyet mintázott 1-1 figyelőkút (2. ábra):

- Obs1, a vízfolyásmenti zónában, a mederhez közel (feláramlási zóna);
- Obs2, a vízfolyásmenti zóna szélén, a lejtő lábánál (feláramlási zóna);
- Obs3, a lejtő (völgyoldal) középső részén (beszivárgási zóna);
- Obs4, a lejtő felső részén, a vízgyűjtő határához közel (beszivárgási zóna).

Ezeknek a kutaknak a vízállásadatait felhasználva volt lehetőség vizsgálni az ETgw számításánál meghatározó két fő tényezőt, azaz a tározás változását és a nettó utánpótlódást.

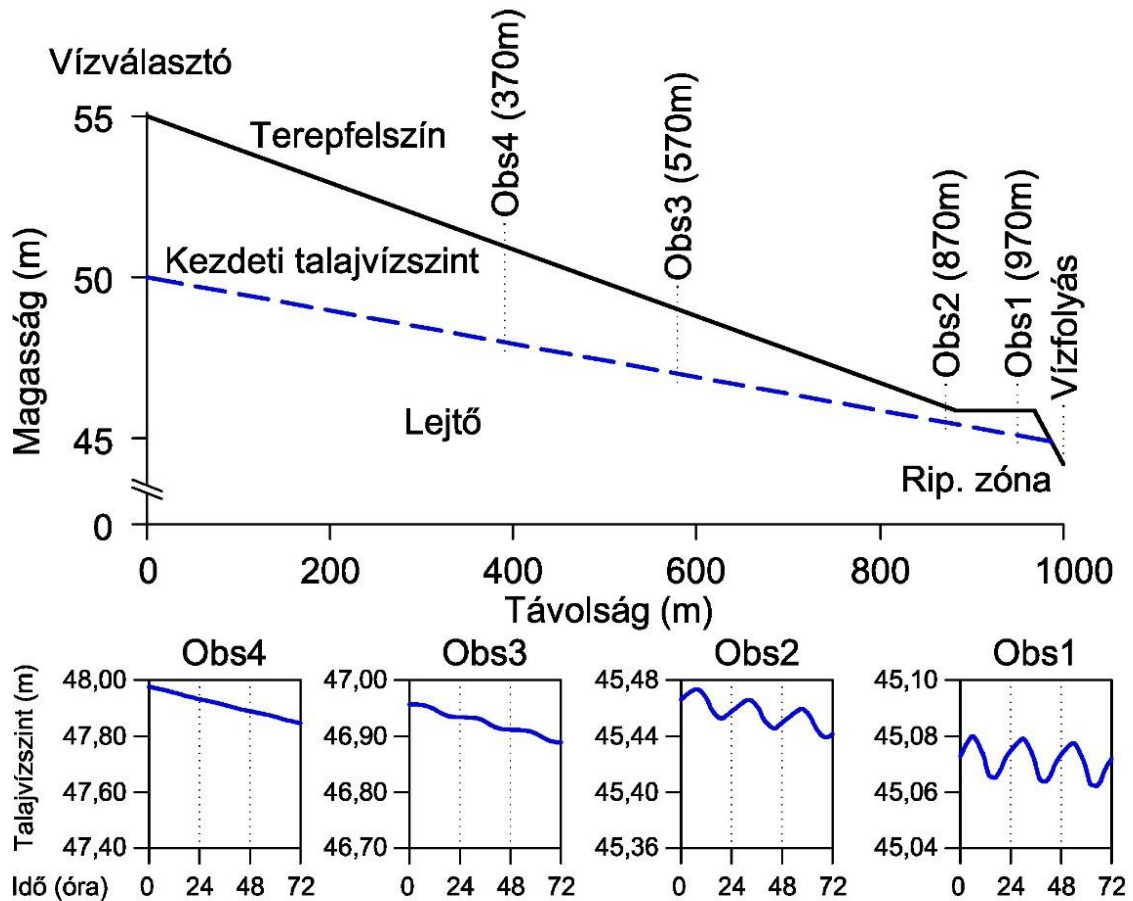
Az elemzések szerint a klasszikus módszerek (pl. WHITE 1932, HAYS 2003), amelyek konstans utánpótlódással számolnak, alábecslik az ETgw értékét a mederhez közelebbi, első kút esetében (Obs1), ahol az utánpótlódás meghatározóbb, mint a készletváltozás. Az ilyen helyeken az ETgw-t becsülő módszerek közül a GRIBOVSKI et al. (2008) és a LOHEIDE (2008) metódus használata a célszerű, mivel ezek az eljárások a napon belül változó utánpótlódást is képesek figyelembe venni. A módszerek továbbfejlesztéseként az erősen változó utánpótlódású helyeken nemcsak lineáris, hanem esetlegesen exponenciális talajvízfüggését is célszerű figyelembe venni az utánpótlódásnak.

A távolabbi másik három kút (Obs1, 2, 3) esetében, ahol a tározás változás meghatározóbb volt, mint az utánpótlódás, az egyszerűbb módszerek, pl. az eredeti WHITE (1932) eljárás is megfelelően működnek. Ezekben a helyeken a nettó talajvíz-utánpótlódás közel konstans a napon belül, tehát az utánpótlódás semmilyen talajvízszintől való függését nem kellett figyelembe venni.

Érdeemes azt is kiemelni, hogy nemcsak az utánpótlódás konstans vagy talajvízállás függő jellege határozza meg a napi talajvízszintingadozás alakját, hanem az utánpótlódás pozitív vagy negatív volta is. Az úgynevezett feláramlási zónákban (völgytalpi területek) az utánpótlódás általában pozitív, míg a völgyoldalak felsőbb részein, a beszivárgási területeken inkább negatív. Ennek megfelelően a konstans talajvíz-utánpótlódással jellemezhető, de különböző beszivárgási (Obs3), ill. feláramlási (Obs2) zónákban levő kutak esetében a következő összehasonlítások tehetők. Obs2 talajvízkút esetében (feláramlási zóna) egy pozitív utánpótlódás miatt a napi ingadozás görbéje éjszaka emelkedést mutat, hiszen folyamatosan ide áramlik a felszín alatti víz vízgyűjtőszinten. A völgyoldal felső részén, a beszivárgási zónában lévő Obs3 kút esetében a görbe éjszaka közel konstans vagy kissé csökkenő trendet mutat, hiszen innen lassan vagy gyorsabban, de eláramlik a felszín alatti víz a mélyebben fekvő területek felé. Nappal a vízszint csökkenése a vegetáció vízfelhasználása miatt általában erőteljesebb, így a görbe lépcsős jellegű lesz (2. ábra Obs 3 alábra).

Az előbbieket szerint összefoglalva a megfelelő talajvíz ET-t becsülő módszer kiválasztására a talajvíz napi ingadozását mutató görbe éjszakai visszatöltődési időszakának elemzése javasolt. Abban az esetben, ha az éjszakai visszatöltődés lineáris (az adott talajvízkút fölötti és alatti hidraulikus gradiens közel párhuzamos, és így a gradiensek különbsége, amely a nettó utánpótlódás mértékét meghatározza, is állandó) az egyszerűbb módszerek használata is megfelelő. Ha azonban a visszatöltődés nem konstans az éjszaka során, akkor a változó utánpótlódást figyelembe vevő módszereket javasolt használni (GRIBOVSKI et al. 2008, LOHEIDE 2008).





2. ábra Modell domain (felső) és a modelltől származó talajvízszintek (alsó) (YIN et al. (2013) nyomán). Az alsó ábrarészén a talajvíz napi ingadozásának tipikus esetei: Obs1, feláramlási zóna napon belül változó utánpótlódással; Obs2, feláramlási zóna konstans utánpótlódással; Obs3, beszivárgási zóna konstans, de negatív utánpótlódással; Obs4, beszivárgási zóna közel zérus talajvízfelvétellel

### Következtetések

Az eredmények alapján kimondható, hogy a nagy gyakoriságú talajvízszint mérések és az ebből számolt  $ET_{gw}$  értékek nagyban segíthetik a különböző talajvízháztartású területeken elhelyezkedő növényállományok vízfogyasztásának megértését, azonban az utánpótlódási viszonyok jellegét mindenképpen célszerű a számítások során figyelembe venni. Az utánpótlódás jellegének meghatározása alapján lehet ugyanis eldönteni, hogy egyszerűbb un. konstans utánpótlódással dolgozó vagy összetettebb, az időben változó utánpótlódási viszonyokat is figyelembevevő eljárással történjen a számítás.

### Köszönetnyilvánítás

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.

### ***Irodalomjegyzék***

- BOLLA B. – NÉMETH T.M. (2017): Monitoring of the hydrological balance in the area of the Kiskun-ság National Park Directorate. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 13: 97–111
- FEDERER C.A. (1973): Forest transpiration greatly speeds streamflow recession. *Water Resources Research* 9: 1599–1604. <https://doi.org/10.1029/wr009i006p01599>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUČSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology* 349: 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.049>
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. (2009): Napi periodusú változás a hidrológiai jellemzőkben. *Hidrológiai Közlöny* 89: 23–37.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – BALOG K. – SZABÓ A. – TÓTH T. – CSÁFORDI P. – METWALY M. – SZALAI S. (2017): Groundwater uptake of different surface cover and its consequences in great Hungarian plain. *Ecological Processes* 6. <https://doi.org/10.1186/s13717-017-0106-4>
- HAYS K.B. (2003): Water use by saltcedar (*Tamarix* sp.) and associated vegetation on the Canadian, Colorado and Pecos rivers in Texas (phdthesis). Texas A & M University.
- IJJÁSZ E. (1939): A fatenyészet és az altalajvíz, különös tekintettel a nagyalföldi viszonyokra. *Erdészeti Kísérletek*. 42: 1–107.
- JÁRÓ Z. – SITKEY J. (1995): Az erdő és a talajvíz kapcsolata. *Erdészeti Kutatások* 85: 35–46.
- KALICZ, P. – GRIBOVSZKI, Z. – KIRÁLY, G. (2011): Galériaerdők hatása a vízfolyások recessziós görbéire és ennek információ tartalma. *Erdészettudományi közlemények*, 1. (1): 45-57.
- LOHEIDE S.P. – BUTLER J.J. – GORELICK S.M. (2005): Estimation of groundwater consumption by phreatophytes using diurnal water table fluctuations: A saturated-unsaturated flow assessment. *Water Resources Research* 41. <https://doi.org/10.1029/2005WR003942>
- LOHEIDE S.P. (2008): A method for estimating subdaily evapotranspiration of shallow groundwater using diurnal water table fluctuations. *Ecohydrology* 1: 59–66. <https://doi.org/10.1002/eco.7>
- MAJOR P. (2002): Síkvidéki erdők hatása a vízháztartásra. *Hidrológiai Közlöny* 82. (6): 319–324.
- MÓRICZ N. – TÓTH T. – BALOG K. – SZABÓ A. – RASZTOVITS E. – GRIBOVSZKI Z. (2016): Groundwater uptake of forest and agricultural land covers in regions of recharge and discharge. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 9: 696–701. <https://doi.org/10.3832/ifer1864-009>
- SZABÓ A. – GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZOLGAY J. – BOLLA B. (2022): The soil moisture regime and groundwater recharge in aged forests in the Sand Ridge region of Hungary after a decline in the groundwater level: an experimental case study. *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 70: 308-320.
- TÓTH T. – BALOG K. – SZABÓ A. – PASZTOR L. – JOBBAGY E.G. – NOSETTO M.D. – GRIBOVSZKI, Z. (2014): Influence of lowland forests on subsurface salt accumulation in shallow groundwater areas. *AoB PLANTS* 6, plu054–plu054. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu054>
- TROXELL H.C. (1936): The diurnal fluctuation in the ground-water and flow of the Santa Anna river and its meaning. *Transactions, American Geophysical Union* 17: 496–504.
- WHITE W.N. (1932): Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil - results of investigation in Escalante valley (Water Supply Paper No. 659- A). Utah - U.S. Geological Survey.
- YIN L. – ZHOU Y. – GE S. – WEN D. – ZHANG E. – DONG J. (2013): Comparison and modification of methods for estimating evapotranspiration using diurnal groundwater level fluctuations in arid and semiarid regions. *Journal of Hydrology* 496: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.05.016>

# A TAUNGYA RENDSZER HATÁSA A SZUDÁNI SZÁRAZ ÖVEZET GAZDÁLKODÓINAK MEZŐGAZDASÁGBÓL SZÁRMAZÓ JÖVEDELMÉRE

Impact of Taungya System on Farmer's Income Generation in the Drylands of Sudan

MOHAMED HEMIDA<sup>1,2\*</sup>, ZEINAB HAMMAD<sup>2</sup>, ANDREA VITYI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Sopron, Institute of Environmental Protection and Nature Conservation, Hungary

<sup>2</sup> University of Khartoum, Faculty of Forestry, Sudan

\*Corresponding author Email: Mohamed.Hemida@phd.uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A kutatás célja a szudáni Taungya agroerdészeti program társadalmi-gazdasági vonatkozásainak és a gazdálkodók jövedelmi viszonyaira irányuló hatásának vizsgálata volt. A célzott mintavételi technikát 200 agrárerdészettel foglalkozó gazdálkodó bevonásával alkalmaztuk. Az adatokat kérdőívek, fókuszcsoportos beszélgetések, kiemelt információk begyűjtését célzó interjúk, közvetlen helyszíni megfigyelések és szakirodalmi feldolgozás segítségével gyűjtöttük össze. Az adatok elemzéséhez leíró statisztikákat és páros mintás t-próbát használtunk. A tanulmány kimutatta, hogy a Taungya agroerdészeti program jelentősen hozzájárult a gazdálkodók bevételeinek növekedéséhez.

## ***Abstract***

Empirical evidence of Taungya agroforestry program in Sudan was investigated. The objectives were to examine the socio-economic aspects and assess the program's contribution to farmers' income. The purposive sampling technique was applied targeting 200 Taungya farmers. Data were collected using questionnaires, focus group discussions, key informant interviews, direct field observations, and document reviews. Descriptive statistics and a paired sample t-test were used to analyze the data. The study revealed that Taungya agroforestry program contributed significantly to farmers' income.

## ***Introduction***

Sudan covers a land area of 1.9 million km<sup>2</sup>, of which 29.8 million hectares are classified as forest cover (FAO 2020). Sudan's forest resources play an essential role in providing livelihood needs. Nonetheless, Sudan's forest cover has witnessed massive changes during the last decade (GADALLAH 2020). It has substantially declined from 40% to 10.3% with an annual rate of deforestation 1.6% due mainly to agricultural expansion and forest over-exploitation (ABDOUN 2020). An important remedy to the problem of deforestation and forest degradation caused by anthropogenic activities is the establishment of more forest plantations and enhancement of management practices (ADEKUNLE – BAKARE 2004). In regard, many models, initiatives, and schemes have been applied by the Forest National Corporation (FNC) of Sudan to rehabilitate forest cover and improve the livelihoods of the fringe communities of which Taungya agroforestry was one of them.

Taungya system is an agroforestry practice where annual agricultural crops grow temporarily with forestry trees at the early stage of forest plantation establishment. The co-habitation of agricultural crops and trees can take three to five years depending on factors such as tree species, growth rate, and planting spacing (AZEEZ et al. 2017). The system was originally developed in Myanmar in the early 19<sup>th</sup> century and has been widely used. In Sudan, however, the Taungya agroforestry system is a special contract between the FNC and smallholder farmers surrounding the reserves, where the FNC distributes the targeted area inside the forest reserve and provides the farmers with the seedlings and technical assistance. Farmers are allowed to grow their subsistence and commercial crops between tree spacing

at the early stage of tree establishment (EL TAHIR et al. 2015). Taungya agroforestry has been seen as a promising practice to solve food shortages. It increases crop yields and thus achieve sustainable livelihood for farmers, particularly in African countries where food shortage is of great concern (WIRO – ANSA 2019).

Various studies have analyzed and reported findings indicating a high degree of variation in Taungya agroforestry research (KALAME et al. 2011, OLUWADARE 2014). However, in the drylands of developing countries such as Sudan, studies addressing the role of Taungya agroforestry as a land-use option for income generation and its challenges are very limited. Therefore, this paper summarizes the results of empirical survey on the Taungya agroforestry program implemented by FNC in Nabag Forest Reserve (NFR) in South Kordofan State, Sudan.

## Material and method

### Study area

South Kordofan State is in the south-central part of Sudan between latitude  $9^{\circ} - 12^{\circ}$  N and longitude  $27^{\circ} - 32^{\circ}$  E (Figure 1) with a total area of about 13.44 ha. Its climate lies within the savanna zone, with an annual rainfall between 350 – 850 mm. The average temperature ranges from  $20 - 35^{\circ}\text{C}$ . Nabag forest reserve is in EL Dilling district, South Kordofan State between the latitude  $12^{\circ} 30' 0''$  N and  $12^{\circ} 36' 0''$  N and the longitude  $29^{\circ} 36' 0''$  E to  $29^{\circ} 58' 0''$  E (Figure 1). It was reserved in 1961 as a state forest and is managed by FNC. It covers an area of 4174.2 hectares. The dominant tree species is *Acacia senegal*. Species including *Azadirachta indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, are also present (ADAM – BELLO 2017).

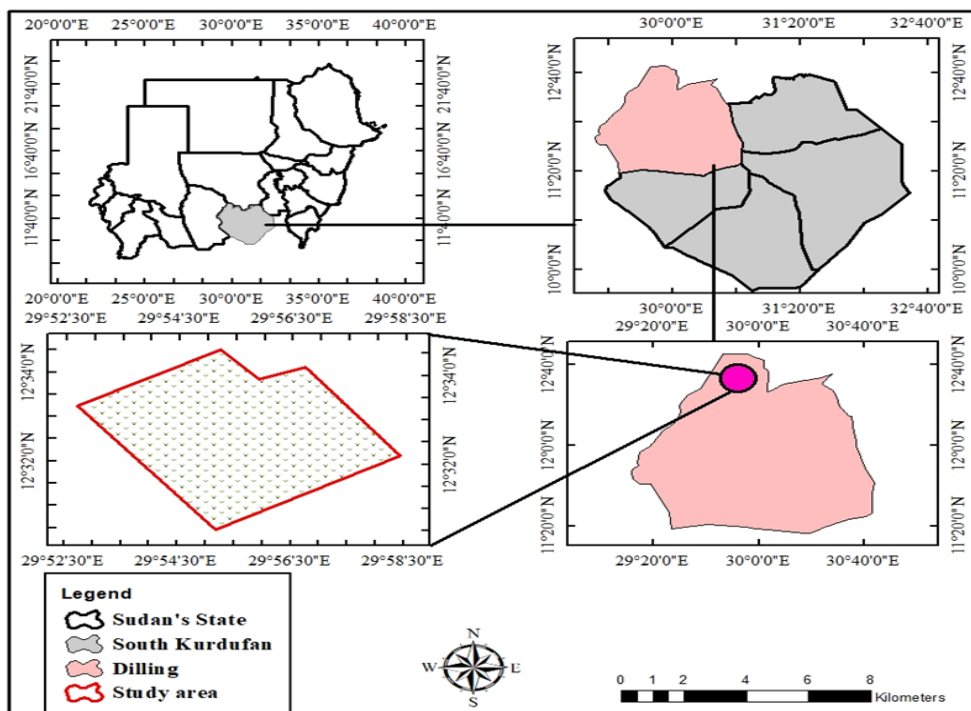


Figure 1: Map of the study area. Source: Author, 2022

### Research methodology

A purposive sampling technique was applied in this study. A total of 200 farmers were randomly selected from nine villages surrounding the NFR. The data collection were by both primary and secondary means. Primary data were collected based on face-to-face interview using a semi-structured questionnaire. This was complemented and validated through focus



group discussions, key informant interviews, and direct field observations. The interviews were conducted by the first author of this paper, field assistants, and enumerators (Figure 2). The questionnaire encompassed information pertaining to the socio-economic status of Taungya farmers (i.e., age, family size, education, and source of income), crops and productivity, costs and revenues. The focus group discussions were carried out with a mixed group of 8–10 stakeholders, doing more detailed discussions on the specific issues raised during the survey. The key informant interviews were done with stakeholders with greater experience and traditional knowledge. In addition to the abovementioned methods, direct field observations through site visits were conducted to get a better insight into the general characteristics of the farming and to validate the information gathered from the farmers. The secondary data was collected from a wide range of documents, archival records, reports by FNC, available literature (articles, books, policy briefs), and internet sources.

### *Data analysis*

Both descriptive and inferential statistics were applied to analyze the collected data. The data were first filtered, coded, and organized in an excel sheet using Microsoft Excel 2013. The data were then imported into the Statistical Package for Social Science (SPSS, version 22). The qualitative data gathered through questionnaires, focus group discussions, interviews and field observations were summarized and organized to describe and analyze the socio-economic characteristics of the farmers while a paired sample t-test with  $P \leq 0.05$  was used to test and compare the distribution of farmers' costs and revenues before and after the implementation of the Taungya agroforestry program.





*Figure 2: A glance of the interviews with farmers in the study area. Source: Author, 2022*

### **Results and conclusions**

Research findings imply that about half the population of farmers in the study area had small-size family farms, which may affect the availability of household labor for farm activities. The results are in line with other literature (OBIRI et al. 2021) where the average land size of Taungya farmers was limited to 5 acres. In agreement with ADEOYE et al. (2015), a positive correlation was found between years of experience and number of households participating in Taungya system. This study's findings agree with the results published by SUI-ANG et al. (2020) and NIGUSSIE et al. (2020), who found that farmers inside the forest had significantly higher cash income compared to farmers outside the forest, concluding that the Taungya system significantly contributes to income generation.

### **Acknowledgement**

This paper is supported by the European Union's Horizon Europe Framework Programme for Research and Innovation under grant agreement No 101060635, project REFOREST (Agroforestry at the forefront of farming sustainability in multifunctional landscapes in Europe).

### **Literature**

- ABDOUN SOM. (2020): Incentives for Reforestation and Forest's Plantations Option, under the National Strategy of REDD+ Program in Sudan. *Advances in Ecology and Environmental Research* 5: 53–85
- ADAM YO. – BELLO ARS. (2017): Relationship between local ecological knowledge and natural resources trade in Sudan. *International Journal of Development and Sustainability* 6: 385-398
- ADEKUNLE VA. – BAKARE Y. (2004): Rural livelihood benefits from participation in the taungya agroforestry system in Ondo State of Nigeria. *Small-scale Forest Economics, Management and Policy* 3:131-138.
- ADEOYE IA. – AJEWOLE OI. – AGBEJA BO. (2015): Assessment of socio-economic impact of taungya plantation system in oluwa forest reserve, Ondo State, Nigeria. *Journal of Applied Tropical Agriculture* 20: 32-39
- AZEEZ, IO. – POPOOLA L. – SHULAMITE I.O. (2017): An assessment of the forest regeneration potential of the taungya system of farming in Oyo State, south-western Nigeria. *Southern Forests. Journal of Forest Science* 79:143-151.
- EL TAHIR B.A. (2015): Climate Change Adaptation through Sustainable Forest Management in Sudan: Needs to Qualify Agroforestry Application. *Sudan Academy of Sciences Journal* 11:162-185.
- FAO. (2020): Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.
- GADALLAH N.A. – HANO A. – YAGOUB Y. (2020): Characterizing Forest Cover Changes Based on Satellite Images cum Forest Dependents' Data. *Agriculture and Forestry Journal* 4: 63-70.
- KALAME F.B. – AIDOO R. – NKEM J. – AJAYIE O.C. – KANNINEN M. – LUUKKANEN O. IDINOBA M. (2011): Modified taungya system in Ghana: a win-win practice for forestry and adaptation to climate change?. *Environmental Science & Policy* 14: 519-530.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.03.011>
- NIGUSSIE Z. – TSUNEKAWA A. – HAREGEWEYN N. – ADGO E. – TSUBO M. – AYALEW Z. – ABELE S. (2020): Economic and financial sustainability of an *Acacia decurrens*-based Taungya system for farmers in the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Land Use Policy* 90: 104331.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104331>
- OBIRI BD. – OBENG EA. – ODURO KA. – APETORGBOR MM. – PEPRAH T. – DUAH-GYAMFI A. – MENSAH JK. (2021): Perceptions of herbicide usage in forest landscape restoration programs in Ghana. *Scientific African* 11: e00672.  
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00672>

- OLUWADARE OS. (2014): Taungya Farming- a Strategy for Sustainable Land Management and Agricultural Development in Nigeria. *Advances in Forestry Letters* 3:16-22.
- SAUNG T. – MIZOUE N. – OTA T. – KAJISAT. (2020): Differences in Forest Use Strategies for Cash Income between Households Living outside and inside Selectively Logged Production Forests in Myanmar. *Forests* 11: 1263. <https://doi.org/10.3390/f11121263>
- WIRO KO. – ANSA JEO. (2019): Socio-economic potential of taungya farming system for sustainable food production in Nigeria. *International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations* 7: 13-21

# AZ ÖSSZES POLIFENOLTARTALOM MAGASSÁG SZERINTI VÁLTOZÁSA ÁLGESZTES ÉS ÁLGESZTMENTES BÜKKBEN (*FAGUS SYLVATICA* L.)

Height variation of total polyphenol content in beech (*Fagus sylvatica* L.) with and without red heartwood

HOFMANN TAMÁS, ALBERT LEVENTE

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
hofmann.tamas@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Az összes polifenol-tartalom magasság szerinti változását vizsgáltuk egy álgesztes és egy álgeszt mentes bükk törzsben. Megállapítottuk, hogy minden magassági szinten a legmagasabb összes polifenol tartalom a színhatár előtti szövetekben mérhető. Negatív szignifikáns korrelációt mutattunk ki az álgeszt átmérő és a színhatár előtti összes polifenol tartalom között. Az eredmények értelmében a polifenolok szignifikáns szerepet töltenek be az álgeszt színanyagainak képződésében.

## ***Abstract***

The variation of total polyphenol content according to height was investigated in a beech stem with and without red heartwood. We found that at all altitude levels, the highest total polyphenol content were measured in the tissues in front of the color boundary. We showed a significant negative correlation between the diameter of the red heartwood and the total polyphenol content in front of the red heartwood boundary. According to the results, polyphenols play a significant role in the formation of the pigments of the red heartwood.

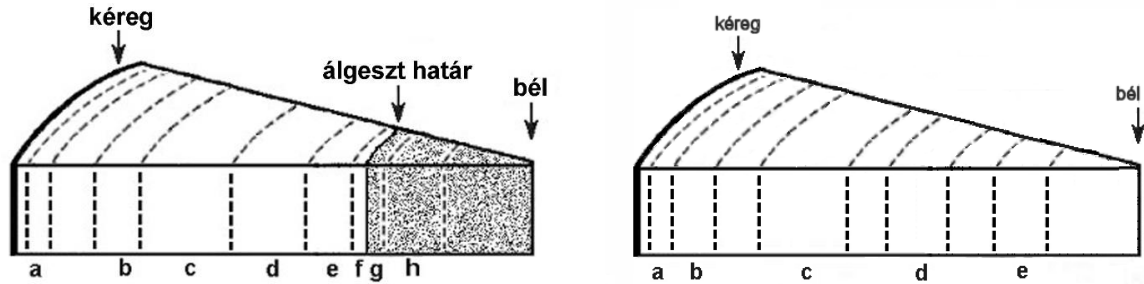
## ***Bevezetés***

A bükk (*Fagus sylvatica* L.) ökológiai és gazdasági szempontból is Európa egyik legjelentősebb kemény lombos fafaja (MOLNÁR 2004). Különösen érzékeny a klíma szárazodására, ezért jövőbeli fenntarthatósága sok kérdést vet fel. Az álgesztesedés, mint a bükk legfontosabb szerkezeti és szín anomáliája, korlátozza a bükk faanyag hasznosítását, ezáltal piaci értékét jelentősen befolyásolhatja.

Jelen kutatásban két teljes érett korú törzset dolgoztunk fel: egy álgeszteset és egy álgeszt menteset. A törzsekből méterenként korongot kivágva mértük az összes polifenol tartalmat, majd az adatokat összegezve kiértékeljük az összes polifenol tartalom magasság szerinti illetve sugár irányú változásait. Az eredmények új adatokat szolgáltatnak arról, hogy a törzsön belül magasság szerint az álgesztesedés folyamatai hogyan zajlanak.

## ***Anyag és módszer***

Egy álgesztes és egy álgesztmentes törzset vizsgáltunk. A törzsek a Tanulmányi Erdőgazdaság Soproni Erdészetének területéről származtak (Sopron 171). Üzemterv szerinti koruk 100-110 év volt. A törzseket 2001. januárjában döntötték. Döntés után a törzset 3 méteres rönkökre darabolták és a rönkökből méterenként vettünk félkorong mintákat. Az egyes félkorongokból az 1. ábra szerint vettük a különböző szöveti mintákat az álgesztes és álgesztmentes bükk törzsek esetén.

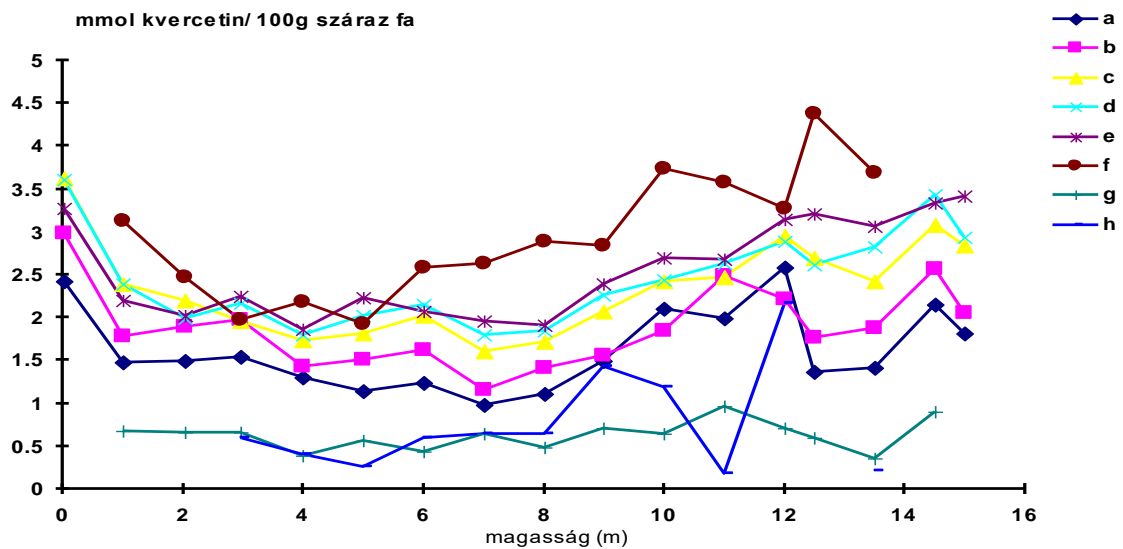


1. ábra: Mintavételi helyek az álgesztes (b) és álgesztmentes (j) korongon belül.  
Extrakció és összes polifenol tartalom meghatározása.

A korongból kivágott famintákból reszelővel 25 grammot lereszeltünk, mindegyik lereszelt mintát homogenizáltuk. Ezután 0.5 g fareszeléket 50 ml 80%-os vizes metanollal extraháltunk 6 óráig folyamatos extrakcióval mágneses keverővel. Az extraktumot Whatman GF/A üvegszálás szűrőpapíron szűrtük. A totálfenol tartalmat Folin-Ciocalteu módszerével határoztuk meg (SINGLETON-ROSSI, 1965), standardként kvercetin használtunk. A mérési eredményeket súlyállandóságig szárított faanyagra vonatkoztattuk.

### Eredmények

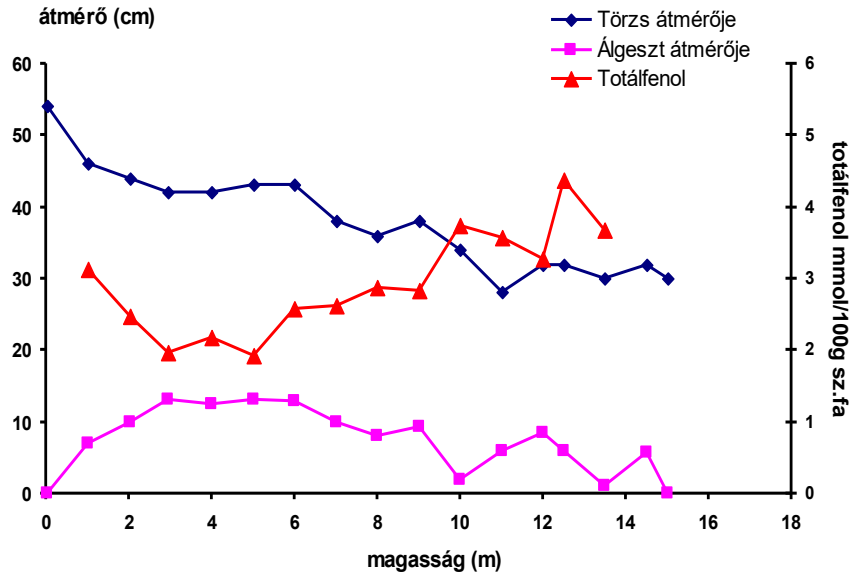
Az álgesztes törzs szöveteinek összes polifenol tartalom változása a 2. ábrán látható.



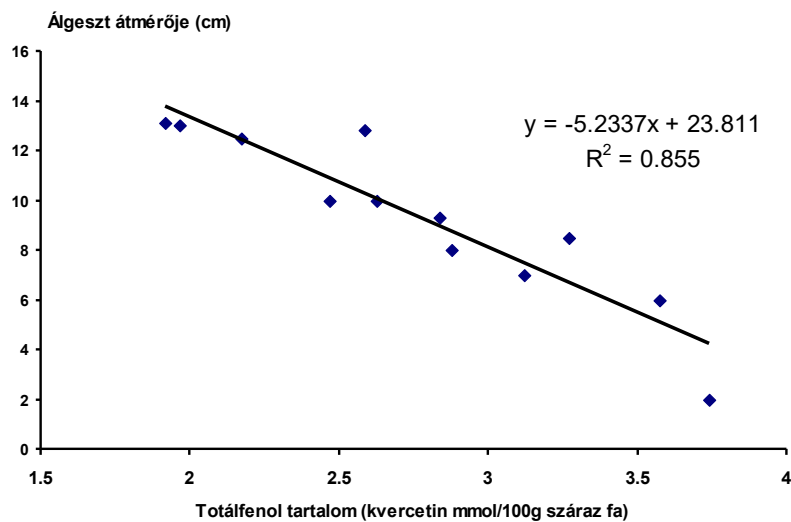
2. ábra: A totálfenol tartalom magasság szerinti változásai álgesztes bükk szövetekben.

A 2. ábrán megfigyelhető, hogy a legmagasabb fenolkoncentrációk az álgesztes törzsben a határzónában (f), a legalacsonyabbak a színhatár után (g, h) mérhetők. Az álgesztesség szempontjából az f szövetek magasság szerinti totálfenol koncentráció változásai a legfontosabbak. Megállapítható, hogy értékük a 3-5 méteres magasság között a legalacsonyabb, ez alatt, illetve felett a határzóna fenol-tartalma emelkedik.

Tapasztalatok szerint a törzs hosszirányában az orsó alakú álgeszt átmérőjének maximumát a 3-6 méteres magasságban éri el. A vizsgált törzsben az álgeszt átmérője és az f szövet totálfenol tartalma közötti szoros kapcsolat állapítható meg: ahol az álgeszt átmérője a legnagyobb, ott a legalacsonyabb a színhatár előtti szövetek (f) totálfenol tartalma (3. ábra). A két mennyiség között szignifikáns negatív korreláció mutatható ki (4. ábra).



3. ábra: Az álgesztes bükk törzsátmérőjének, az álgeszt átmérőjének és a mintakorongok színhatár előtti szöveteiben (f) mért totálfenol tartalmának magasság szerinti változásai.

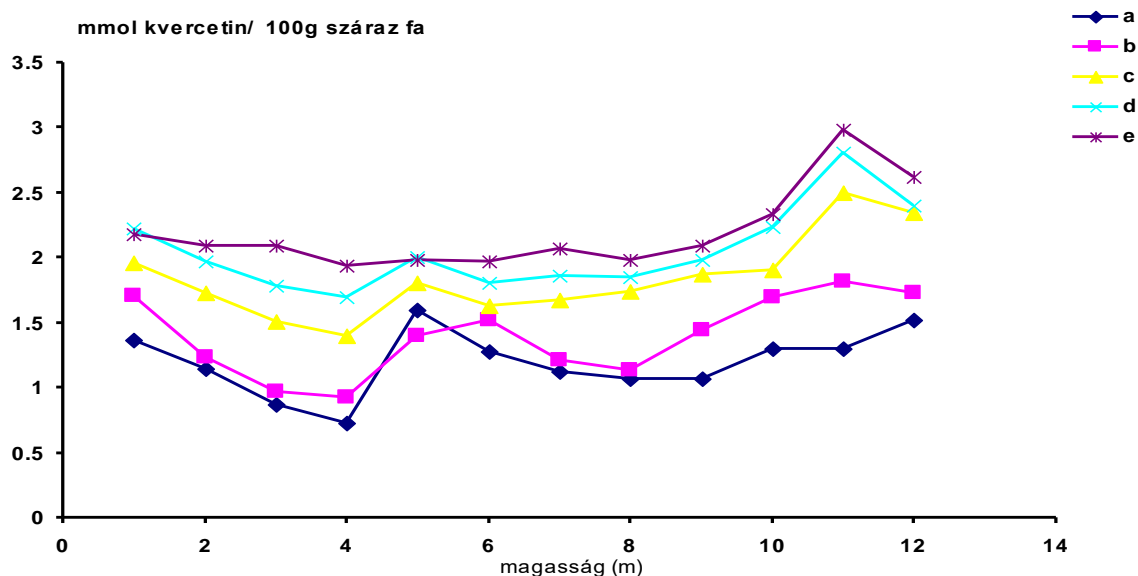


4. ábra: Korreláció különböző magasságokból vett álgesztes bükk mintakorongok színhatár előtti szöveteinek (f) totálfenol tartalma és az álgeszt átmérője között.

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy az álgesztesedés folyamata, annak megindulása nem köthető a totálfenol koncentráció egy jellemző küszöbértékéhez. RUMPF et al. (1994) szerint az álgesztes törzs nedvességtartalma ugyancsak a 3-6 méteres magassági tartományban a legalacsonyabb, ami szerintük közvetlen kapcsolatban van az álgeszt kialakulásával, és jól összeegyeztethető az ún. „száradó határzóna” elméletével (CRAIB 1923, ZIEGLER 1968).

Az álgesztmentes korongok azonos anatómiai helyekről származó szöveteinek (a-e) magasság szerinti totálfenol tartalom változásai szintén azt a tendenciát mutatják, hogy a belső faszövetek összfenol-koncentrációja 3-6 méteres magasságok között a legalacsonyabb (5. ábra).





5. ábra: A totálfenol tartalom magasság szerinti változásai álgesztmentes bükk szövetekben.

### **Következtetések**

A fenoloidok mennyiségének sugár-, és magasság szerinti megoszlásai bizonyítják, hogy a színesedés során a fenolos hidroxil csoportokat tartalmazó vegyületek a határzónában átalakulnak, és ez az átalakulás a totálfenol meghatározás alapjául szolgáló fenolos hidroxil csoportok számát csökkenti. A határzónában (f szövet) mérhető kiemelkedő koncentráció a fenolvegyületek akkumulációjával és/vagy in-situ szintézisével magyarázható.

### **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.

### **Irodalomjegyzék**

- CRAIB W. G. (1923): Regional spread of moisture in the wood of trees, Royal Botanic Gardens Edinburgh Notes 14, 1.
- MOLNÁR S. (szerk.) (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- RUMP J. (1994): Bükk álgesztésedés vizsgálata a zirci erdőszetnél, Kutatási jelentés, Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőhasználati Tanszék, Sopron.
- SINGLETON V. L. – ROSSI J. A. Jr. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, Am. J. Enol. Vitic. 16 (3), 144-158.
- ZIEGLER H. (1968) Biologische Aspekte der Kernholzbildung, Holz als Roh- und Werkstoff 26, 61-68.

# ERDÉSZETI MELLÉKTERMÉK MINT ANTIOXIDÁNS FORRÁS

Forestry byproducts as a source of antioxidants

Hofmann Tamás, Albert Levente, Visiné Rajczi Eszter  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
[hofmann.tamas@uni-sopron.hu](mailto:hofmann.tamas@uni-sopron.hu)

## ***Kivonat***

Jelen munkánkban összehasonlítottuk a főbb fakitermelési melléktermékek antioxidáns tartalmát. Célunk azoknak a fafajoknak és melléktermékeknek az azonosítása, melyek magas antioxidáns tartalommal rendelkeznek, így egy jövőbeni hasznosítás során alkalmazhatók lehetnek Magyarországon.

## ***Abstract***

In this work, we compared the antioxidant content of the main logging byproducts. Our goal is to identify those wood species and byproducts that have a high antioxidant content, thus can be used in the future in Hungary.

## ***Bevezetés***

A szántóföldi mezőgazdálkodás (pelyva, levél, törköly stb.) és az erdőgazdálkodás (kéreg, levelek, tobozok stb.) melléktermékeinek hasznosítását nemcsak a szigorodó környezetvédelmi szempontok szorgalmazzák, hanem megköveteli a növekvő társadalmi felelősségvállalás is. Az erdőgazdálkodásban csak a kéregbiomasszából mintegy 300-400 millió m<sup>3</sup> keletkezik, aminek csak kis részét hasznosítják (PÁSZTORY et al. 2020). Az elmúlt évtizedekben a bioaktív vegyületek extrakciós lehetőségeinek kutatása előtérbe került (ZAINAL-ABIDIN et al. 2017, WE et al. 2018, MOLINO et al. 2020). A Soproni Egyetem Környezet- és Természetvédelmi Intézetében (volt Kémia Intézet) több mint 10 éve kutatjuk és vizsgáljuk az erdészeti melléktermékek kémiai hasznosíthatóságának új lehetőségeit. Egyik ilyen hasznosítás az antioxidáns polifenolok kivonása. Vizsgálataink során a főbb Magyarországon előforduló fafajok kéreg, levél és toboz mintáit vizsgáltuk meg. Több módszerrel mértük az antioxidáns kapacitást és az összes polifenol tartalmat. A legjobb eredményeket mutató minták esetében elvégeztük a polifenolok profilozását (azonosítását) nagy-hatékonyságú folyadékkromatográfiával és tandem tömegspektrometriával (HPLC-PDA-ESI-MS<sup>n</sup>), illetve mértük a kivonatok bioaktív hatását. Célunk olyan minták azonosítása melyek magas polifenol tartalommal rendelkeznek és az összetételük alapján hasznosíthatók, vagy jótékony élettani hatásokkal (antibakteriális, antivirális, rákellenes hatások) rendelkeznek.

## ***Anyag és módszer***

Mintavétel és feldolgozás

A vizsgálatainkhoz alkalmazott kéregminták a Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. Soproni Erdészetének területéről származtak. A levél és tobozmintákat a Soproni Egyetem Élő Növénygyűjteményében (Botanikus Kert) gyűjtöttük. A mintákat gyűjtés után szárítottuk és darálással aprítottuk. Kéregminták esetében a darált mintákat szitáltuk és a 0,2-0,63 mm szemcsefrakciót vizsgáltuk.

*Extrakció és antioxidáns kapacitás meghatározás*

*Extrakció*

Kéreg: A kéregmintákból 0,15 g-ot extraháltunk 15 ml metanol:víz 80:20 v/v% oldószerkeleggyel 20 perces ultrahangos extrakcióval (Elma Transsonic T570 ultrasonic bath,

Elma Schmidbauer GmbH, Singen, Németország) szobahőmérsékleten. Az extraktumokat 0,45 µm pórusátmérőjű fecskendőszűrőn szűrtük, és felhasználásig barna üvegekbe tároltuk -20 °C-on.

Levél: A levélmintákat (1 faegyed/faj, 20 db fény + 20 db árnyéklevél/faegyed) mikrohullámmal (700 W, 1 perc) kezeltük, daráltuk, majd extraháltuk (ultrahangos extrakció, 0,2 g levél + 20 ml 4:1 metanol:víz, 20 perc).

Toboz: 0,45 g őrölt mintát 45 ml aceton: víz 80:20 térfogatarányú elegyével homogenizáltuk 50 ml-es centrifugacsőben, majd ultrahanggal kezeltük 3x10 percig.

#### *Antioxidáns kapacitás meghatározás*

Totálfenol-tartalom meghatározás: A spektrofotometriás elvű Folin-Ciocalteâu-módszerrel a reakcióoldat abszorbanciáját 760 nm-en mértük, standardként kvercetin használtunk. Az eredményeket mg kvercetin/g szárazanyagban (mg Q/g sz.a.) adtuk meg (SINGLETON – ROSSI 1965).

DPPH-antioxidáns kapacitás meghatározás: A reakció a DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)-gyökkel ment végbe 30 perc alatt, a reakcióelegy abszorbanciáját 515 nm-en mértük. Az eredményeket IC<sub>50</sub>-értékben, µg/ml-ben adtuk meg (SHARMA – BHAT 2009).

ABTS-antioxidáns kapacitás meghatározás: A reakció az ABTS (2,2'-azinodi-(3-etilbenzotiazolin)-6-szulfoninsav) oxidációján alapul. A reakció 734 nm-en követhető nyomon. Az eredményeket mg trolox ekvivalens/g szárazanyag (mg T/g sz.a.) egységben adtuk meg (STRATIL et al. 2007).

FRAP-antioxidáns kapacitás meghatározás: A vasredukáló-képességen alapuló módszerrel aszkorbinsav standardot használtunk, a spektrofotometriás mérésnél 593 nm volt a hullámhossz. Az eredményeket mg aszkorbinsav/g szárazanyag (mg AS/ g sz.a.) egységben adtuk meg (BENZIE – STRAIN 1996).

#### *Kiválasztott minták polifenol készletének vizsgálata*

Állófázis: Phenomenex Luna C18, 5 µm, 250 mm x 4,6 mm; 40°C. Mozgófázis: A (H<sub>2</sub>O + 0.1% HCOOH), B (Acetonitril + 0.1% HCOOH). Gradiens elúció 1,2 ml/min áramlással: 3% B → 100% B (90 perc). Minta injektálás: 8 µl. UV-detektálás: 250-380 nm. Komponensek azonosítása: IDA elemzés MS/MS tömegspektrumok alapján (160–1300 m/z), -ESI ionizáció.

### **Eredmények**

A héjkéreg DPPH, FRAP, ABTS antioxidáns kapacitás és totálfenol mérési eredményeit az 1. Táblázat tartalmazza, míg a háncs szövetek eredményei a 2. Táblázatban szerepelnek.

A héjkéreg minták adatait vizsgálva megállapítható, hogy a legjobb DPPH antioxidáns kapacitást (legalacsonyabb IC<sub>50</sub> érték) a szelídgesztenye és a kocsánytalan tölgy, míg a legkisebb értékeket a fekete nyár esetén mértük. Érdekes, hogy a legmagasabb totálfenol tartalommal rendelkező vadcseresznye (70,0 ± 2,43 mg Q/g sz.a.) csak mérsékelt DPPH IC<sub>50</sub> értéket (12,0 ± 0,32 µg/ml) mutat, míg a fehér akác héjkéreg mintáiban alacsony totálfenol tartalom (29,4 ± 3,13 mg Q/g sz.a.) mellett meglehetősen magas DPPH antioxidáns kapacitás mérhető (5,1 ± 0,46 µg/ml).

A legmagasabb FRAP antioxidáns kapacitással a szelídgesztenye és a vörösfenyő extraktumok rendelkeznek, a kocsánytalan tölgy mérsékelt aktivitást mutat, míg a legalacsonyabb aktivitással a fekete nyár, a fehér akác és az erdeifenyő rendelkezik.

Ha összehasonlítjuk a DPPH és a FRAP antioxidáns kapacitás értékeket, kissé eltérő sorrendet tapasztalunk, aminek az oka a két vizsgálati módszer eltérő reakciómechanizmusa és szelektivitása. A legnagyobb ABTS kapacitást a vörösfenyő és a szelídgesztenye minták, míg a legalacsonyabb értékeket az erdeifenyő és a gyertyán kivonatok mutatták.

A hánacs szövetek kivonataiban a vadcserezsnye, a kocsánytalan tölgy és a szelídgesztenye produkálta a legjobb DPPH aktivitást, míg a fehér akác és a fekete nyár a legrosszabban teljesítő fajnak bizonyultak (2. Táblázat). Az ABTS módszerrel vizsgált hánacs szövetek közül a vadcserezsnye kiugróan magas antioxidáns kapacitást mutat ( $533,3 \pm 11,2$  mg T/g sz.a.), ami majdnem duplája a szelídgesztenye értékének ( $264,7 \pm 13,9$  mg T/g sz.a.)

A legalacsonyabb totálfenol tartalmakat az erdefenyő, a közönséges gyertyán, a fekete nyár és a nyír esetében mértük (HOFMANN et al. 2015, TÁLOS-NEBEHAJ et al. 2019).

1. Táblázat: A héjkéregből készült extraktumok antioxidáns kapacitásai.

Fafaj	Héjkéreg			
	DPPH (IC <sub>50</sub> , µg/ml) p < 0,02	FRAP (mg AS/ g sz.a.) p < 0,05	ABTS (mg T/g sz.a.) p < 0,01	Totálfenol (mg Q/g sz.a.) p < 0,02
Közönséges gyertyán	6,2±0,26 <sup>cd</sup>	30,1± 1,01 <sup>d</sup>	86,1± 0,81 <sup>ab</sup>	25,2± 0,63 <sup>ab</sup>
Fehér akác	5,1±0,46 <sup>c</sup>	19,5± 0,86 <sup>b</sup>	103,3± 5,85 <sup>b</sup>	29,4± 3,13 <sup>b</sup>
Bükk	11,1±0,90 <sup>e</sup>	36,4±0,67 <sup>e</sup>	146,6±2,48 <sup>c</sup>	42,7±3,00 <sup>bc</sup>
Kocsánytalan tölgy	4,0±0,10 <sup>b</sup>	29,3± 0,76 <sup>d</sup>	86,5± 9,19 <sup>ab</sup>	71,6± 1,20 <sup>d</sup>
Vadcserezsnye	12,0± 0,32 <sup>ef</sup>	35,9± 0,89 <sup>e</sup>	207,± 7,71 <sup>d</sup>	70,0± 2,43 <sup>d</sup>
Szelídgesztenye	2,8±0,11 <sup>a</sup>	82,8± 0,71 <sup>g</sup>	320,1± 5,73 <sup>e</sup>	89,0± 3,90 <sup>e</sup>
Fekete nyár	30,2± 2,89 <sup>g</sup>	18,3± 0,62 <sup>b</sup>	154,7± 10,75 <sup>c</sup>	52,8± 2,83 <sup>c</sup>
Fehér nyár	6,9±0,60 <sup>d</sup>	38,1± 1,38 <sup>e</sup>	153,9± 2,53 <sup>c</sup>	49,2± 1,35 <sup>c</sup>
Közönséges nyír	12,8±0,06 <sup>f</sup>	23,4± 0,30 <sup>c</sup>	205,2± 17,13 <sup>d</sup>	57,3± 6,21 <sup>c</sup>
Vörösfenyő	5,8±0,16 <sup>cd</sup>	51,4± 2,06 <sup>f</sup>	371,5± 18,53 <sup>f</sup>	121,0± 4,11 <sup>f</sup>
Erdefenyő	11,20± 0,61 <sup>e</sup>	10,9± 0,62 <sup>a</sup>	61,7± 4,37 <sup>a</sup>	16,4± 3,32 <sup>a</sup>

Az eredmények feltüntetése átlagérték ± szórás formában történt. Adott oszlopon belül a felső indexben lévő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek. A félkövérrel kiemelt értékek a legjobb antioxidáns kapacitás értékeket mutatják.

2. Táblázat: A hánacsból készült extraktumok antioxidáns kapacitásai.

Fafaj	Hánacs			
	DPPH (IC <sub>50</sub> , µg/ml) p < 0,05	FRAP (mg AS/ g sz.a.) p < 0,03	ABTS (mg T/g sz.a.) p < 0,05	Totálfenol (mg Q/g sz.a.) p < 0,02
Közönséges gyertyán	6,2±0,26 <sup>b</sup>	30,1±1,01 <sup>b</sup>	86,1±0,81 <sup>a</sup>	25,2±0,63 <sup>b</sup>
Bükk	11,1±0,90 <sup>f</sup>	36,4±0,67 <sup>b</sup>	146,6±2,48 <sup>b</sup>	42,7±3,00 <sup>d</sup>
Fehér akác	13,3±1,88 <sup>f</sup>	13,6±0,12 <sup>a</sup>	63,7±2,72 <sup>a</sup>	9,9±0,05 <sup>a</sup>
Kocsánytalan tölgy	4,6±0,13 <sup>a</sup>	44,5±0,12 <sup>c</sup>	138,4± 7,91 <sup>b</sup>	46,2±1,39 <sup>d</sup>
Vadcserezsnye	4,7±0,05 <sup>a</sup>	80,1±3,98 <sup>f</sup>	533,3± 11,20 <sup>g</sup>	139,0± 4,00 <sup>h</sup>
Szelídgesztenye	4,8±0,17 <sup>a</sup>	70,9±3,47 <sup>e</sup>	264,7± 13,91 <sup>d</sup>	61,4±1,73 <sup>e</sup>
Fekete nyár	44,0±2,41 <sup>g</sup>	17,6±0,27 <sup>a</sup>	94,7±4,48 <sup>a</sup>	36,3±0,51 <sup>c</sup>
Fehér nyár	8,8±0,27 <sup>e</sup>	34,6±0,40 <sup>b</sup>	143,2± 4,31 <sup>b</sup>	44,1±1,71 <sup>d</sup>
Közönséges nyír	6,6±0,22 <sup>bc</sup>	32,9 ±2,23 <sup>b</sup>	300,4± 10,53 <sup>e</sup>	76,6±0,54 <sup>f</sup>
Vörösfenyő	6,7±0,04 <sup>c</sup>	62,3 ±3,58 <sup>d</sup>	345,6± 9,28 <sup>f</sup>	106,9± 0,70 <sup>g</sup>
Erdefenyő	7,2±0,09 <sup>d</sup>	42,4±2,66 <sup>c</sup>	219,0± 13,98 <sup>c</sup>	76,2±3,15 <sup>f</sup>

Az eredmények feltüntetése átlagérték  $\pm$  szórás formában történt. Adott oszlopon belül a felső indexben lévő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek. A félkövérrel kiemelt értékek a legjobb antioxidáns kapacitás értékeket mutatják.

A *levélmintákat* július hónap során gyűjtöttük és hasonlítottuk össze, mivel az antioxidáns tartalom a vegetációs időszak során jelentősen változhat. A 3. táblázat eredményei alapján szintén igazolható, hogy az egyes antioxidáns kapacitás meghatározására alkalmazott módszerek eltérő „sorrendeket” eredményeztek, ami a módszerek eltérő szelektivitásával, reakciómechanizmusával magyarázható. Összességében a közönséges gyertyán levelei mutatták a legjobb értékeket (TÁLOS-NEBEHAJ et al. 2017). A csertölgy levelek antioxidáns kapacitása is igen magas, annak ellenére, hogy az összes polifenol tartalomra kapott érték átlagosnak mondható ( $65,9 \pm 1,54$  mg Q/g sz.a.). A korai juhar leveleinek DPPH értéke is figyelemre méltó ( $7,32 \pm 0,44$   $\mu$ g/ml).

A kéreg mintákkal összevetve megállapítható, hogy a levelek valamivel alacsonyabb antioxidáns tartalommal rendelkeznek.

3. Táblázat: Júliusi levélminták antioxidáns kapacitásának vizsgálata.

Fafaj	Július			
	DPPH (IC <sub>50</sub> , $\mu$ g/ml) p < 0,05	FRAP (mg AS/ g sz.a.) p < 0,03	ABTS (mg T/g sz.a.) p < 0,05	Totálfenol (mg Q/g sz.a.) p < 0,02
Bükk	$13,4 \pm 0,63^{cd}$	$36,4 \pm 0,53^b$	$132 \pm 11,6^{bc}$	$48,1 \pm 1,28^{bc}$
Közönséges gyertyán	$5,51 \pm 0,85^a$	$84,0 \pm 2,67^h$	$281 \pm 4,57^f$	$106,0 \pm 5,57^h$
Szelídgesztenye	$10,5 \pm 2,16^{bc}$	$62,8 \pm 2,57^f$	$199 \pm 5,00^e$	$62,5 \pm 1,59^{de}$
Akác	$10,2 \pm 0,70^{bc}$	$40,6 \pm 2,63^{bcd}$	$112 \pm 1,84^a$	$43,2 \pm 0,21^{ab}$
Korai juhar	$7,32 \pm 0,44^{ab}$	$50,1 \pm 1,82^e$	$187 \pm 2,96^e$	$80,2 \pm 1,47^g$
Molyhos tölgy	$8,06 \pm 0,38^{ab}$	$67,0 \pm 2,12^{fg}$	$143 \pm 2,47^{cd}$	$63,8 \pm 3,31^e$
Csertölgy	$7,21 \pm 0,47^{ab}$	$69,2 \pm 2,28^g$	$190 \pm 4,05^e$	$65,9 \pm 1,54^{ef}$
Kocsányos tölgy	$10,4 \pm 0,59^{bc}$	$43,1 \pm 2,93^{cd}$	$126 \pm 1,05^b$	$48,3 \pm 4,82^{bc}$
Kocsánytalan tölgy	$7,73 \pm 0,67^{ab}$	$64,2 \pm 2,52^{fg}$	$155 \pm 3,18^d$	$59,2 \pm 4,06^{de}$
Nyár	$26,6 \pm 1,58^e$	$38,6 \pm 1,27^{bc}$	$126 \pm 1,48^b$	$73,7 \pm 3,05^{fg}$
Erdeifenyő	$38,7 \pm 2,19^f$	$20,0 \pm 0,33^a$	$141 \pm 3,23^c$	$37,5 \pm 3,9^a$
Feketefenyő	$14,8 \pm 0,47^d$	$45,7 \pm 1,80^{de}$	$134 \pm 2,06^{bc}$	$53,8 \pm 1,56^{cd}$

Az eredmények feltüntetése átlagérték  $\pm$  szórás formában történt. Adott oszlopon belül a felső indexben lévő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek. A félkövérrel kiemelt értékek a legjobb antioxidáns kapacitás értékeket mutatják.

A *tobozmintákra* kapott eredményeket a 4. Táblázat összegzi. Külön vizsgáltuk a tobozok összetételét a toboz érés különböző fenofázisaiban (zöld, érett, lehullott toboz). A legmagasabb polifenol tartalommal a kanadai- és nyugati hemlokfenyő, lucfenyő, kínai mamutfenyő, keleti- és nyugati tuja zöld tobozai rendelkeztek. Ezen fajok közül a lucfenyő, kanadai hemlokfenyő, nyugati tuja és a kínai mamutfenyő érett barna tobozaiban is jelentős a polifenol tartalom (HOFMANN et al. 2021). Az érés különböző fenofázisában gyűjtött tobozok összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a legmagasabb polifenol tartalommal mindegyik faj esetében a zöld tobozok rendelkeznek, míg a legalacsonyabb értékekkel a lehullott barna tobozok (HOFMANN et al. 2020).



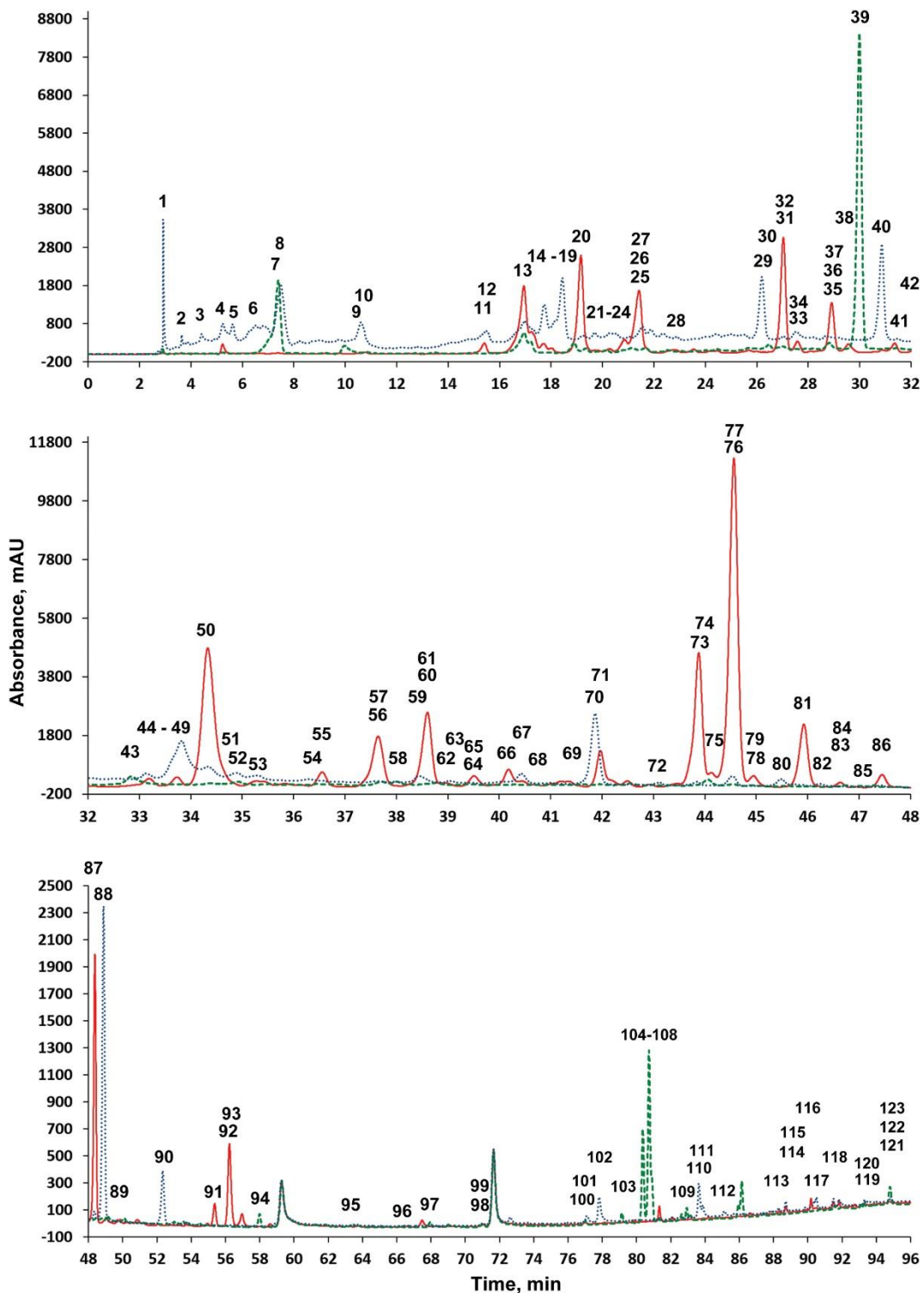
#### 4. Táblázat. Tobozminták antioxidáns kapacitásának vizsgálata.

	TPC (mg GAE/g sz.a.)			FRAP (mg AAE/g sz.a.)			DPPH (IC <sub>50</sub> ) (µg extraktanyag/ml)		
	Zöld	Érett	Lehullott	Zöld	Érett	Lehullott	Zöld	Érett	Lehullott
Atlaszcédrus	88,41 ± 1,68	14,96 ± 2,24	7,46 ± 0,26	62,08 ± 3,13 <sup>a</sup>	4,48 ± 0,11	3,37 ± 0,10	21,44 ± 2,94	88,82 ± 12,86	56,92 ± 15,87
Európai vörösfenyő	83,44 ± 4,27	25,98 ± 0,94	17,60 ± 2,15	55,96 ± 0,93	14,18 ± 0,83	4,09 ± 0,17	9,07 ± 1,39	12,53 ± 0,38	28,21 ± 6,84
Lucfenyő	105,58 ± 7,92 <sup>ab</sup>	64,64 ± 2,68	46,39 ± 3,54	72,02 ± 8,76 <sup>ab</sup>	50,19 ± 2,08	28,35 ± 3,37	10,75 ± 0,32	9,38 ± 1,14	8,57 ± 0,17 <sup>ab</sup>
Törpefenyő	95,76 ± 9,48 <sup>a</sup>	22,33 ± 3,31	15,96 ± 1,10	60,06 ± 2,77	9,34 ± 0,07	7,25 ± 0,19	7,87 ± 0,31 <sup>abc</sup>	27,83 ± 3,73	18,86 ± 0,14
Feketefenyő	89,22 ± 4,79	19,70 ± 3,36	7,08 ± 0,34	58,21 ± 2,34	9,55 ± 0,52	4,50 ± 0,17	15,33 ± 1,39	45,90 ± 2,69	62,32 ± 1,90
Erdeifenyő	46,30 ± 1,81	18,99 ± 1,44	13,19 ± 1,53	33,42 ± 3,12	9,41 ± 0,32	7,26 ± 0,14	72,40 ± 21,26	29,32 ± 1,10	22,88 ± 0,54
Himalájai fenyő	62,52 ± 5,09	17,76 ± 1,35	8,18 ± 0,97	38,84 ± 0,69	8,33 ± 0,56	3,85 ± 0,21	25,72 ± 3,50	54,76 ± 14,54	72,58 ± 7,23
Kanadai hemlokfenyő	157,25 ± 9,98 <sup>d</sup>	56,13 ± 4,07	10,57 ± 1,69	100,11 ± 0,40 <sup>f</sup>	46,57 ± 1,02	5,94 ± 0,25	7,83 ± 0,29 <sup>abc</sup>	11,37 ± 0,67	17,74 ± 1,01
Nyugati hemlokfenyő	89,16 ± 5,51	30,77 ± 2,22	10,01 ± 1,77	59,11 ± 1,73	31,03 ± 1,55	4,53 ± 0,09	11,16 ± 1,37	15,52 ± 0,84	40,44 ± 17,94
Oregoni hamisciprus	131,68 ± 4,35 <sup>c</sup>	20,61 ± 2,27	16,21 ± 2,11	89,42 ± 6,82 <sup>ode</sup>	9,18 ± 0,12	8,36 ± 0,13	7,23 ± 0,41 <sup>bc</sup>	22,46 ± 1,72	30,50 ± 6,72
Amerikai mocsárciprus	70,99 ± 4,49	52,20 ± 1,86	29,53 ± 3,96	57,34 ± 1,28	49,69 ± 5,07	42,42 ± 3,29	8,45 ± 0,74 <sup>ab</sup>	13,17 ± 2,13	13,42 ± 0,60
Nyugati tuja	93,71 ± 5,47 <sup>a</sup>	39,96 ± 2,59	31,38 ± 2,57	76,46 ± 3,44 <sup>abc</sup>	49,81 ± 0,11	18,54 ± 0,83	9,93 ± 0,62	9,21 ± 0,30	8,13 ± 0,55 <sup>ab</sup>
Kínai mamutfenyő	113,60 ± 4,81 <sup>b</sup>	91,25 ± 3,69 <sup>a</sup>	60,16 ± 8,23	129,16 ± 3,01 <sup>f</sup>	147,00 ± 6,83 <sup>e</sup>	61,43 ± 3,51	6,22 ± 0,42 <sup>c</sup>	4,42 ± 0,07 <sup>d</sup>	7,15 ± 0,87 <sup>bc</sup>
Keleti tuja	106,67 ± 2,76 <sup>ab</sup>	81,22 ± 5,30	68,88 ± 4,91	78,49 ± 1,55 <sup>bcd</sup>	93,12 ± 4,84 <sup>e</sup>	31,60 ± 2,02	9,56 ± 0,50	15,76 ± 0,45	17,27 ± 7,71
Japánciprus	131,74 ± 3,00 <sup>c</sup>	74,18 ± 2,09	57,41 ± 2,93	60,87 ± 5,21	41,04 ± 2,08	24,16 ± 0,86	10,13 ± 0,76	10,55 ± 1,40	17,51 ± 0,56
Kínai szürösfenyő	92,24 ± 1,57 <sup>a</sup>	36,36 ± 2,29	35,94 ± 1,33	67,99 ± 8,88 <sup>ab</sup>	37,20 ± 2,68	20,65 ± 1,44	9,03 ± 1,19 <sup>a</sup>	13,79 ± 0,46	11,14 ± 0,45

Az eredmények feltüntetése átlagérték ± szórás formában történt. Egy adott mérési módszeren belül a felső indexben lévő kisbetűk szignifikáns különbséget jeleznek a mért legjobb antioxidáns kapacitás értékeket esetében.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kéreg, levél és tobozminták közül a kéregben található általánosságban a legnagyobb mennyiségben antioxidáns polifenol. Az 1. és 2. Táblázatok adatai alapján a három legmagasabb antioxidáns tartalommal rendelkező minta a vadcsereesznye, szelídgesztenye és a vörösfenyő kéreg voltak. A három minta polifenol készletének vizsgálatával azonosíthatók a potenciálisan fitoaktív anyagok, melyek jótékony élettani hatásokkal rendelkezhetnek és megalapozhatják ezen kéregkivonatok jövőbeli alkalmazhatóságát is. Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás/tandem tömegspektrometriás eljárással elválasztottuk és azonosítottuk a három faj kéreg polifenoljait. A kéreg kivonatok kromatogramja az 1. ábrán látható. Összesen 123 polifenolos vegyületet azonosítottunk név szerint, illetve jellemeztünk tömegspektrum alapján. Az azonosított vegyületeket AGARWAL et al. (2021) cikke foglalja össze.

A kéregkivonatok polifenolos összetételére vonatkozó kromatográfiás / tömegspektrometriás eredmények hozzájárulnak az azonosítatlan vegyületek szerkezetének meghatározásához és az extrakt anyagok szerepének tisztázásához a kéregkivonatok bioaktivitásának meghatározásában.



1. ábra: A vadcsereznye (piros), vörösfenyő (zöld) és a szelídgesztenye (kék) teljes kéregminta kivonatok HPLC-PDA (250–380 nm) kromatogramja (AGARWAL et al. 2021).

### Következtetések

Vizsgálatainkban megállapítottuk, hogy a fakéreg, falevél és a toboz is értékes antioxidáns forrás. Az antioxidáns tartalom a fafajtól, szövettípustól és a fenofázistól (érettség) jelentősen függ. A polifenolos vegyületek vizsgálatával lehetőség nyílik a potenciálisan bioaktív (antibakteriális, gombaellenes, rákellenes) anyagok azonosítására.

### ***Irodalomjegyzék***

- AGARWAL C. – HOFMANN T. – VRSANSKA M. – SCHLOSSEROVA N. – VISI-RAJCZI E. – VOBERKOVÁ S. – PÁSZTORY Z. (2021): In vitro antioxidant and antibacterial activities with polyphenolic profiling of wild cherry, the European larch and sweet chestnut tree bark. *Eu. Food Res. Techn.* 247, 2355–2370.
- BENZI I. F. F. – STRAIN J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239, 70–76.
- HOFMANN T. – ALBERT L. – NÉMETH L. – VRŠANSKÁ M. – SCHLOSSEROVÁ N. – VOBĚRKOVÁ S. – VISI-RAJCZI E. (2021): Antioxidant and antibacterial properties of Norway Spruce (*Picea abies* H. Karst.) and Eastern Hemlock (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière) cone extracts. *Forests* 12, 1189.
- HOFMANN T. – NEBEHAJ E. – STEFANOVITS-BÁNYAI E. – ALBERT L. (2015): Antioxidant capacity and total phenol content of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark extracts. *Ind. Crop. Prod.* 77, 375–381.
- HOFMANN T. – VISI-RAJCZI E. – ALBERT L. (2020): Antioxidant properties assessment of the cones of conifers through the combined evaluation of multiple antioxidant assays. *Ind. Crop. Prod.* 145, 111935.
- Molino A. – Mehariya S. – Di Sanzo G. – Larocca V. – Martino M. – Leone G. P. – Marino T. – Chianese S. – Balducchi R. – Musmarra D. (2020): Recent developments in supercritical fluid extraction of bioactive compounds from microalgae: Role of key parameters, technological achievements and challenges. *J. CO2 Util.* 36, 196–209.
- PÁSZTORY Z. – MOHÁCSI-RONYECZ I. – GORBACHEVA G. – BÖRCSÖK Z. (2016): The utilization of tree bark. *Bioresources* 11, 7859–7888.
- SHARMA O. P. – BHAT T. K. (2009): DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chem.* 113, 1202–1205.
- SINGLETON V. L. – ROSSI J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enology Vitic.* 161, 144–158.
- STRATI P. – KLEJDUS, B. – KUBAN V. (2007): Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. - *Talanta* 71, 1741-1751.
- TÁLOS-NEBEHAJ E. – ALBERT L. – VISI-RAJCZI E. – HOFMANN T. (2019): Combined multiassay evaluation of antioxidant properties of tree bark. *Acta. Silv. Lign. Hung.* 15 (2), 86–97.
- TÁLOS-NEBEHAJ E. – HOFMANN T. – ALBERT L. (2017): Seasonal changes of natural antioxidant content in the leaves of Hungarian forest tree species. *Ind. Crop. Prod.* 98, 53–59.
- WE C. – ZHANG J. – ZHANG H. – DZAH C. S. – ZANDIL M. – DUAN Y. – MA H. – LUO X. (2018): Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops—A review. *Ultrason Sonochem* 48, 538–549.
- ZAINAL-ABIDIN M. H. – HAYYAN M. – HAYYAN A. – JAYAKUMAR N. S. (2017): New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review. *Anal. Chim. Acta* 979, 1–23.

# RITKA MADÁRKAROM LELET A NÓGRÁD-MEGYEI HASZNOSI VÁR-HEGY KÖZÉP-MIOCÉN LELŐHELYRŐL

A rarebird-claw find from the Middle Miocene site of Hasznos in Nógrád County

HORVÁTH IDA<sup>1</sup> – KESSLER JENŐ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet,  
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4.

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Paleontológia Tanszék,  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c  
idahorvath03@gmail.com

## **Kivonat**

Egy ritka madárkarom lelet származik a Nógrád-megyei hasznosi Vár-hegy közép-miocén korú lelőhelyéről. Jelen publikáció célja, ezen lelet bemutatásán kívül a kor és a lelőhely bemutatása. Hasznosról szerzett információk egy jelentős részét Dr. Hír János, a pásztói múzeum igazgatója MTA nagydoktori disszertációjából ismerjük. A karom a nappali ragadozók egyik a vágómadárfélék családjába tartozó nemhez (*Hieraaetus*) tartozik s a recens törpesas (*Hieraaetus pennatus* Gmelin, 1788) jellegeivel és méreteivel rendelkezik.

Mivel a korkülönbség igen jelentős a fosszilis anyag és a recens faj közt, lehetőség nyílt arra, hogy új fajként legyen leírva, tekintve, hogy a genus igen ritkán fordul elő a fosszilis leletekben világszerte s vázrészként a karom nincs említve ezeknél sem. Másrészt viszont indokolt az is, hogy a már ismert s a genus egyetlen fosszilis fájához, a *Hieraaetus edwardsi* (SHARPE, 1899) soroljuk, mint *Hieraaetus aff. edwardsi* (SHARPE, 1899).

## **Abstract**

A rare bird-claw find from the Middle Miocene site of Castle Hill from Hasznos locality in Nógrád County. The aim of this publication, in addition to presenting this find, is to describe the age and the site. We know a significant part of the information about the Hasznos site from the DSc dissertation of Dr. János Hír, the director of the museum in Páztó. The claw belongs to a genus of diurnal raptors (*Hieraaetus*) and has the characteristics and size of the Common pygmy eagle (*Hieraaetus pennatus* GMELIN, 1788).

Because the age difference between the fossil material and the recent species is very significant, it was possible to describe it as a new species, given that the genus is very rare in fossil records worldwide and the claw is not mentioned as a skeletal part in these records. On the other hand, it is also justified to assign it to the only known fossil species of the genus, *Hieraaetus edwardsi* (SHARPE, 1899), as *Hieraaetus aff. edwardsi* (SHARPE, 1899).

## **Bevezetés**

Az általunk vizsgált leletanyag Hasznosról (ma Páztó város része) került elő, pontosabban a hasznosi Vár-hegy déli lábánál (*l. ábra*). Kőzetanyagára jellemző, hogy laza, szürkésfehér színű kovaföld. Ha a szelvény üledékföldtani vizsgálatát vesszük figyelembe (mellyel VEREB 2013 foglalkozott) akkor elmondható, hogy az üledék feltételezhetően egy tengerparti környezetben gyors és rövidtávú áthalmozáson esett át. A finomrétegzettség hiánya, illetve a tengeri és szárazföldi gerinces maradványok együttes előfordulása is egy erre utaló jel. A feltételezés szerint a várhegyi felszíni szelvény anyaga megegyezik a Hasznos 4. fúrás tengeri kovaföld telepével (HÍR J. 2020.)

Bár ezen publikációval fő célunk, hogy egy nagyon ritka madárkarom leletet mutassunk be, fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy más főbb őslénytani csoportok is előkerültek a lelőhelyről, melyek közül kiemelt jelentőséggel bírnak a halak (SOLT 1991), a rovarévők (PRIETO ET AL. 2015), kétéltűek és hüllők (VENCZEL 1999), denevérek (ROSINA ET AL. 2015)

illetve a patások (KORDOS 2007). Mivel nem kerültek elő puhatestű maradványok ezen lelőhelyről, ezért a kronológiai besorolást a fekvő andeziten mért Kr-A adatok, illetve Hajós (1968, 1986) diatóma feldolgozását vették alapul, mely egyértelműen bádeni korszakba helyezte a hasznosi kovaföldet. A biokronológiai besorolás több irodalomban is változott, ugyanakkor KORDOS 1981-es publikációjában utalt rá, hogy a hasznosi lelőhely az MN6 zónába sorolható. Ezen besorolás a rágcsálókon alapszik, elsősorban a Hasznosról előkerült, új fajként leírt *Democricetodon hasznosensis* és *Cricetodon hungaricus* alapján.



1. ábra: A lelet előkerülésének helye

Amikor madárleletek meghatározását végezzük, kiemelt jelentőséggel bír a különböző határozási bélyegek ismerete. Ugyanis a madarak osztályának egyik jellegzetessége, hogy a csonttani jellegek (melyeket a határozáshoz használunk) csak felnőtt korban alakulnak ki teljes mértékben és válnak rendszertani és diagnosztikai bélyeggé. A fiatal madaraknál ez nem lehetséges, náluk teljesen összerosódott jellegek vannak és ez vagy megnehezíti vagy teljesen lehetetlenné is teszi a meghatározást. A fajok közötti eltérések így jobban elkülöníthetők, ugyanakkor nemcsak a bélyegek, de a méretbeli különbözőség is fontos szerepet játszik (KESSLER 2013).

Jelen publikációban a karomcsont (*phalanx ungularis*) jellegzetes bélyegeinek bemutatásán belül egy ritka, Hasznosról előkerült lelet ismertetése lett célul kitűzve. A lelet középső-miocén korabeli (bár eredetileg a lelőhely korát felső-miocénnek tartották (KORDOS 1981)) és nincs leltározva, de a pásztói múzeum tulajdonát képezi. A leletet KORDOS LÁSZLÓ gyűjtötte 1979-ben. (KORDOS 1981).

A III. lábujj 4 ujjpercének jellegzetessége, hogy a *corpus medialis* oldalának mentén elhelyezkedő él, amely megkönnyíti a lábujjak számának és a végtag oldalának egyértelmű azonosítását. A perem az ízületi felület mediális szélének közepén található, proximális nézetben. Ez a legtöbb fajnál előfordul, nagyon kevés kivételtől eltekintve (pl. *Falco peregrinus*). Ennek következtében ez a jellegzetesség megnöveli a *medial cotyle*-t, ami az ízületi felszín körkörösobb kontúrját fogja eredményezni, ellentétben a többi karoméval. Mivel a



fosszilis leleten ez jelleg jól kivehető, így sikerült a karom beazonosítása ebből a szempontból. (MOSTO, C. M., & TAMBUSI, P. C. 2014).

A használt morfológiai és mérési modell terminológia a következő (lásd a Táblakép magyarázatnál, 1, 2a és 2b ábra)

### **Vizsgálati anyag és módszer**

Osztály: Aves Linnaeus 1758

Rend: Accipitriformes (Viellot, 1816)

Család: Accipitridae (Viellot, 1816)

Nem: *Hieraaetus* Kaup, 1844

Faj: *Hieraaetus* aff. *edwardsi* (SHARPE, 1899)

Lelőhely és kora: Hasznos, középső- miocén (MN6)

Anyag: jobb oldali karomcsont (*Phalanx unguularis*) III/4 – a hegye sérült, hiányos (Táblakép 3-5 kép)

Méretetek: A = 16,00 mm; B = 9.36 mm; C = 5,14 mm; D = 6,21 mm; Becsült teljes hossz: kb. 19-20 mm

Összehasonlító anyag méretei: A = 19,0 mm B= 7,0 mm C= 5,0 mm D= 6,0 mm

*Hieraaetus pennatus* GMELIN, 1788 (Magyar Természettudományi Múzeum Budapest, Őslénytani és Földtani Tár gyűjteménye)

Leírás: a sasok karomcsontjára s azokon belül a *Hieraaetus* nemre jellemző morfológiai és méretbeli jellegekkel rendelkezik, de a fosszilis lelet vastkosabb a recens példány karmánál. A mediális oldalon a III. ujjra jellemző él húzódik a karom testen. Tekintve a lelet korát, valamint az egyetlen ismert fosszilis fajtól származó vázrészszel (*tibiotarsus* disztális epifizise) való összehasonlíthatatlanságát, indokolt lehetne egy új fosszilis faj létrehozása, de óvatosságból a már ismert fosszilis fajhoz soroljuk be.

- A *Hieraaetus* genus és fajok fosszilis leletként igen ritkán fordulnak elő. A madár-őslénytani szakirodalomban csak a következő említéseket találhatjuk:
- *Hieraaetus edwardsi* (SHARPE, 1899) a franciaországi felső- miocénből, Sansan-ból (BRODKORB 1964, MLÍKOVSKY 2002); illetve a spanyolországi középső/felső miocénből, Hostalets de Pierola lelőhelyről (Vilalta *Aquila* cfr. *minuta* néven jelzi 1963-ban (MLÍKOVSKY 2002).

Eredetileg egy *tibiotarsus* disztálás epifiziseként *Aquila minuta* Milne-Edwards, 1871-ben lett leírva (BRODKORB 1964, MLÍKOVSKY 2002); a többi fosszilis maradvány már a recens fajoktól származik:

- *Hieraaetus fasciatus* (Viellot 1822), héjasas, Bulgária felső-pliocénjéből –Varsetsről (Boev 1997-ben *Hieraaetus* cf. *fasciatus*-ként jelzi, Mlíkovsky 2002), Gibraltár, Málta és Olaszország kvarteréből (Brodkorb 1964); Franciaország, Kína, Málta, Olaszország, Oroszország, Spanyolország kvarteréből (Tyrberg 1998);
- *Hieraaetus pennatus* (Gmelin, 1788), törpesas, Gibraltár kvarteréből (Brodkorb 1964); Azerbajdzsán, Egyesült-Királyság, Oroszország, Spanyolország kvarteréből (Tyrberg 1998). Ecsegfalva - Magyarország holocénjéből (Gál 2007, Kessler 2013).

### **Eredmények**

A ragadozók karomcsontjai – főképpen a nappali és éjjeli ragadozókéi – kiváló diagnosztikus jellegekkel rendelkeznek, s bár ritkán használják őket új faj határozására, de ez lehetséges. Az viszont tény, hogy a szakirodalom elég keveset foglalkozik a faj szintű azonosításukkal. Az ismert tanulmányokban is alig találkozunk ilyenekkel (Lásd: MOSTO, C. M., & TAMBUSI, P. C. 2014; SOLTI, B. 1980, 1981 a, b, 1986; WERTZ, K, TOMEK, T. & BOCHENSKI, Z. 2022).

A hasznosi lelet ezért is érdekes, s mivel a genusból egyetlen fosszilis faj ismert Milne-Edwards, A.-nak köszönhetően (MILNE-EDWARDS 1869-71), de más s töredékes vázrészből. Más karomcsontból való új faj azonosítást szintén csak a Kárpát-medencéből ismerünk (Kessler Jenő a magyarországi Máriahalom felső-oligocénjából írta le a *Pandion pannonicus* halászsas fajt 2018-ban [KESSLER 2018]).

### **Köszönetnyilvánítás**

Szeretnénk megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjunk mindazoknak, akik segítettek e publikáció elkészítésében.

Köszönet illeti Dr. Hír Jánost, a pásztoi múzeum igazgatóját, aki a fosszilis leletet a rendelkezésünkre biztosította.

Illetve nem utolsó sorban, de szeretnénk köszönetet mondani a Természettudományi Múzeum Őslánytani Tárának, kiemelten Dr. Gasparik Mihály kurátornak, aki a szükséges összehasonlító csontanyagokat megmutatta és a fotózási-kutatási engedélyek elfogadásában segédkezett.

### **Irodalomjegyzék**

- BRODKORB, P. (1964): Catalogue of fossil Birds. Part 2 (Anseriformes through Galliformes). Bull. Florida State Museum. Biological Sciences 8 (3): 195-335.
- MOSTO, C. M., & TAMBUSSI, P. C. (2014): Qualitative and quantitative analysis of talons of diurnal bird of prey. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 43(1), 6-15.
- GÁL, E. (2007): Fowling in lowlands. Neolithic and Chalcolithic Bird Exploitation and South-East-Romania and the Great Hungarian Plain – *Archaeolingu*. Series Minor, 152 pp.
- HAJÓS M. (1968): Mátraalja miocén üledékeinek diatomái [Die Diatomeen der Miozän Ablagerungen des Mátravorlandes]. – *Geologica Hungarica Series Palaeontologica*, 37: 7- 401.
- HAJÓS M. (1986): A magyarországi miocén diatomás képződmények rétegtana. [Stratigraphy of Hungary's Miocene diatomaceous earth deposits]. – *Geologica Hungarica, Series Paleontologica*, 49: 1-339.
- HÍR, J. (2020): A Pannon-medence középső miocén gerinces lelőhelyeinek rágcsálófaunája (Mammalia, Rodentia) MTA doktori értekezés Páztó.
- KESSLER, J. (2013): A Kárpát-medence madárvilágának őslánytani kézikönyve – Könyvműhely Kiadó Miskolc, 506 pp.
- KESSLER J(E). (2018): Evolution and presence of diurnal predatory birds in the Carpathian Basin - *Ornis Hungarica* 2018. 26(1): 102–123. <https://doi.org/10.1515/orhu-2018-0008>
- KORDOS L. (1981): A hasznosi felső miocén gerinces lelőhely kora emlős-zonáció alapján. - A Magyar Földtani Intézet Jelentése 1979-évről: 459-463. Budapest, 1981.
- KORDOS L. (2007): Hasznos. Vár-hegy. In: PÁLFY J. -PAZONYI P. (szerkesztők): Őslánytani Ki-rándulások Magyarországon és Erdélyben, p. 194-195. Hantken Kiadó, Budapest, 2007.
- MILNE-EDWARDS, A. (1869–1871): Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France, Vol. 2.– Paris: Victor Masson et Fils 627 pp + 97 pls.
- MLÍKOVSKY, J. (2002): Cenozoic Birds of the World. Part I: Europe. – Ninox Pres Praha, 407 pp.
- PRIETO J., VAN DEN HOEK OSTENDE L., HÍR J. & KORDOS L. (2015): The Middle Miocene insectivores from Hasznos (Hungary, Nógrád County). – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 95 (3): 431-451. <https://doi.org/10.1007/s12549-015-0193-0>
- ROSINA V., KORDOS L., HÍR J. & PRIETO J. (2015): First record of bats (Chiroptera, Mammalia) from the Middle Miocene non-karstic site Hasznos (Hungary, Nógrád County). – *Acta Chiropterologica*, 17 (2):283-292. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2015.17.2.004>
- SHARPE R.B. (1899): A hand-list of the genera and species of birds. Vol. 1. London: British Museum (Natural History), xxi + 303 pp.
- SOLT P. (1991): Tengeri halmaradványok a Hasznos környéki felső-miocénből. [Marine fish remains from the upper miocene in the vicinity of Hasznos]. – A Magyar Állami Földtani Intézet Jelentése az 1989. évről, [Annual Report of the Hungarian Geological Institute on 1989]: 473 -480.

- SOLTI, B. (1980): Beiträge zur Kenntnis der Osteologie des Gerfalcken (*Falco rusticolus* L., 1758) – *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 6: 189–204.
- SOLTI, B. (1981a) Vergleichend-osteologische Untersuchungen am Skelettsystem der Falkenarten *Falco cherrug* Gary und *Falco peregrinus* Tunstall– *Vertebrata Hungarica* 20: 75–125.
- SOLTI, B. (1981b): Osteologische Untersuchungen an *Falco biarmicus* Temminck, 1825 [– *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 7: 135–151.
- SOLTI, B. (1986): The comparative osteomorphological study of the European small-statured falcons (Aves: Falconidae). – *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 21: 5–282.
- TYRBERG, T. (1998): Pleistocene birds of the Palearctic: a catalogue. – Cambridge, Mass.: Nuttall Ornithological Club, ix + 720. [Publications of the Nuttall Ornithological Club, No. 27.]
- VENCZEL M. (1999): Miocene herpetofaunas of the Pannonian Basin: fossil record and an outline of paleobiogeographic events. In: 10th Ordinary General Meeting of *Societas Europea Herpetologica*, Greece, Crete: 249 -251. Iraklion, 1999.
- VEREB, (2013): A hasznosi diatomaföldes feltárás vulkanosedimentológiai és petrográfiai vizsgálata. [Volcanicsedimentology and petrography of the diatomaceous excavation of Hasznos] – Szakdolgozat, ELTE Természettudományi Tanszék, p. 1-99. In Hungarian
- WERTZ, K, TOMEK, T. & BOCHENSKI, Z. (2022): Whose talon is this? A manual for the identification of ungual phalanges of European birds of prey: Falcons and owls. – Special Issue Paper – project (in press) <https://doi.org/10.1002/oa.3144>

Internetes elérhetőség

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Hasznos> – Szócikk Hasznos nevezetű községről – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

### ***Melléklet-Táblakép.***

Képmagyarázat:

**1. ábra.** Karomcsont morfológiai jellegek: a- cotyla articularis jellege; b- a tuberculum flexorium alakja; c- facies lateralis; d- margo dorsalis; e- a margo plantaris görbülete

**2a. ábra.** Karomcsont mérési modellje: A. teljes hossz (tuberculum extensorium végétől a karom hegyéig); B. az ízületi felszín hossza (cotyla medialis-szal és a tuberculum flexorium magasságával);

**2.b. ábra.** C. cotyla medialis szélessége; D. a cotyla medialis hossza.

**3. ábra.** *Hieraaetus aff. edwardsi* (SHARPE, 1899) III/4 karomcsont mediális nézet; a – a mediális oldalon kiemelkedő él;

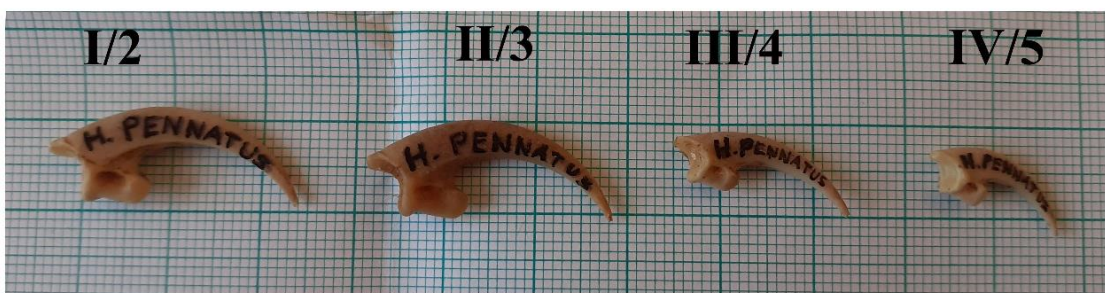
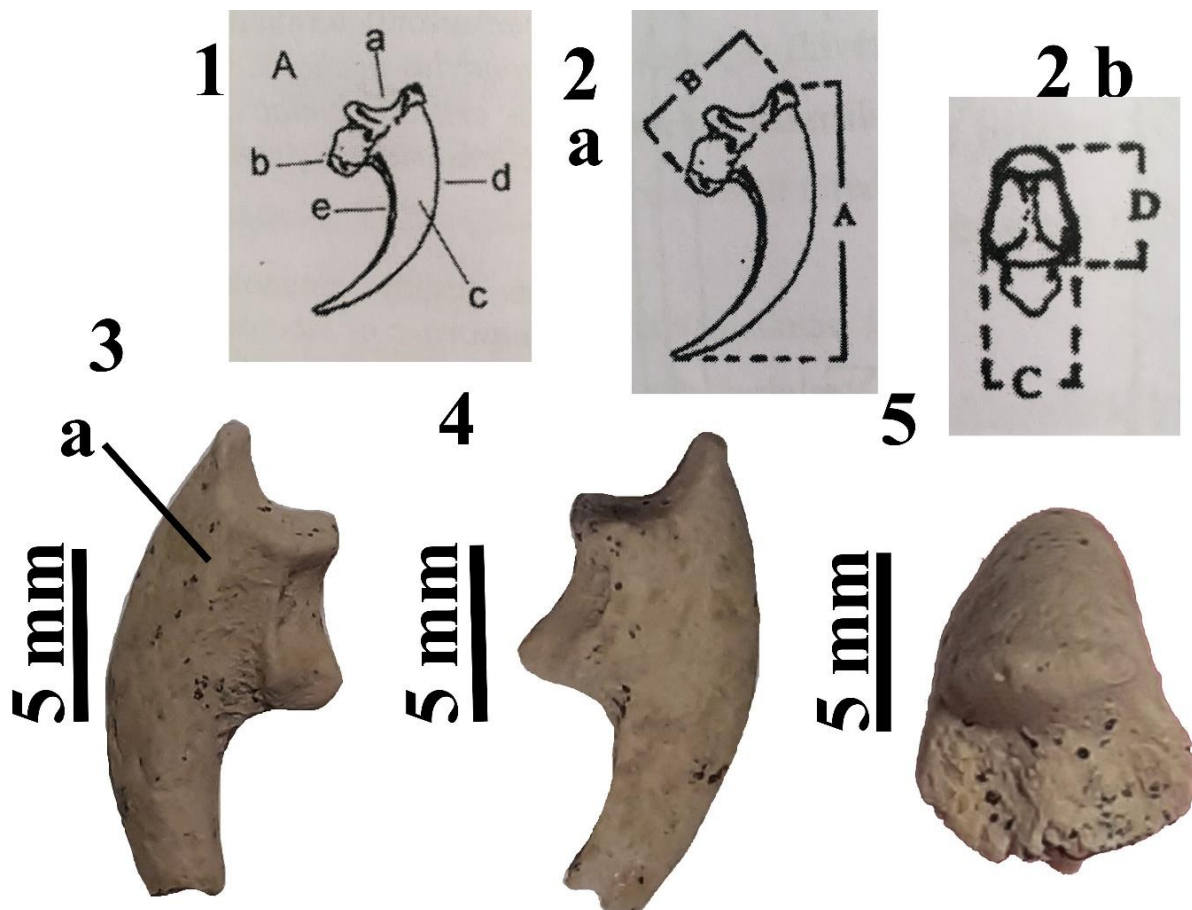
**4. ábra.** *Hieraaetus aff. edwardsi* (SHARPE, 1899) III/4 karomcsont laterális nézet;

**5. ábra.** *Hieraaetus aff. edwardsi* (SHARPE, 1899) karomcsont proximális nézet;

**6. ábra.** *Hieraaetus pennatus* rec. III/4 karomcsont mediális nézet; a – a mediális oldalon kiemelkedő él;

**7. ábra.** *Hieraaetus pennatus* rec. III/4 karomcsont proximális nézet;

**8. ábra.** *Hieraaetus pennatus* rec. I/2, II/3, III/4 és IV/5 karomcsont mediális nézet.





# KEMÉNYLOMBOS ÁLLOMÁNYOK HARVESZTERES FAKITERMELÉSÉNEK IDŐSZÜKSÉGLETE

Time requirement for logging with harvesters in hardwood stands

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
ahorvath@uni-sopron.hu

## *Kivonat*

A többműveletes fakitermelő gépek napjainkra már nem csak fenyves állományok kitermelésében állnak helyt a hazai erdőhasználatok során, hanem keménylombos állományokban is. Harveszterrel végrehajtott fakitermelés időtartamának és fajlagos időszükségletének alakulását taglalja jelen mű a nettó fatérfogat csoportok vonatkozásában. Keménylombos állományok kitermelése során terepi adatgyűjtéseket végeztünk folyamatos időméréses módszerrel, mely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet. Harveszterrel végzett munka esetében, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak: Fa felkeresése, Döntés, Felkészítés.

## *Abstract*

Nowadays, multi-operation logging machines are not only used for the pine stands, but also for hardwood stands. The present work discusses the development of the duration and specific time requirements of logging with a harvester in relation to the net timber volume groups. During the extraction of hardwood stands, field data collection was performed using a continuous time measurement method, during which, among other things, the process elements and their completion date, the number and size of the assortments produced per tree (length, peak diameter) were recorded. It was possible to determine the duration of the operation elements, the duration of the harvest of the tree, the net volume of each tree, the specific time requirement based on the quotient of duration and net tree volume. In the case of work with a chainsaw, the following process elements are useful for the present research: Seeking out the tree, felling, processing.

## *Bevezetés*

A többműveletes fakitermelő gépek eredendően a skandináv fenyvesek kitermelésére specializált vezérgépek. A gallyazás, mint a legidőigényesebb fakitermelési művelet indította el az ezirányú gépfejlesztéseket a skandináv régióban. A fejlesztéseknek köszönhetően az elmúlt több mint fél évszázad során számos többműveletes fakitermelő gép, ezen belül harveszterek és processzorok jelenetek meg Európa és világszerte a fakitermelésekben. A felhasználói (fakitermelői) igények hatására bekövetkező fejlesztések eredményeképpen a mai harveszterek már alkalmasak lombos, ezen belül lágy és keménylombos állományok kitermelésére. Világszinten egyre nagyobb az igény a nagyteljesítményű gazdaságos fakitermelések lebonyolítására, azonban az ágazatot egyre nagyobb mértékben terheli a munkaerőhiány. Ennek következtében egyre inkább emelkedik a harveszteres fakitermelések részaránya, ez hazánkba is megfigyelhető. Míg 2010 környékén még csak egy-két hazai tulajdonú gép dolgozott az országban, addigra napjainkban ez a szám már 90 környékén van.



## Anyag és módszer

Kutatásunk arra irányult, hogy a folyamatgépesített technikai szinten végrehajtott faki-termelési munka időtartama és fajlagos időszükséglete milyen mértékben változik keménylombos állományok esetében nettó fatérfogatra vetítve. A vizsgálatokra elegyes és elegyetlen állományokban került sor, melynek során jellemzően a következő fafajok kerültek kitermelésre: bükk, cser tölgy, gyertyán, akác. Számos terepi adatgyűjtést végeztünk az évek során folyamatos időméréses módszerrel, amely során rögzítésre kerültek többek között a műveletelemek és azok befejező időpontja, faegyedenként termelt választékok száma és mérete (hossz, csúcsátmérő). Ezek alapján meghatározható volt a műveletelemek időtartama, a faegyed kitermelésének időtartama, az egyes faegyedek nettó fatérfogata. Továbbá az időtartam és a nettó fatérfogat hányadosa alapján a fajlagos időszükséglet.

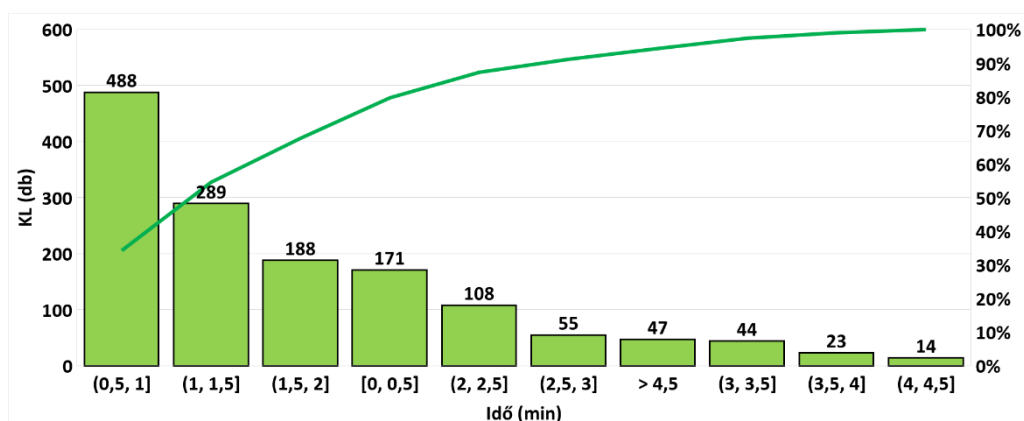
Harveszterrel végzett munka során, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak:

- Fa felkeresése (F): a harveszterfejjel a fa törzsének megfogása;
- Döntés, felkészítés (D): a döntést, előközelítést, gallyazást, választékolást, darabolást és a választékok minőség szerinti rakásolását magába foglaló műveletelem.

A vizsgált fafajok morfológiai tulajdonságai nagyon eltérőek, azonban a harveszterekkel végrehajtott fakitermelés szempontjából a törzsalak és korona felépítése a mérvadó, ugyanis a gépek teljesítményét alapvetően a kitermelésre kerülő faegyedek ágassága és térgörbesége befolyásolja számottevően.

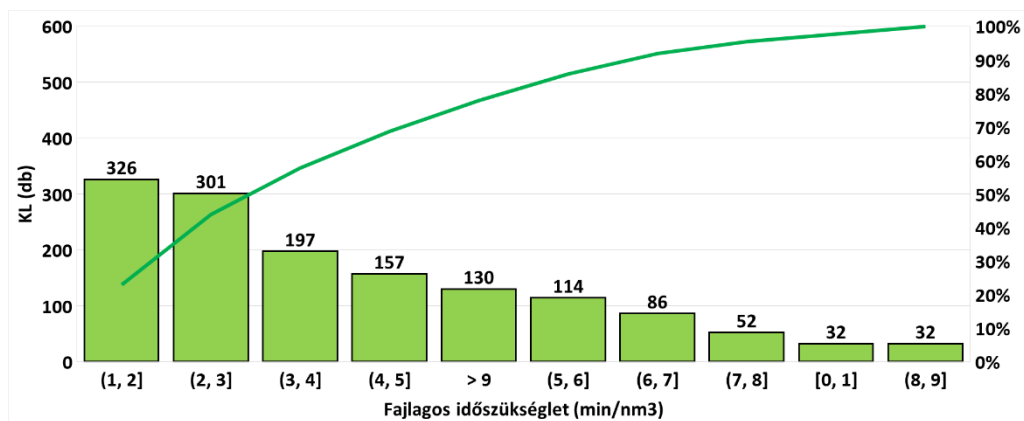
## Eredmények

A kitermelt faegyedek esetében meghatároztuk a kitermelésre fordított időt (min) és a fajlagos időszükségleteket ( $\text{min}/\text{nm}^3$ ). A 1. ábrán harveszterrel kitermelt keménylombos faegyedek kitermelési időtartamának eloszlása látható. A kitermelt faegyedek 34%-a esetében 0,5-1,0 perc alatt megtörtén a faegyed felkeresése, döntése, gallyazása, választékolása, darabolása és a faanyag vágásterületen belüli választékonkénti rakásolása. A faegyedek 54%-a 0,5-1,5 percen belül került kitermelésre. Az ábra alapján megállapítható, hogy keménylombos állományok esetében jellemzően – a vizsgált faegyedek 80%-nál – 2 percen belül megtörténik egy-egy faegyed kitermelése.



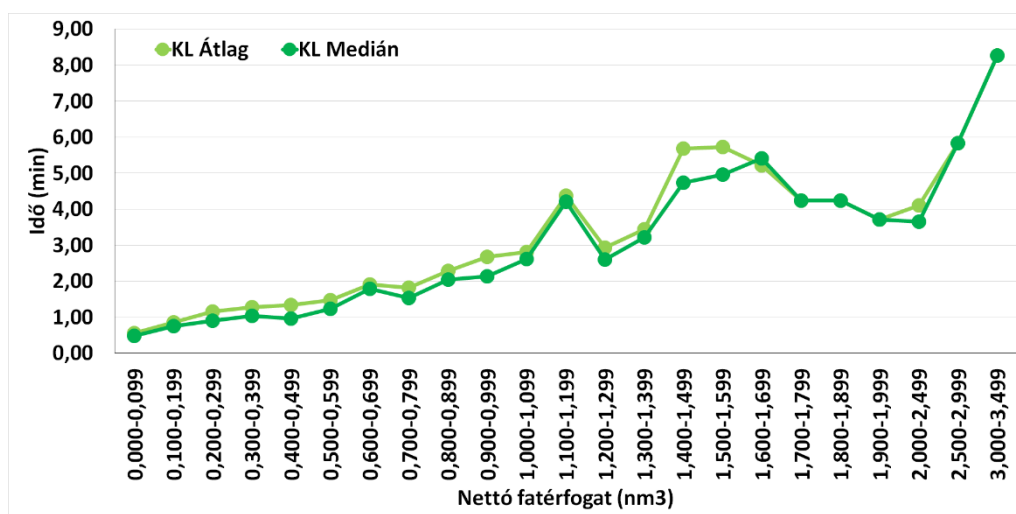
1. ábra: Keménylombos faegyedek kitermelési időtartamának eloszlása. Forrás: Saját szerkesztés.

A 2. ábrán harveszteres fakitermelés egyes fákra vonatkoztatott, fajlagos időszükségleteinek eloszlásai láthatók. A kitermelt keménylombos faegyedek 23%-ban  $1 \text{ nm}^3$  faanyag kitermelése 1,0-2,0 percet, míg a faegyedek 44%-ban 1,0-3,0 percet vett igénybe. Látható, hogy a kitermelt faegyedek 69%-ban a fajlagos időszükséglet  $1,0-5,0 \text{ min}/\text{nm}^3$ .



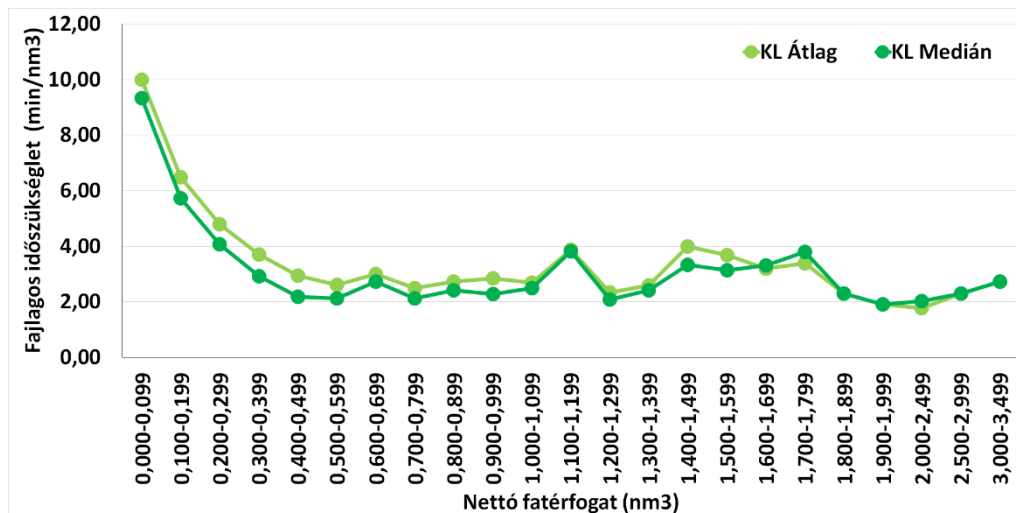
2. ábra: Fajlagos időszükségletek eloszlása a kitermelt keménylombos faegyedek függvényében. Forrás: Saját szerkesztés.

A kitermelt faegyedeket nettó fatérfogatuk alapján csoportosítva meghatároztuk a kitermelésükre fordított időt és a kitermelés fajlagos időszükségletét. A 3. ábrán a nettó fatérfogat csoportonként látható a kitermelések időtartamának átlag és medián értékei. A fatérfoga növekedésével arányosan emelkedik a faegyedek kitermelésére fordítandó idő. A viszonylag egyenletes emelkedés az 1nm<sup>3</sup> feletti faegyedek esetében megszűnik. Hullámzó tendencia látható. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy ezen faegyedek már nagy koronával, vastag oldalágakkal rendelkeznek, amelyek sok esetben a harveszterfej ívkéseivel már nem vághatóak le. A fej oldalára történő áthelyezését követően a fűrészláncos vágószerkezettel kell eltávolítani a törzsről, ami jelentős időszükséglettel jár. Másrészt a diagram első feléhez képest kevesebb adattal rendelkezünk, így ezen adatok kevésbé megbízhatóak. Ennek oka, hogy ezen kaliberű fák már az alkalmazott harveszterfejek optimumán kívül esnek, így a vállalkozók – helyesen – nem részesítik előnyben ezen állományok harveszteres kitermelését.



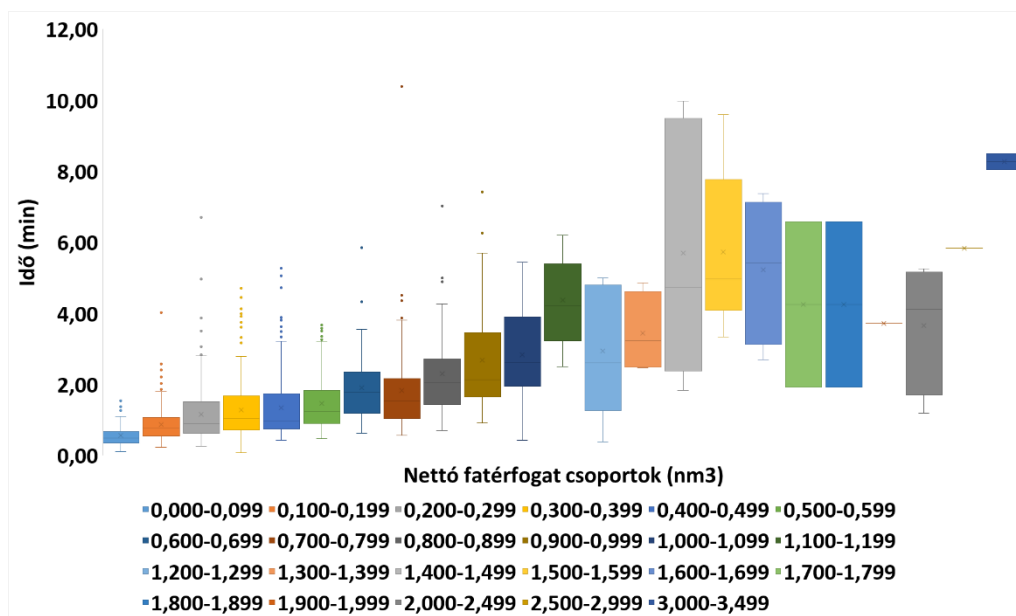
3. ábra Átlag és medián értékek alakulása: időtartam esetében nettó fatérfogat csoportonként. Forrás: Saját szerkesztés.

A 4. ábrán a nettó fatérfogat csoportonkénti fajlagos időszükséglet értékek találhatóak meg. Az ábra jól tükrözi, hogy a harveszterfej optimumához képest vékonyabb, ennek következtében kisebb köbtartalmú faegyedek kitermelése magas fajlagos időszükséglettel jár, így gazdaságtalan. Látható, hogy az optimum esetében 2-3 percet vesz igénybe keménylombos fafajok esetében 1 m<sup>3</sup> faanyag kitermelése.



4. ábra Átlag és medián értékek alakulása: fajlagos időszükséglet esetében nettó fatérfogat csoportonként. Forrás: Saját szerkesztés.

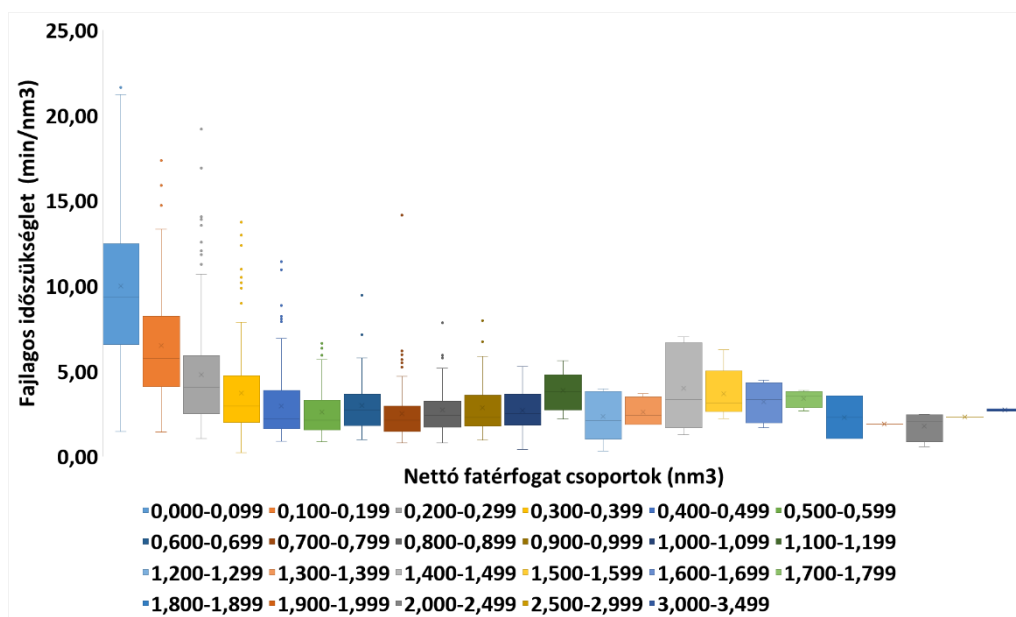
Az egyes fák kitermelésére fordított időadatok és fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata mélyebb összefüggéseket mutat meg az átlagidőknél. A 5-6. ábrákon megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutatják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a középben megjelenő vonal a medián értékét. Az ábrán, a dobozokban található X jelöli az átlagot. Az interkvartilis (felső és alsó kvartilis különbsége) másfélszerese a dobozból felfelé és lefelé irányuló vonalak hosszának (ÁCS ET AL., 2014).



5. ábra: Keménylombos állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés időtartamának eloszlása nettó fatérfogat csoportonként Forrás: Saját szerkesztés.

Időadatok és fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata alapján megállapítható, hogy az 3-4. ábrán megfigyelhető tendenciák helytállóak. Az 5-6. ábrákon látható nettó fatérfogat csoportonkénti dobozok az interkvartiliseket tartalmazták, azaz adathalmazok középső 50%-át. A legjellemzőbb adatok által rajzolódik ki tehát az időtartamok és fajlagos időszükségletek (döntés, döntés-gallyazás, fakitermelés) tendenciái, melyek így megbízhatóak. A kitermelések időtartamának eloszlásánál látható,

hogy az 1,2 nm<sup>3</sup> feletti faegyedek esetében a dobozok nagy sávot fednek le, azaz az adathalmaz interkvartilise nagy szórással rendelkezik. Ugyan ez tapasztalható a fajlagos időszükséglet esetében a harveszterfej optimumán kívüli nettó fatérfogat csoportok esetében.



6. ábra: Keménylombos állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként Forrás: Saját szerkesztés.

### Következtetések

A kutatás rávilágított annak fontosságára, hogy a kitermelendő állomány paramétereinek megfelelően kell többműveletes fakitermelő gépet és azon harveszterfejet alkalmazni a gazdaságos fakitermelés érdekében. Az eredmények alapján megállapítható, hogy ideális esetben hazai keménylombos állományokban 2 percen belül kitermelhető egy-egy faegyed, illetve 2-3 perc alatt termelhető 1 nm<sup>3</sup> választékolt fanyag.

### Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

### Irodalomjegyzék

- ÁCS P. – OLÁH A. – KARAMÁNNÉ PAKAI A. – RAPOSA L. (2014): Gyakorlati adatelemzés. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar; Pécs; ISBN 978-963-642-682-8; 280 p.
- HORVÁTH A. L. – SZNÉ. MÁTYÁS K. – HORVÁTH B. (2012): Investigation of the Applicability of Multi-Operational Logging Machines in Hardwood Stands. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica Vol. 8, Magyar Tudományos Akadémia Erdészeti Bizottsága, Sopron, ISSN 1786-691X, pp 133-144. <https://doi.org/10.2478/v10303-012-0011-6>
- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. NYME EMK EMKI, Doctoral (PhD) dissertation, Sopron, 180 p.
- RUMPF J. (SZERK.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.

# SZÖGSZÁMLÁLÓ MINTAVÉTEL HASZNÁLATA ÁTMÉRŐELOSZLÁS BECSLÉSÉRE ERDŐREZERVÁTUMOKBAN

Estimating stem size distribution using Bitterlich sample in forest reserves

HORVÁTH TAMÁS<sup>1</sup>, GÁL JÁNOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
horvath.tamas@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Erdőrezervátum mintapont felvételek adatait vizsgálva megállapíthattuk, hogy a szög- számláló mintavétel a hektáronkénti körlapösszeg megállapításán túl alkalmas a hektáron- kénti törzsszám becslésére is. A törzsek átmérő szerint darabszám-megoszlását viszont tor- zítva adja meg, az eltérő mintába kerülési valószínűség korrekciója ellenére. További viz- gálatok szükségesek annak megállapítására, hogy miként lehetne a szög- számláló mintavételt a törzsszám- megoszlás becslésére használni.

## ***Abstract***

Evaluating data from forest reserve sample plots we could prove, that point samplin is suitable for estimating the stand density in terms of number of stems/ha. However, the esti- mation of stem diameter is biased, despite the correction fot the unequal selection probabili- ty. Further investigations are needed to determine how the point sampling can be used for estimating stem distributions

## ***Bevezetés***

A Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kara vállalta, hogy a magyarországi erdőrezervátum hálózat területeit felméri az erdőrezervátumot kezelők által meghatározott irányelvek men- tén. A felmérések célja hosszútávon a rezervátumokban végbemenő természetes folyamatok nyomkövetése, mérése, amely számos vonatkozásra kiterjedt (mintapontok kitűzése, azok termőhelyi, botanikai és faállományszerkezeti felvételei, stb).

Jelen kutatásban a faállományszerkezeti vizsgálatokkal foglalkozunk. Ezek a felvételek két erdőrezervátum területén kijelölt mintaponthálózaton kétféle felvételi módszer szerint történtek:

- a mintavételi pont körüli 0,1 ha nagyságú terület teljes felvételére, ami egy 17,84 m sugarú körön belül eső összes faegyed felvételét jelentette,
- FAÁSZ felvételi módszer.

Az erdőrezervátumok faállományszerkezete felvételének módszertanát Horváth Ferenc (HORVÁTH, 2012) dolgozta ki doktori disszertációjában és az abban leírt FAÁSZ ( faállo- mány szerkezet felvétele) módszer szolgál az erdőrezervátumok faállományszerkezeti fel- vételének alapjául.

A FAÁSZ módszer szerint az erdőrezervátumban kitűzött mintapontok körül egyrészt egy 8,92 m sugarú (0,025 ha területű) állandó sugarú mintavételi körön belül mintavételt kell végrehajtani, amelyből ki kell hagyni azokat az egyedeket, amelyek az adott sugár mel- lett egy szög- számláló mintába is beleesnének, valamint egy 2-es szorzótényezőjű szög- számláló mintavételt, a mintába eső törzsek átlalásával.

A szög- számláló mintavételt Walter Bitterlich professzor vezette be, és megalkotta a mintavétel elvégzésére alkalmas eszközt, a tükrös relaszkópot. A módszer és az eszköz jól ismert az erdészeti gyakorlatban, itt csak azt a sajátosságát említjük meg, hogy a mintába ke- rülés valószínűsége arányos az egyed méretével, ezért ezt a mintavételt a mérettel arányos



kiválasztású (PPS, probability proportional to size) mintavételi módszernek nevezzük. Kevésbé ismert, hogy a módszerrel becsülhetjük a törzsszám megoszlását az átmérőcsoportokban oly módon, hogy megmérjük a mintába eső faegyedek átmérőjét.

Mivel a mintába esés valószínűsége a mérettel arányos, a mintába eső egyedek átmérő szerint megoszlása torzított lesz, mivel a nagyobb egyedek nagyobb valószínűséggel kerülnek a mintába.

Ennek kiküszöbölésére a kisebb egyedek gyakoriságát meg kell szorozni egy a mérettel fordítottan arányos szorzószámmal az 1. táblázat szerint. Ezzel a módszerrel a szög számláló mintavétel segítségével meghatározhatjuk a darabszám eloszlását az egyes átmérőosztályokban, valamint a hektáronkénti törzsszámot.

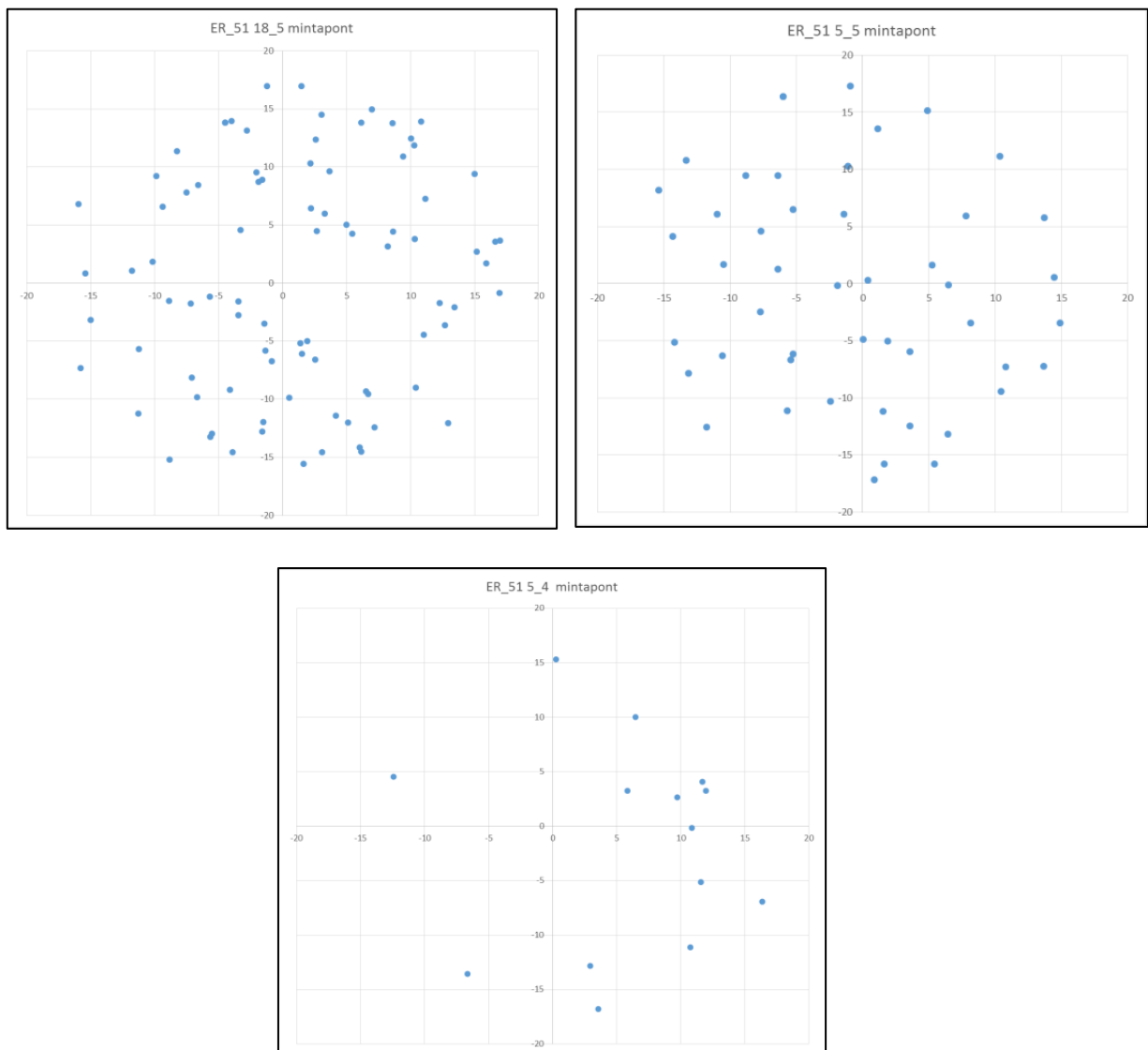
*1. Táblázat A szög számláló minta során regisztrált gyakoriságok átszámítás hektáronkénti darabszámra*

Átmérőosztály	1 törzs körlapja	k=1	k=2
8	0,0050265	199	398
12	0,0113097	88	177
16	0,0201062	50	99
20	0,0314159	32	64
24	0,0452389	22	44
28	0,0615752	16	32
32	0,0804248	12	25
36	0,1017876	10	20
40	0,1256637	8	16
44	0,1520531	7	13
48	0,1809557	6	11
52	0,2123717	5	9
56	0,2463009	4	8
60	0,2827433	4	7
64	0,3216991	3	6
68	0,3631681	3	6
72	0,4071504	2	5
76	0,4536460	2	4
80	0,5026548	2	4
84	0,5541769	2	4
88	0,6082123	2	3
92	0,6647610	2	3

### **Anyag és módszer**

Jelen vizsgálatba a Hosszú-völgyi erdőrezervátum felvételi adatait vontuk be. Az erdőrezervátum faállományszerkezete igen változatos, amelyet 4 transzekt mentén szabályos hálózatban jelölt mintavételi ponthálózaton végzett mérésekkel írunk le. A kijelölt transzektnek merőlegesen futnak a meredek domboldallal, amely a völgytalpnál lankás (patakmeder), majd az igen meredek oldalt követően síkabb felső rész zár. A terepviszonyoknak megfelelő változatos termőhely alakította összetett faállományszerkezetet ezért a felvett mintapontok

közül a mintába eső fák darabszáma szerint kiválasztottuk ki. A 3 kiválasztott mintapont elsődleges kiválasztási szempontja a 0,1 ha mintaterületbe eső élő faegyedek darabszáma, mivel a faállomány-szerkezeti felvételezési módszerek közül ez biztosította a legnagyobb egyedszámú mintavételt a területen. Ennek megfelelően a mintába kerülő törzsszámokat vizsgálva kiválasztottuk a maximális, az átlagos és a minimális darabszámot képviselő mintapontokat (18\_5, 5\_5, 5\_4 mintapontok). A felvett polárkoordináták segítségével ábrázoltuk a törzsek eloszlását a mintapontokon, amelyet az 1. ábra mutat be.



1. ábra A kiválasztott mintaterületek törzseloszlása a mintapont központú koordinátarendszerben – saját mérési adatok

A törzseloszlásokon jól látható a változékony törzseloszlás: amíg az első két területen sok törzs van, az utolsó terület lékes, főként a jobb oldalon található törzsek.

A vizsgálat célja, hogy kimutassa mennyiben használható a szögszámláló mintavétel az átmérőeloszlás becslésére.

Összehasonlítási alapként a 0,1 ha-os mintakör eredményeit használjuk, azt tekintjük referencia alapnak, mivel az adott mintaponton kellően nagy területről kapunk pontos képet a faállomány adott részéről.

A vizsgálathoz csak az álló élő fákat használtuk, tehát nem vettük figyelembe az álló facsonkokat. A FAÁSZ felvételi módszertanának megfelelően ebbe a kategóriába kerültek az egészséges, tő- illetve törzsérült, koronasérült vagy tő-, törzs és koronasérült egyedek, ahol az egészségi állapotra vonatkozó kategóriái szerint az 1-3 kategóriákat illetve ezek kombinációi kerültek a terepi mérések során rögzítésre.

Mivel minden mintába kerülő faegyed esetében rendelkezésre állt a mintapont-központú koordináta-rendszer szerinti x és y koordináta és a faegyed mellmagassági átmérője, a különböző mintavételi módszerek szimulálhatók. A faegyedenként mért távolságok illetve átmérők alapján megállapíthatjuk, hogy mely egyedek estek a 0,1 ha-os mintába, valamint a 2-es szorzótényezőjű szög számláló mintába. Ennek alapján megállapítható az egyes mintavételi módszerekkel a hektáronkénti törzsszám valamint a körlapösszeg.

Összehasonlító ábrákon ábrázolható az átmérők szerinti törzsszám eloszlás az egyes módszerek és területek esetében.

### Eredmények

A vizsgált mintapontokon az egyes különböző mintavételi módszerekkel számított fajtálagos értékek a 2. táblázatban láthatók.

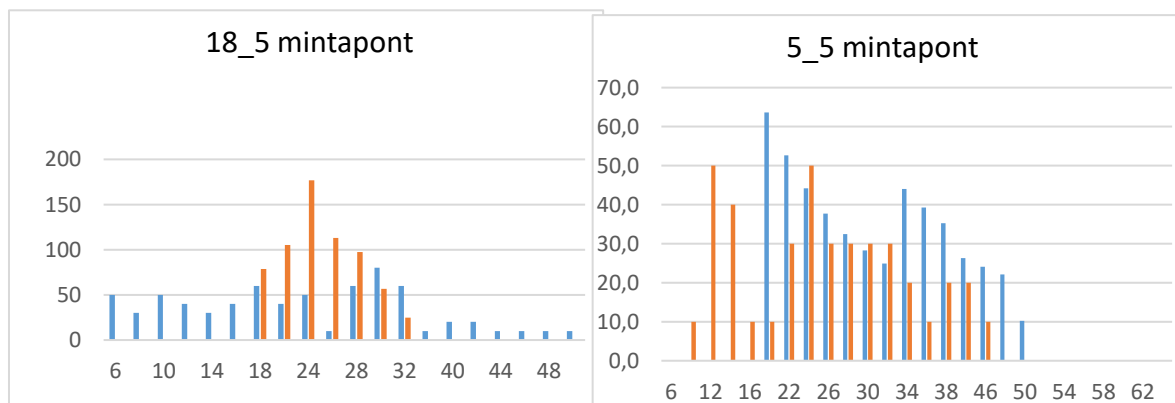
2. Táblázat A hektáronkénti körlapösszeg és törzsszám becslése a különböző mintavételi módszerekkel és mintaterületeken – saját eredmények

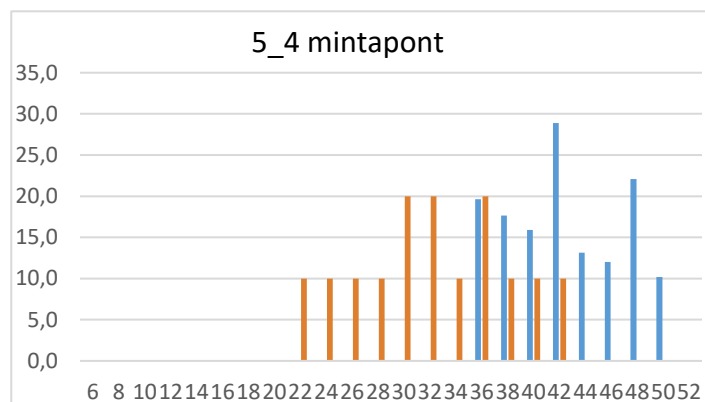
Állományjellemző	Módszer	Mintaterület		
		18_5	5_5	5_4
Hektáronkénti körlapösszeg (G)	szög számláló	40	44	20
	0,1 ha körös	36	42	22,4
Törzsszám (db/ha)	szög számláló	822	515	140
	0,1 ha körös	860	480	140

A táblázat értékeiből jól látható, hogy az egyes módszerek nagyon hasonló eredményeket adtak az egyes állományjellemzőkre, tehát a szög számláló mintavétel a vizsgálati anyag alapján jól használható a hektáronkénti törzsszám becslésére.

A 0,1 ha-os mintaterület is jól becsülte a körlapösszeget, bár ennek időráfordítása jóval magasabb, mint a szög számláló mintavételé, akár a mintába eső törzsek átlalásával kombinálva is.

Változatosabb képet kapunk, ha a becsült törzsszám eloszlást vizsgáljuk a három mintaponton. Az alábbi 2. számú ábracsoporton a három terület törzsszám eloszlása látható a módszer és a mintavételi hely függvényében.





2. ábra törzsszám-eloszlások összehasonlítása a szögszámláló mintavétel (sárga oszlopok) és a 0,1 ha-os mintaterület alapján (kék oszlopok) – saját eredmények

Az ábrából megállapítható, hogy a szögszámláló mintavételből számított törzsszám-eloszlás nem követi a valós - a 0,1 ha-os felvételtől levezetett eloszlást függetlenül attól, hogy a referenciaeloszlásnak tekintett 0,1 ha mintaterületen felvett faállomány becsült átmérőeloszlása milyen. Mindezek alapján kijelenthető, hogy ez a mintavételi módszer nem alkalmas az átmérőeloszlás változásának követésére.

### ***Következtetések***

Az előzetes vizsgálatokból megállapítható, hogy a szögszámláló mintavétel alkalmas a hektáronkénti törzsszám becslésére, de nem tükrözi híven a valódi törzsszám-eloszlást.

Az általunk elvégzett vizsgálatok csak előzetes vizsgálatok, a nagyszámú, 0,1 ha területű felvétel lehetővé teszi további vizsgálatok elvégzését, annak megállapítására, hogy mely esetekben, illetve milyen korrekciók elvégzésével lehet torzítatlan képet kapni a törzsszám-megoszlásra a szögszámláló mintavétel felvételeit felhasználva. Ennek megfelelően tervezük a további kutatások során valamennyi mintapont kiértékelését.

### ***Irodalomjegyzék***

- HORVÁTH F. (2012): Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához, Doktori (PhD) értekezés. NyME Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron, 103 p.
- KRAMER H. – AKCA A. (1995): Leitfaden zur Waldmesslehre. 3rd edition. J.D. Sauerländers Verlag, Frankfurt. 266 p.

# SZENT IMRE HERCEG, A VADÁSZ, MAGYAR ÉS LENGYEL LEGENDAKÖRE

Hungarian and Polish legendarium of Prince Saint Emeric of Hungary, the Hunter

Jánoska Ferenc

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet  
janoska.ferenc@uni-sopron.hu

## *Kivonat*

Árpád-házi szent Imre herceg élete meglehetősen hiányosan adatolt majdnem egy évezred távolából. Mint az államalapító Szent István király egyetlen, felnőtt kort megért fiúgyermek, nagy jövő várt rá, melyet egy halálos vadászbaleset hiúsított meg. Halála után alig fél évszázaddal megtörtént oltárra emelése, de a fentmaradt, életéről szóló legendák sem tájékoztatnak bennünket kellő mértékben életéről. Általánosan elfogadott hazai legendája alapján, hogy szűzies, alázatos élete predesztinálta a szentté válásra és ez alapozza meg tiszteletét. Ugyanakkor egy hazánkban kevésbé ismert, lengyel földről származó legendakör egy szent életű vadász képét tárja elénk, mellyel a vadász-szentek, Szent Hubertusz és Szent Eustachius mellett találhat méltó helyre emlékezetünkben.

## *Abstract*

The life of Prince Saint Emeric of Hungary is rather incompletely dated from almost a millennium away. As the only adult son of the founder of the state, King Stephen, he had a great future ahead of him, thwarted by a fatal hunting accident. He was raised to the altar barely half a century after his death, but the legends that remain do not tell us enough about his life. It is generally accepted from his Hungarian legend that his virgin, humble life predestined him to sainthood and that this is the basis of his veneration. At the same time, a lesser-known legend from Poland presents us with the image of a hunter who lived a holy life, and who, alongside the hunting saints St Hubert and St Eustace, may find a worthy place in our memory.

## *Bevezetés*

Árpád-házi Szent Imre herceg életéről keveset tudunk. A rendelkezésünkre álló információk meglehetősen szűkösek és legtöbbször a több száz évvel halála után keletkezett legendák szolgálnak némi támpontul, ezek azonban egymásnak is ellentmondóak.

Ami biztos: Szent Imre herceg Szent István király és Boldog Gizella egyetlen, felnőtt-kort megélt fiúgyermek. Születési idejét illetően nem egységesek a krónikák: egyes források az 1000. évet adják meg, míg más szerzők szerint halálakor 24 éves volt, így 1007-ben kellett születnie. Nagyon keveset tudunk házasságáról is: a korabeli hagyomány 3 különböző uralkodóházat említ, ahonnan felesége származhatott, de biztosan nem tudunk róla. A házasság ellenére hazai legendakörében a szűziesség jelenik meg, a hagyomány szerint Veszprém-ben tett titokban fogadalmat. A katolikus szentek körében attribútuma a lilium, egyes ábrázolásokban a kard. Ez azonban feltehetően későbbi korok hatása. Imre tudatosan készült, trónörökös-ként, az uralkodásra, s erre édesapja is felkészítette. Élete és halála, valamint földi létének utóélete izgalmas, és a vadászattal több szempontból kapcsolatba hozható, közel egy évezredes rejtély.

## *Anyag és módszer*

Részben a korábban is közismert szakirodalmi források ismertetésével, részben a szigorúan vett szakmai körökben kevésbé ismert publikációk feltárásával szeretnénk árnyalni azt a képet, ami Árpád-házi Szent Imre hercegről a közvélekedésben kialakult. Ehhez történelmi



dokumentumokat, illetve egyházi jogi anyagokat használunk fel. A forrásokból kiolvasható képet igyekszünk szakmailag is górcső alá venni.

### **Eredmények**

Sajnálatosan Szent Imre haláláról maradtak fent leginkább hiteles források, melyek közül a német eredetű, ún. *Hildesheimi évkönyvekben* találjuk a rövid, lakonikus feljegyzést:

„*Henricus, Stephani Regis filius, dux Ruizorum in venacione ab apro discussus periit, flebiliter mortus*”

azaz: „Vadkanvadászaton egy felvert vaddisznó megöli István király fiát, Imre herceget, a ruszok vezérét.”

Történik mindez 1031. szeptember 2-án, a helyszín lehet a Csepel-sziget, vagy az Esztergom-közei Pilis-hegység, egyes források szerint a Bakony erdőrengetege.

Mint látjuk, halálában döntő szerepet játszott vadász-szenvedélye. Érdekesség ugyanakkor, hogy ez hazai legendáriumban nem jelenik meg, a vadászat védőszentjeként Imre hazánkban nem került szóba.

A vadászattal kapcsolatban 3 szentté avatott férfiút említ a katolikus liturgia: Szent Egyed (aki maga nem volt vadász), Szent Euszták (régiesebb írásmóddal Eustachius) és Szent Hubertus nevét ismerjük. Szent Euszták az 1. és 2. század fordulóján élt vértanú, míg Szent Hubertus a 7-8. században élt, s mint Lüttich (Liege) püspöke is ismert. E két szent legendája közismerten azonos elemeket tartalmaz (vadászat közben az üldözött szarvasbika agancsai között Krisztus keresztje/Krisztus a keresztfán jelenik meg a szent előtt, aki Krisztus szava/égi szózat hatására abbahagyja (!) a vadászatot). Érdekesség, hogy Szent Euszták tisztelete Európában sokáig, legalább a 15. századig elterjedtebb, mint Szent Hubertusé. A késő középkor egyik legnépszerűbb olvasmánya, a 13. század végén *Jacobus de Voragine* genovai érsek által írt **Legenda Aurea** (a szentek élettörténetének gyűjteményes, egyben kritikai jellegű kiadása) Szent Euszták történetét igen, Szent Hubertusét azonban nem tartalmazza. E könyv népszerűségét mi sem jelzi jobban e korban, hogy megírásától a könyvnyomtatás feltalálásáig terjedő két évszázadból több mint 1000 kéziratos példánya maradt fent, és szinte valamennyi európai nyelvre lefordították (VORAGINE 2004).

A Hubertus-legenda csak a 15. században került lejegyzésre, s ekkor válik közismertté a korábban is szentként tisztelt püspök ilyen módon történt vadászathoz kötődése. Kultusza bizonyítottan összekapcsolódik Magyarországon a csodaszarvas-legendakörrel, ugyanakkor tiszteletének első hazai helyszíne, a Nógrád megyei Garáb községben a 12. század végén tiszteletére szentelt premontrei apátság esetében ez még nem volt jelen. Későbbi, a 18. századtól datálható tiszteletének terjesztésében rajnavidéki német és francia bevándorlók (Temesvár környéke, 1728-tól), valamint elzászi és lotaringiai francia bevándorlók működnek közre (általuk alapított Szenthubert falu és templom Torontál vármegyében, 1770, 1791). A 19. századtól kultuszát a vadászó arisztokraták is felkarolták.

De nézzük Szent Imre életét és szentté avatásának, legendái keletkezésének történetét!

Szent Imre oltárra emelése (ami abban a korban a szentté avatásnak felelt meg) több forrás szerint nem egyszerre történt Szent István és Szent Gellért felmagasztalásával. Szent László király július 16-17-én két lengyel származású remetét (Zoerard-Andrást és Benedeket), majd július 25-én Gellért püspököt, augusztus 30-én István királyt kanonizálta. Imre herceg elevatiója november 5-én történt meg (DÉR 2010).

Imre herceg első legendájának keletkezési idejét illetően több feltételezés létezik. A legbiztosabbnak tűnő datálás a 12. század elejére, Könyves Kálmán király uralkodásának idejére teszi az első legenda lejegyzésének idejét. Ezt támasztja alá a legenda írójának közbevetése, mely Álmos herceg Konstantinápolyba tett utazásáról (mely 1109-ben történt), mint nem régen végbement eseményről számol be. Amennyiben elfogadjuk ezt a datálást, a Szent Imre-legendakörhöz kapcsolódó szűzies élet és a szüzességi fogadalom, mely Imrét, mint

példaképet állítja a magyarság elé, könnyebben érthetővé válik. Ez az az időszak az egyháztörténetben, amikor a papi nőtlenség (cölibátus) kívánalma uralkodóvá válik. Az esztergomi zsinat (1112) teszi ugyanis kötelezővé a papi nőtlenséget a magyar egyházban, s ez éppen a legenda keletkezésének idejére tehető (BOLLÓK 1986).



*1. ábra: Szent Imre herceg lilium attribútummal (a szüzesség, a tiszta élet jelképe) egy templomi üvegablakon*

Érdekes adalék, hogy ebben a korban önmagában a szüzies életmód miatt senkit nem avattak szentté. A szentté avatási liturgia latin szövegében is a „hitvalló” kifejezés jelenik meg, mely korábbi, s ezért valószínűleg hitelesebb kifejezés, mint a majd’ száz évvel halála után keletkezett első legenda (VÁRKÚTI-WEIBEL 1997).

Szent Imre középkori ábrázolása a legendáriumnak megfelelő alakban tűnik fel. Legtöbbször Szent Istvánnal és Szent Lászlóval együtt ábrázolják, melyben a bibliai 3 királyok kompozíciója is megjelenik, egyúttal az Árpád-ház 3 férfi szentjének alakja az egyházalapító és államrend-megszilárdító szenteket is ábrázolja. Középkori ábrázolásaiban még nem a nőiesen lány vonások, inkább a fiatal, de életerős királyi megjelenés az uralkodó. Attribútuma (későbbi ábrázolásaiban is) elsősorban a szüzességi fogadalomra, élettisztaságra utaló lilium, melyhez koronázási jelvények (országalma, nyitott korona, jogar), illetve helyenként a kard vagy pallos, lándzsa csatlakozhat (BARNA 2006).

Ugyanakkor egy késő középkori, nem magyarországi ábrázolásban a lilium helyett a palmaág jelenik meg, mely a vértanúk attribútuma (Bécsújhelyi szárnyasoltár, 1447, mely ma a bécsi Stephansdombban tekinthető meg).



2. ábra: A bécsi helyi szárnyasoltár becsukott állapotban

A szárnyasoltáron behajtott állapotában az oltár bal oldali, összecusukott szárnyának egyik külső oldalán, alulról az első sorban a magyar Szt. István, László és Imre, fölöttük Árpád-házi Szt. Erzsébet, a túloldalon Toulouse-i Szt. Lajos látható. Imre herceg kezében egyértelműen pálmaág jelenik meg. Ezzel kapcsolatosan viták keresztüzébe került halálának oka is, egyes szerzők a Vazul-ág bosszújaként megnyilvánuló összeesküvés, vagy éppen a német terjeszkedés útjában álló Imre „félreállítását” eredményeként merényletet gyanítanak a herceg halálát okozó vadászbaleset mögött, melyről a Hildesheimi Évkönyv beszámol (SZEGFÜ 1974, VÁRKÚTI-WEIBEL 1997).





3. ábra: Szent István, Szent Imre és szent László az oltárképen

Ugyanakkor más kutatók a Thonuzoba-legendának a vadkannal történő egybemosását cáfolják (BOLLÓK 1982).

Tulajdonképpen eddig csak olyan tényeket soroltunk, melyek a téma iránt érdeklődő magyar vadászok előtt ismertek lehettek. De a Szent Imréhez fűződő legendakörnek van egy külföldi, jelesül lengyel földön keletkezett része, mely talán kevésbé ismert. A történészek, kik a kora-Árpádkor viszonyait vizsgálják, régóta ismerik azt a tényt, hogy Lengyelországnak sajátos, egyéni Szent Imre-kultusza van. E kultusz központja Lengyelország déli részén, a Kielce (Szentkereszt/Świętokrzyskiei Vajdaság) városa közelében fekvő, a Kopasz-hegyen (Łysiec, Łysa Góra) épült Benedek-rendi Szentkereszt-apátság (Święty Krzyż).

A helyi hagyomány elbeszélése szerint e helyen egy ismeretlen király éppen szarvasra vadászott, amikor az üzött vad az erdőbe menekült, ahol az agancsa fennakadt a bozótban. A király már éppen felhúzta az íját, amikor az agancsok között egy fénylő keresztet pillantott meg. A szarvas ezután rögtön eltűnt, az uralkodó pedig azon a helyen, ahol állt, a Szent Kereszt tiszteletére egy kolostort emeltetett. Ez a legenda a helyi szájhagyomány útján maradt fenn, Magyarországon egyáltalán nem ismeretes (BRADÁCS 2007).

A szájhagyományban szereplő névtelen uralkodó és Szent Imre összekapcsolása még a 15. század előtt megtörtént, mert Szent Imre alakja a lejegyzett legendákban, az 1410 előtt keletkezett Szentkereszt-kolostor évkönyvében, valamint a jeles lengyel történétíró, Długosz munkáiban is megjelenik (TÓTH 1962).

A kolostor évkönyvében lejegyzett történet szerint Szent Imre herceg és *I. Mieszko* lengyel fejedelem (960 k. – 992) szarvasvadászatra indulnak a Kopasz-hegyre. Éjjel a magyar hercegnek megjelenik egy angyal, a következő nap pedig Imre herceg felmegy a hegyre és a bencés szerzeteseknek adományozza becses ereklyéjét, a Szent Keresztet (egy kereszt alakú bizánci eredetű ereklyetartót, benne Krisztus keresztfájának egy darabjával). Ez a legenda még nem kapcsolja össze a vadászatot és a kolostor alapítását, hiszen a bencések már ekkor (az évkönyv szerint) a hegytetőn éltek. Nyilvánvaló az is, hogy Imre herceg és *I. Mieszko* lengyel fejedelem nem vadászhattak együtt, mert nem voltak kortársak (BRADÁCS 2007).

A történet másik változatában, melyet a jeles 15. századi lengyel humanista történétíró és diplomata, *Jan Długosz* a *Historia Polonica*ban tesz közzé, már nem *Mieszko*, hanem *I.*

(Vitéz) Bolesław (992 – 1025) volt Szent Imre herceg vadásztársa a Kopasz-hegyen. A szarvas üldözése során Imrének feltűnik, hogy éjjeli látomásában már látta azt a helyet, és megkérte a lengyel uralkodót, hogy építsen oda egy kolostort. Hogy a szándéka komolyságához kétség se férjen, a magyar trónörökös a mellén lévő ezüst ereklyetartót a leendő kolostornak adományozta. A kettős kereszt alakú ereklyetartó mindmáig a kolostor legféltettebb kincse.



4. ábra: Szent kereszt ereklyetartó

*Długosz* tulajdonképpen igyekszik a feltételezhetően Magyarországról Lengyelországba került Szent Imre-legenda szűzies herceg-képét az ereklye-adományozással, a csodaszarvas-legendával és a kolostor-alapítással egyé és logikussá összedolgozni. Feltételezhetően a Szent Imre-kultusz IV. Béla királyunk lányának, Szent Kingának (Kunigundának) Lengyelországba kerülésével hozható összefüggésbe, aki V. (Szemérmes) Boleszláv krakkói és sandomierzi herceggel kötött házassága és a magyar-lengyel kapcsolatok erősödése révén a lengyelek egyik legnagyobb tiszteletnek örvendő szentje lett mindmáig.





5. ábra: Az ereklyetartó kinyitott állapotban

Szent Imre lengyel hagyományban való szerepét a magyar és a lengyel katolikus egyház egyaránt tiszteli, és ennek jeleként a Szentkereszt apátság területén Erdő Péter bíboros, prímás, Esztergom-Budapesti főegyházmegye érseke 2006-ban oltárt szentelt tiszteletére, majd 2007-ben mellszobrát is felavatták a kolostor kertjében.

#### ***Következtetések***

Árpád-házi Szent Imre herceg férfiúi erényekkel felvértezett, a haza iránt elkötelezett vadász-szent és vadászó szent, méltó tehát figyelmünkre!

#### ***Irodalomjegyzék***

BARNA B. (2006): A középkori Szent Imre-kép. *Studia Caroliensia* 3-4.:91-110.

BOLLÓK J. (1982): Még egyszer Thonuzobáról. *Századok* 116: 1078–1090.

BOLLÓK J. (1986): Szent Imre alakja középkori krónikáinkban. In: FÜGEDI E. (szerk.): *Művelődéstörténeti tanulmányok a magyar középkorról*. Budapest, 61–75: 309–313.

BRADÁCS G. (2007): „Heinricus filius Stephani, qui tantis miraculis claruit.” Szent Imre herceg a középkori európai történetírásban. *Történeti Tanulmányok XIV. A DE Történeti Intézetének Kiadványa*. Debrecen: 51-72.

DÉR T. (2010): Gondolatok Imre Herceg alakja kapcsán. *Tiszatáj* 2010. augusztus:73-80.

SZEGFŰ L. (1974): A Thonuzoba-monda. *Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei*. Szeged:275–285.

TÓTH S. (1962): Magyar és lengyel Imre-legendák. Bölcsészdoktori értekezés. Szeged, 1962.

VÁRKUTI-WEIBEL J. (1997): Liliom vagy pálmaág? Milyen Szent Gellért tanítványa, Árpád-házi Imre herceg: *Belvedere Meridionale kiskönyvtár*, (11):49-56.

DE VORAGINE, J (2004): *Legenda Aurea*. Fordította: BÁRCZI I. ET AL. Neumann Kht, Budapest

# SZELEKTÍV HULLADÉKGYŰJTÉSI LEHETŐSÉGEK TÉRBELI FELMÉRÉSE ÉS ELEMZÉSE A LAKOSSÁGI KÖRNYEZETTUDATOSSÁG FEJLESZTÉSÉ- HEZ

Spatial analysis of selective waste collection possibilities for the  
development of public environmental awareness

JANZSÓ MILÁN GÁBOR – CZIMBER KORNÉL<sup>2</sup> – VÉGH PÉTER<sup>1</sup> - VÁGVÖLGYI ANDREA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

<sup>2</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet<sup>2</sup>  
janzso.milan@gmail.com

## ***Kivonat***

Kutatás több célú. Az elsődleges feladat Sopron szelektív hulladékgyűjtési lehetőségeinek felmérése. Ehhez a Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. (továbbiakban STKH Kft.) által adott információk biztosították az alapot. Az adatok és eredmények további térbeli elemzésére QGIS térbeli elemző programban került sor. Itt a szelektív hulladékgyűjtő szigetek eloszlásán, sűrűségén volt a hangsúly, mint kérdéses vizsgálati szempont. Érdekes volt számunkra, hogy hol vannak azok a területek, ahol több, illetve kevesebb szelektív sziget található. Ezeket az elemzéseket a későbbiekben egy szelektív hulladékgyűjtést elősegítő applikáció létrehozására szeretnénk felhasználni, melynek első variánsa a szelektív hulladékgyűjtő szigetes gyűjtést kívánja támogatni.

## ***Abstract***

We had set more than one goals for our research. The first task was to survey the possibilities of selective waste collection in Sopron. The STKH Ltd. had a lot of information on this topic. This information was a big assistance for us. We were interested where is a lot of selective waste collector point in the city. We used these data and information for spatial analysis on QGIS during our research. We analysed the points of selective waste collectors from the view of density. We would like to use these data and information for an application to create.

## ***Bevezetés***

A szemetelés, az illegális hulladéklerakás, a túl nagy mennyiségű hulladék komoly problémát jelent az emberiség jövőjére nézve. A világon évente nem kevesebb, mint kétnyolc milliárd tonna szilárd települési hulladék keletkezik (KATHARINA, 2022). Ez a mennyiség olyan jelentős mértékű, hogy ha összegyűjtenénk, akkor 822 000 olimpiai méretű uszodában férne el (KATHARINA, 2022).

Sopronban 2019-ben 27 ezer tonna hulladék keletkezett, melynek kezeléséről az STKH Kft. gondoskodott (WEB 1). Ez a szám 2015-ben még csak 25 ezer tonna volt, így a vizsgálatoknak mindenképpen létjogosultsága van (STKH KFT.).

A kutatómunka során legjelentősebb információs forrás az STKH Kft. által rendelkezésre bocsájtott szelektív hulladékgyűjtő szigetek minden adatára kiterő adatbázis volt. Ez az adatbázis adta a térbeli elemzésekhez és az applikáció elkészítéséhez elengedhetetlen információkat.

## ***Anyag és módszer***

Sopronban a szelektív hulladékgyűjtési módszerek közül a házhoz menő zsákos és a szelektív hulladékgyűjtő szigetes gyűjtés a mérvadó, ezen kívül jelen van a hulladékudvarokban történő szelektív gyűjtés is. Mivel a tervezett applikáció első verzióját a szelektív szigetes gyűjtés hatékonyságának fejlesztésére hoztuk létre, ezért a térbeli elemzések a szigetekre irányulóan történtek. Sopronban a Kazinczy Ferenc téri sziget (itt csak üveg és műanyag gyűjthető) és a Fürdősor ABC sziget (csak üveg gyűjthető) kivételével minden szigeten gyűjthető a műanyag, üveg és papír frakciók. A többi vizsgált kisebb Sopron környéki településeken kizárólag az üveg frakciója gyűjthető. Ezek az információk az applikációban részletesebben feltüntetésre kerülnek. Mivel a soproni szigetek szinte mindegyikén gyűjthetőek a főbb frakciók, így kategorizálásra az ábrázolásban nincs szükség.

Az elemzés QGIS és ArcView geoinformatikai szoftverekkel történt. Az első programmal könnyedén ábrázolhatunk térképen pontokat, utakat, területeket, illetve ezeket könnyedén elemezhetjük az általunk megadott tulajdonságok szerint. A szigetekre denzitás vizsgálatot készítettünk a második szoftverrel, ezzel a különböző jellegű helyszíneken a különböző sűrűségeket szeretnénk szemléltetni. A denzitás vizsgálatok kernel sűrűség elemzéssel készültek. Ennek a módszernek az algoritmus a minden pontot egy egységként kezel, illetve minden ponthoz egy általunk megadott sugarú kört ad (WEB 5). Amennyiben két vagy több kör fedi egymást, akkor azok értékei összeadódnak, mely alapján megadja az adott területen elhelyezkedő pontok által képzett sűrűséget (WEB 5). Mi háromféle sugarú kört használtunk azért, hogy többféle sugár értéket megadva többféle ábrázolási módot, aggregálási szintet tudjunk létrehozni, melyekből kiválaszthatók azok az ábrák, amik a legjobban szemléltetik a szigetek eloszlását a területen. A térképes elemzések háttéréül az OpenStreetMap webes térképet használtuk.

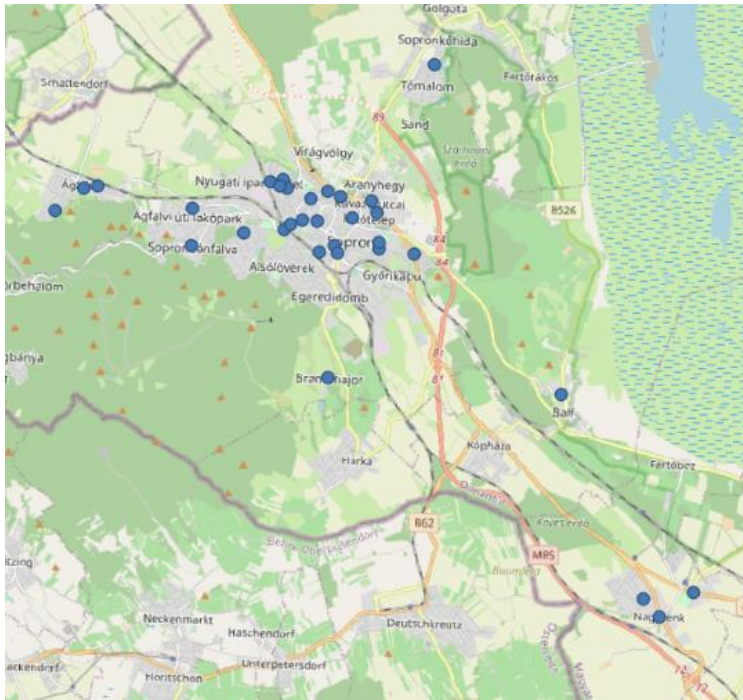
További fontos kérdés az applikációban a szigetek megjelenítése. Ezt különböző ikonokkal történik. Az ikonok tehát az applikáción belüli megjelenítést teszik lehetővé a térképes ábrázolás során, melyek egyúttal a szigetekre való gyűjthető frakciókat is megmutatják. Fontos az ikonok kiválasztásánál, hogy egyszerű, szemléletes, egyértelmű és ingyenesen felhasználhatóak legyenek. Erre a célra az 1. ábrán látható ikonok lettek kiválasztva.



*1. ábra: A választott egyszerű, de megfelelő információs tartalommal rendelkező ikonok.  
Forrás: web 2, web 3, web 4*

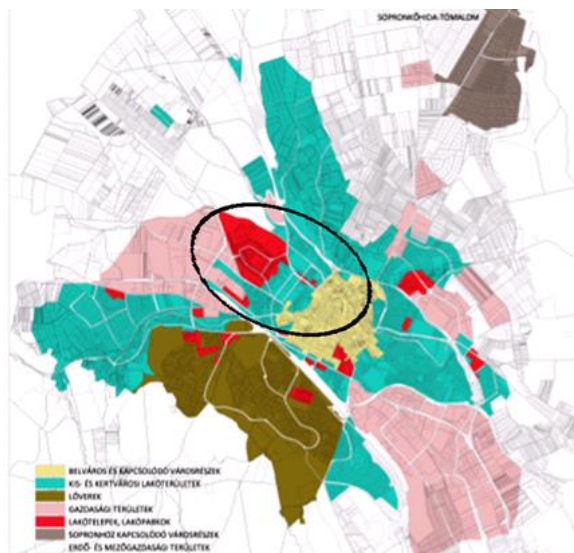
## ***Eredmények***

A kapott adatokkal a szigetek eloszlását szemléltetjük a következőkben, melynek első lépése az, hogy pontokkal jelöljük a szigetek elhelyezkedését a térképes felületen. Azzal, hogy térképen ábrázolásra kerültek a szelektív hulladékgyűjtők, megalapozásra került az applikációban feltüntetni kívánt térkép formája is.

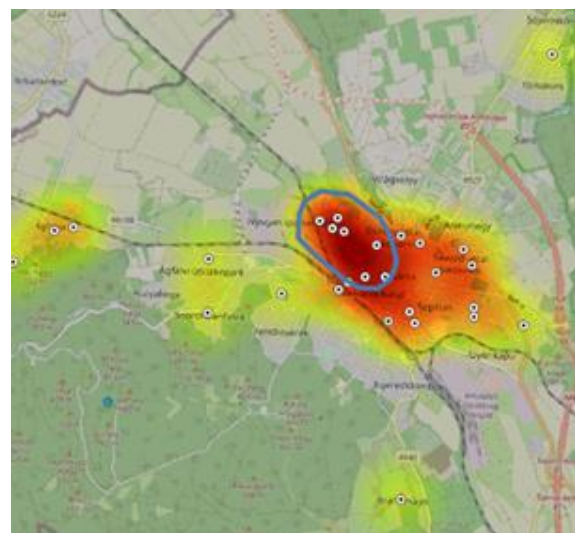


2. ábra: A vizsgálati területen elhelyezkedő összes szelektív hulladékgyűjtő sziget. Forrás: STKH Kft. adatai alapján QGIS szoftverben megjelenítve

A pontok felvételénél a 2. ábrán már láthatóak azok a területek, ahol sűrűbben helyezkednek el a szigetek. Ahhoz, hogy olyan eredményeket kapjunk, melyekből lehet építkezni, mindenképpen szükséges az, hogy megállapítsuk, milyen jellegű városrészekben van leginkább szükség a szigetes gyűjtésre. Kritikus területként a lakóparki, lakótelepi, illetve várkerületi és a hozzá kapcsolódó egyéb városrészek tartoznak. Ezek a részek a 3. ábrán pirossal, illetve sárgával vannak jelölve, továbbá karikával jelöltek a 3-4. ábrákon.



3. ábra: A kritikus terület. Forrás: Web 6

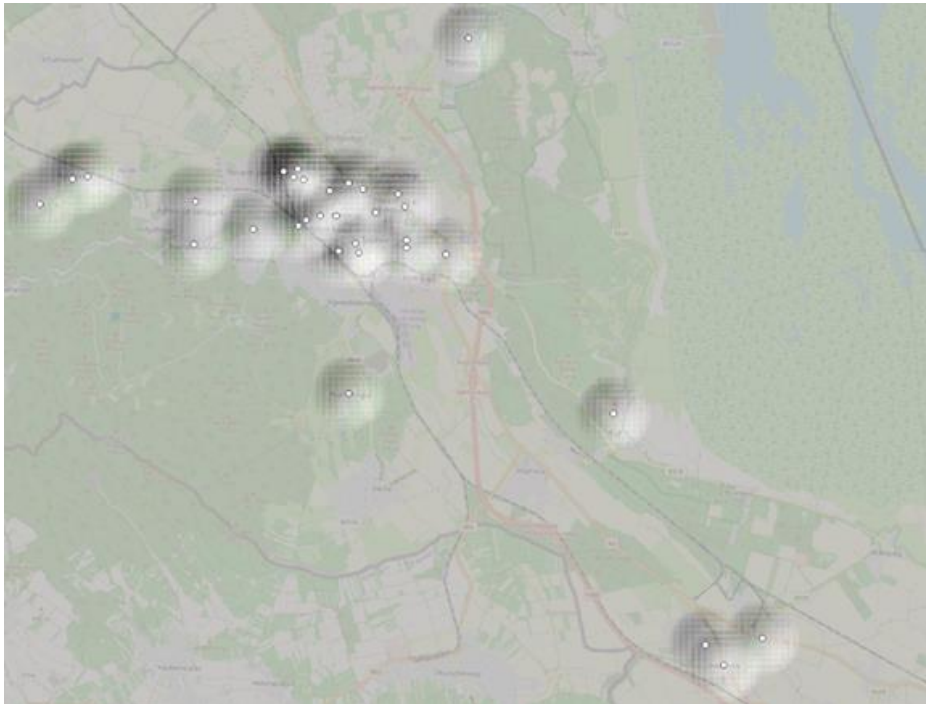


4. ábra: A kritikus területeken jelölt denzitás vizsgálat. Forrás: STKH Kft. adatai alapján, QGIS-ben megjelenítve

A denzitás vizsgálat leglátványosabb és legcélravezetőbb típusaként az egyszávos színpalettás ábrázolás készült, ahol a piros szín a legsűrűbb, a világoszöld pedig a legkevésbé sűrű területeket jelöli (4. ábra).

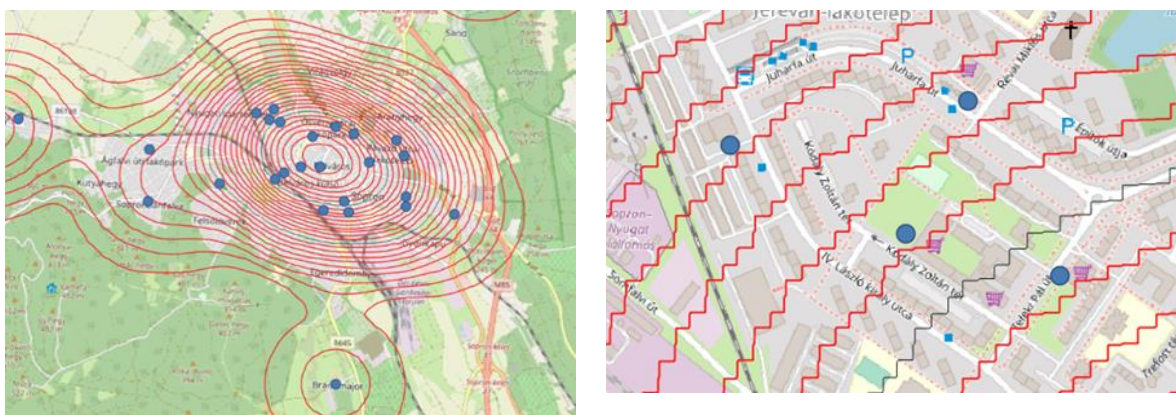


A további pontosabb vizsgálatok érdekében készült domborzatárnyékolással is térkép. Az előzetes várakozás az volt, hogy a legkontúrosabb, legnagyobb árnyékkal rendelkező területek a 4. ábrán bekarikázott terület északi részén lesznek láthatóak. Ez igazolást is nyert, amelyet az 5. ábra szemléltet.



5. ábra: A domborzatárnyékolással készített térkép.  
Forrás: STKH Kft. adatai alapján, QGIS programban

További érdekességként megemlíthető a szintvonalas elemzés is (6-7. ábra). Ezzel a szintvonalas elemzéssel azonban csak a vonalak sűrűségéből tudunk meghatározni köröket, gyűrűket, ahol több-kevesebb sziget található, mint más területrészekben. Éppen ezért is volt szükséges a 4. ábrán látható „hőtérkép” jellegű vizsgálati térkép létrehozására is.



6-7. ábra: A szintvonalas elemzésből a legsűrűbben szelektív szigetekkel fedett terület. Forrás: STKH Kft. adatai alapján, QGIS programban megjelenítve

Jól látható a 6-7. ábrán, hogy a legsűrűbben a Kodály Zoltán tér, illetve IV. László király utca, továbbá a Teleki Pál út és a Juharfa út területén találhatóak szelektív szigetek, hisz itt mindegyik említett utcában, téren található sziget.




Ezekből az elemzésekből, illetve a szigetek további adataiból fog elkészülni az applikáció is. Ahhoz, hogy jól átlátható, rendszerként elemezhetőek legyenek a szigetek, ki kellett választani a lényeges elemzési szempontokat. Ezek a szempontok a következők voltak: EOVS Kelet és EOVS Észak koordináták, papír, üveg és műanyag gyűjthetősége, illetve gyűjthető mennyisége, az utca megnevezése, ahol a sziget található, település/településrész, illetve a frakciókhoz választott, az abban a későbbiekben feltüntetni kívánt papír, üveg, illetve műanyag ikonok.

### **Következtetések**

A denzitás vizsgálatok összességében arra világítanak rá, hogy valóban a kiválasztott kritikus területeken, azaz a lakótelepi, lakóparki, illetve a belvárosi részeken helyezkedik el a legtöbb sziget. Azt egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a 3-4. ábrán jelölt területek fedik egymást, tehát a legkritikusabb területek megfelelően el vannak látva szelektív hulladékgyűjtő szigetekkel. Az igazán érdekes kérdés a Várkerület, illetve az attól dél, dél-keleti irányba eső területek. A Várkerületet és így a belvárosi részt is kritikus területként jelöltük meg a korábbiakban, viszont itt a 4. ábrán látható hőterkép már halványuló trendet mutat. A szigetekkel való ellátottság fejlesztésében mindenképpen segítségre lehetnek a hasonló térbeli elemzések is a jövőben.

Ezen kívül fontos kitérni arra, hogy milyen formában lesznek felhasználva az appon belül a kapott adatok. Ezekkel szeretnénk a jövőbeli applikációt használóknak egyértelműsíteni a különböző szigetek adatait, az ott gyűjthető frakciókat, illetve minden további olyan információt, mely segíti a felhasználót.

*1. táblázat: Az appban látható információk, melyek minden szigetre meghatározunk. Forrás: FKF 2022, web 2*

<b>Pontok</b>	<b>Példa</b>
Gyűjthető frakció típusa	papír
Mik tartoznak bele az adott frakcióhoz	újság, csomagolópapír stb.
Gyűjtés során betartandó szabályok	„Kérjük, NE dobjanak bele élelmiszer-maradványokat és egyéb szennyeződések tartalmazó (pl. olaj, zsír, oldószer) papírokat, indigót, faxpapírt, használt egészségügyi papírokat (zsebken-dőt, pelenkát, szalvétát)! ”
Frakcióhoz tartozó ikon, mely a térképen is megjelenik	
Sziget Koordinátája (GPS)	N47° 41' 34,76" E16° 34' 35,21"
Utca/tér	Juharfa út

Természetesen, ahol több frakció is gyűjthető, ott több ikon és több gyűjtésre vonatkozó szabályzat, illetve további, a frakciókhoz tartozó, a szigeten elhelyezhető hulladékfajták is meg fognak jelenni.

### **Köszönetnyilvánítás**

Szeretnénk megköszönni az STKH Kft.-nek a rendelkezésre bocsátott alapadatokat, a Kft. belül külön köszönet Takács Krisztiánnak, hogy a konzultációk során kapott ismeretekkel, információkkal tovább növelhettük a cikk színvonalát.

„A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM ÚNKP-22-1-I KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”



### ***Irodalomjegyzék***

FKF NONPROFIT ZRT. (megtekintve: 2022.11.03.): Mit hova dobjak? - Papír, link: <https://www.fkf.hu/mit-hova-dobjak-papir>

KATHARINA B. (2022.03.28.): A World of Waste, link: <https://www-statista.com/chart/18732/waste-generated-country/>

STKH KFT. (megtekintve: 2022.11.01.): Szelektív szigetek elhelyezkedése és pontos GPS koordinátái, link: [https://stkh.hu/wp-content/uploads/2021/11/Szigetek\\_2021.pdf](https://stkh.hu/wp-content/uploads/2021/11/Szigetek_2021.pdf)

WEB 1 (megtekintve: 2022.10.07.): Évente 27 ezer tonna hulladék klímabarát kezelése Sopronban link: <https://www.sopronmedia.hu/cikkek/evente-27-ezer-tonna-hulladek-klimabar-at-kezelese-sopronban>

### ***Ikonok forrása***

WEB 2 (megtekintve: 2022.10.29.): Papír ikon forrása: <https://icons8.com/icons/set/paper-waste>

WEB 3 (megtekintve: 2022.10.29.): Üveg ikon forrása: <https://thenounproject.com/icon/glass-waste-3582221>

WEB 4 (megtekintve: 2022.10.29.): Műanyag ikon forrása: [https://www.flaticon.com/free-icon/waste\\_3937115](https://www.flaticon.com/free-icon/waste_3937115)

# A HIDEGVÍZ-VÖLGYI KUTATÁSI TERÜLET (SOPRON) CSAPADÉKMÉRÉS FELDOLGOZÁSÁNAK KÉRDÉSEI

Questions related to precipitation data pre-processing in Hidegvíz Valley research area (Sopron, Hungary)

KALICZ PÉTER<sup>1</sup>, CSÁKI PÉTER<sup>2</sup>, ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA<sup>1</sup>, NEVEZI CSENGE<sup>1</sup>,  
HERCEG ANDRÁS<sup>1</sup>, GRIBOVSZKI ZOLTÁN<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, Vízrajzi és Adattári Osztály

kalicz.peter@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A dolgozatban bemutatásra kerülnek az erdő csapadékmegosztó hatásának vizsgálatához fontos referencia adatok, a lombkoronától mentes, úgynevezett szabad területre telepített csapadékmérők működtetésének és adatfeldolgozásának kérdései. Erdőterületen a szabadterületi csapadék mérésében a korszerű, nagy időbeli felbontású adatokat szolgáltató automata csapadékmérők mellett fontos referencia szerephez jutnak a kézi üritésű eszközök. Az általuk mért adatok jól használhatóak az automaták adatainak ellenőrzésére, korrekciójára. Ezek adatainak feldolgozásakor szerzett tapasztalatokat összegezzük és az adatok kezelésére, megjelenítésére alkalmazott csapadékkarakterisztika görbék használatát ismertetjük egy rövid példa segítségével.

## ***Abstract***

Reference precipitation measurements are crucial in examinations of rainfall redistribution caused by forest vegetation canopy. Nowadays reference data are provided by automatic rain gauges. Usually, these measurements are placed in clear, open sky areas. Besides these digital dataloggers, manually recorded gauging stations have an essential role in the correction of sometimes erroneous high temporal resolution precipitation series. This study introduces the importance of cumulative rainfall hyetograph in pre-processing of these manually controlled reference data through a simple example.

## ***Bevezetés***

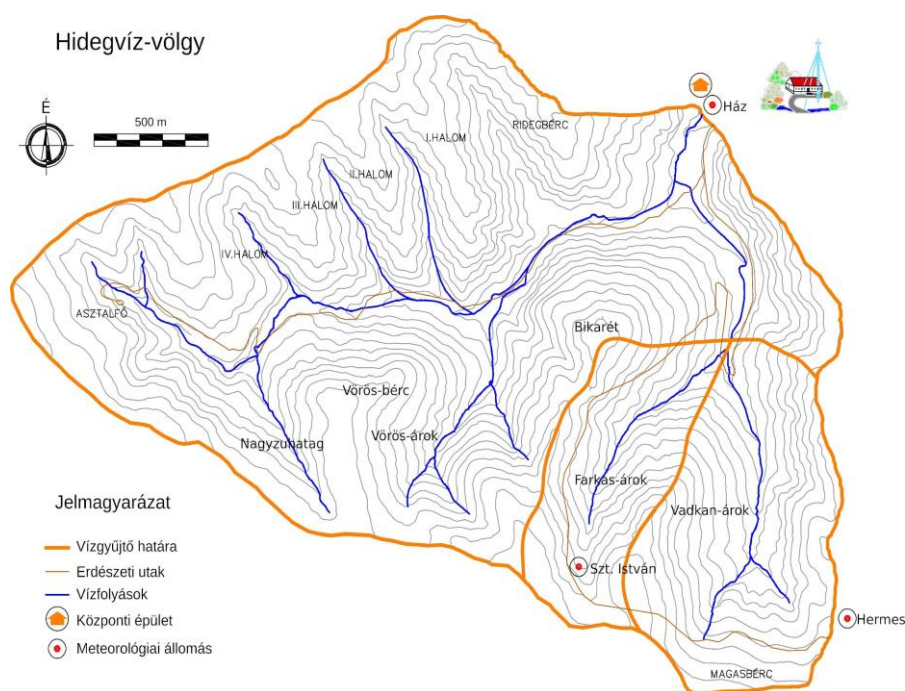
A csapadék az egyik első hidrológiai változó, amelyet rendszeresen, rutinszerűen mérnek. A világ számos pontján évszázados múltra tekint vissza a csapadékmérés. Ezek a hosszú idősorok jelentős értéket képviselnek, számtalan elemzési lehetőséget nyitnak meg a hidrológusok előtt. (BRUTSAERT 2005). Napjainkban a mérés technika fejlődésével előtérbe kerültek a csapadékesemények részletes vizsgálatára alkalmas eszközök. Ezek segítségével nagy időbeli felbontással lehet mérni a csapadék jellemzőinek – akár az esemény közbeni – változásait, meghatározni a csapadékesemények kezdetét, végét. A hagyományos, hosszabb időszakonként üritett ombrométerek sem veszítették el teljesen jelentőségüket. Sok esetben hasznos kiegészítői az automata méréseknek.

Ebben a munkában az erdő csapadékmegosztó hatásának vizsgálata kapcsán, a lombkoronától mentes, úgy nevezett szabad területi mérések feldolgozásakor szerzett tapasztalatokat összegezzük és a kidolgozott metodikát ismertetjük. Ezeken a szabad területi mérőhelyeken alapvetően automatikus működésű, digitális adatgyűjtők találhatók. Kiegészítésként célszerű ezek mellett független, manuális csapadékmérőket is üzemeltetni. Ennek a feleslegesnek tűnő észlelésnek alapvető oka, hogy a használt automata berendezések hibamentes működtetése szinte elérhetetlennek tűnő cél.

A csapadékmérést befolyásoló környezeti tényezők közül meghatározó a szél, amely kedvezőbb körülmények között kiépített csapadékmérő hálózat méréseiben is számottevő bizonytalanságot okoz (SIECK et al. 2007). Az erdőben, a terület jelentős érdekessége miatt egyébként is örvényessé tett szél mellett, még számos egyéb, a csapadékmérést nehezítő természetes eredetű jelenséggel kell számolni, amelyek közül kiemelkedik a kisebb méretű nyílásokkal és szűrőkkel rendelkező automatákat különösen érintő, különböző szennyeződések vagy élőlények okozta eltömődés. Ezekhez a hatásokhoz hozzájárulhatnak a digitális eszközöknél jelentkező esetleg műszaki vagy akár humán hibákra visszavezethető meghibásodások. Az így előálló adathiányok pótlásánál hasznos segítséget nyújtanak az utóbbi problémákra kevésbé érzékeny hagyományos méréssel gyűjtött csapadékadatok. Hasonlóképpen nélkülözhetetlenek ezek a kézi ellenőrző mérések a hibás adatsorok felderítésénél, amikor bár a műszer mér, de a zavaró hatások miatt a valószínű értékeket jócskán meghaladó, vagy éppen jelentősen kevesebb mennyiséget tárol el.

### **Anyag és módszer**

A bevezetőben említett évszázados csapadékmérés Sopron környékén sem mondható nagy túlzásnak, hiszen itt kezdett el mérni Gensel János Ádám orvos-polihisztor, akinek a nevéhez fűződik az első, trianoni Magyarország területéről fennmaradt, 1717-ben írásban is dokumentált, rendszeres, műszeres meteorológiai mérés. A magyar tudomány ezt az évet tekinti a meteorológiai mérések kezdetének (OMSZ 2017). Gensel János Ádám (1677–1720) több meteorológiai jellemző között a csapadékot is mérte. A vizsgálat alapvető célja összefüggést találni az időjárás és a betegségek megjelenése között. Ezeken az orvosepidemiológiai elemzéseken túl a cikk témáját adó mérésekhez sokkal közelebb álló kérdést is vizsgált; az éghajlat hatását a szőlőtermesztésre (NIKOLICS 1989). Az évszázados mérési sor azonban megszakításokkal teli. Állandó mérőállomás csak 1856-tól működik, amelynek telephelye egy ideig az Egyetem botanikus kertjében volt. Munkánkban a várostól nyugatra fekvő Hidegvíz-völgy erdészeti hidrológiai célból működtetett állomásainak (1. ábra) adatain keresztül mutatjuk meg a szabadterületi csapadék mérés feldolgozásának sajátosságait, s az Intézetben – az itt fennálló körülményekhez illeszkedő – kifejlesztett módszert.



1. ábra: A csapadékmérő helyek elhelyezkedése a hidegvíz-völgyi vízgyűjtőben

Bár már az 1940-es évekből vannak fennmaradt mérési ívek, de azok nem az Egyetemhez kötődően keletkeztek. Az Erdőmérnöki Kar kebelén belül első adatok a Hidegvíz-völgyből MARTOS ANDRÁS (1965) csapadékmérő hálózatából származnak, aki kutatásaiban Sopron és környéke csapadékviszonyait vizsgálta. Intézetünkhöz köthető tartamvizsgálatok a területen az 1980-as évek közepétől kezdődtek. Ekkor fogalmazódott meg egy kísérleti vízgyűjtő alapítási szándéka. A kutatási terület a Sopronon keresztül folyó Rák-patak felső vízgyűjtőjén, a Hidegvíz-völgyben helyezkedik el (GRIBOVSKI ET AL. 2006).

Az 1. ábrán jelölt központi épület mellett létesített meteorológiai állomás (Ház mérőhely) után sorra szerelték fel a mérőkerteket a területre jellemző főfafajú erdőrészekben (KUCSARA 2007). A szabadterületi mérések kiegészültek a Martos rendszerében is szereplő hermesi kerttel, majd a Szent István-akna melletti rekultivált meddőhányón létrehozott ponttal.

Az erőforrások szűkösebbé és a kutatási feladatok sokrétűbbé válásával a szabadterületi és az állományi csapadékot mérések ellenőrzési és üritési rendje is átalakult. A kezdeti csapadékeseményekhez közvetlenül kapcsolódó kiolvasások helyett hetente–kéthetente mérjük meg a csapadékot. A szabadterületi csapadék mérés módszere is többször változott. Az úszós csapadékkarakterisztikát író ombrográf mellett hamar beüzemelésre került billenőedényes csapadékmérő, amely adatrögzítése kezdetben analóg, pontszíníros regisztrálóval, 1992 végétől digitális adatgyűjtővel lett megoldva. A csapadékeseményekhez kötődő ellenőrzések elmaradásával szükségessé vált egy független kontrollmérés beállítása. A hosszabb időszaki csapadékösszeg mérésére alkalmas, totalizátorként használt ombrométerre esett a választás. A kiolvasás időközének változásai miatt az ombrométerekben mért adatsorok szabálytalan időközzel mért idősorok (lásd a 2. ábrát). Ennek elsődleges oka, hogy sok esetben nincs lehetőség minden mérőhelyet felkeresni, mert nem jut rá elegendő humán erőforrás. A mérés jellegéből adódóan az értékes kiolvasások a csapadékeseményekhez igazodnak, tehát általában eltérő idő-intervallumokkal történik az összegyűjtött csapadék kimérése. Ez az időbeli változékonyság a mérések közötti eltérő időbélyeg a feldolgozásban, ellenőrzésben jelentős többletfeladatot jelent.



2. ábra: A kimért csapadékmagasságok

Az idősorok feldolgozására szánt általános célú szoftverek elsősorban az általánosan előforduló, szabályos időközönként rögzített adatokból álló, idősorok feldolgozására optimalizáltak. Az így előálló csapadék adatokat egy hidrológiai szoftver, amely pl. órás intenzitás adatokkal dolgozik előfeldolgozás nélkül nem is tudja kezelni.

Az adatsorok elemzésére egy általános adatfeldolgozásra készített szoftver környezetet, az R-t használtunk (R CORE TEAM 2022). Ez a szoftver is alapvetően egyenközü idősorok feldolgozására felkészített alapkiépítésben. Szabálytalan idősorok kezelésére külön kiegészítést kellett készíteni.

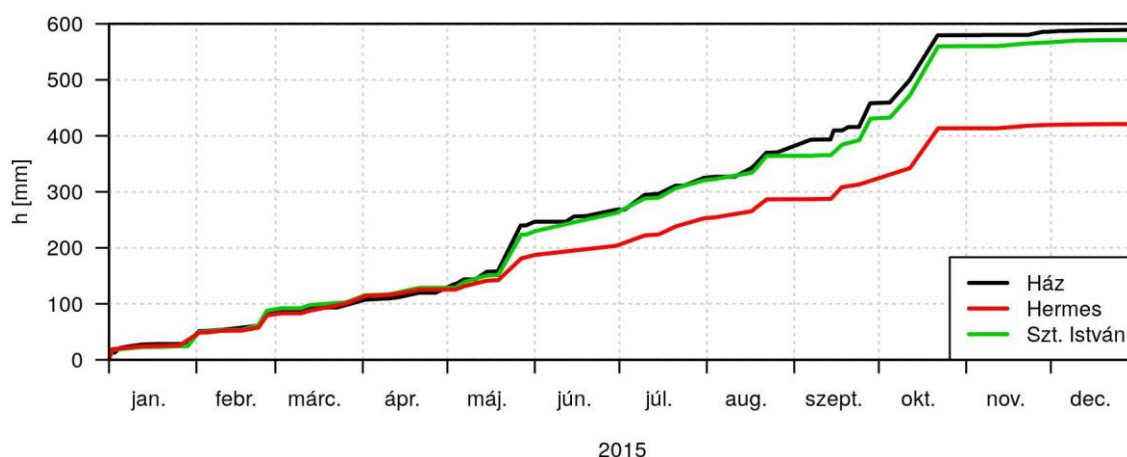


szító (package – csomag) telepítése szükséges. Az Intézetben szabálytalan idősorok kezelésére több próbálkozás után az *xts* nevű csomagot használjuk (RYAN – ULRICH 2020). A feldolgozást R-ben megvalósított saját fejlesztésű függvények készítésével tettük teljessé.

A csapadék adatsorok feldolgozása naptári évenként készül. Így évenként dokumentáljuk az adatok értelmezéséhez fontos kiegészítő információkat is. Alapvetően egy-egy mérőhely adatait – az automaták esetében is – egyszerű szövegfájlként archiváljuk, amely segítségével megvalósítható a későbbiekben, akár évtizedek múlva, az újrafeldolgozás szoftvertől függetlenül.

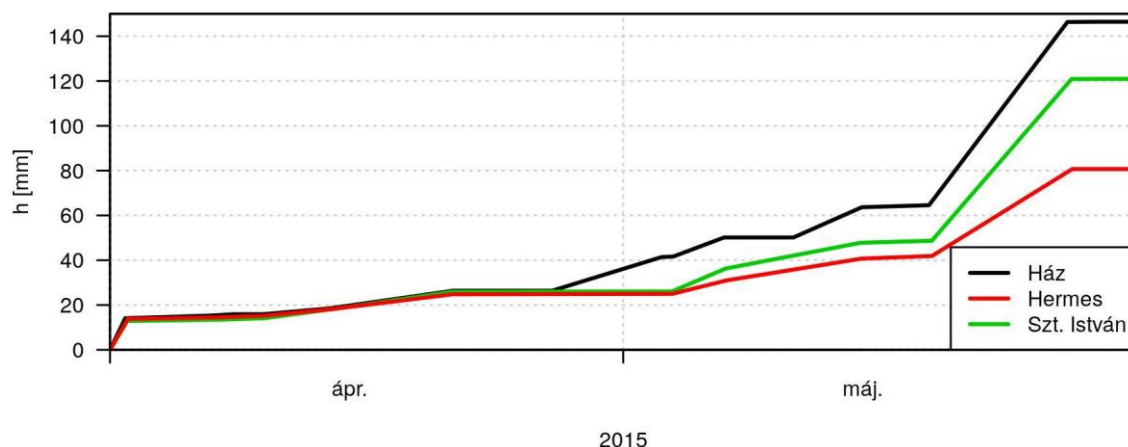
### Eredmények

A bemutatott szoftvereszközök segítségével probléma nélkül együtt kezelhetők a különböző rendszerben működő automaták adatai és a kézi mérések. Az automaták két eltérő adattörzítési móddal dolgoznak. Az egyik a szabályos időközönként az edény billenéseinek jeleit összegző, a másik az egyes billenési időpontokat tároló. A nehezebb ez utóbbi kezelése, amely a kiválasztott szoftver és az alkalmazott eljárások mellett nem jelent problémát. Az időponthoz rendelt a billenést kiváltó csapadékmagasság egymáshoz rendelése hosszabb időszakok esetén sem problémás az *xts* csomag adta eszközökkel. Ezzel analóg módon kezelhetők a kézi mérések. A hidegvíz-völgyi mintavízgyűjtőben az eltérő adattörzítési móddal gyűjtött csapadék idősor feldolgozásának elsődleges, közös eszköze a csapadékkarakterisztika (3. ábra).



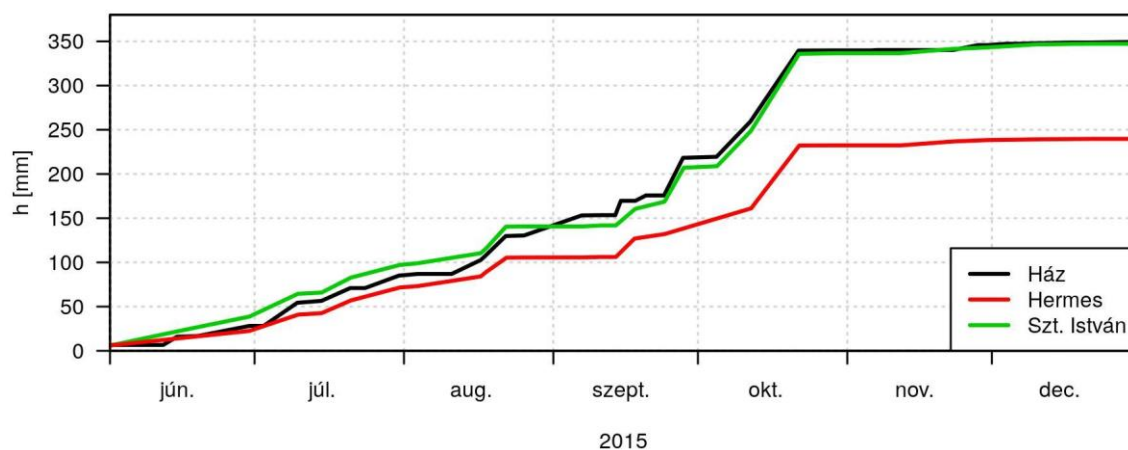
3. ábra: A csapadékkarakterisztika görbéi 2015-ben

Ennek a görbének a segítségével a finomabb, hosszabb távon jelentkező különbségek is könnyen tetten érhetők. A 3. ábrán jól látható, hogy a három ombrométer adatsora április végéig együtt fut. Május elején egy enyhébb csökkenéssel, majd a május második felében jelentkező nagyobb csapadék hatására határozottabb különbséggel találkozunk. Az eredeti formában megtartott adatsor az *xts* csomag adta lehetőségekkel könnyen manipulálható. Tetszőleges időablak kiválasztható, ahol a karakterisztikát közös pontról indíthatjuk. A kérdéses időszak nagyobb időbeli felbontással is ellenőrizhető. Ilyen részletességnél már jól látszik az eltérő időpontokban történő adatkivételek okozta eltérő helyen jelentkező törések a karakterisztikában.



4. ábra: Karakterisztika április és május hónapokban

A 4. ábrán jól látható a három mérőhelyen jelentős eltérést mutató nagycsapadék, de az is látszik, hogy a karakterisztika vonalak eltávolodása már korábban elkezdődik. Ez a horizont korlátozást okozó fák kilombosodásával magyarázható. Ez a különbség vélhetően a esőt kísérő szél iránya miatt is ilyen jelentős.



5. ábra: Karakterisztika júniustól

Az ábrát újra megtörve, azaz az ábrázolást a nagy, május végi, csapadékeseményt követően kiszámítva ugyan az elmondható, hogy a korábbiakban ismertetett jelenség fennáll, de a nagy csapadékot kiejtve nem tűnik már olyan jelentősnek a különbség. A fenti rövid elemzés jól szemlélteti, hogy a szabálytalan idősorok esetében az idősorok közös kezelésére alkalmas szoftver és a megfelelő módszer hatékonnyá teheti az egyébként nehezen összehasonlítható adatok elemzését. A kidolgozott keretrendszer alkalmas arra is, hogy a lényegesen nagyobb időbeli felbontással rendelkező automaták adatait együtt szemléljük, az esetleges meghibásodásokra, akár nehezen észlelhető részleges blokkolódásokra fényt derítsünk.

### Következtetések

Az automata csapadékméréseknek hasznos kiegészítései kézi mérések. Bár néhány, az automata adatgyűjtést érintő hibától mentesek, a környezeti hatások őket is érintik. A gyakorlati adatgyűjtés szabálytalan idősorokat eredményez. Az idősorok feldolgozásában nagy segítség a megfelelő szoftver választása, ami jelen munkában az R adatfeldolgozó, statisztikai program és a hozzá készített xts kiegészítő csomag. A munkában bemutattam egy éves adatsor példáján, hogy az elemzést, az adatsorban rejtő ellentmondások feltárását hogyan segíti a csapadékkarakterisztika használata az elemzésekben.

### ***Köszönetnyilvánítás***

A kutatás 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. Kalicz Péter munkarésze a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült. A cikk a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” (GINOP-2.3.3-15-2016-00039) projekt keretében beszerzett laptopon készült.

### ***Irodalomjegyzék***

- BRUTSAERT, W. (2005): Hidrology – An introduction. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – KUCSARA M. (2006): Streamflow characteristics of two forested catchments in Sopron Hills. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 2. 81–92. <https://journal.uni-sopron.hu/index.php/aslh/article/view/Acta-Silvatica-Lignaria-Hungarica-2006-Vol02-081-091>
- KUCSARA M. (2007): Erdészeti hidrológiai kutatások az ERFARET támogatásával. *Erdészeti lapok*. 142(1) 17–18.
- Martos A. (1965): Sopronkörnyéki erdők csapadékeloszlása és ennek termőhelyi vonatkozása. In: *Az erdészeti meteorológia néhány kérdése (Az MMT X. Vándorgyűlésén elhangzott előadások és hozzászólások)*. MMT, Budapest.
- NIKOLICS K. (1989): Adatok Gensel János Ádám életművéhez. *Soproni Szemle, A Soproni Város-  
szépítő Egyesület helytörténeti folyóirata*. 43. (3) 276–278.
- OMSZ (2017): Meteorológiai mérések kezdetének 300. évfordulója – Ünnepségek Sopronban. *Léggör.* 62. (2) 57–58.
- R CORE TEAM (2022): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- RYAN, J. A. – ULRICH, J. M. (2020): xts: eXtensible Time Series. R package version 0.12-1. <https://CRAN.R-project.org/package=xts> – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- SIECK, L. C. – BURGESS, S. J. – STEINER M. (2007): Challenges in obtaining reliable measurements of point rainfall. *Water Resources Research*, 43. W01420, <https://doi.org/10.1029/2005WR004519>

# A NAGYTÉTÉNYI KAKUKK-HEGY TERMÉSZETVÉDELMI CÉLÚ BOTANIKAI FELMÉRÉSE

Botanical survey of Kakukk-hegy in Nagytétény for nature conservation purposes

KORDA MÁRTON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
korda.marton@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A 2008-ban elvégzett terepi felméréssel a célom az volt, hogy a természetvédelmi szempontból kimagasló értéket képviselő nagytétényi Kakukk-hegy védetté nyilvánításához adatokat szolgáltatassak. A felmérés során 18 védett növényfaj került elő, többségük jelentős állománnyal. Az élőhelyek vizsgálata során a jó természetességű szárazgyepek mellett a kistájból eddig nem jelzett sztyepecserjés élőhely kisebb állománya is előkerült. A felmérés eredménye egyértelműen alátámasztotta, hogy a vizsgált terület a Tétényi-fennsík egyik legértékesebb része.

## ***Abstract***

With the field survey carried out in 2008, my aim was to provide data for the declaration of Kakukk-hegy in Nagytétény, which represents outstanding value from a nature conservation point of view, as a protected area. During the survey, 18 protected plant species were found, most of them with a significant population. During the habitat survey, in addition to the dry grasslands of good naturalness, a small stand of the shrub-steppe was also found, which had not been indicated until now. The results of the survey clearly confirmed that the investigated area is one of the most valuable parts of the Tétényi Plateau.

## ***Bevezetés***

Jelen cikkben a Tétényi-fennsíkhöz tartozó Kakukk-hegy 2008-ban elvégzett természetvédelmi célú botanikai felmérésének fontosabb eredményeit közlöm. A felmérés célja, hogy a fennsík védelemre érdemes területeit és azok értékeit feltárja. A Tétényi-fennsík természetvédelmi jelentősége, növény- és állatvilágának rendkívüli gazdagsága szakmai körökben közismert (pl. FARKAS 1999, KUN-ITTZÉS 1995, KUN 1996, 1998, SIMON 1994). Az értékes területek védetté nyilvánításának igénye már közvetlenül a rendszerváltás után felmerült. A védelmi sikerek a jó állapotú területeken mozaikosan, jelentősen eltérő időpontokban valósultak meg. Ennek eredményeként a kistájon két helyi jelentőségű és egy országos jelentőségű természetvédelmi terület is létrejött. Azonban a közigazgatási széttagoltság, a különböző okok miatt ellenérdekelték jelentős köre, illetve az adathiány miatt számos értékes terület – pl. a Kakukk-hegy – még napjainkban (2022) sem kapta meg a megérdemelt jogi oltalmat. 2008-ban elvégzett munkám elsődleges célja ez utóbbi probléma orvoslása volt.

## ***Anyag és módszer***

A vizsgált terület a Budai-hegység déli peremén elterülő Tétényi-fennsík kistáj része (MAROSI-SOMOGYI 1990). Felépítésében meghatározó jelentőséggel a lajta és a szarmata mészkő bír. A talajviszonyokat tekintve a legjellemzőbbek a rendzina talajok (BALÁZS 1989). Éghajlata mérsékelt meleg és száraz, szubmediterrán vonások jellemzik.

A vizsgált terület Budapest XXII. kerületének közigazgatási határain belül helyezkedik el. Határai É-on a Balatoni út, Ny-on a Fennsík utca, D-DK-en telkek, K-en a Bartók Béla út (1. ábra). Területe kb. 15 ha.



A terepi felmérés 2008-ban zajlott, mely során a ritka, illetve védett növényfajok állományait, a terület élőhelyeit és az ezeket veszélyeztető tényezőit mértem fel. Az élőhelyek azonosítására az ÁNÉR 2007 rendszert alkalmaztam (BÖLÖNI et al. 2007), a terepi felmérést a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer protokollja szerint (KUN és MOLNÁR 1999) végeztem.

A védett növényfajok egyedeinek, illetve foltjainak előfordulását GPS-szel rögzítettem a tőszámmal együtt. Az egyedszám kis létszámú populációk esetében pontos tőszámlálással, nagy állományok esetében tőszámbecsléssel került megállapításra.



1. ábra: A vizsgált terület elhelyezkedése.

### **Eredmények**

Az alábbiakban a terepi felmérés élőhelyekre, illetve védett növényfajokra vonatkozó eredményeinek rövid összefoglalását adom.

#### **Élőhelyek**

Általánosságban elmondható, hogy a fennmaradt természetközeli élőhelyek jó természetességűek, nagy összefüggő állományokkal vannak jelen, természetvédelmi szempontból jelentős értéket képviselnek.

A vizsgált terület élőhelyeire a legjelentősebb veszélyforrás, hogy a területen egy építőanyag telep és két komposztüzem működik. Mind a három létesítményre jellemző, hogy kerítéssel nincsenek körülhatárolva, így a telepeken dolgozó gépek gyakran a környező gyepekben fordulnak meg igen jelentős degradációt okozva. A komposzt üzemek esetében tapasztalható, hogy a telep területén kívül is helyeznek el komposzt halmokat. Ez egyrészt az érintett gyepterület megsemmisülésével, másrészt a környező élőhelyek tápanyagban való feldúsulásával és gyomosodásával jár. Ezen kívül degradált foltok szigetszerűen jelennek meg, viszonylag kis területen. A veszélyforrások között kell még említeni egy 2008-ban elvégzett távközlési földkábel fektetését, amely során igen jó állapotú gyepek semmisültek



meg a Balatoni út melletti keskeny sávban. Kisebb területeket érintő probléma a terület határát adó telkek körül elterülő gyepek fűnyírózása és díszkerté alakítása.

A felmérés során az alábbi élőhelytípusokat sikerült kimutatni a Kakukk-hegy vizsgált részéről. A felsorolás az Á-NÉR 2007 kategóriarendszert követi: H3a, M6, P2b, OC, U4, U11.

Érdemes megemlíteni, hogy BÖLÖNI (2008) Tétényi-fennsík élőhelyeit tárgyaló munkájában az M6 élőhely nem szerepel, melyet jelen felmérés során a Kakukk-hegyről sikerült kimutatni. Ez minden bizonnyal azzal magyarázható, hogy a fragmentálisan előforduló élőhely elkerülte a kutatók figyelmét.

Az alábbiakban csak a természetvédelmi szempontból nagyobb jelentőségű élőhelyek kerülnek ismertetésre.

#### *Lejtőgyepek egyéb kemény alapkőzeten (H3a)*

A Kakukk-hegy H3a kategóriába tartozó élőhelyei az 1. alegységébe tartozó pusztafüves lejtősztyeprét (*Cleistogeni-Festucetum sulcatae*) cönotaxonnal feleltethetők meg. Ez a Dunántúli-középhegység jellegzetes élőhelye, mely BORHIDI – SÁNTA (1999) szerint veszélyeztetett, fokozott védelemre javasolt növénytakarulás. A Kakukk-hegy legelterjedtebb élőhelye, melynek összefüggő, nagy állományai fordulnak elő. Ezekre jellemző, hogy jó természetességűek, bennük néhány ritka faj tömeges előfordulása vált ismertté (pl. *Jurinea mollis*, *Linum flavum*). Helyenként átmenetet mutat a sziklafüves lejtősztyep (*Chrysopogono-Caricetum humilis*) felé. A területen található – fentebb említett – telephelyek degradációs hatásai kivétel nélkül ezt az élőhelyet érintik. Ez nagyjából gyomosodásban nyilvánul meg, de kisebb foltokban az élőhely teljes megsemmisülése is megfigyelhető. Kisebb mértékben, de megfigyelhető az élőhely szegélyeiben a cserjések kialakulása (pl.: *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa* spp., *Viburnum lantana*), melyek lassú terjedése tapasztalható. Ugyancsak gondot jelent az inváziós bálványfa (*Ailanthus altissima*) foltokban tapasztalható terjedése.



2. ábra: Jó állapotú, fajgazdag lejtőgyep a Kakukk-hegy K-i részén  
(fotó: Korda Márton).

### Sztyepecserjések (M6)

A Kakukk-hegy M6 kategóriába tartozó élőhelye a csepleszmelegyes cserjés (*Crataego-Cerasetum fruticosae*) cönotaxonnal feleltethető meg. Hazánkban egykor elterjedt, mára csak fragmentumokban megmaradt élőhelytípus, mely a Tétényi-fennsík is nagyon ritka, előfordulása jelen felmérés előtt nem volt ismert. A Kakukk-hegyen néhány 10 m<sup>2</sup>-es foltja él. Ebben a *Cerasus fruticosa* az állományalkotó, közte szálanként megjelenik a *Crataegus monogyna*, a *Prunus spinosa* és a *Cornus sanguinea*. Az élőhely jó állapotú, a környezetükben lévő fajgazdag gyepek fajkészlete megjelenik a cserjések gyepszintjében is (pl. *Vinca herbacea*, *Iris pumila*, *Jurinea mollis*). Kis kiterjedése miatt alapvetően veszélyeztetett élőhely, kisebb jelentőségű degradációs tényezőként egy rajta áthaladó keskeny gyalogösvény említhető.



3. ábra: Csepleszmelegyes cserjés a Kakukk-hegy Ny-i részén  
(fotó: Korda Márton).

### Galagonyás-kökényes-borókás cserjések (P2b)

A Kakukk-hegy P2b kategóriába tartozó élőhelye a töviskes (*Pruno spinosae-Crataegetum*) cönotaxonnal feleltethető meg. Jellemzően száraz gyepek legeltetésének felhagyása után jön létre, így történt ez a vizsgált területen is. A Tétényi-fennsík nagyrészen nagy kiterjedésű foltokat alkot, de ez alól a Kakukk-hegy kivétel, itt csak kis foltokban, főleg szegélyekben fordul elő. Jellemző fajai: *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana*, *Colutea arborescens*. Jelenlegi kiterjedésében a terület diverzitását növeli, de állományainak gyepek rovására történő terjedése nem kívánatos.

### *Védett növényfajok*

A vizsgált területről 18 védett növényfaj előfordulása vált ismertté, közülük többnek is igen jelentős állománya, sőt több esetben arra is fény derült, hogy a Tétényi-fennsíkban a Kakukk-hegyen él néhány faj legjelentősebb állománya. Az alábbiakban a kutatási területen előforduló védett növényfajok (22/2008. (IX. 12.) KvVM rendelet alapján) rövid ismertetését és táblázatos felsorolását közlöm (1. táblázat). A felsorolás a tudományos név abc sorrendjében történik. A fajok országos léptékben megítélt veszélyeztetettségét a 2007-ben megjelent magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajait tárgyaló Vörös Lista (KIRÁLY, 2007) alapján szerepeltetem.

Tavaszi hérics (*Adonis vernalis* L.) Hazánk meszes alapkőzetű, száraz, meleg és fényben gazdag élőhelyein előforduló, sok helyen gyakori sztyep faj. Kismértékű degradációt is elvisel, országos szinten nem veszélyeztetett. A Tétényi-fennsíkban is számottevő állományai ismertek. Ezek közül a Kakukk-hegyen élő közepes méretűnek tekinthető, mintegy 655 tövet számlál.

Pézsmahagyma (*Allium moschatum* L.) Elsősorban mészkő- és dolomitsziklagyeppek potenciálisan veszélyeztetett növénye. A Tétényi-fennsík nyílt és felnyíló gyepeiben jelentős állományai élnek, de a Kakukk-hegyen a zárt élőhelyek nagyobb aránya miatt ritkának számít, kb. 100 töve fordul elő.

Bunkós hagyma (*Allium sphaerocephalon* L.) Hazánk száraz, napsütötte, meszes alapkőzetű gyepeiben elterjedt, nem veszélyeztetett faj. Kisebb degradációt is elvisel. A Tétényi-fennsík védett növényfajai közül az egyik leggyakoribb. A Kakukk-hegyen mintegy 200 töve él.

Fehéres csüdfű: (*Astragalus vesicarius* L. subsp. *albidus* Braun-Blanq.) Hazánk meszes alapkőzetű száraz gyepeinek potenciálisan veszélyeztetett bennszülött alfaja. Országosan is ritka növény, nincs ez másképp a Tétényi-fennsíkban sem. A Kakukk-hegyen kb. 60 töve él.

Budai imola (*Centaurea sadlerana* Janka) Magyarországon viszonylag gyakori, nem veszélyeztetett faj. Meszes alapkőzetben kialakult gyepekben, nyílt erdőkben, illetve ezek degradáltabb változataiban országsszerte megtalálható. A Tétényi-fennsíkban is mindenütt jelen van, de sehol sem tömeges. A Kakukk-hegyen kb. 400 töve él.

Magyar repcsény (*Erysimum odoratum* Ehrh.) Középhegységeink elsősorban meszes alapkőzetű gyepeiben és bokorerdeiben elterjedt, gyakran nagy egyedszámban megjelenő, nem veszélyeztetett faj. A Tétényi-fennsíkban általánosan elterjedt, de jellemzően kisebb, egyedszámú előfordulásai ismertek. Ettől az általános képtől merőben eltérnek a Kakukk-hegyen tapasztaltak. Itt mintegy 2000 tő virágzott! Tehát, a fennsíkről ismert legjelentősebb állomány itt fordul elő.

Selymes peremizs (*Inula oculus-christi* L.) Mészkedvelő szárazgyepek jellemző, nem veszélyeztetett faj. Magyarországi elterjedésének súlypontja a Dunántúli-középhegység meszes területeire esik. A Tétényi-fennsíkban jelentős állományai élnek, a Kakukk-hegyen kb. 350 tövet számlál.

Apró nőszirm (*Iris pumila* L.) Elsősorban hazánk meszes alapkőzetű száraz gyepterületeihez és bokorerdeihez köthető faj. Magyarországon a megfelelő élőhelyeken nem ritka,



országos léptékben nem veszélyeztetett. A Tétényi-fennsíkon is számottevő állományai élnek. A Kakukk-hegyen kevésbé elterjedt, itt kb. 200 töves állománya ismert.

Kisfészű hangyabogáncs (*Jurinea mollis* (L.) Rchb.) Potenciálisan veszélyeztetett, mézskedvelő faj. Elsősorban záródottabb sziklagyepekben és sztyepréteken fordul elő. Hazai állományának döntő többsége a Dunántúli-középhegységben él. A Tétényi-fennsíkon jellemzően kisebb egyedszámú állományai élnek, de a Kakukk-hegyen igen jelentős, kb. 600 tövet számláló előfordulása ismert.

Sárga len (*Linum flavum* L.) Mézskedvelő szárazgyepkekhez, illetve bokorerdőkhöz kötődő, visszaszorulóban lévő, potenciálisan veszélyeztetett faj. A Tétényi-fennsíkon meglehetősen ritka. A Kakukk-hegyen mintegy 150 töve él, mely egyben a legnagyobb állomány a fennsíkon.

Árlevelű len (*Linum tenuifolium* L.) Középhegységeink száraz gyepterületein, illetve bokorerdeiben elterjedt, nem veszélyeztetett faj. Előfordulása a meszes alapkőzetű élőhelyeken jellemző. A Tétényi-fennsíkon a gyakoribb védett fajok közé tartozik. A kakukk-hegyen kb. 1500 töve él.

Homoki vértő (*Onosma arenaria* W et K) Magyarországon a legnagyobb állományai a Duna–Tisza-közén élnek, de jelentős a középhegységeinkben ismert előfordulások száma is. A faj országos szintű ritkulása tapasztalható, ennek megfelelően potenciálisan veszélyeztetett. A Tétényi-fennsíkon is ritka, a Kakukk-hegyen kb. 20 töve él.

Borzas vértő (*Onosma visianii* Clementi) Középhegységeink potenciálisan veszélyeztetett mézskedvelő, szárazgyepi faja. A Tétényi-fennsík ritkább fajainak egyike, melynek a Kakukk-hegyen mindösszesen egy töve került elő.

Bíboros kosbor (*Orchis purpurea* Huds.) Középhegységi tölgyes társulásainkban elterjedt, nem veszélyeztetett kosborféle. Állományának túlnyomó része a Magyar Középhegységben illetve a Dél-Dunántúlon él. A Tétényi-fennsíkon kifejezetten ritka, csak néhány töve fordul elő. A Kakukk-hegyen 2 példány került elő.

Sömörös kosbor (*Orchis ustulata* L.) Országos léptékben is ritkulóban lévő, potenciálisan veszélyeztetett faj. A Tétényi-fennsíkon kifejezetten ritka növény, a Kakukk-hegyen összesen 16 tövet sikerült kimutatni.

Szürkés ördögyszem (*Scabiosa canescens* W. et K.) Hazánkban a Dunántúli-középhegységben és a Duna-Tisza-közén elterjedt szárazgyepi növény. Nem veszélyeztetett faj, az enyhébb bolygatást is elviseli. A Tétényi-fennsíkon számottevő állományai élnek. A Kakukk-hegyen is gyakori, kb. 500 töve él itt.

Csinos árvalányhaj (*Stipa pulcherrima* K. Koch) Középhegységeink száraz sziklagyepjeiben és sztyepréteiben szórványosan megjelenő, nem veszélyeztetett növényfaj. A Tétényi-fennsíkon szórványos, a Kakukk-hegyen kb. 1500 egyede él.

Pusztai meténg (*Vinca herbacea* W. et K.) A Magyar-középhegységben és a Duna–Tisza közén elterjedt, nem veszélyeztetett sztyepfaj. Élőhelyei elsősorban homok-, lösz-, lejtő- és sziklagyep. A Tétényi-fennsíkon többes állománya él. A Kakukk-hegyen kb. 300 egyede fordul elő.

1. táblázat: A nagytétényi Kakukk-hegy védett növényfajai

Fajnév	Veszélyeztetettség (Király 2007)	Tőszám (±15%)
<i>Adonis vernalis</i>	nem veszélyeztetett	655
<i>Allium moschatum</i>	potenciálisan veszélyeztetett	100
<i>Allium sphaerocephalon</i>	nem veszélyeztetett	200
<i>Astragalus vesicarius subsp. albidus</i>	potenciálisan veszélyeztetett	60
<i>Centaurea sadleriana</i>	nem veszélyeztetett	400
<i>Erysimum odoratum</i>	nem veszélyeztetett	2000
<i>Inula oculus-christi</i>	nem veszélyeztetett	350
<i>Iris pumila</i>	nem veszélyeztetett	200
<i>Jurinea mollis</i>	potenciálisan veszélyeztetett	600
<i>Linum flavum</i>	potenciálisan veszélyeztetett	150
<i>Linum tenuifolium</i>	nem veszélyeztetett	1500
<i>Onosma arenaria</i>	potenciálisan veszélyeztetett	20
<i>Onosma visianii</i>	potenciálisan veszélyeztetett	1
<i>Orchis purpurea</i>	nem veszélyeztetett	3
<i>Orchis ustulata</i>	potenciálisan veszélyeztetett	16
<i>Scabiosa canescens</i>	nem veszélyeztetett	500
<i>Stipa pulcherrima</i>	nem veszélyeztetett	1500
<i>Vinca herbacea</i>	nem veszélyeztetett	300

### Következtetések

A fentiekből kitűnik, hogy mind élőhelyi, mind florisztikai értékeit tekintve a Tétényi-fennsík egyik legértékesebb területéről van szó. A területről kimutatott védett fajok mennyisége, illetve a fennsík más területéről korábban nem jelzett csepleszmeggyes társulás előfordulása, és a pusztafüves lejtősztyeprét jó természetessége mind kellő szakmai alapot jelent ahhoz, hogy a terület megkapja a kiemelt természetvédelmi oltalmat.

### Köszönetnyilvánítás

A cikkben tárgyaltak a 2008-ban „A Tétényi-fennsík természetvédelmi célú botanikai felmérése” címmel megvédett diplomadolgozatomból részét képezik. Akkori munkámat Gergely Attila és Király Gergely segítette. Türelmüket és szerteágazó segítségüket ezúton is köszönöm.

### Irodalomjegyzék

- BALÁZS D. (1989): Érd és környéke földtörténeti vázlata. Földrajzi Múzeumi Tanulmányok 6: 25-44.
- BORHIDI A. – SÁNTA A. (ed.) (1999): Vörös Könyv Magyarország növénytársulásairól. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 765 pp.
- BÖLÖNI J. – MOLNÁR ZS. – KUN A. – BIRÓ M. (2007): Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási rendszer. Á-NÉR2007, Vácrátót, 184 pp.
- BÖLÖNI J. (2008): Tétényi-fennsík. in: KIRÁLY et al (ed): Magyarország földrajzi kistájainak növényzete – MTA ÖBKI, Vácrátót, 173 p.
- FARKAS S. (ed.) (1999): Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 416 pp.
- KIRÁLY G. (ed.) (2007): Vörös Lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Sajat kiadás, Sopron, 73 pp.
- KUN A. – ITTÉZS P. (1995): A *Seseli leucospermum* W. et K. és a nyílt dolomitsziklagyep (*Seseli leucospermo-Festucetum pallentis*) előfordulása szarmata mészkövön. Botanikai közlemények 82: 27-34.



- KUN A. (1996): Kiegészítések és újabb adatok a magyar flóra és vegetáció ismeretéhez. *Kitaibelia* 1: 26-33.
- KUN A. (1998): Sziklai növénytársulások az Érd-Tétényi-fennsíkon. *Kitaibelia* 3: 65-70.
- MAROSI S. – SOMOGYI S. (ed.) (1990): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1023pp.
- SIMON T. (szerk.) (1994): Természeti kincsek Dél-Budán. A Tétényi-fennsík és a Háros-sziget növény- és állatvilága, természetvédelme. – Cserépfalvi Kiadó – Zöld Jövő, Budapest, 96 pp.

# TERMÉSZETI KÖRNYEZET FONTOSSÁGA A GYERMEKJOG TÜKRÉBEN MAGYARORSZÁGON

The importance of the natural environment in the light of hungarian children's rights

KUI BIBORKA ROZÁLIA

Soproni Egyetem, Roth Gyula Erdészeti- és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola  
kui.biborka@gmail.com

## ***Kivonat***

A fenntartható fejlődési célok átfogó és ambiciózusan megfogalmazott keretrendszerét nehéz jogilag is kötelező érvényű egyezményekké vagy eszközökké változtatni emberi- és különösen a gyermeki jogok területén. Cél lehet a meglévő nemzetközi jog/gyermekjog rendszerében kezelni saját céljaikat és célkitűzéseiket.

Jelenlegi tanulmány célja áttanulmányozni a gyermekekre vonatkozó magyarországi jogi szabályozásokat, egyezményeket, tanulmányokat, ezzel kapcsolatos kiadványokat, esszéket, történelmi leírásokat és megfigyelni milyen szinten található meg bennük a természeti környezet szerepe a gyermekek életében, mennyire ismerik fel és írják elő ezek a szabályozások a természeti környezet létfontosságú szerepét a gyermekek testi, lelki, szellemi, erkölcsi jóllétében.

## ***Abstract***

The comprehensive and ambitiously worded Agenda of sustainable development goals is difficult to transpose into any binding conventions or tools in the area of human, and thus especially children's, rights. One goal could be to manage these goals and targets in the existing international framework of law and children's rights.

The purpose of this study is to closely examine the Hungarian legal regulations, conventions, studies, publications, essays, and historical descriptions pertaining to children, and to examine the degree to which they deal with the role of the natural environment in the life of the child and how these regulations recognise and require the essential role played by the natural environment in the physical, spiritual, intellectual, and moral development of children. One of the main pillars is environmental education, or Education for Sustainable Development (ESD), the spread of which to the greatest extent possible is necessary and expected under the current social circumstances.

## ***Bevezetés***

Napjainkban egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy a jelen kor gyermeke egészségtelenül sokat van a négy fal között, és vésszesen keveset tölt a szabad levegőn. A Persil által, több ország bevonásával készített tanulmány, amely során 12000 szülőt kérdeztek meg arról, hogy ő mennyi időt töltött gyerekkorában a szabad levegőn és mennyit tölt a gyereke, elképesztő tényekre derült fény: világszerte a gyerekek 56% tölt kevesebb időt a szabadban, mint 1 óra. Ez az idő kevesebb, mint amit börtönökben javasolnak a foglyoknak. Ennek okai bizonyára mindenki előtt ismertek, kezdve a „kütyük” túlzott használatától, egészen a nem megfelelő biztonságig, a rossz időjárástól a szülők fáradtságáig, fásultságáig. A WHO szakértői szerint a tinédzserek 80%-a nem elég aktív, ami egy riasztó eredmény.

A szabadban töltött időnek számtalan pozitív hatása van, melyeket kutatások, felmérések, tudományos megfigyelések is igazolnak. Ezek közül pár a teljesség igénye nélkül: a szabadban töltött idő a legjobb stresszoldó (Sobko, 2019), megerősödik a motoros rendszerük, az immunrendszerük, javul az együttműködő készség, a kreativitás, a képzelőerő, a megfigyelőképesség, kevesebb látásprobléma merül fel (Mingguang H.et all., 2015; Michael

X. R., 2015), és nem utolsó sorban megszeretik, megismerik és tisztelik a természeti környezetüket. Természetben, szabadban töltött idő nélkül nincs egészséges élet.

Mivel láthatóan ennyire háttérbe szorult a mai gyermekek életében a természeti környezet, ami már testi és lelki egészségüket is súlyosan veszélyezteti, felmerült a kérdés, hogy napjainkban mindez hogyan jelenik meg a gyermekjog területén. Milyen szinten rendelkezik erről a nélkülözhetetlen szegmensről a hazai jog.

A magyarországi gyermekjog szorosan összekapcsolódik a nemzetközi gyermekjoggal: a nemzetközi szintéren megjelent jogi kezdeményezések, szabályozások kerültek elfogadásra, ratifikálásra hazánkban is.

A gyermekjog kialakulásának kezdetei Magyarországon az első világháború végéig nyúlik vissza, amikor a brit Eglantyne Jebb először 1919-ben létrehozta a *Save the children Fund* (Mentsd meg a gyermeket) alapítványt, majd 1920 januárjában a "Nemzetközi Gyermekmentő Szövetség"-et Genfben. A Szövetség első magyarországi megbízottja Vajkai Rózsi volt, aki az iskola előtti korosztálynak óvoda helyett napközi otthonokat állított fel, Vajkai Júlia Éva pedig a "The Save the Children Fund"-ot támogatta, 16 hazai munkaiskola megteremtésében kiemelkedő szerepet vállalt 1919-1928 között. (Makai, 1997).

Ezután még napvilágot látott a Genfi Nyilatkozat, 1924-ben, majd az ENSZ különböző szervei foglalkoztak behatóbban a gyermekek jogaival egyre több területen, melyeket Magyarországon is rendre elfogadtak, de ezekben még nem esett szó jogi szinten a természeti környezet fontosságáról a gyermekek életében. (Faix 2016, Makai 1997, Korcak 1995, Lux 2018).

### ***Természeti környezet a magyarországi gyermekjogban***

1976-ban jelent meg az első környezetvédelmi törvény (1976. évi II. törvény az emberi környezet védelméről), majd 1982-ben egy törvényerejű rendelet a természetvédelemről (1982. évi 4. számú törvényerejű rendelet a természetvédelemről), melyek nem kimondottan gyermekjogi törvények, viszont rájuk is érvényesek, mint magyar állampolgárokra. Ezekben a jogi szabályozásokban leginkább kötelezettségek fogalmazódnak meg, ami a környezetvédelmet és természetvédelmet illeti.

1989 mérföldkő a gyermekjog tekintetében. Ekkor az ENSZ Közgyűlése elfogadta a Gyermekjogi Egyezményt, mely ezen a területen az első kötelező érvényű nemzetközi jogi eszköz, amely már nem csupán ajánlásokat fogalmaz meg, hanem kötelezi a részes államokat a benne foglaltak betartására.

A gyermeki jogok és érdekek tényleges érvényesülésének útja azonban meglehetősen göröngyös. Az „útakadályok” földerítésére, megjelölésére, az elhárításukban való közreműködésre szerveződött 1989-ben különféle, a gyermekek sorsát érintő szakmák képviselőiből a Gyermekérdekek Magyarországi Fóruma. (Papp Gy., Trencsényi I. 1993)

1990-ben hazánk is csatlakozott az ENSZ egyezményhez, ratifikálta és 1991. évi LXIV. törvénnyel hirdette ki az egyezményt valamint ezzel összhangban született meg 1997-ben a gyermekvédelmi törvény is. Ebben esik szó legelőször a természeti környezet szerepéről, fontosságáról egy gyermek életében. Az egyezmény 24. cikkében elismerik a gyermekek lehető legjobb egészséghez való jogát, azonban nem térnek ki az egészséges természeti környezet biztosításának fontosságára, annak ellenére, hogy ez egy gyermek egészségességének nélkülözhetetlen feltétele, ami jelenlegi társadalmunkban egyáltalán nem egy magától értetődő alap körülmény. Megemlítik ellenben a természeti környezet szennyezésével járó kockázatok és veszélyek figyelembevételét. A 29. cikk, mely a gyermekek oktatási céljairól szól, ötödik és egyben utolsó pontja tér ki arra, hogy a gyermekekben tudatosítani kell a természeti környezet iránti tiszteletet.

Magyarország Alaptörvénye tartalmazza a természeti környezet megóvásának kötelezettségét minden állampolgár számára és kimondja azt is, hogy minden gyermeknek joga

van a megfelelő testi, szellemi és erkölcsi fejlődéséhez szükséges védelemhez és gondoskodáshoz. Külön nincs kiemelve a természeti környezethez való jog, de a gyermek megfelelő fejlődéséhez elengedhetetlen feltétel a természeti környezet aktív jelenléte a gyermek életében.

Az 1992-es Riói Nyilatkozat, mely Magyarországra is érvényes, a környezetről és a fejlődésről hangsúlyozza, hogy minden emberben, így a gyermekekben is tudatosítani kell a fenntartható fejlődés és a természeti környezettel való törődés szükségességét. Fontosnak tartja a nevelést egy olyan fejlődés megvalósítása érdekében, amely tiszteli és gondozza a természeti környezetet. A 10. elv kimondja, hogy „A környezettel kapcsolatos problémákat minden érintett állampolgár együttes részvételével lehet megfelelő szinten a legjobban kezelni.” A 21. elv pedig azt, hogy „A világ fiatalságának alkotóerejét, eszméit és bátorságát kell mozgósítani egy világszintű partnerség létrehozására, a fenntartható fejlődés érdekében és a mindenki számára jobb jövő biztosításáért.” Ekkor dolgozták ki az Agenda 21 nevű akcióprogramot, hangsúlyozza, hogy a nevelés kulcsfontosságú a fenntartható fejlődés megvalósítása és az ember környezethez, természethez való hozzáállásának, viszonyulásának javítása érdekében; a gyerekeknek és a fiataloknak tevékeny részt kell vállalniuk minden fontos döntéshozatali folyamatban, hiszen ezek nemcsak most érintik közvetlenül az életüket, de a jövőjükre is hatással lesznek (Agenda 21, 25. fejezet, Célok).

1994-ben elkészült egy Diákjogi Charta a Charta mozgalom társadalmi sikere nyomán, mely nem jogi, csupán erkölcsi normákat tartalmaz. Célja az volt, hogy összefoglalja és közreadja a diákjogokról megszerzett tudást és tapasztalatokat, „lajstromba szedje” azokat a jogokat, amelyek a diákokat megilletik. Ebben nem szerepel a természeti környezet fontossága, a természeti környezethez való jog. (Diákjogi Charta 1994)

Az 1997. évi XXXI. törvény a gyermekek védelméről és a gyámügyi igazgatásról úgyszintén nem említi konkrétan természeti környezettel kapcsolatos rendelkezést vagy jogot, azonban elsőként a gyermek testi, értelmi, érzelmi és erkölcsi fejlődéséhez és egészséges fejlődéshez való jogát említi, mely nem történhet meg a természeti környezet nélkül.

AZ ENSZ 2005-ben kidolgozott egy 10 évre szóló stratégiát annak érdekében, hogy segítse a fenntarthatóságra nevelés elindítását és népszerűsítését, melyet a Tanulás a Fenntarthatóságért Évtizedének nevezett el. Fő célja az volt, hogy a fenntarthatóság alapelveit, értékeit és gyakorlatát beépítse a nevelés és tanulás minden területén. Az évtized magyarországi eredményeit Könczei Réka foglalta össze (2014), meghatározva azokat a kritériumokat, melyek mentén a tanulás/nevelés fenntarthatóságra nevelésnek tekinthető. Ezen kritériumok szempontrendszerét figyelembe véve határozta meg a legfontosabb fenntarthatósági kompetenciákat, mint amilyen a tanulás tanulása, a cselekvés tanulása, a létezés tanulása, az együttélés és együtt dolgozás tanulása. Ugyanebben a munkájában mutatja be a Magyarországon 2006 óta működő Zöld Óvoda és Ókoiskola programokat, mely óvodák és iskolák elkötelezettek a fenntarthatósági értékek iránt, környezettudatos szemléletű, a fenntarthatóságot nemcsak ökológiai értelemben, hanem társadalmi-szociális és gazdasági vonatkozásban is kezelik, valamint partnerséget építenek ki diákokkal, szülőkkel és helyi szereplőkkel. Jelenleg az országban az óvodák és iskolák több mint 15%-a rendelkezik ezzel a címmel, melyekben a gyerekek 20%-a tanul.

2007-ben az Egyesült Nemzetek Gyermekalapja megbízásából készült egy „Kézikönyv a gyermekjogi egyezmény alkalmazásához”, melynek magyar kiadása 2009-ben jelent meg Herczog Mária szerkesztésével. Ez a kézikönyv részletes útmutatást ad a gyermekek jogainak előmozdítását és védelmét szolgáló törvények, politika és gyakorlat megvalósításához. A könyv szerkesztői minden egyes cikkhez külön-külön összegyűjtötték az évek során a Bizottság által megfogalmazott elemzéseket, észrevételeket, melyeket az Államok jelentései alapján állítottak össze. (Herczog, 2009) A 12 cikk kapcsán, amely a gyermek véleményének tiszteletben tartásáról szól, felsorolja mindazokat a területeket, ahol ez megvalósulhat. Külön

kiemeli a környezetvédelmet és a fenntartható fejlődést, mint azon terület, ahol a gyermekek véleményét figyelembe és tiszteletben kell tartani. Ebben a tanulmányban a 17 cikk - a gyermekek joga a megfelelő tájékoztatáshoz - kapcsán is előkerül a természeti környezet, mint fogalom a végrehajtást ellenőrző kérdéseknél. Ennek értelmében hazánkban is kötelessége előmozdításokat tenni, annak érdekében, hogy a gyermekekhez olyan információ és tájékoztatás jusson el a tömegtájékoztatáson keresztül, mely elősegíti a nemzeti értékek tiszteletét, ezen belül a természeti környezet tiszteletét.

A 24 cikket, a gyermekek az egészséges élethez való alapvető jogát átfogóan, részletesen, sokféle szempontból elemzi, tárgyalja, ennek ellenére a természeti környezet, mint az egészséges élet nélkülözhetetlen feltétele nem jelenik meg benne. Kiemeli és hangsúlyozza, hogy a részes államok felelőssége a gyermekek egészséghez való jogát biztosítani azáltal, hogy ösztönzik a gyermek egészségével és fejlődésével kapcsolatos tájékoztatást. Ennek a tájékoztatásnak kellene, nézetem szerint tartalmaznia a természeti környezetben való minél több eltöltött idő mérhetetlen fontosságát az egészségre (mind testi, mentális, szellemi, lelki egészségre) nézve. Előírja a gyermekek tájékoztatását a környezet tisztán tartásáról valamint utal a környezetszennyezés veszélyére és kockázatára. A 29 cikk e pontját, mely az oktatás céljaként határozza meg azt, hogy a gyermekekben tudatosítani kell a természeti környezet iránti tiszteletet, azaz a nevelésen túl oktatási tartalmat is rendelnek az elvárásokhoz, szerzők egyedülállóként aposztrofálják, mivel a gyermekjogi egyezményig ez még egy ilyen jellegű nyilatkozatban sem fogalmazódott meg. Nézetük szerint ez a környezettel kapcsolatos törődés sürgősségére reflektál. Kiemeli, hogy az illetékes hatóságoknak feladatuk segítséget biztosítani a környezetvédelemmel kapcsolatos munkaterv kidolgozásához, melyek tanárok és diákok részvételével valósulnak meg, az iskoláknak pedig az, hogy minden környezettel kapcsolatos helyi vagy regionális tanulmányba vonják be az iskolás gyermekeket is. Idézi a Gyermekjogi Bizottság 2001. született 1. számú átfogó kommentárját, mely azt hangsúlyozza, hogy a környezettel kapcsolatos oktatás nem lehet csupán elméleti, „Az oktatásban össze kell kapcsolni a környezettel és a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos témaköröket a társadalmi-gazdasági, szociokulturális, és népesedési témákkal. Hasonlóan, a természeti környezet tiszteletét a gyerek tanulja meg otthonában, az iskolában, és a közösségen belül, felölelve országos és nemzetközi problémákat egyaránt, és aktívan vonják be a gyermekeket a helyi, regionális és világszintű projektekbe.”

Az Alapvető Jogok Biztosának Hivatala 2011-ben egy gyermekjogi projekt keretében vizsgálta a gyermekek védelemhez és testi-lelki egészséghez való jogának érvényesülését. Munkájuk kiindulópontja az alapjogok összefüggésrendszerében az emberi méltósághoz való jog érvényesülése mellett a lehető legmagasabb szintű testi és lelki egészséghez való jog biztosításával összefüggő állami kötelezettség-rendszer volt. Hivatkoztak az alaptörvény azon cikkére, mely kimondja, hogy mindenkinek joga van a testi és lelki egészséghez (köztük a gyermekeknek is – XVI cikk), melyet a Magyar Köztársaság a munkavédelem, az egészségügyi intézmények, az orvosi ellátás megszervezése és a rendszeres testnedvezés biztosítása mellett a természetes környezet védelmével valósítja meg, felismerve, hogy a természeti környezet elengedhetetlenül fontos eleme a testi, lelki jólétnek.

2015-ben került sor a Rio+20 ENSZ konferencián született döntés alapján a 2015 utáni Fenntartható Fejlődés Keretrendszerének kidolgozására, melynek alapjait a kiegyensúlyozott társadalmi fejlődés és a tartós gazdasági növekedés mellett a környezetvédelem is képezi. Ennek kidolgozásában Magyarország meghatározó szerepet vállalt. Ennek hazai célokkal kidolgozott változata „Világunk átalakítása: Fenntartható Fejlődési Keretrendszer 2030 címmel került megjelenésre. Ebben 17 cél fogalmazódik meg, melyek közül a 11 cél „A városok és egyéb emberi települések befogadóvá, biztonságossá, ellenállóképessé és fenntarthatóvá tétele”. Ennek a célnak a 7-ik pontja irányozza elő 2030-ig egyetemes hozzáférés



biztosítását a biztonságos, befogadó, könnyen megközelíthető zöld- és közterületekhez, különösen a nők és gyermekek, idősek és fogyatékkal élők számára. Ugyanebben a kiadványban az Állam kötelezettséget vállal ezen Agenda végrehajtásának rendszeres nyomon követésében és felülvizsgálatában egy szilárd, önkéntes, hatékony, részvételen alapuló, átlátható és integrált nyomon követési és felülvizsgálati keretrendszer segítségével

A hazai végrehajtás nyomon követésében kiemelt szerepe van a Központi Statisztikai Hivatalnak, amely az ENSZ Statisztikai Bizottsága által kidolgozott SDG indikátor-rendszerrel kapcsolatos hazai adatszolgáltatásra vonatkozó teendőket koordinálja. A KSH a nemzetközi szervezetek felé történő adatszolgáltatáson túl két évente kiadja a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia kulcsindikátorait is magába foglaló „A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon” című kiadványt. A megjelent kiadványokat átnézve (2017, 2019, 2020) megfogalmazásra került, hogy a gyermekek és környezet kapcsolatának mérése nem tartozik az indikátorok közé, mivel egyikben sem található erre utaló adat.

### ***Az oktatási intézmények szerepe a gyermekek és természeti környezetük kapcsolatában***

A gyermekek kiszolgáltattak a felnőtteknek, azt viszik tovább, amit tőlük kapnak. A felnőttek felelőssége kivinni őket a természetbe, lehetőséget adva nekik, hogy felfedezzék a természet működését, esszenciáját, törvényeit, erejét és ezeken keresztül a saját működésüket, esszenciájukat, erejüket, azaz önmagukat.

Ennek fontosságát felismerték a törvényhozók is. Így az oktatási intézményekre is vonatkoznak olyan jogszabályok, melyek segítik a gyermek és a természeti környezet kapcsolatának alakulását.

A 2011. évi CXCV. törvény a nemzeti köznevelésről a pedagógus kötelezettségeként fogalmazza meg a környezettudatosságra, egészséges életmódra való nevelést.

A 20/2012. (VIII. 31.) EMMI rendelet a nevelési-oktatási intézmények működéséről és a köznevelési intézmények névhasználatáról pedagógiai programja kimondja, hogy az óvoda, az iskola valamint a kollégium pedagógiai programja meghatározza egyebek mellett az egészségnevelési és környezeti nevelési elveket, programokat, tevékenységeket. A közösségi szolgálat keretében végezhető környezet- és természetvédelmi munka, megadva ezáltal a lehetőséget a diákoknak, a természeti környezetben végezhető munkára, mely által a gyermek közelebb kerülhet, jobban megismerheti azt. Ezek mellett meghatározza, hogy 3-4 évfolyamon legyen környezetismeret, 5-12 évfolyamokon természettudomány. Ugyancsak ez a rendelet tartalmazza a pedagógus ellenőrzésének módját, melynek egyik vizsgált területe a környezeti nevelésben mutatott jártasság, a fenntarthatóság értékrendjének hiteles képviselése és a környezettudatossághoz kapcsolódó attitűdök formálásának módja, ami szükségszerű ahhoz, hogy hitelesen tudja átadni ezt a tudást a gyermekek részére. Majd a vegyes rendelkezések között e rendelet kimondja, hogy az oktatásért felelős miniszter, a környezetvédelemért felelős miniszter közös programok kiadásával, pályázatok kiírásával segíti a környezeti nevelés, oktatás feladatainak végrehajtását és az Erdei Iskola Program, Erdei Óvoda Program, Zöld Óvoda Program, Ökoiskola Program megvalósulását. Ezen programok mind hatékonyan segítik elő a gyermek-természet kapcsolatának alakulását, fejlődését.

Ennek ellenére a Híntaló Gyermejjogi Alapítvány 2016-os Gyermejjogi jelentéseiből az derül ki, hogy az eredmények szerint a magyar tanulók annál is gyengébbek, mint amilyenek az utolsó mérésnél, 2012-ben voltak, a természettudományos és a szövegértési kompetenciák soha nem zuhantak még akkorát. A 2018-as jelentésbe belekerült, hogy a szakemberek szerint a természettudományok a kívánthoz képest kisebb hangsúlyt kapnak.

Jelenben is a természettudományos tantárgyak egyre jobban szűkülnek, tanár hiány miatt évfolyamokról teljesen ki is kerülnek (1., 2. és 12. osztály), vagy összevonásra kerültek, így jóval kevesebb óraszám jut konkrétan a növény- és állatvilág megismerésére (5., 6., 11.

osztály), a természeti környezet megismerésére (lásd: 2020-as Kerettantervek), ami jogszabályok szerint szabálytalan.

Ez a jelenség nem újszerű, már 1993-ban Bíró Endre is megfogalmazta, hogy a jogszabályok által deklaráltan elismert gyermeki jogok érvényesüléséhez kevés a jogok kinyilvánítása. A gyermeki jogok érvényesülése lehetetlen mások kötelezettségeinek meghatározása nélkül. A jogalkotó mások kötelezettségeinek meghatározásával kell biztosítsa az adott gyerek jog érvényesülését, mivel a gyerek jogképes, de cselekvőképtelen, kiszolgáltatott a felnőtt társadalomnak. (Bíró, 1993)

### **Összegzés**

Áttanulmányozva a gyermekekre vonatkozó jogi szabályozásokat, egyezményeket, tanulmányokat, ezzel kapcsolatos kiadványokat, esszéket, történelmi leírásokat, az tapasztalható, hogy az idők folyamán a gyermekek iránti figyelem egyre hangsúlyosabbá vált. Míg kezdetben az alapvető létszükségletek kielégítésére fektették a hangsúlyt (étkeztetés, ruházkodás, kizsákmányolás), addig az idő előrehaladtával egyre bővült „jogaiknak” köre: egészségügyi ellátás, oktatás, gyermekvédelem, menedéknyújtás, majd névhez, állampolgársághoz való jog. 1989-ben fogalmazódott meg először a természeti környezet fontossága egy gyermek életében. Ez annak köszönhető, hogy felismerték, hogy az egyre fokozódó környezetszennyezés, természetes élőhelyek egyre gyorsabb erodálása, pusztulása végzetes lehet az ember számára, és ennek megakadályozása, de legalább csökkentése, lassítása úgy lehetséges, ha eleve erre neveljük gyermekeinket: a természeti környezet tiszteletére, a környezet védelmére.

Fentieket figyelembe véve megfogalmazható, hogy elérkezett az idő, hogy a jogi szabályozásokban megjelenjen annak kimondása, hogy **minden gyermeknek joga van a természeti környezethez, szabad levegőn eltöltött időhöz!** Nemcsak tanulni róla, elméletben, padban, hanem joga van annyi időt ott tölteni, amennyit csak lehet. Kötelezettségek nélkül is, szabadon. Hogy megismerhesse, ráhangolódjon, felfedezze törvényszerűségeit, élvezze testi és lelki egészségére ható pozitív hatásait. Ez minden gyermeknek alapjoga. A gyermeknek joga van megismerni a természeti környezetét.

Ennek leghatékonyabb módja a környezeti nevelés minél korábbi elkezdése a gyermek életében, melynek segítségével megtanulja a környezettel való tudatos együttélést, a környezetbarát életvitelt (Molnár, 2015).

### **Szakirodalom**

- BÍRÓ E. (1993): A gyerekek jogairól. A szerző kiadása. Budapest
- KORCZAK, J. (1995): „A gyermek joga a tiszteletre”. Állampolgári technikák az iskolában. Iskolapolgár Alapítvány - Állampolgári Tanulmányok Központja. Bp., 18.
- LUX Á. szerk. (2012): A gyermekek testi-lelki egészsége. Gyermekjogi projekt. AJB Projektfüzetek 2012/1. Alapvető Jogok Biztosának Hivatala.
- MAKAI É. (1997): A nevelés és a gyermeki jogok. In: Iskolakultúra. 4 sz.
- MINGGUANG H.et all. (2015): Effect of Time Spent Outdoors at School on the Development of Myopia Among Children in China. *JAMA*, 314 (11): 1142 DOI: [10.1001/jama.2015.10803](https://doi.org/10.1001/jama.2015.10803)
- MICHAEL X. R. (2015): Prevention of Myopia in Children. *JAMA*, 314 (11): 1137 DOI: [10.1001/jama.2015.10723](https://doi.org/10.1001/jama.2015.10723)
- MOLNÁR K. (2015): Környezeti nevelés, környezettudatos magatartásformálás. In: Tanulmánykötet Mészáros Károly Tiszteletére. 125-131
- PAPP GY.; TRENCSENYI I. (1993): Tejfoggal köbe. In: Iskolakultúra III. évf., 20.: 70-74.

## **Webes szakirodalom**

- HERCZOG M. szerk. (2009): Kézikönyv a Gyermejközi Egyezmény Alkalmazásához. <https://unicef.hu/wp-content/uploads/2014/10/K%20a9zik%20b6nyv-a-gyermejközi-egyezm%20a9ny-alkalmaz%20a1s%20a1hoz.pdf>
- KÖNCZEI R. (2014): Tanítás a fenntarthatóságért – a köznevelési intézményrendszer a záruló ENSZ évtizedben. <https://kiadvany.suliszerviz.com/kiadvanyok/12-kiadvany-2014/318-2014-konczey-reka-tanitas-a-fenntarthatosagert-a-koznevelesi-intezmenyrendszer-a-zarulo-ensz-evtizedben>
- LUX Á. (2018): „A gyermekek jogai” in JAKAB András – FEKETE Balázs (szerk.): Internetes Jogtudományi Enciklopédia <http://ijoten.hu/szocikk/a-gyermekek-jogai>
- SOBKO, T. (2019): Connection of children to nature brings less distress, hyperactivity and behavioural problems – now measurable with a novel scale developed by HKU scientist [https://www.hku.hk/press/news\\_detail\\_18948.html](https://www.hku.hk/press/news_detail_18948.html)
1976. évi II. törvény az emberi környezet védelméről <http://www.jogiportal.hu/index.php?id=gaoehwocealjzbisq&state=19951219&menu=view>
1982. évi 4. számú törvényerejű rendelet a természetvédelemről [https://jogkodex.hu/jsz/1982\\_4\\_tvr\\_1828029](https://jogkodex.hu/jsz/1982_4_tvr_1828029)
1991. évi LXIV. törvény a Gyermekek jogairól szóló, New Yorkban, 1989. november 20-án kelt Egyezmény kihirdetéséről <https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99100064.TV>
- 1992-es Riói Nyilatkozat a Környezetről és a Fejlődésről <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezet-tud/megujulo/Fenntarthato%20fejlodes/A%20Rioi%20Nyilatkozat.htm>
1997. évi XXXI. törvény a gyermekek védelméről és a gyámügyi igazgatásról <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700031.tv>
2011. évi CXCV. törvény a nemzeti köznevelésről <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100190.tv>
- About the ILO. Elérhetőség: <http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/lang--en/index.htm>
- About UNICEF. Elérhetőség: [https://sites.unicef.org/about/who/index\\_history.html](https://sites.unicef.org/about/who/index_history.html)
- Általános gyermekjogi ismeretek szülőknek és szakembereknek. Országos Betegjogi, Ellátottjogi, Gyermekjogi és Dokumentációs Központ 2014 [https://www.ijsz.hu/UserFiles/altalanos\\_gyerekjog\\_v03.pdf](https://www.ijsz.hu/UserFiles/altalanos_gyerekjog_v03.pdf)
- A fenntartható fejlődés indikátorai Magyarországon (2017, 2019, 2020) <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/fenntartfejl/fenntartfejl16.pdf>  
[https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/fenntartfejl/2020/fenntarthatos\\_fejlodes\\_indikatorai\\_2020.pdf](https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/fenntartfejl/2020/fenntarthatos_fejlodes_indikatorai_2020.pdf)
- Agenda 21 <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- Az Egyesült Nemzetek Közgyűlése XXI. ülészakán, 1966. december 16-án elfogadott Polgári és Politikai Jogok Nemzetközi Egyezségokmánya kihirdetéséről szóló 1976. évi 8. törvényerejű rendelet.
- Az Egyesült Nemzetek Közgyűlése XXI. ülészakán, 1966. december hó 16. napján elfogadott Gazdasági, Szociális és Kulturális Jogok Nemzetközi Egyezségokmánya kihirdetéséről szóló 1976. évi 9. törvényerejű rendelet.
- Civil (alternatív) jelentés az ENSZ Gyermejközi Egyezmény magyarországi végrehajtásáról 2006-2012 Kiadó: Család, Gyermekek, Ifjúság Egyesület [http://www.csagy.hu/images/stories/kutatas/civiljelentes/civil\\_magyar.pdf](http://www.csagy.hu/images/stories/kutatas/civiljelentes/civil_magyar.pdf)
- Diákjogi Charta [https://epa.oszk.hu/00000/00035/00209/pdf/EPA00035\\_upsz\\_1995\\_04\\_093-105.pdf](https://epa.oszk.hu/00000/00035/00209/pdf/EPA00035_upsz_1995_04_093-105.pdf)
- Egyezmény a gyermekek jogairól. (Elfogadta az ENSZ Közgyűlése New York-ban, 1989. november 20-án) <https://unicef.hu/wp-content/uploads/2014/10/ENSZ-egyezm%20a9ny-a-gyermekek-jogair%20a31.pdf>
- Fenntartható fejlődési célok <https://www.ksh.hu/sdg>
- Kerettantervek: [https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020\\_nat](https://www.oktatas.hu/kozneveles/kerettantervek/2020_nat)
- Te hogy látod? Gyerekjelentés a gyermekjogok helyzetéről: Magyarország 2019. [https://hintalovon.hu/wp-content/uploads/2020/06/tehogylatod\\_jelentes\\_magyar\\_0.pdf](https://hintalovon.hu/wp-content/uploads/2020/06/tehogylatod_jelentes_magyar_0.pdf)
- Magyarország Alaptörvénye <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100425.atv>

Világunk átalakítása: Fenntartható Fejlődési Keretrendszer 2030. <https://nefe.kormany.hu/download/b/e7/c2000/Vil%C3%A1gunk%20%C3%A1talak%C3%ADt%C3%A1sa%20Fenntarthat%C3%B3%20Fejl%C5%91d%C3%A9si%20Keretrendszer%202030.pdf>

Az internetes hivatkozások utolsó ellenőrzési dátuma: 2023. 10. 19.

# DOLOMITBÁNYÁK SPONTÁN NÖVÉNYZETÉNEK ELEMZÉSE SZOCIÁLIS MAGATARTÁS TÍPUSOK SEGÍTSÉGÉVEL A VÉRTES ÉS A GERECSE TÉRSÉGÉBEN

Analysis of vegetation succession on dolomite mine sites in area of Vértes and Gerecse Hills applying social behaviour types

KULCSÁR ALEXANDRA<sup>1</sup>, ZAGYVAI GERGELY<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
szandi900301@gmail.com

## ***Kivonat***

Kutatásunk során a Vértes és a Gerecse területén négy felhagyott bányában cönológiai felvételeket készítettünk jellemző élőhely csoportokban, melyekhez referencia gyepek és erdők is tartoztak. Az adatokat a fajok szociális magatartás típusainak csoporttömeg eloszlása alapján elemeztük. Az eredmények alapján a szukcessziós folyamatokban nagy szerepe van az abiotikus-edafikus stressznek és az antropogén bolygatásnak. A természetes regeneráció tapasztalatai alapján tervezett rekultiváció, jó alapot nyújthat a bányaterületek utóhasznosításának.

## ***Abstract***

Coenological field surveys were made in abandoned mines of Vértes and Gerecse, in different successional habitat groups including reference grasslands and forests. Field data were analysed by group distribution of social behaviour types. According to our results different abiotic-edaphic stress effects and human disturbance are important factors of regeneration. Recultivation based on experiences of spontaneous regeneration can help the utilisation of mines after end of cultivation efficiently in aspects of cost and nature conservation.

## ***Bevezetés***

A bányászat befejezését követően tájsebként visszamaradt bányák balesetveszélyesek, gazdaságilag kihasználatlanok, valamint színterei és gócpontjai lehetnek a természeti környezet degradációjának (pl. özönfajok). Kiemelten fontos ezért a bányautótájak ökológiai szempontú felderítése, szukcessziós folyamataik megismerése és szükség esetén azok felhasználása a rekultivációs tevékenység, regenerációs folyamatok befolyásolása során. A tájrehabilitációnak fontos feladata tehát a várható spontán szukcesszió mintegy katalizálása.

Magyarország földtani felépítésében jelentős felszíni elterjedésű dolomitösszletek vesznek részt. Felhasználja a kohászat, az építőanyag-ipar, az építőipar, a vegyipar és a mezőgazdaság egyaránt (HEGYI et al. 1984). A dolomit alapkőzet sajátos természetes vegetációval rendelkezik. Középhegységeink szikla- és szárazgyep vegetációjának kialakulásában a dolomit-jelenség fontos szerepet játszott (GAMS 1930, ZÓLYOMI 1942. KUN et al. 2005).

A talajmentes, nyers felszínen túl a dolomitbányák, valamint meddőhányóik sajátos mikroklimatikus, hidrológiai adottságai és az erózió jelentősen megnehezíthetik a növényzet megtelepedését így sokáig nyílt, érzékeny élőhelyeket jelentenek. A nyílt dolomitsziklagyeppek spontán kialakulásának kezdeti szakaszát jelentősen elősegíti a fajgazdag sziklagyeppek, mint támogató fajforrások közelsége (BÖLÖNI et al. 2011).

A spontán regenerálódó, felhagyott bányák védelme, kezelése lényeges és aktuális feladat, melynek megalapozásához a bennük zajló folyamatok tanulmányozásával szeretnénk hozzájárulni. Tanulmányunkban a bányák növényzetét alkotó jellegzetes élőhelycsoportokat a komponens fajok szociális magatartás típusainak segítségével jellemeztük, így a biológiai indikáció elvét alkalmazva a szukcessziós folyamatok feltárására törekedtünk.



## ***Anyag és módszer***

Az általunk vizsgált négy bányaterület a Dunántúli-középhegységben a Vértes és a Gerecse déli peremvidékén található (Forráspusztai kavicsbányák, Öreg-hegyi külfejtés, Bagó-hegyi dolomitbánya, Strázsa-hegyi dolomitbánya).

A Forráspusztai I. kavicsbánya művelése az 1960-as évektől az 1990-es évek elejéig zajlott, amely után rekultivációt nem végeztek. Az egyenetlen, nyers felszínnek következtében a talajképződési folyamatok nagyon lassan zajlanak. A Zámoly II. (Forráspusztai kavicsbánya) bányatelkén 1997 és 2007 között folyt kitermelés, majd ezt követően még 2 évet vettek igénybe a tájrendezési munkálatok, melynek során terepegyengetést, illetve a fedőréteg elterítését végezték el. Megfigyelhető a különböző típusú hulladék illegális lerakásából következően gyomnövények betelepülése.

Az Öreg-hegyi külfejtés Csákberény mellett található alig 0,6 ha területű dolomitbánya. Művelését már a 70-es években befejezték, terep-, illetve tájrendezés nélkül. A bányagödört kisebb-nagyobb mélyedések, buckák tagolják. A szukcessziót nagyban segítik a közeli értékesebb szárazgyepek. A lerakott kerti hulladék és törmelék halmokon gyomok jelennek meg, hasonlóan az előző bányához.

A Bagó-hegyi dolomitbánya (Csákvár II). általunk vizsgált területe 1,3 ha. Az 1980-as évekre tehető felhagyását követően a területet magára hagyták. A geológiai adottságok, illetve a táji környezet adottságai miatt a természetes regenerációs folyamatok erősen gátoltak.

A Strázsa-hegyi dolomitbányában napjainkban is mintegy 13 ha területen folyik a kitermelés. A bánya oldalán és fedőjében sárga mészkő jelenik meg, mely a nyugati oldalon elhelyezett meddőhányóra kerül. A művelés több művelési szinten, lépcsősen történik. A bánya legfelső, általunk vizsgált szintjén, két oldalt jelentős beavatkozás több éve nem történt, így itt a leomló „talaj-növény szigetek” segítségével megkezdődött a növényzet betelepülése.

A vizsgált bányaterületek megmintázásához különböző szukcessziós-regenerációs fázisokban cönológiai felvételeket készítettünk a bányák jellemző részein. A felvételezés során minden az adott bányára jellemző gyeplőhelytípusban 3 mintapontot jelöltünk ki. A kvadrátokat GPS segítségével állandósítottuk. A mintavételezést két időpontba ismételtük: május-júniusban, illetve augusztus-szeptemberben. Az adatfeldolgozás során a tavaszi és őszi felvételeket a nagyobb borítási érték figyelembevételével összegeztük. A gyepek felvételezéséhez 2×2 m-es kvadrátméretet használtunk, nagyobb cserje- és lombkoronaszinttel rendelkező élőhelyeken 10×10 m-es kvadrátméretet alkalmaztunk ezeknek a növényzeti szinteknek a megmintázására.

A referencia-területek kijelölése során törekedtünk olyan helyeket választani, melyek a bányák környezetéhez hasonlóak, természetközeli vegetáció borítja őket. A referenciaként kijelölt élőhelytípusok: nyílt dolomit sziklagyep, lejtősztyeprét és molyhos tölgyes karsztbokorerdő. Eredményül 3×4 kvadrát adatait kaptuk.

A kvadrátok sokváltozós statisztikai elemzését SYN-TAX 2000 programcsomag segítségével végeztük el. Sørensen-féle különbözőség alapján WPGMA módszerrel a fajok jelenlét-hiány értékeit alapul vevő főkoordináta analízist végeztünk. A növényfajok borításértékeit is figyelembe vevő UPGMA módszer alkalmazása során Ruzicka koefficiens segítségével készítettünk főkoordináta elemzést (Izd. tanulmánykötetben szereplő másik cikkünk).

A továbbiakban az adatokból csoportokat képeztünk és vizsgáltuk azok csoporttömegeloszlását Borhidi-féle szociális magatartási típusok szerint (BORHIDI 1993, HORVÁTH et al. 1995). A mintavétel során összesen 123 db kvadrátban 261 növényfajt azonosítottunk.

## ***Eredmények***

A további értékeléshez a felvett kvadrátok adataiból az 1. táblázat szerinti csoportokat képeztünk. Az egyes csoportok lehatárolásánál figyelembe vettük az előzőekben ismertetett

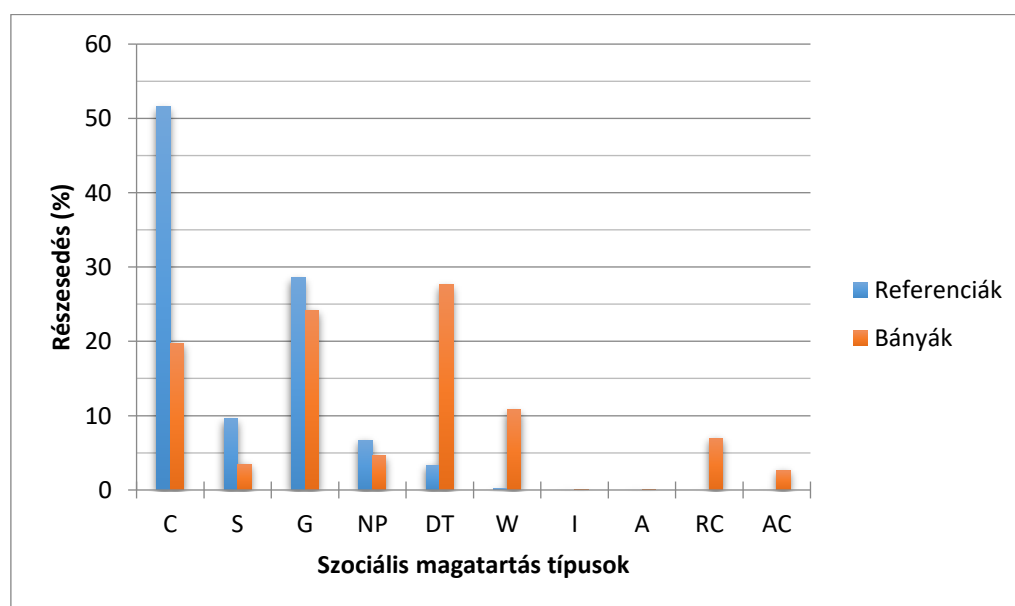
sokváltozós vizsgálatok eredményét, valamint a terepi tapasztalatainkat. Ezt követően vizsgáltuk az egyes kategóriákba eső kvadrátok növényfajainak Borhidi-féle szociális magatartás típusok szerinti csoporttömeg-eloszlását.

1. Táblázat: A szociális magatartás típusok vizsgálatához képzett élőhely csoportok

Csoport	Kvadrátok	Jellemzők
A	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18	referencia gyepek
B	31,32,34,35,36,37,38,39,40,41,42	Öreg-hegyi bánya jól regenerálódott részei
C	33,46,47,48,49,50,51,85,86,87,91,92, 93	Bagó-hegyi bánya és hasonló regenerálódottságú gyepek
D	61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,88,89,90	forráspusztai nyílt és közepesen zárt szárazgyepek
E	58,59,60,76,77,78,79,80,81,94,95,96,101,102,103,104	forráspusztai többszintes, cserjésedő gyepek
F	43,44,45,52,53,54,55,56,57,82,83,84,121,122,123	erősen zavart élőhelyek
G	97,98,99,100,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	pionír erdők, cserjések
H	19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30	referencia erdők

Az egyes csoportokra ezt követően betűkódjuk alapján hivatkozunk az eredmények tárgyalása során.

A szociális magatartás típusok felhasználásával történő elemzés esetén elsőként a referencia területeket hasonlítjuk a bányák mintakvadrátjaihoz (1. ábra), majd az előzőekben ismertetett csoportok fajainak részeseződését vizsgáljuk (2. ábra). A magatartási típusok segítségével történő elemzés jó képet ad az egyes mintaterületek zavartságáról és következtetni enged a szukcessziós folyamatok stádiumaira is.



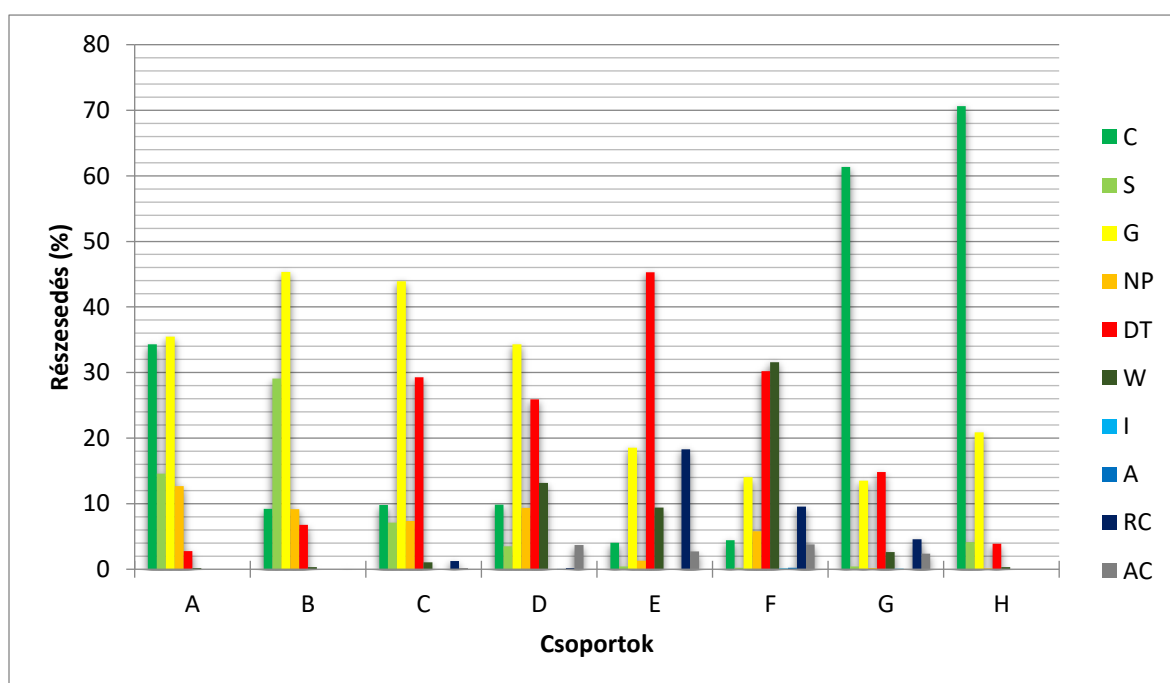
1. Ábra: A bánya és referencia területek fajainak csoporttömeg-részeseződése Borhidi-féle szociális magatartás típusok (BORHIDI 1993) szerint

Az 1. ábrán jól látható, hogy a természetközeli területek vegetációját nagy arányban alkotják természetes kompetitorok (C) (pl. *Carex humilis*, *Chrysopogon gryllus*), valamint tág stressz-tűrésű generalisták (G) (pl. *Sanguisorba minor*, *Teucrium chamaedrys*). Ezek között jelentős mennyiségű szűk stressz-tűrésű specialista (S) fordul elő (pl. *Artemisia alba*, *Fumana procumbens*) melyek között sok ritka, értékes védett faj van (pl. *Dianthus plumarius subsp. regis-stephani*, *Seseli leucospermum*). Kisebb arányban találoztunk természetes pionírokkal (NP) (pl. *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium semidecandrum*); valamint minimális zavarástűrő növényvel (DT), illetve honos gyomfajjal (W).

A bányákban jóval kisebb a természetes kompetitorok aránya, a specialistáké pedig még kisebb. A bolygatottságot alátámasztja és jól hangsúlyozza a generalista (pl. *Sanguisorba minor*, *Medicago minima*) és zavarástűrő (pl. *Bromus tectorum*, *Geranium pusillum*) növények tömegessége. Honos gyomfajok is nagy számban képviseltetik magukat (pl. *Erodium cicutarium*, *Silene alba*). Másodlagos termőhelyet jelezve megfigyelhetők a honos flóra ruderális kompetitorai (RC) (pl. *Calamagrostis epigeios*, *Bromus sterilis*) és valamivel kisebb arányban tájidegen, agresszív kompetitorok (AC) (pl. *Erigeron annuus subsp. annuus*, *Ambrosia artemisiifolia*) is. Mindezek, és a természetes pionírok kis részesedése együttesen jelzik az erős emberi behatást.

A 2. ábra alapján megfigyelhető, hogy a zavarás mértékének erősödésével a természetes kompetitorok és specialisták aránya visszaesik, ezzel egyidejűleg erősödik a generalisták részesedése (A→B→C). A bolygatottság egy bizonyos foka után viszont már a generalisták is visszaszorulnak (C→D→E és F), helyüket ruderális fajok veszik át. Ezeken a területeken jutnak szerephez a másodlagos termőhelyek agresszívan terjedő, ruderális kompetitorai. Itt találoztunk kis számban antropogén tájidegen elemekkel, mint takarmány lucerna (*Medicago sativa*), vagy csíkos libatop (*Chenopodium strictum*).

A G és H csoport esetén a természetes kompetitorok kiemelkedő arányát a korona és cserjeszint fajainak magas borítási értékei okozzák.



2. Ábra: A mintaterület csoportok növényfajainak Borhidi-féle szociális magatartási típusok (BORHIDI 1993) szerinti csoporttömeg-részeseés (A - referencia gyepek, B - öreg-hegyi bánya jól regenerálódott részei, C - bagó-hegyi bánya és hasonló regenerálódottságú

*gyepek, D - forráspusztai nyílt és közepesen zárt szárazgyepek, E - forráspusztai többszintes, cserjésedő gyepek, F - erősen zavart élőhelyek, G - pionír erdők, cserjések, H - referencia erdők)*

A generalisták (G), természetes pionírok (NP) és antropogén ruderalisok (DT, W, RC, AC) előfordulását és tömegességi viszonyait megfigyelve jól körvonalazható, hogy mely csoportok élőhelyeire hatnak erősebben a természeti tényezők (domborzat, talaj, kitettség, erózió) és melyekre az antropogén bolygatás (hulladéklerakás, közlekedés, kőfejtés). Ennek alapján az A, B és H csoport folyamatait inkább természeti, az E, F, G csoportok alakulását inkább emberi tényezők befolyásolják. A C és D csoport esetében ezek többé-kevésbé kiegyenlítetten állhatnak a háttérben.

A generalista és zavarástűrő növények általánosan tapasztalható kiugró részesedése, arra is utal, hogy az erős edafikus stresszhatással érintett dolomitterületekhez ezek a viszonylag tág tűrőképességű fajok tudnak legjobban alkalmazkodni.

### **Következtetések**

A szukcessziót meghatározó tényezők közül a domborzat szerepét a Bagó-hegyi bánya (C csoport) példája jól szemlélteti. A propagulum elérhetőség annál rosszabb, minél mélyebb, elszigeteltebb bányakatlan marad hátra. A Forráspusztá II. bányaterület esetében azt láthatjuk, hogy viszonylag sík, egyengetett felszín és megfelelő rézsúk által a talajképződés folyamata akadálymentesebb.

A vegetációdinamikai folyamatok meghatározó tényezője a bányák vegetációs környezete, tájökölógiai viszonyai. A fajok beköltözésének sikere a propagulumforrás távolságának logaritmusával fordítottan arányos (FEKETE 1985). A regeneráció sikerét jelentősen befolyásoló vegetációs környezet magán viseli a makroklima és a tájtörténeti események hatását is (ZOBEL et al. 1998, SETTELE et al. 1996). A Forráspusztai bányák (D, E csoport) növényzete részben a szomszédos Közép-hegy természetközeli vegetációjának köszönhetően már kezdeti regenerációs stádiumaiban is tartalmaz értékes fajokat. A terület szukcessziója kifejezetten gyors, és kedvező irányokba mutat. Ezzel szemben a Bagó-hegy feketefenyvessel övezett katlanjába (C csoport) csak kis számban jutnak be az elérhető távolságban lévő lejtőgyepek képviselői.

A regenerációs folyamatok szempontjából az emberi bolygatás szerepe meghatározó jelentőségű. A folyamatos zavarás lassíthatja a regeneráció sebességét (CONELL - SLAYTER 1977). A forráspusztai bányák (D, E csoport) esetében ez jól megmutatkozik, hiszen a taposott, hulladékkal szennyezett területeken degradált, ruderalis vegetációfoltok jelennek meg. A lakott területek és közeli szőlőterületek közelségének hatására megfigyelhető a kerti gyomok megjelenése is. Meg kell akadályozni az élőhelyek hulladékkal való szennyeződését, így a gyomosodás fokozódását. A már területre került hulladék esetén, annak eltávolításával kell hozzájárulni a regenerációs folyamatokhoz, illetve a kedvező „egészséges” környezeti állapot eléréséhez.

Nehéz feladat a már régebben felhagyott bányák rendezése. Esetükben elsődleges a kialakult állapot értékelése, mivel kedvező körülmények között gyakran a természetes regeneráció helyettesítheti az emberi beavatkozást. A megkezdődött folyamatok segítségével gyorsabban elérhető lehet a célállapot (PRACH - PYŠEK 2000, WIEGLEB - FELINKS 2001). Ezekben az esetekben a rekultiváció helyett inkább körültekintő terület-, illetve élőhelykezelés javasolt.

### ***Köszönetnyilvánítás***

Köszönettel tartozunk Azari Zitának, Tiborcz Viktornak és Baumann Tamásnak a mintaterületek kiválasztásában, felvételezésében és a kézirat elkészítésében nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért.

### ***Irodalomjegyzék***

- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartásformái. A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem Kiadványa, Pécs.
- BÖLÖNI J. - MOLNÁR ZS. - KUN A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei, Vegetációtípusok leírása és határozója, ÁNÉR 2011, MTA ÖBKI, Vácrátót
- CONNELL J. H. - SLATYER R. O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization, *The American Naturalist* 111: 1119-1144.
- FEKETE G. (1985): A teresztris vegetáció szukcessziója: elméletek, modellek, valóság. In: Fekete G. (szerk.): A cönológiai szukcesszió kérdései. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 31-63.
- GAMS H. (1930): Über Reliktöhrenwälder und das Dolomitphänomen, Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
- HEGYI ISTVÁNNÉ PAKÓ J. - PODÁNYI T. - VITÁLIS GY. (1984): A dolomit bányászata és felhasználása, Műszaki Könyvkiadó, pp. 9-13, 66-82, 245-251.
- HORVÁTH F. - DOBOLYI Z. K. - MORSCHHAUSER T. - LŐKÖS L. - KARAS L. - SZERDAHELYI T. (1995): Flóra adatbázis 1.2, Taxonlista és attribútum.állomány, MTA ÖBKI, Vácrátót
- KUN A. - TÓTH T. - SZABÓ B. - KONCZ J. (2005): A dolomitjelenség: közettani, talajtani és növényzeti összefüggések. (Közet-, talaj- és növényelemzések magyarországi mészkő- és dolomit sziklagyepekben), *Botanikai Közlemények*, 92. évf. 1-2. sz. 1-25.
- PRACH, K. - P. PYŠEK (2000): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55–62.
- SETTELE J. - MARGULES C. - POSCHLOD P. - HENLE K. (eds.) (1996): Species survival in fragmented landscapes. – Kluwer Publ., Dordrecht.
- WIEGLEB, G. - B. FELINKS (2001): Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia, Germany. *Applied Vegetation Science* 4: 5–18.
- ZOBEL M. - VAN DER MAAREL E. - DUPRÉ C. (1998): Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. – *Appl. Veget. Sci.* 1: 55–66.
- ZÓLYOMI B. (1942): A középdunai flóraválasztó és a dolomitjelenség, *Botanikai Közlemények*, 39. évf. 5.sz. 209-231.



# FAKITERMELÉSI MUNKÁK KÍMÉLETESSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE A MECSEKERDŐ ZRT. TERÜLETÉN

Assesment of the careful of logging operations in the territory of the Mecsekerdő Forestry Co. Ltd.

MAJOR TAMÁS<sup>1</sup>, SZILY ATTILA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

<sup>2</sup> Mecsekerdő Zrt., Pécsváradi Erdészet

major.tamas@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kell kapjanak a kíméletes fahasználati módszerek. A fakitermelés során okozott károkat, azok mennyiségét és minőségét többféle vizsgálati módszerrel határozhatjuk meg. Kutatásaink során 12 erdőrésztben két vizsgálati módszert (kíméletlenségi szint számítást és gyérítési eredménykontrollt) alkalmaztunk a fakitermelési munkák kíméletességének értékelésére.

Gyérítéskorú állományokban a hosszúfás csörlős vonszolós munkarendszerek helyett a rövidfás munkarendszerek, illetve ezek más technológiákkal való kombinálását látjuk célravezetőnek a kíméletesség fokozásához, a költségek túlzott megnövekedése nélkül.

## ***Abstract***

Nowadays, more and more emphasis should be placed on the careful harvesting methods. The logging damage, their quantity and quality can be determined by a range of test methods. During our research, we have applied two test methods in 12 forest sub-compartment to assess of careful of logging operations.

Instead of long-length winch logging, the shortwood system or combining them with other technologies is considered as effective to increase the careful without an excessive increase in costs.

## ***Bevezetés***

A kor és a társadalom egyre szigorúbb, az erdőgazdálkodással szemben támasztott elvárásainak megfelelően az erdészetek munkájában, mind nagyobb szerep jut a természetközeli gazdálkodási megoldásoknak. Így a fokozatos felújítógátások, szálalógátások hangsúlyosabb szerephez jutásával párhuzamosan nagyobb hangsúlyt kell kapnia a kíméletes fahasználati módszereknek is. A fakitermelések után visszamaradó állomány épségére fokozottan kell ügyelni, mivel az ezekben okozott törzs- és gyökérsérülések, illetve talajkárok idővel az állomány egyedeinek romlását, pusztulását okozhatják. Ugyanakkor szem előtt kell tartani a kitermelések gazdaságosságát is, ami pedig a kitermeléskor használt gépek hatékonyságának, kíméletességének fejlesztését, specializációját vonja maga után (HORVÁTH 2016).

A jelenleg rendelkezésünkre álló fahasználati technológiák és eszközök nem önmagukban véve kíméletesek vagy kíméletlenek, azt az adott feladathoz való kiválasztásuk határozza meg. A fahasználati munkák tervezésénél és szervezésénél egy elfogadható kompromisszumra kell törekedni, mely tükrözi a természet közeli, kíméletességre törekvő gazdálkodói szemlélet mellett a gazdaságos és hasznot hozó gazdálkodást is.

A fakitermelés során okozott károkat, azok mennyiségét és minőségét többféle vizsgálati módszerrel határozhatjuk meg (RUMPF 2016). A vizsgálati módszerek között van, amelyek némiképpen szubjektív, ezért az ilyen módszernél előnyösebb, ha több tapasztalt szak-

ember végzi egymástól függetlenül, majd később összehasonlítják, kiértékelik egymás eredményeit. A kéméletesség vizsgálata objektív módszerrel is végezhető, azonban ennél a módszernél sem könnyű az egyes fakitermelések eredményeit összehasonlítani, hiszen a kitermelés kéméletességét igen sok tényező befolyásolja, befolyásolhatja egyidejűleg.

A sérülések előfordulásának gyakoriságát legnagyobb mértékben a közelített választék mérete befolyásolja, majd ezt követik a közelítő eszköz paraméterei. A sebek súlyosságát az évszak és a közelítő eszköz határozza meg leginkább. A sérülések elkerülésének lehetőségei tehát a feltáráshálózat megfelelő kiépítése, a lehető legoptimálisabb – feltáráshálózatnak megfelelő – munkarendszer kiválasztása, a kiválasztott munkarendszerben legjobban alkalmazható közelítő eszköz alkalmazása és a megfelelő szervezés, a közelítésnek leginkább megfelelő időjárás kivárása (ha lehet).

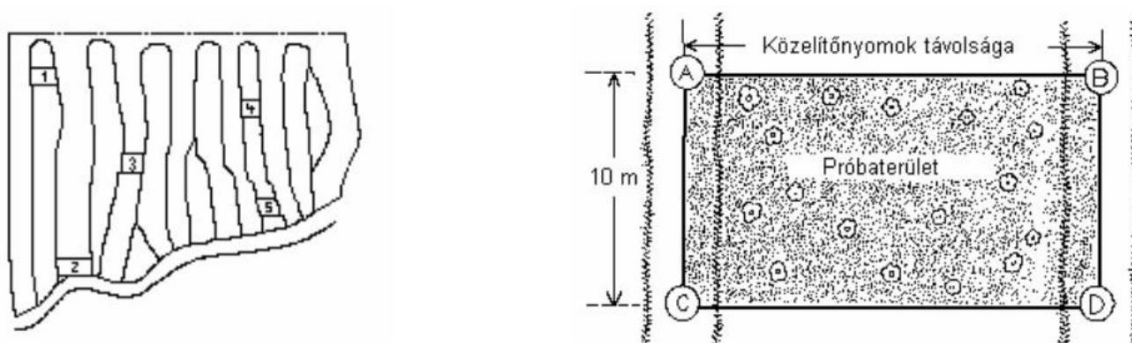
### **Anyag és módszer**

Kéméletességi vizsgálataink során két módszert alkalmaztunk:

- kéméletlenségi szint számítását (kéméletlenségi mátrix),
- és a gyérítési eredménykontrollt.

A kéméletességi szint számítása során, melyet Gólya János dolgozott ki, figyelembe vesszük a fakitermelés hatását az erdei környezet többi elemére is (GÓLYA 2016). Ez egy szubjektív vizsgálati módszer, mely elsősorban a fakitermelés során alkalmazott munkarendszerek kéméletességi vizsgálatára szolgál. A módszer elve, hogy felsoroljuk a fakitermeléssel potenciálisan okozható károsításokat. Az egyes károsításokhoz súlyszámokat rendelünk. Az így kialakított súlyozást, százalékos skálákra alakítjuk át. Az egyik skála az összes lehetséges károsítást tartalmazó „Kéméletlenségi mutató” (KM), a másik pedig a környezeti károsításokat magában foglaló „Környezetkéméletlenségi mutató” (KKM) számításához szükséges. A fakitermelés összes lehetséges munkaműveletének és azok lehetséges végrehajtási eszközeinek (pl. a motorfűrészkes dőntés, a csörlős vonszolás közelítés stb.), valamint a fakitermeléssel potenciálisan okozható károsításoknak a felhasználásával mátrixot készítünk. A mátrix belsejében jelöljük azokat a károsításokat, amelyek előfordulhatnak az adott művelet, adott eszközzel történő végrehajtásakor. A motorfűrészkes dőntés pl. törzs- és korona-sérülést okozhat, de nem jellemző, hogy a faanyag szennyeződéséhez vezet stb.

A gyérítési eredménykontroll objektívebb és pontosabb vizsgálati módszer, mely a munka elvégzését minősíti. Ennek során a kitermeléskor okozott károkat mintaterületek segítségével mérjük fel (1. ábra).



1. ábra: A mintaterületek kijelölése

Egy erdőrészleten belül 5 mintaterület kijelölése szükséges, ezek adatait összesítve értékeljük az erdőrészletet. Azonban, ha egy erdőrészlet nagy és eltérő korú vagy nagymértékben eltérő törzsszámú állományrész van benne, akkor azon belül is ki kell jelölni 5 mintaterületet (MIHÁLY 1993). A mintaterület kijelölése során a szomszédos közelítőnyomok ten-

gelyének egyenként 10 m-es szakaszai adják a mintaterület rövidebb oldalait. Az egyik közelítőnyom 10 méteres tengelyszakaszának végeitől induló, a következő közelítőnyom tengelyszakaszáig húzott merőleges vonalak alkotják a mintaterület hosszabb oldalait. Ezek az oldalak egymással párhuzamosak, így egy téglalap, ill. adott esetben trapéz alakú területet kapunk. Ezekben belül megszámloljuk az összes fát, ill. külön a sérült faegyedeket is.

Ezáltal kiszámolhatjuk a sérült egyedek százalékos arányát. Sérülésnek számít a 10 cm<sup>2</sup>-nél nagyobb olyan sérülés, amelynél a kéreg levált, a háncsrész, fatest védtelen az abiotikus és biotikus hatásokkal szemben. A 10 cm<sup>2</sup>-nél kisebb törzssérülések következmények nélkül behegednek, ezért ez a sérülések alsó határa (MIHÁLY 1993). Továbbá sérülésnek számítanak azok a 10 cm<sup>2</sup>-nél nagyobb gyökérsérülések is, amelyek a törzs 70 cm-es körzetében találhatóak, továbbá 2 cm-nél vastagabb átmérőjű gyökéren helyezkednek el.

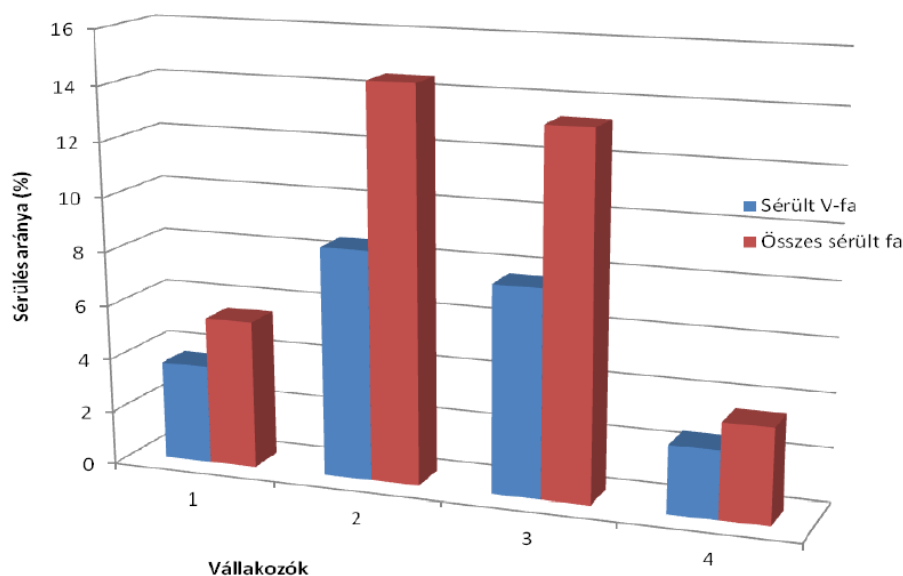
A módszer csak olyan esetekben alkalmazható, amikor van visszamaradó állomány, tehát tisztításokban, gyéritésekben, bontóvágásokban, szálalóvágásokban, szálalásban. Mivel a mintaterület két oldala a közelítőnyomon fut, ezért a közelítőeszköz által hátrahagyott 10 cm-nél mélyebb nyomok hosszát és szélességét is lemérjük. Az oldalak hosszának leméréseivel a terület nagyságát is kiszámolhatjuk, így egy hektárra vetítve is képet kapunk a sérülések mértékéről. A kiértékelés eredményei alapján a végrehajtott fakitermelés minősíthető, a minősítés alapján pedig a vállalkozói díj ± módosítható.

Vizsgálataink során 12 erdőrésztletben végeztünk gyéritési eredménykontrollt, és 2 erdőrésztletben kíméletlenségi számításokat. A 12 helyszínen összesen 4 vállalkozó munkáját tudtuk vizsgálni. Jelen cikkünkben ezek eredményeit ismertetjük.

### **Eredmények**

A csörlős vonszolás hosszúfás munkarendszer felső felkészítőhelyi változatának kíméletlenségi mátrixát a Hosszúhetény 29 G erdőrésztletben készítettük el, a fogatos rövidfás munkarendszer vizsgálatának helyszíne pedig a Székelyszabar 13 B részlet volt. A csörlős vonszolás hosszúfás munkarendszer setében a KM mutatóra 511, a KKM mutatóra pedig 338 pontot kaptunk. Az ugyanilyen feltételek mellett, de lóval végzett munka esetén (fogatos rövidfás munkarendszer) KM esetén 424, KKM esetén pedig 238 pont adódott, vagyis a lovas közelítési módszer jóval kíméletesebb, mint a csörlős vonszolás közelítés.

A sérülések arányát a vállalkozók tekintetében vizsgálva a 2. ábra mutatja a kapott eredményeket:



2. ábra: Az egyes vállalkozók munkájának kíméletessége

A vállalkozókat a személyiségi jogok védelme érdekében számokkal jelöltük. A vállalkozók közti nagyobb eltérések az általuk alkalmazott eltérő munkarendszerek miatt alakulnak így. A két kíméletesebb munkát végző vállalkozó rövidfás munkarendszert alkalmaz, az egyik (1) lóval, míg a másik (4) házi építésű kisteherautóval végzi a munkát. A másik két vállalkozó egyaránt hosszúfás, csörlős vonszolós munkarendszerben dolgozik közel azonos kíméletességgel.

A vizsgált erdőrészekben a végzett munka kíméletessége többnyire megfelelő volt. Két esetben, a Hosszúhetény 29 G és a Véménd 13 B erdőrészletben azonban az összes sérült fa aránya túl magas, mindkét esetben meghaladja a 15 %-ot. Hazai viszonyok között Mihály Sándor által teljesíthetőnek tartott érték 8-10 % (MIHÁLY 1993) a sérült törzsek arányára. Ennek az értéknek megfelelnek azok az erdőrészletek, amelyekben lovas, illetve lóval kombinált munkarendszereket alkalmaztak. Ezekben átlagosan 4 illetve 6 % a sérült fák aránya. Ilyen esetben a lóval való előközelítés miatt a súlyosabb közelítési károk mindenképp elkerülhetőek. Azonban a lovak teljesítménye miatt nagy, időszerű állományokban a termelékenység kisebb, mintha géppel dolgoztak volna. Ezt rövidfás technológiával és megfelelő szervezéssel lehet kiküszöbölni. Ehhez szükséges a rakatok helyének, mennyiségének előzetes meghatározása, és hogy a közelítést, kiszállítást a legmegfelelőbb időben kezdhessék.

Bizonyos esetekben azonban a törvényi, jogi kötelezettségek által szabott határidők miatt kénytelenek vagyunk a kíméletesebb munkavégzést a teljesítménynek alárendelni. A csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszereknél, a fent említetteknél nagyobb értékeket kapunk (átlagosan 8 és 14 %), melyeket nagyobb odafigyeléssel, terelők alkalmazásával lehetne tovább csökkenteni. Ezek többletköltséget nem eredményeznek, ellenben időigényesebb a munkavégzés.

### ***Következtetések***

A károk csökkentésének másik módja a technikai fejlesztés. Korszerűbb gépek, speciális kisméretű eszközök és kötélदारuk alkalmazása a gyérítéskorú állományokban. Ezek elterjedésének a vállalkozók többségének anyagi helyzete szab határt. Ezek mellett a nem megfelelően kiépült szervízálózat és a tapasztalat hiánya korlátozza ezek elterjedését, meghonosodását.

Mindezeket összevetve a legmegfelelőbb kompromisszumnak a rövidfás munkarendszerek, illetve ezek más technológiákkal (rövidfás vonszolós, forvarderes) való kombinálását látjuk célravezetőnek a kíméletesség fokozásánál, a költségek túlzott megnövekedése nélkül. Különösen mivel az általában alkalmazott forvarderek méretei, illetve az általános feltártsági viszonyok nem igazán teszik lehetővé, hogy azokat fiatalabb állományban önmagukban alkalmazzuk. Továbbá költségük is túl magas ahhoz, hogy a nyomokon haladva gyűjtögessék a nem túl magas értékű faanyagot. Ehelyett a megfelelően előközelített rakatokat felterhelve nagyobb közelítési teljesítmény érhető el az ilyen fiatalokorú állományokban.

### ***Köszönetnyilvánítás***

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

### ***Irodalomjegyzék***

- GÓLYA J. (2003): Fakitermelési munkarendszerek gyérítésben. Doktori értekezés, NyME Erdészeti Tudományok Doktori Iskola, Sopron. 171 p.
- HORVÁTH B. szerk. (2016): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- MIHÁLY S. (1993): A fakitermeléssel okozott károk és a kíméletes fakitermelés lehetőségei. Kandidátusi értekezés, Sopron.

ORMOS B. – RUMPF J. – KERESZTES GY. (1990): Kíméletes előhasználati és erdőfeltárási útmutató  
hegy- és dombvidékre, Sopron.  
RUMPF J. szerk. (2016): Erdőhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.



# ENERGIAFA VAGY ÉPÜLETFA? SZIMULÁCIÓ A CO2FIX MODELLEL

## Wood For Energy Or Construction? A CO2FIX Model Simulation

BUDI MULYANA<sup>1,2\*</sup>, ANDREA VITYI<sup>1</sup>, ANDRÁS POLGÁR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Forestry, University of Sopron, Hungary

<sup>2</sup>Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

\*Email: [Mulyana.Budi@phd.uni-sopron.hu](mailto:Mulyana.Budi@phd.uni-sopron.hu) ; [budimulyana@ugm.ac.id](mailto:budimulyana@ugm.ac.id)

### ***Kivonat***

Az erdő fontos szerepet játszik az építési és a bioenergia célú faanyag termelésében. A fa építőipari felhasználása kedvező a karbantartás szempontjából, ugyanakkor a képet tovább árnyalhatja a fatermesztés hatása a karbonmérlegre. A kutatás célja a Gliricidia (mint energiafa) és a teakfa (építőipari és bútorfá) ültetvények szénmegkötésének szimulálása volt a CO2FIX modell segítségével. A CO2FIX modell biomasszára, talajra, termékre és bioenergiára vonatkozó adatokat igényelt az erdei széndinamika egy adott időszakra vonatkozó szimulációjához. 60 éves erdőgazdálkodási ciklust figyelembe véve a kutatási eredmény azt mutatta, hogy a Gliricidia 3 éves vágásfordulójú sarjzatotott ültetvényében, a Gliricidia 5 éves rotációs ciklusú ültetvényében és a 15 éves teakfa klónerdőnél nőtt az összes széntartalom, míg a 60 éves teakfa klónerdőben csökkent. A legkedvezőbb forgatókönyv, amely a futamidő alatt összességében a legnagyobb szénkészletet eredményezte, az 5 éves ciklusú Gliricidia sarjzatotott ültetvény volt.

### ***Abstract***

Forest plays important role in providing wood, either wood construction or bioenergy. The use of wood in the construction industry is favorable from the point of view of carbon storage, but the picture can be further colored by the effect of wood cultivation on the carbon balance. This research objective was to simulate the total carbon in gliricidia (wood for energy) and teak (wood for construction and furniture) plantation using the CO2FIX model. CO2FIX model required data for cohorts biomass, soil, product, and bioenergy to develop the simulation of forest carbon dynamic in certain period. Taking a 60 years long forest management scenario the research finding showed that the total carbon in Gliricidia 3-year-rotation coppice, in Gliricidia 5-year-rotation coppice, and in the 15 years old Teak clonal forest increased, while decreased in the 60 years old Teak clonal forest. The best forest management scenario that resulted the highest total carbon stock during 60 years was Gliricidia 5-year-rotation coppice.

### ***Introduction***

The trade-off between wood for construction and for energy is an exciting issue in forest management. The utilization of wood for construction is vital to increase the stored carbon in building materials (KERKVLIT-HERMANS 2020). For instance, concrete replacement with timber has shown a significant CO<sub>2</sub> removal because the conversion of roundwood for construction has produced less emission and the wood stored the carbon (PATRIZIO et al. 2021). However, the demand for biomass to substitute fossil fuels has increased (XINGANG - PINGKUO 2013). The increasing of wood demand will affect more intensive forest utilization, either bioenergy plantation development or residual harvesting optimization (LAURI et al. 2014).

In Indonesia, the government has paid attention to sustainable forest management and energy transition to reduce greenhouse gasses (GHG) emissions. Indonesia's government has set a target of utilizing new and renewable energy (NRE) for energy transition by at least

31% by 2050 (PRESIDENT REPUBLIC INDONESIA 2017). Similar to Indonesia, strengthening the role of domestic and renewable energy sources is essential to guarantee competitiveness and security of supply in the EU. Within the energy supply based on renewable energy sources, biomass has had a decisive role up to now (with a share of approx. 60%), and - given the growing demand for firewood, various industrial sectors for wood and the need to assign renewable energy sources to the local energy infrastructure - its role in the energy mix is likely remains decisive. (PAPP et al. 2020, EUROPEAN COMMISSION 2022).

As in the European Union, biomass represents the largest proportion of renewable energy supply in Hungary. By 2050, gas, which dominates 70% of district heating, is planned to be replaced by locally available or produced energy sources, including biomass, utilized with environmentally friendly technologies. (MTI 2022)

Since the overall demand for biomass is estimated to grow in the future while supply growth is limited, recent European studies demonstrates the urgent need to prioritise biomass, the importance of balancing demand and supply, and call for finding the optimal future use of biomass, corresponding to the EU's biodiversity strategy in the next decades. (MATERIAL ECONOMICS 2021; EUROPEAN COMMISSION 2021).

Both in Indonesia and the EU, one of the sources of is biomass produced from sustainable bioenergy plantations. For instance, wood chips and pellets are the potential energy sources to substitute coal in power plants, therefore, the Indonesia Forestry Enterprise (Perhutani) has established a bioenergy plantation using gliricidia (*Gliricidia sepium*) (MULYANA et al. 2020a; MULYANA et al. 2020b).

Similar to the EU, wood consumption, especially wood for construction and furniture, also increases over time in Indonesia. The appropriate forest management scheme that uses dynamic carbon simulation from a dynamic carbon perspective is important. The projection of the carbon dynamic is important for scientists and policymakers to mitigate the effect of silvicultural practices on carbon sequestration (NABUURS – SCHELHAAS 2002; PEREZ-CRUZADO et al. 2012). Scholars worldwide have elaborated simulation methods to estimate the carbon dynamic in some forest management types. Integrating decision-support software and scenario modelling was important to recognize the role of forests in climate change mitigation and adaptation (SOLOVIY et al. 2020). CO2FIX model has been tested to assess carbon dynamics in 16 forest types in European countries (NABUURS – SCHELHAAS 2002), agroforestry systems (NEGASH – KANNINEN 2015; PANWAR et al 2017), dry forest (ALMULQU 2017) and rehabilitation program (AKMALLUDIN et al 2019). Furthermore, this research aimed to simulate the total carbon in gliricidia (wood for energy) and teak (wood for construction and furniture) plantation using the CO2FIX model.

## Material and methods

### Forest management scenario

In this study has simulated 1 hectare of forest area to be planted with *Gliricidia sepium* (wood for bioenergy) or *Tectona grandis* (wood for construction and furniture). The assumption of site quality for all the forest management scenarios was similar (site index 3). It means that the soil properties and climatic conditions were identical for these forest management scenarios. The different conditions of the forest management scenarios were cutting cycle and stand density (Table 1).

Table 1: Forest management scenarios

Scenario	Species	Cutting cycle (year)	Initial Spacing	Remarks
	<i>Gliricidia sepium</i>	3	1 x 1 m	Bioenergy plantation

Forest plantation for bioenergy		5	1 x 1 m	
Forest plantation for wood construction	<i>Tectona grandis</i>	15	3 x 4 m	Superior clonal teak plantation
		60		Conventional teak plantation

The length of the simulation on CO2FIX simulation was varied. This study used the length of simulation of 60 years that follows the theory of least common multiples for 3, 5, 15, and 60 years. PANWAR et al. (2017) also used the least common multiple on CO2FIX simulation that used the length of simulation 54 years for two rotation schemes (6 and 9 years). However, in some CO2FIX simulation studies, the scholars have used the length of simulation 20 years (AKMALLUDIN et al 2019), 30 years (RIZVI et al. 2016), 50 years (NEGASH – KANNINEN 2015), and 200 years (ALMULQU 2017).

### CO2FIX Modelling

CO2FIX model has been used widely as a tool to estimate carbon dynamics in many forest management scenarios, such as forest (ALMULQU 2017), agroforestry (NEGASH – KANNINEN 2015; RIZVI et al. 2016; PANWAR et al. 2017), reclamation (AKMALLUDIN et al 2019), and afforestation projects (MASERA et al. 2013). CO2FIX also has been applied in 16 types of European forest areas countries (NABUURS – SCHELHAAS 2002), three types of land use systems in Chilean Patagonian (STOLPE et al. 2010), agroforestry system and woodlot in Africa (KAONGA – BAYLISS – SMITH 2012; NEGASH – KANNINEN 2015), and some land use system in Asia (ALMULQU 2017; PANWAR et al. 2017; AKMALLUDIN et al 2019).

In this study, we have operated the CO2FIX model version 3.1 (SCHELHAAS et al. 2004) to simulate the carbon dynamic among the forest management scenarios. The CO2FIX model is multi-cohort based on carbon accounting of forest stand in biomass, soil, bioenergy, and products (Table 2).

Table 2: Input data to estimate the carbon dynamic using CO2FIX

Cohort	Data	References
Biomass	Current annual increment of <i>Gliricidia sepium</i> and <i>Tectona grandis</i>	MULYANA et al. (2020a), PERUM PERHUTANI (2011)
	Carbon content of <i>Gliricidia sepium</i> and <i>Tectona grandis</i>	MULYANA et al. (2020b)
	Wood density of <i>Gliricidia sepium</i> and <i>Tectona grandis</i>	WORLD AGROFORESTRY (2021)
	The turnover rate for foliage, branches, and roots	NABUURS – MOHREN (1993)
	Mortality, competition, and management mortality	Default
	Thinning-harvesting	PERUM PERHUTANI (2011)
Soil	Temperature and evapotranspiration	WORLD CLIMATE (2021)
	Cohort parameters	PURWANTO – TOKUCHI (2004); SCHELHAAS et al. (2004)
Products	Production line, end products, recycling life span, and default parameter	Default
Bioenergy	General parameters, technology for industrial residues fuelwood, technology for slash fuelwood	Default

Note: default means following the CO2FIX initial data in SCHELHAAS et al. (2004).

## Results

### Carbon from atmosphere

Regarding climate change mitigation, the amount of carbon that can be removed from the atmosphere is important as one of the considerations for choosing the forest management scenario. In this study, the forest management scenario for wood construction with superior clonal teak (T15) has produced a higher amount of carbon removal from the atmosphere, followed by gliricidia with cycle cutting five years (G5), conventional teak plantation (T60), and short rotation gliricidia plantation (G3) (Figure 1).

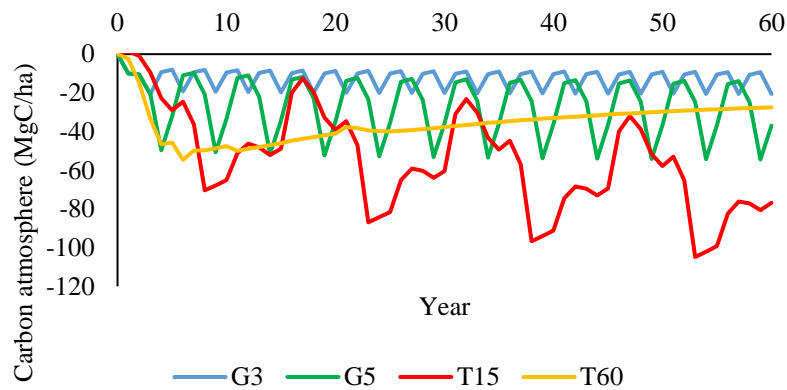
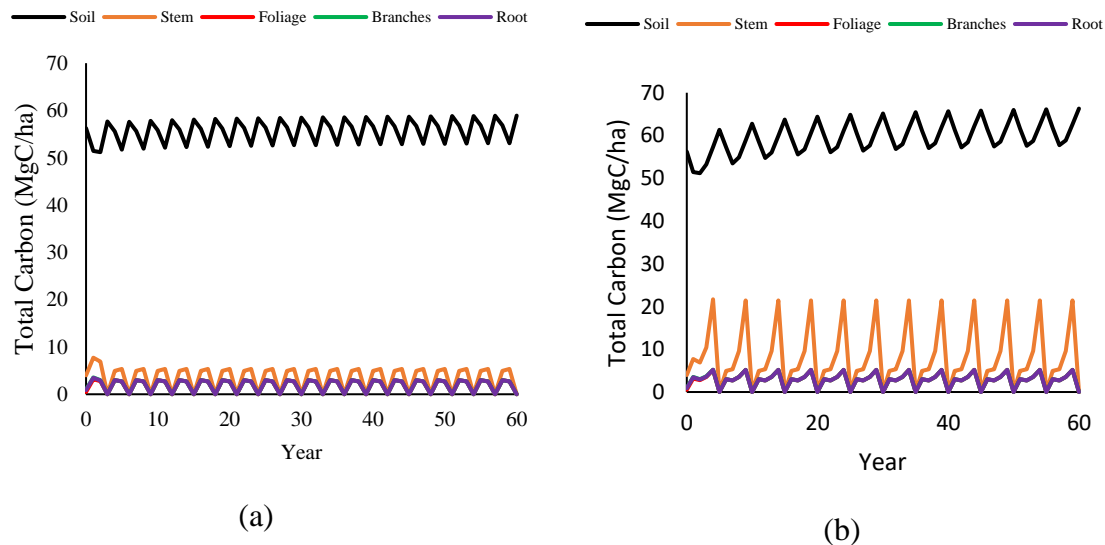


Figure 1: Carbon from the atmosphere (Note: G3 is Gliricidia for 3 years, G5 is Gliricidia for 5 years, T15 is Teak for 15 years, and T60 is Teak for 60 years)

### Carbon dynamic in soil and biomass module

According to STOLPE et al. (2010), the parameter on soil simulation in CO2FIX model for  $KO_{sol}$  (decomposition rate of soluble compounds) has been set at a value of 0.0001, and the bias between the observed and projected value was 1% in pasture area and 11% in pine plantation. The CO2FIX result on soil carbon estimation was considerable for soil carbon dynamic simulation.



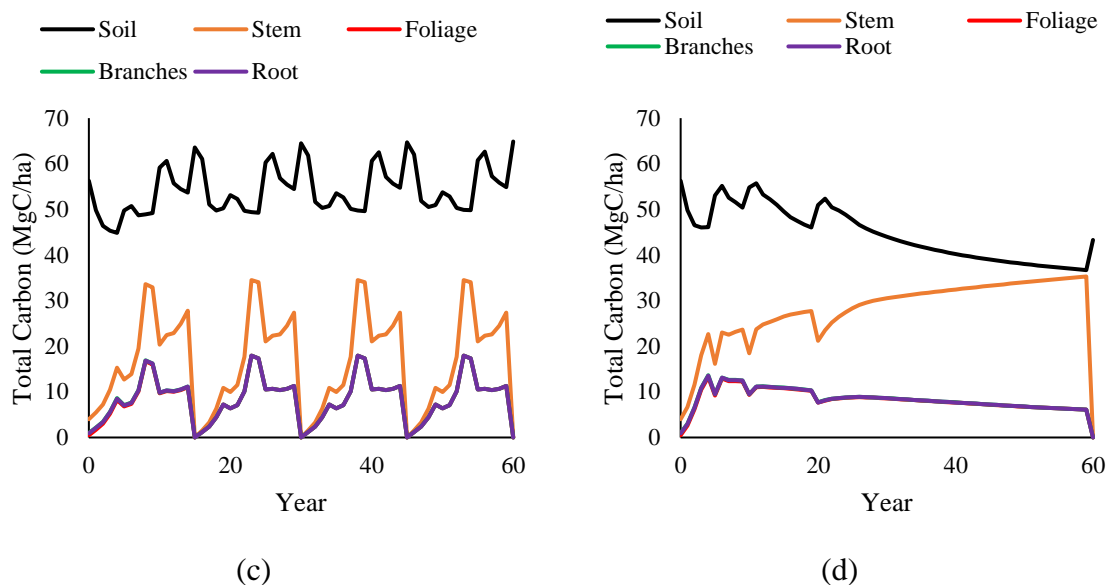


Figure 2: Soil and biomass carbon in each forest management scenario; a). *Gliricidia* 3 years; b). *Gliricidia* 5 years; c). *Teak* 15 years; d). *Teak* 60 years

Referring to figure 2, the forest management scenarios (*Gliricidia* 3, *Gliricidia* 5, and *Teak* 15 years) have shown a similar pattern that the carbon stock in the soil was relatively stable. It happened in the soil carbon at Leyte Island, the Philippines, which was not significantly different among the land use of secondary forest, grassland, and forest plantation (BOBON – CARNICE – LINA 2021). However, the forest management of *Teak* 60 years showed that soil carbon stock decreased during the simulation period. The lowering of soil carbon also happened in Sitka spruce on drained peatland in Europe forest (NABUURS – SCHELHAAS 2002).

The carbon stock in the soil compartment in figure 2 showed that the forest management of superior clonal *teak* for 15 years had resulted in the highest value. It was similar to the forest management scenario for sawn wood production in Southern Europe, which has higher soil carbon stock than the chipped wood production scheme (PEREZ-CRUZADO et al. 2012). However, the forest management scenarios for wood construction in conventional *teak* have resulted in the lowest value on carbon stock in the soil compartment.

Carbon dynamics in many soil types have shown different responses. Carbon content in volcanic soil (typic hapludands and umbric andosols) in the Chilean Patagonian forest ranged from 200 to 250 MgC/ha and 250-300 MgC/ha for pasture areas (STOLPE et al. 2010). Furthermore, (STOLPE et al. 2010) revealed that the carbon content in pine forest plantations (branches, leave, and roots) was less than 50 MgC/ha.

#### Total carbon during the simulation

Carbon in the bioenergy cohort has contributed significantly to total carbon for wood for energy and clonal *teak* forest management scenarios. This finding is similar to ALMULQU'S (2017) finding in a dryland forest in East Nusa Tenggara, Indonesia. However, according to figure 3, the carbon in the bioenergy cohort was less contribution to the total carbon. In Southern Europe, chip wood for bioenergy has produced higher carbon stock in biomass, product, and bioenergy compared to sawn wood production (PEREZ-CRUZADO et al. 2012).



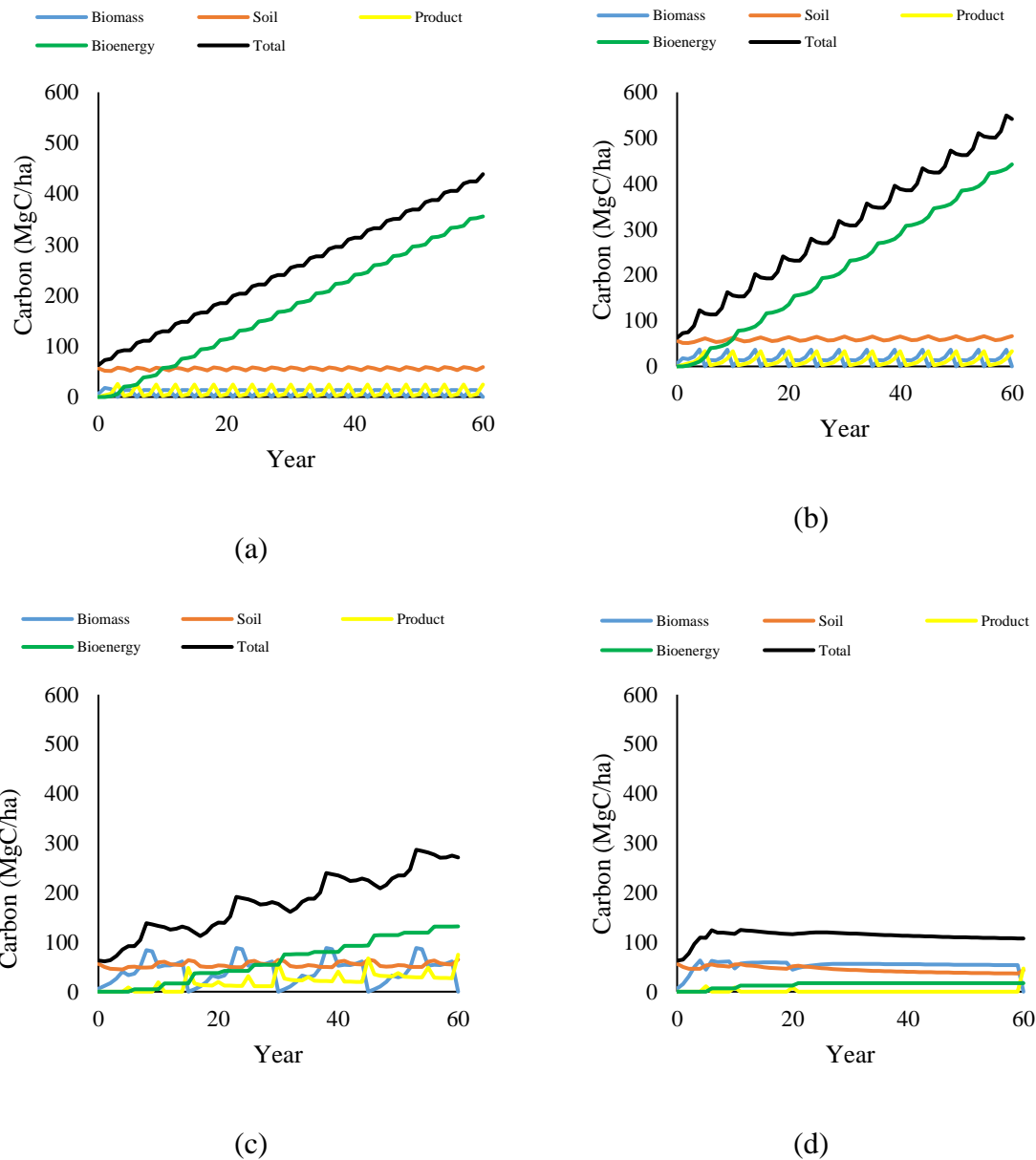


Figure 3: Total carbon in each forest management scenarios; a). *Gliricidia* 3 years; b). *Gliricidia* 5 years; c). *Teak* 15 years; d). *Teak* 60 years

### Conclusions

Input data sources limited this study; future research on cohort products and bioenergy will be useful to make the simulation more precise. However, the finding showed that planting *gliricidia* with a cutting cycle of five years has resulted in the highest value of total carbon. Policymakers should also consider the socio-economic and ecological aspects of choosing the appropriate forest management option. Furthermore, the research on the economic feasibility study and environmental point of view for these forest management scenarios is important.

## **Acknowledgement**

This paper is supported by the European Union's Horizon Europe Framework Programme for Research and Innovation under grant agreement No 101060635, project REFOREST (Agroforestry at the forefront of farming sustainability in multifunctional landscapes in Europe).

## **Bibliography**

- AKMALLUDDIN F. – SULISTYAWATI E. – SUTRISNO. (2019): Potential Biomass Production Estimation of Wood Energy Species in Post Mining Reclamation Area Using CO2FIX Model. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 394: 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/394/1/012038>
- ALMULQU A. A. (2017): Dynamic growth model simulation for carbon stock management in dry forest. Biosystems Diversity 25(3): 249–254. <https://doi.org/10.15421/011738>
- BOBON-CARNICE P. A. – LINA S. B. (2021): Changes in Carbon and Nutrient Stocks of Secondary Forest Transformations Under Ultisol in Leyte Island, Philippines. Mindanao Journal of Science and Technology 19(1): 116–136.
- EUROPEAN COMMISSION (2021): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. Brussels, 14.7.2021 COM(2021) 557 final. URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf)
- EUROPEAN COMMISSION (2022): REPowerEU: Commission steps up green transition away from Russian gas by accelerating renewable permitting. Press release, 9/11/2022, Brussels. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_22\\_6657](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_6657)
- KAONGA M. L. - BAYLISS-SMITH T. P. (2012): Simulation of carbon pool changes in woodlots in eastern Zambia using the CO2FIX model. Agroforestry Systems 86: 213–223. <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9429-9>
- KERKVLIT-HERMANS R. (2020): *Wood in construction, a policy and data summary*. <https://centre-for-sustainable-forests-and-landscapes.kumu.io/wood-in-construction-system-map>
- LAURI P. – HAVLÍK P. – KINDERMANN G. – FORSELL N. – BÖTTCHER H. – OBERSTEINER M. (2014): Woody biomass energy potential in 2050. Energy Policy 66: 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.033>
- MATERIAL ECONOMICS (2021): EU Biomass Use in A Net-Zero Economy – A Course Correction for EU Biomass.
- MASERA O. R. – GARZA-CALIGARI, J. F. – KANNINEN M. – KARJALAINEN T. – LISKI J. – NABUURS G. J. – PUSSINEN A. - DE JONG B. H. J. – MOHREN G. M. J. (2003): Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: The CO2FIX V.2 approach. Ecological Modelling 164: 177–199. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00419-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00419-2)
- MTI, 2022. Magyarország készen áll a 2050-re vállalt környezetvédelmi kötelezettségei teljesítésére. Sajtóközlemény. <https://kormany.hu/hirek/magyarorszag-keszen-all-a-2050-re-vallalt-kornyezetvedelmi-kotelezettsegei-teljesitesere.2022.11.10>.
- MULYANA B, - SOEPRIJADI D. – PURWANTO R.H. (2020a): Development of bioenergy plantation in Indonesia: Yield regulation and above-ground carbon storage in *Gliricidia sepium* plantation. E3S Web of Conferences 202: 08009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020208009>
- MULYANA B. – SOEPRIJADI D. – PURWANTO R. H. (2020b). Allometric Model Of Wood Biomass And Carbon for *Gliricidia Sepium* (Jacq.) Kunth Ex Walp.) At Bioenergy Plantation In Indonesia. Forestry Ideas 26(1): 153–164.

- NABUURS G. J. – MOHREN G. M. J. (1993): Carbon Fixation through Forestation Activities. A study of the carbon sequestering potential of selected forest types, commissioned by the Foundation Face (93/4; IBN Research Report).
- NABUURS G. J. – SCHELHAAS M. J. (2002): Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecological Indicators* 1: 213–223. <http://www.efi.fi/projects/casfor>
- NEGASH M. – KANNINEN M. (2015): Modeling biomass and soil carbon sequestration of indigenous agroforestry systems using CO2FIX approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 203: 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.02.004>
- PANWAR P. – CHAUHAN S. – KAUSHAL R. – DAS D. K. – ARORA G. – CHATURVEDI O. P. – KUMAR JAIN A. – CHATURVEDI S. – TEWARI S. (2017): Carbon sequestration potential of poplar-based agroforestry using the CO2FIX model in the Indo-Gangetic Region of India. *Tropical Ecology* 58(2): 439–447. [www.tropecol.com](http://www.tropecol.com)
- PAPP V. – SZALAY D. – VÁGVÖLGYI A. – HORVÁTH A. – MAJOR T. – SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. – VITYI A. – KOVÁCS K. – CZUPY I. (2020): Sustainable dendromass management research to meet the growing energy demand in Hungary. *Geosciences and Engineering: A Publication of the University of Miskolc* 8(12): 151-183.
- PATRIZIO P. – FAJARDY M. – BUI M. – DOWELL N. M. (2021): CO2 mitigation or removal: The optimal uses of biomass in energy system decarbonization. *IScience* 24: 102765. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102765>
- PÉREZ-CRUZADO C. – MOHREN G.M. J. – MERINO A. – RODRÍGUEZ-SOALLEIRO R. (2012): Carbon balance for different management practices for fast growing tree species planted on former pastureland in southern Europe: A case study using the CO2Fix model. *European Journal of Forest Research* 131(6): 1695–1716. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0609-6>
- PERUM PERHUTANI. (2011): Prosedur Kerja Pembuatan Tanaman Jati Plus Perhutani (JPP). (In Indonesia)
- PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA. (2017): Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. (In Indonesia)
- PURWANTO R. H. – TOKUCHI N. (2004): Production and seasonal patterns of leaf litter in moist deciduous forest in eastern Java, Indonesia. *Tropics* 14(4): 371–376.
- RIZVI R. – NEWAJ R. – KUMAR JAIN A. – CHATURVEDI O. – PRASAD R. – ALAM B. – HANDA A. – SANGRAM C. – MAURYA A. – KARMAKAR P. – SAXENA A. – GUPTA G. (2016): Challenges in agroforestry mapping for carbon sequestration through remote sensing and CO2 Fix model in Guna district. *Indian Journal. of Agroforestry* 18(1): 58–62.
- SCHELHAAS M. J. – VAN ESCH P. W. – GROEN T.A. – DE JONG B.H. J. – KANNINEN M. – LISKI J. – MASERA O. – MOHREN G.M.J. – NABUURS G.J. – PALOSUO T. – PEDRONI L. – VALLEJO A. – VILÉN T. (2004): CO2FIX V 3.1 - description of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystem and wood products.
- SOLOVIY V. – DUBOVICH I. – KULESHNYK T. (2020): Recognizing the Role of Forest in Urban Climate Mitigation and Adaptation: State of the Art, Lessons Learned, and the Way Forward. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* 13(62): 47–56. <https://doi.org/10.31926/BUT.FWIAFE.2020.13.62.2.4>
- STOLPE N.B. – DUBÉ F. – ZAGAL E. (2010): Calibration of CO2FIX to native forest, pine plantation, and pasture on a volcanic soil of the Chilean Patagonia. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science* 60(3): 235–244. <https://doi.org/10.1080/09064710902865722>
- WORLD AGROFORESTRY. (2021): Wood Density. Wood Density Database. <http://db.worldagroforestry.org/wd>
- WORLD CLIMATE. (2021): Climate Data for 6°S 110°E. <http://www.worldclimate.com/cgi-bin/grid.pl?gr=S06E110>
- XINGANG Z. – PINGKUO L. (2013): Substitution among energy sources: An empirical analysis on biomass energy for fossil fuel of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 18: 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.028>

Az internetes hivatkozások utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.

# TALAJSTABILIZÁCIÓ ALAPÚ PÁLYASZERKEZETEK HATÉKONY TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE

Efficient Design and Construction of Soil Stabilization Based Pavements

PÉTERFALVI JÓZSEF<sup>1</sup>, PRIMUSZ PÉTER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet  
peterfalvi.jozsef@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Egy-egy nagyobb hosszúságú erdőgazdasági és mezőgazdasági út környezetbe illő költséghatékony tervezésének és építésének tapasztalatai hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a korszerű, gazdaságos és környezetkímélő technikák és technológiák az ilyen jellegű útépítések-nél elterjedjenek. Ilyen tapasztalatok megszerzését kínálta fel a magyar-szerb határ mentén épített manőverút. Az erdészeti magánút jellegű manőverút 160 km hosszban 40 cm talajstabilizációs alapra terített 10 cm zúzottkő burkolati réteggel épült meg. A tervezés 2016. május elejétől július elejéig, a kivitelezés pedig 2016. augusztus közepétől október végéig tartott. A rövid határidők korszerű tervezési és építési technológiák alkalmazását követelték meg. A számítógéppel támogatott úttervezést földi geodéziai mérések helyett légi lézeres letapogatás felhasználásával készített felületmodell és ortofotó támogatta.

## ***Abstract***

The experiences gained from the design and construction of a longer forest or agricultural roads with special focus on the environment and simplicity can help up-to-date, environmentally sound and economical methods in road construction. The service road built alongside the Hungarian-Serbian border provided such experiences. The service road was constructed according to the regulations of the forest roads. The total length of the service road is 160 km, the pavement consists of 40 cm stabilized soil base and 10 cm crushed stone top layer. The road was designed in two month and was built in 75 days. The short deadlines required the application of modern design methods and construction technologies. The computer aided road design was supported by LIDAR derived surface model and orthophoto.

## ***Bevezetés***

Redkívüli feladattal kereste meg Egyetemünk Erdőmérnöki Karának, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézetét 2016 áprilisában a Bv. Holding Kft. A magyar-szerb határszakaszon létesített határkerítés után, a Kft. az annak mentén építendő manőverút terveztetésére és kiviteleztetésére kapott megbízást a magyar kormánytól. A tervezésre és kivitelezésre rendelkezésre álló rövid határidő és magadott pénzügyi keret miatt, csak egyszerű és könnyen kivitelezhető pályaszerkezetű keskeny út jöhetett szóba. Ilyen jellegű utakat zömében az erdőgazdálkodás alkalmaz, mint erdészeti feltáróút, az erdő egyes részei megközelítésének biztosítására. A megkeresés indoka tehát az volt, hogy ilyen erdészeti magánút tervezésének és építésének oktatása és kutatása csak Intézetünkben folyik. A tárgyalás azzal zárult, hogy egy héten belül javaslatot kellett tenni a tervezési munkák ütemezésére annak érdekében, hogy ez alapján a Honvédelmi és Rendészeti Bizottság dönteni tudjon. Ez alatt az idő alatt kellett tervezőket keresni, hogy az előzetes ütemezés szerint, a tervezési feladat valóban megvalósítható legyen. A javaslat elfogadását követően a Manőverút tervezésére és építés közbeni tervezői művezetésére vonatkozó beszerzési eljárás ajánlattételi felhívását és dokumentációját 2016. május 17-én kaptuk meg, a szerződéskötés előtti tárgyalásra 2016. május 25-én került sor. A tervezői szerződés mindkét fél általi aláírása 2016. június 8-án történt meg.

A Szerződés szerint Egyetemünk összesen 160 km hosszúságú Manőverút és a nagyobb vízfolyások keresztezésénél az út átvezetésére alkalmazandó 6 db hullámacél szerkezetű híd tervezésére, valamint építés közbeni tervezői művezetésére kapott megbízást. A feladat végrehajtását a generáltervező megbízottjaként Intézetünk végezte 8 vállalkozás bevonásával. A rendkívüli feladat lehetőséget adott arra is, hogy két 300 m hosszú szakasz kísérleti útszakaszként épüljön meg, a tisztán zúzottkő és a talajstabilizációs pályaszerkezetek összehasonlítására.

A tervezés és kivitelezés ütemezése az alábbi volt:

- hídépítési tervek leadása: 2016. június 30.
- útépítési tervek leadása: 2016. július 11.
- kivitelezési ajánlatok elbírálása: 2016. augusztus 3-5.
- munkaterület átadása: 2016. augusztus 15.
- műszaki átadás: 2016. október 14. (egy építési szakasz esetén november 3.)

A generáltervezői feladatokat a megbízóval történő folyamatos kapcsolattartás, az alvállalkozóként bevont tervező vállalkozások tevékenységének összehangolása, valamint az építés megkezdésétől hetente tartott kooperációkon felvetődő kérdések problémák megoldásához szükséges döntések meghozatala képezte.

### ***Anyag és módszer***

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

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

A légi lézeres letapogatás és a közben készített digitális fényképsorozatok a terepmodellen kívül ortofotó készítését is lehetővé tették, amely nagymértékben támogatta nemcsak az úttervezést, hanem a párhuzamosan folyó elektromos hálózat kiépítésének tervezését is.

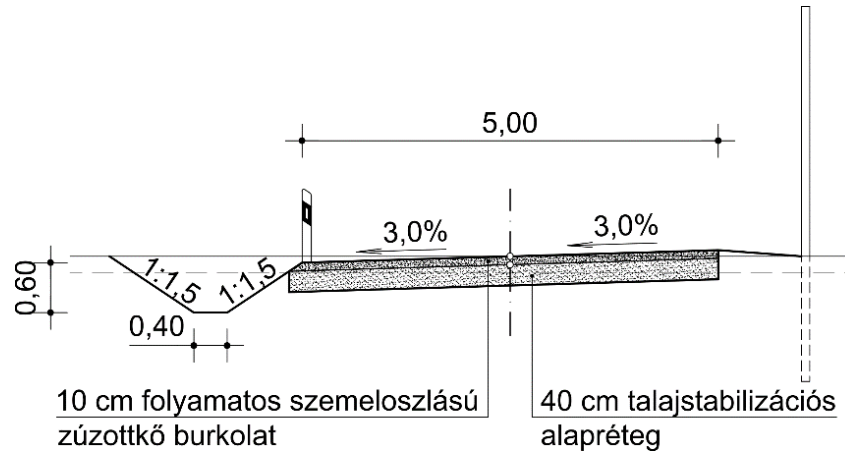
Fenti tervezési lépések közül a keresztmetszeti tervezés és a pályaszerkezet-variációk meghatározása emelendő ki, mivel az itt alkalmazott műszaki megoldások tették lehetővé a rendelkezésre álló pénzügyi keret betartását.

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

Az építendő út közelében kőműves útépítési anyag nem fordul elő, ezért a csak zúzottkőből készülő pályaszerkezet anyagát jelentős szállítási távolságról, jelentős szállítási teljesítménnyel és költséggel lehet csak biztosítani, amelyet viszont az út megépítésére rendelkezésre álló keret nem tett lehetővé. A nagy mennyiségű zúzottkő kiváltására a pályaszerkezet, a rövid mélyfekvésű talajvízzel borított szakaszok kivételével, 40 cm talajstabilizációs alapra terített 10 cm zúzottkő burkolati réteggel épült meg. A talajstabilizációk haszna abban rejlik, hogy a helyi talajt használjuk fel, ezért a helyszínrre szállítandó anyagok mennyisége



jelentősen lecsökken. Ezzel együtt a hagyományos építési módokkal szemben az építési költségek is lényegesen kisebbek lehetnek (PÉTERFALVI et al. 2015, SZENDEFY 2009). A talajstabilizációs alapréteg alkalmazása melletti döntést a földművek felső rétegének kötőanyaggal történő stabilizálása területén végzett kutatások és megépített erdészeti utak pozitív tapasztalatai is segítették.



1. ábra: Mintakeresztmetszvény

A talajok stabilizálása során a kötőanyaggal összekevert és tömörített réteg vízfelvétele csökken, aminek hatására a stabilizált talajréteg teherbírása vízre kevésbé lesz érzékeny. Ennek köszönhetően a nagyobb teherbírású stabilizált réteg időjárási viszonyoktól függetlenül, tartós alátámasztást tud biztosítani a burkolati rétegeknek. Különböző talajtípusokhoz eltérő kötőanyagfajtát szükséges alkalmazni a műszakilag megfelelő és optimálisan előállítható talajstabilizációkhoz. Kötött talajok, mint az agyagok és az iszapok esetében az égetett mészkötőanyag alkalmazásával érhetjük el a legkedvezőbb változásokat, míg homok talajok esetében a cement bizonyul optimálisnak. A szemcsés és a kötött talajok között elhelyezkedő, úgynevezett átmeneti talajok esetében a cement és az égetett mészkötőanyag keverékéből készített hidraulikus útépitési kötőanyagok (Hydraulic Road Binders) alkalmazása javasolt a szakirodalom (SZENDEFY 2009) szerint.

Az előforduló talajok tulajdonságainak meghatározására talajfeltárás készült, amelynek eredményeit a talajvizsgálati jelentés foglalta össze. A megfelelő kötőanyag kiválasztása és az adagolás laboratóriumi vizsgálatokkal lett meghatározva. A laborvizsgálatok kiterjedtek a talajminták fagyállóságának vizsgálatára is. A vizsgálatok alapján a kötőanyag mennyisége 75-100 kg/m<sup>3</sup>-re adódott. Ezek felhasználásával az egyes szakaszok pályaszerkezeti rétegeit a geotechnikai tervezési beszámoló tartalmazta.

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

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

A rövid határidő 1 km/nap teljesítményre képes stabilizációs géplánc alkalmazását és megfelelő logisztikai szervezést kívánt. Az építés közben előjött kisebb tervezési hibák illetve pontatlanságok kijavítása, valamint egyéb építés közben felmerült műszaki probléma megoldása tervezői művezetés keretében történt. Az egyik építés alatt álló szakaszt a 2. ábra mutatja be.



2. ábra. Manőverút egy szakasza építés közben

### ***Eredmények***

Még építés közben a Megrendelő kívánsága volt, hogy a Tervező készítsen egy oktatófilmet, amely bemutatja az építés fontosabb fázisait azok számára, akik az elkészült utat használni fogják. Ezen kívül az út átadását követően a Megrendelő kérésére egy, a hibás és helyes közlekedési változatokat felvillantó hatásos rövid oktatófilm is készült azzal a céllal, hogy az elkészült kötőanyag nélküli burkolat speciális úthasználatára felhívja a közlekedők figyelmét. Az elkészült zúzottkő burkolat még kíméletes használat mellett is rendszeres útfenntartást kíván, amely feladatokat az „Üzemeltetési és karbantartási kézikönyv” tartalmazza.

Az út átadását követően a Tervező feladatának tekintette az évenkénti állapotfelvételt annak érdekében, hogy a jelentkező meghibásodások okait és kiterjedését felderítse és javaslatokat tegyen a Megrendelő részére az elvégzendő útfenntartási munkákra. Az elvégzett állapotfelvételek alapján megállapítható, hogy a megépült út a rövid szakaszokon előforduló főként burkolati hibák ellenére feladatának jól meg tud felelni.

### ***Következtetések***

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

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

- A talajstabilizációs alapréteg költségghatékony és környezetbarát megoldás kőben szegény területeken.



3. ábra. Manőverút egy szakasza az építés után két évvel

A három építési szakaszból egynek a terveit erdőmérnök alapképzettséggel rendelkező tervezők készítették, akik az erdőmérnök képzés során kapott ismeretekre alapozva szereztek meg tervezési tapasztalataikat. Ez is jól bizonyítja, hogy erdőmérnök végzettséggel a fenti rendkívüli tervezési feladatok is megoldhatók. Az ehhez szükséges tudás a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karán az osztatlan erdőmérnök MSc szakon alapozható meg és a végzés utáni gyakorlati tapasztalatokkal kibővítve szerezhető meg.

### ***Irodalomjegyzék***

- PÉTERFALVI J. – PRIMUSZ P. – MARKÓ G. – KISFALUDI B. – KOSZTKA M. (2015): Evaluation of the Effect of Lime-Stabilized Subgrade on the Performance of an Experimental Road Pavement. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 36:(2) pp. 269-282.
- SZENDEFY J. (2009): A hazai talajok szerkezetének és teherbírásának változása meszes talajstabilizáció hatására, PhD dolgozat Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar

# AZ AKÁCMÉZ TERMELÉSÉRE HATÓ IDŐJÁRÁSI TÉNYEZŐK

Weather factors that affect the production of black locust honey

PORCSIN ALEXANDRA<sup>1</sup>, KESERŐ ZSOLT<sup>2</sup>, SZAKÁLOSNÉ DR. MÁTYÁS KATALIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

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

[porcsin.alexandra@gmail.com](mailto:porcsin.alexandra@gmail.com)

## ***Kivonat***

A magyar méhészet számára az egyik legkiemelkedőbb jelentőséggel bíró fafaj a fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.), ugyanis a teljes éves méztermelés akár 50%-át is képes biztosítani (OMME, 2022., Porcsin-Szakálosné Dr. Mátyás, 2020). A fafaj eredeti elterjedési területén, Észak-Amerika keleti részén 5-10 szélességi fokkal délebbre helyezkedik el (Bartha et al. 2008), emiatt hazánkban fagyérzékeny. A napjainkban mindinkább érzékelhető, klímaváltozás által okozott egyre hektikusabb időjárási viszonyok, a kései fagyok és pusztító viharok gyakoribb jelenléte nemcsak a nektártermelésre, de a fák törzsalakjára is negatív hatással vannak (Valeriu-Norocel et al. 2020). A korábban az akácméz termelésével összefüggésbe hozott időjárási tényezők, mint a hőmérséklet, napfénytartam, vagy csapadék mégsem befolyásolják azt számottevő mértékben, amennyiben azokat országos szinten vizsgáljuk – feltételezéseink szerint a méhcsaládok fejlettsége, egészségi állapota és a lokális időjárási viszonyok sokkal nagyobb hatással vannak rá, mint pl. a szélerősség, és talajhőmérséklet.

## ***Abstract***

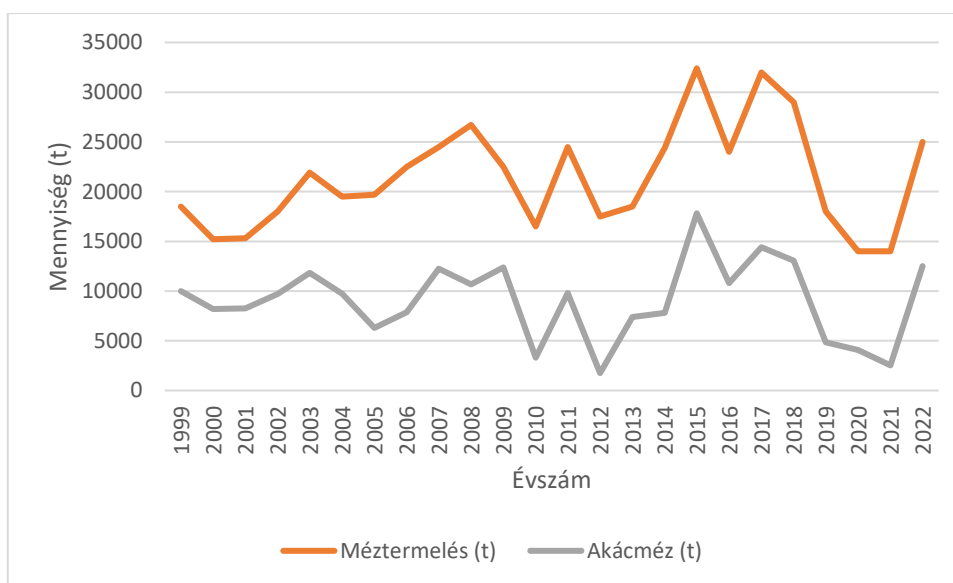
The black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is one of the most important tree species for Hungarian beekeeping, as it can provide up to 50% of the total annual honey production (OMME, 2022, Porcsin-Szakálosné Dr. Mátyás, 2020). The species is located 5-10 degrees south in its original range in eastern North America (Bartha et al. 2008), which makes it sensitive to frost in Hungary. The increasingly hectic weather conditions, late frosts and more frequent destructive storms caused by climate change are nowadays having a negative impact not only on the nectar production capability but also on the stem quality of the trees (Valeriu-Norocel et al. 2020). Weather factors previously associated with black locust honey production, such as temperature, sunshine duration or precipitation, do not affect it significantly when considered at the national level – we hypothesise that bee colony development, health and local weather conditions have a much greater impact like, for example, wind strength and soil temperature.

## ***Bevezetés***

A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) egy Észak-Amerika keleti részéről származó fafaj, melyet a világon az eukaliptusz után másodikként terjesztettek el a legszélesebb körben. A fafaj meghonosodott (tehát önálló, önfenntartó populációkat alakított ki az adott környezetben, emberi beavatkozásoktól függetlenül) minden szubmediterrán és mérsékelt-éghővi régióban, úgy mint: Európa legtöbb, Ázsia tizenhárom-, illetve Afrika hat országában, emellett Ausztráliában, Új-Zélandon, és Dél-Amerikában (Argentínában és Chilében) is. Napjainkban a teljes területe az egész világon meghaladja a 3 millió hektárt (az eredeti elterjedési területén kívül), aminek elsősorban a klíma szab határt, illetve az adott országban a jogszabályi korlátozások (Valeriu-Norocel et al. 2020). Ökológiai igényét tekintve eredeti elterjedési területén belül nedves klímán él, ami az évi összes csapadék szempontjából 1020-1830 mm-t jelent, 150-210 fagymentes nappal. Európában kifejezetten szárazságtűrő, akár 500-550 mm évi összes csapadékmennyiség mellett is megél (Valeriu-Norocel et al. 2020).



Tekintve viszont, hogy hazájában 5-10°-kal délebbre található (Bartha et al. 2008), hazánkban és az északabbi területeken is megmutatkozik az ebből fakadó fagyérzékenysége, amely általában másodvirágzást eredményez, ezáltal pedig az éves akácméz mennyisége drasztikusan csökken. Nemesítése a 20. században kezdődött Európa több országában (Németország, Magyarország, Románia, Bulgária), illetve Kínában (Valeriu-Norocel et al. 2020, Li D. et al. 2019). Általánosan elmondható, hogy míg Európa déli országaiban takarmánynak, illetve energiaültetvénynek használják, addig észak felé haladva a hasznosítás inkább a faipari felhasználásra fókuszál, Közép-Európában pedig a méztermelés is lényeges szempont, ahogyan Koreában is, ebből kiindulva a nemesítési törekvések is ezeket az irányvonalakat követik az adott országokban. Maguk a nemesítési irányvonalak a felhasználáson kívül (faanyagtermelés, méztermelés, energetikai faültetvények létrehozása, díszfaként való hasznosítás) még érintették a fagy- és szárazságtűrő képességet, illetve a herbicidekkel szembeni ellenállóképesség növelését is, amely a tetra- és triploid fehér akácok nemesítésével való kísérletezéshez vezetett (Straker et al. 2015). A nemesítési törekvések azért is fontosak méztermelési szempontból, mert a virágzás kezdete és hossza fajtajelleg (Halmágyi-Keresztesi, 1991).



1. ábra: A hazai teljes méztermelés (t) és az akácméztermelés (t) mennyiségi ábrázolása

Az éves akácméztermelés szoros összefüggésben van a teljes éves mézmennyiséggel (1. ábra), mivel annak legnagyobb részét ez teszi ki. Gazdaságilag fontos érdekünk az akácméz mennyiségének növelése, 1981-ben még a teljes mennyiség 80%-át ez adta, ez mára már jobb években is csak 50%, rosszabb években pedig 20%-ra is lecsökkenhet (OMME, 2022). Ennek oka nem csak a klímaváltozásban, hanem a mezőgazdasági kultúrák átalakulásában is keresendő, ugyanis sokkal több és nagyobb területű hordásnövény található országunkban, mint pl. a repce, napraforgó, stb. Jó minőségű akácsonál a vágásforduló összes árbevételének 4-7%-át adhatja a méztermelés, gyenge minőségű akácok esetében ez az érték akár 37-95% is lehet (Porcsin-Szakálosné Dr. Mátyás, 2020). Problémát jelent még a beporzók számának csökkenése is, amely köszönhető élőhelyeik csökkenésének, a mezőgazdasági területek növekedésével összefüggésben egyre fokozódó peszticidhasználatnak, illetve házi méhek tekintetében a varroa-atka, a nozéma és egyéb betegségek jelenléte, illetve az antibiotikumok fokozott használata is negatívan hatnak az egyedszámra (Boyko et al. 2019). Bár maga a méhcsaládszám nincs összefüggésben az akácméz termelésével, azok fejlettsége és egészségi állapota igen.



Az akácméz nemcsak természetes élelmiszer, de egy vagy több úgynevezett bioaktív anyagot is tartalmaz (Szakály-Schaffer, 2006). Magas energiatartalmú élelmiszer, amely lényegében egy 14-20%-os vízártalommal rendelkező, 70-80% töménységű cukoroldat. Főként egyszerű cukrokból (glükóz, fruktóz) áll, de találhatóak benne di- és poliszacharidok is. Szacharóz tartalma 6-7% (Bartos, 2008). Egyéb, az emberi szervezet számára fontos, több mint 70 összetevőt és vegyületet is tartalmaz (Ambróczy, 1992). Megtalálható benne 11féle vitamin, 18féle aminosav és számos enzim, illetve szerves sav is. Ásványi anyagai között található a foszfor, kálium, kalcium, klór, szilícium-dioxid, magnézium, mangán, nátrium, réz, kén és vas. Ezen felül kis mennyiségben jelen van hidrogén-peroxid, acetilkolin, több illóolaj és flavonoid, illetve gyanta is. Kedvező hatással van az emésztőszervek működésére, gyógyító hatással van a felsőlégúti megbetegedésekre, illetve magas vérnyomásra és vérszegénység ellen is használható.

A bőr sérüléseiben képes lakkszerű hártóanyagot képezni, ezzel megakadályozva annak utófertőződését, ezen kívül segíti a sejtkepződést és megöli a baktériumokat. A mézzel kezelt seb heg nélkül tűnik el (Bartos 2008). Az a méz minősül akácméznek, amely legalább 10% akácpollent tartalmaz. Magas fruktóztartalmának köszönhetően nehezen, évek múltán kristályosodik, amely közkedvelté teszi a vásárlók körében. Glükóz-fruktóz aránya (F/G) 1,7 volt (n=7). Krauze és Zalewski (1991) kísérlete során az akácméz tartalmazta a legtöbb fruktózt (44,15%) és szukrózt (2,31%), illetve a legkevesebb glükózt (28,44%). PH értéke alacsony (3,88), a diasztázzal együtt (11,5). A fehér akác „fehér méznek” nevezhető színe alapján (Kasparné Szél, 2006).

### ***Anyag és módszer***

Az akácméz termelését befolyásoló tényezőknél két központi elemet kell mélysegeiben megvizsgálnunk: az egyik a fehér akác, a másik pedig az alapvető egységet jelentő méhcsalád. A fehér akác nektártermelését a termőhelyi tényezők, a talaj hőmérséklete, az időjárás (úgy mint hőmérséklet, csapadék, páratartalom, kései fagyok), a kor, illetve maga az ültetési anyag (nemesített vagy kommersz), ültetési hálózat, ebből adódóan pedig a koronaméret befolyásolják. A hordásra ható tényezők közé tartozik a méhcsaládok fejlettsége, egészségi állapota és a lokális időjárási viszonyok, de amíg pl. a nektártermelésre nagyrészt az előző napi csapadék hat, addig a hordást az aznapi befolyásolja jobban. Ebből a rövid felsorolásból is látható, hogy mennyire soktényezős a méhészeti munka és mennyire nehéz kiszűrni, hogy mely tényezők hatnak valójában a méztermelésre és ezek milyen összefüggésben állnak egymással.

Ahhoz, hogy ezekhez az adatokhoz hozzájussunk, méhész szakemberekkel több éven át együttműködve kellene napi szinten adatokat gyűjtenünk a virágzás időtartama alatt. Tekintve, hogy ilyen adatok jelenleg nem állnak rendelkezésre, elsősorban az Országos Meteorológiai Szolgálat (továbbiakban: OMSZ) honlapján található adatokat (OMSZ, 2022) vettük össze az Országos Magyar Méhészeti Egyesület (továbbiakban: OMME) (OMME, 2022) által közölt méztermelési értékekkel, mivel feltételezések szerint pl. az előző év időjárása is befolyásolhatja a fehér akác virágzását. Ehhez felhasználtuk az 1998-2020 közötti időjárási adatokból (Országos Meteorológiai Szolgálat, OMSZ, 2022) az éves középhőmérsékletet, a napi összeadott maximum hőmérsékletet (január 01-től május 31-ig), a tavaszi (márciustól májusig) hónapok középhőmérsékleteit, januártól májusig azon napok számát, ahol a hőmérséklet 0°C alá csökkent, ugyanezt megtettük az októbertől májusig tartó időszakban, illetve összeadtuk a tavaszi (III.- IV.- V.) hónapok napfényösszegeit.

Kigyűjtöttük az őszi csapadékösszegeket (szeptembertől novemberig), ahogyan a tavaszi (márciustól májusig) hónapokét is, illetve az éves csapadékösszegeket is összeírtuk. Tekintve, hogy a honlapon öt nagy régió (Budapest, Debrecen, Pécs, Szeged, Szombathely)

mérései találhatóak, ezeket az adatokat országos szintre átlagoltuk utolsó lépésként. Mind-ezen eredményeket korrelációanalízissel összevetettük az éves akácméz termelés mennyiségével, illetve a fajlagos hordással (kg / méhcsalád) is (OMSZ, 2022). Különböző szakirodalmi anyagok felhasználásával válogattuk ki, hogy mely tényezőket vizsgáljuk, amelyek befolyásolják az akácméz termelését (Nagy 2007, Halmágyi-Keresztesi 1991, Keresztesi 1984, Csiha 2013, Fritsch 2012, Guliani et al. 2015). Magát a nektártermelést például Halmágyi–Keresztesi (1991) Méhlegelő című könyvében leírtak alapján a hűvös, szeles idő kevésbé befolyásolja, a méhek gyűjtőmunkáját viszont lecsökkenti. Mindemellett a Központi Statisztikai Hivatal (továbbiakban: KSH) honlapján (2022) található adatokat vettük alapul a fehér akác által elfoglalt erdőterület meghatározásához, de mint korábban is megállapítást nyert, utóbbi nem korrelál az akácméz termeléssel. Ennek oka, hogy az elegendően, egykorú állományok egyszerre virágnak, a méhek által nincs teljesen kihasználva az adott erdőrészlet. Ezen a problémán nyiladékokkal, egyes fák kivágásával, lécek kialakításával lehetne segíteni, mert így a kialakult hő-, illetve árnyékhatás miatt akár négy nappal is tovább tudna virágozni egy-egy facsoport (Fritsch 2012).

## Eredmények

1. Táblázat: Az akácméz termelésére ható időjárási tényezők sorrendje

Befolyásoló tényező sorrendje	Befolyásoló tényező	Korrelációanalízis eredménye
1	Előző éves őszi csapadékösszeg (IX.-X.-XI.) (mm)	0,431
2	Előző éves csapadékösszeg (mm)	0,326
3	Tavaszi csapadékösszeg (III.-IV.-V.) (mm)	0,238
4	Éves középhőmérséklet (°C)	0,238
5	Méhcsaládszám (db)	0,198
6	Napi akkumulált maximumhőmérséklet (I.-V.) (°C)	0,179
7	Tavaszi napfénytartam (III.-IV.-V.) (h)	0,079
8	Tavaszi középhőmérséklet (III.-IV.-V.) (°C)	0,044
Negatívan korreláló tényezők sorrendje	Befolyásoló tényező	Korrelációanalízis eredménye
1	$\leq 0$ °C napok száma (I.-V.) (°C)	-0,217
2	$\leq 0$ °C napok száma (X.-IV.) (°C)	-0,195
3	Éves csapadékösszeg (mm)	-0,152

2. Táblázat: A fajlagos hordást (kg/méhcsalád) befolyásoló időjárási tényezők sorrendje

Befolyásoló tényező sorrendje	Befolyásoló tényező	Korrelációanalízis eredménye
1	Előző éves csapadékösszeg (mm)	0,311
2	Napi akkumulált maximumhőmérséklet (I.-V.) (°C)	0,232
3	Előző éves őszi csapadékösszeg (IX.-X.-XI.) (mm)	0,217
4	Éves középhőmérséklet (°C)	0,097
5	Tavaszi napfénytartam (III.-IV.-V.) (h)	0,048

Negatívan korreláló tényezők sorrendje	Befolyásoló tényező	Korrelációanalízis eredménye
1	Tavaszi csapadékösszeg (III.-IV.-V.) (mm)	-0,534
2	Éves csapadékösszeg (mm)	-0,322
3	$\leq 0$ °C napok száma (I.-V.) (°C)	-0,151
4	$\leq 0$ °C napok száma (X.-IV.) (°C)	-0,079
5	Tavaszi középhőmérséklet (III.-IV.-V.) (°C)	-0,024

### ***Következtetések***

Tekintve, hogy a különböző régiókban, tengerszint feletti magasságokon több napos eltérésekkel indul be a virágzás, más és más eredményeket kaphatunk az ilyen jellegű adatgyűjtésekből, de ilyen adatsor jelenleg nem áll rendelkezésre, főleg, hogy a méhészek vándorlása miatt szintén nehéz következtetéseket levonni. Bár a korrelációk alapvetően gyengék voltak, mégis iránymutatást adhatnak arra nézve, hogy lokálisan mely tényezőket érdemes vizsgálni. A napi maximumhőmérsékletek ( $-5^{\circ}\text{C}$ ), vagy napi középhőmérsékletek összeadása inkább a virágzás kezdetére vannak hatással (Kyung et al. 2007), de a klímaváltozás hatásait figyelembe véve ilyen jellegű mérési eredményeink még nincsenek, a korábbi feljegyzések már nem biztos, hogy korrekt előrejelzést tudnak adni. Az akácméz termelésének csökkenése nem csak a kései fagyokra vezethető vissza, hanem az állományok elöregedésére is – a fehér akác nektártermelése ugyanis 18 éves korban kulminál (Fritsch 2012). A fehér akác állományok korosztályszerkezete már a Méhlegelő című könyvben (Halmágyi-Keresztesi, 1991) is feltűntetésre kerül, ugyanis akkoriban a 10-20 éves akácállományok területe erőteljesen lecsökkent, míg a túltartott állományok területe növekedett. 2016-ra ez az arány szerencsésen megfordult (Lett et al. 2020). A nektártermelés ebben a korosztályban a legnagyobb. A fehér akác szaporítási módtól függetlenül legkésőbb 5 éves korban fordul termőre.

A táblázatokból látható, hogy az őszi csapadék befolyásolta leginkább az akác nektártermelését, amelyből következik, hogy a fajlagos hordás is nagyobb volt ezáltal. A tavaszi csapadék viszont negatívan hat utóbbira, ugyanis a méhek szeles, csapadékos időben a kaptárban maradnak, illetve a páratartalom növekedésével a nektár is hígul, így ugyanannyi munkával kevesebb akácmézet tudnak előállítani. A fagyos napok száma értelemszerűen negatívan korrelál az akácméz éves mennyiségével, mivel a fehér akác hazánkban fagyérzékeny. Bár a napi maximumhőmérsékletek összegei inkább a virágzás kezdetét befolyásolják, valószínűleg pozitív hatással vannak a méhcsaládok fejlődésére és munkájára is. Érdekesség, hogy a fehér akáccal borított erdőterület (Központi Statisztikai Hivatal, 2022) vagy gyengén ( $r=0,024$ ), vagy negatívan ( $r=-0,201$ ) befolyásolja az akácméz termelését, illetve a fajlagos hordást. Ennek magyarázata a nagy kiterjedésű, egykorú, elegyetlen állományok szerkezetében keresendő. A méhek egy nagyjából 5 km-es körzeten belül végzik gyűjtőmunkájukat, de főleg az erdőrésztetek szélén, illetve magányosan álló fákon tudnak hatékonyan dolgozni, ahol a koronák nem érnek össze. A napfény által ért koronafelületeken több a virág is és a nektártermelés is hamarabb beindul reggel (Fritsch, 2012).

### ***Irodalomjegyzék***

- Báró Ambróczy B. (1992): A méh. Győr, Sitam Kft
- BARTHA D. – CSISZÁR Á. – ZSIGMOND V. (2008): Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). In: Botta-Dukat Z.; Balogh L. and Feher A. szerk: The most important invasive plants in Hungary, Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, 63-76. Megtalálható: [https://www.researchgate.net/publication/311796497\\_The\\_most\\_important\\_invasive\\_plants\\_in\\_Hungary](https://www.researchgate.net/publication/311796497_The_most_important_invasive_plants_in_Hungary) hivatkozva: 2022. 11. 07.

- BARTOS SZ. A. (2008): A Dél-Dunántúli régió méhészeteinek elemzése különös tekintettel a gazdasági együttműködésben rejlő lehetőségekre. 35-37.
- BOYKO N. – ANI G. – ROSITSA S. – GEORGI R. – PETER H. (2019): Biotic and Abiotic Factors Associated with Colonies Mortalities of Managed Honey Bee (*Apis mellifera*), Megtalálható: <https://www.mdpi.com/1424-2818/11/12/237> hivatkozva: 2022. 11. 07.
- CSIHA I. (2013): Black locust forest as bee-forage, [in:] Rédei K. (ed.), Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) growing in Hungary, Sárvár, 72–73.
- FRITSCH O. (2012): Méhlegelő, az akác. Magánkiadás
- GIULIANI C. - LAZZARO L. - MARIOTTI LIPPI M. - CALAMASSI R. - FOGGI B. (2015): Temperature-related effects on the germination capacity of black locust (*Robinia pseudoacacia* L., Fabaceae) seeds. *Folia Geobotanica* 50:275–282.
- HALMÁGYI L. - KERESZTESI B. (1991): A méhlegelő, Akadémiai Kiadó, Budapest
- KASPERNÉ SZÉL ZS. (2006): A selemykóróméz kémiai jellemzői és összehasonlítása az akácmézzel, doktori értekezés tézisei, Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék, Élelmiszer-tudományi Doktori Iskola
- Központi Statisztikai Hivatal (2022): Megtalálható: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/kor/hu/kor0004.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0004.html) hivatkozva: 2022. 11. 07.
- KRAUZE A. - ZALEWSKI R.I. (1991): Classification of honeys by principal component analysis on the basis of chemical and physical parameters. *Z. Lebensmittelunters. Forsch.*, 192, 19.23.
- KYUNG J. L. – JAE H. S. – RÉDEI K. – HYE Y. Y. (2007): Selection of Early and Late Flowering *Robinia pseudoacacia* from Domesticated and Introduced Cultivars in Korea and Prediction of Flowering Period by Accumulated Temperature In.: *Jour. Korean For. Soc.* Vol. 96, No. 2, pp. 170-177.
- LETT B. – HORVÁTH S. – FÜLÖP V. G. (2020): Amit a számok mutatnak az akácról, Az akácgazdálkodás szerepe a magyar erdőgazdálkodásban, Soproni Egyetemi Kiadó, Sopron, pp. 31.
- LI D. – YUHAN S. – KEQI Z. – JING Z. – YUWEI Z. – XIUYU L. – SHOUHUA X. – JIANGTAO Z. – SHAO MING W. – YUN L. (2019): Development and application of EST-SSR for DNA fingerprinting and genetic diversity analysis of the main cultivars of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in China
- NAGY I. (2007): A méhészeti termelés technológiai, gazdasági, társadalmi összefüggéseinek vizsgálata. 21-26.
- Országos Magyar Méhészeti Egyesület pers.com. (2022)
- ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT (2022): Adatbázis: Meteorológiai Adattár, OMSZ, saját, hozzáadott szellemi termék Megtalálható: <https://odp.met.hu/> hivatkozva: 2022. 11. 07.
- PORCSIN A. – KESERŰ ZS.- SASS I. – SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS K. (2020): A hazai fehér akác erdőterületeinek, az akácméz mennyiségének, illetve a méhcsaládszámok változásának vizsgálata 2000-től napjainkig, ISBN: 978-963-358-222-0
- Straker C. K. – Quinn D. L. – Voigt B. T. – Lee D. K. – Kling J. G. (2015): Black locust as a bioenergy feedstock: A review
- Szakály S.-Schaffer B. (2006): Tejgazdaságtan. Budapest
- Valeriu-Norocel N. – Rédei K. - William L. M. - Torsten V. – E. Pöetzelsberger - Jean-Charles B. – R. Brus- T. Benčať – M. Đodan - B. Cvjetkovic - Siniša A. – N. La Porta - Vasyl L. – D. Mandžukovski - Krasimira P. – D. Roženbergar - Radosław W. – G. M. J. Mohren – M. C. Monteverdi – B. Musch – M. Klisz – S. Perić – L. Keça – D. Bartlett – C. Hernea – M. Pástor (2020): Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) a non-native species intergrated into european forests

# A NYOMELEM ADAGOLÁS HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSE A METÁNTERME- LÉSRE ÉS ÖKOTOXIKOLÓGIAI TULAJDONSÁGOKRA A CUKORRÉPA PRÉ- SELT SZELET ANAEROB FERMENTÁCIÓJÁBAN

Evaluation of microelement supplementation on methane yield and ecotoxicological features of anaerobe digestion of sugar beet pressed pulp

RÉTFALVI-SZABÓ PIROSKA<sup>1</sup>, HELENA HYBSKÁ<sup>2</sup>, RÉTFALVI TAMÁS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdő és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet, Sopron

<sup>2</sup>Zólyomi Műszaki Egyetem, Ökológiai és Környezettudományi Kar, Környezetmérnöki Intézet, T.G. Masaryka 24, 96001, Zólyom, Szlovákia

<sup>3</sup>Soproni Egyetem, Környezet és Természetvédelmi Intézet, Sopron

[szabo.piroska@uni-sopron.hu](mailto:szabo.piroska@uni-sopron.hu)

## ***Kivonat***

Kutatásunk célja a nyomelem adagolás hatásainak vizsgálata volt, fél-folyamatos rendszerű anaerob fermentációban, mely során alapanyagként cukorrépa préselt szeletet alkalmaztunk. Elemeztük továbbá a fermentiszap fitotoxicitási tulajdonságait fehér mustár és tavaszi árpa ökotoxikológiai vizsgálatain keresztül. Eredményeink azt mutatták, hogy az átlagos fajlagos metánkihozatal 11,0% és 11,7%-kal nőtt a nyomelem adagolás, a nyomelem és vas adagolás hatására a kontroll mintákhoz képest. A fehér mustár gyökérnövekedés gátlási tesztje alapján a legmagasabb stimuláló hatást a tízszeres hígítású, nyomelemmel és vassal dúsított fermentiszap érte el, -59,41%-kal. Jelentős stimulációt figyeltünk meg a tavaszi árpa teszt során a biomassza termelésben, a legerősebb hatást a nyomelemmel és vassal kezelt minták esetében, -62,80%.

## ***Abstract***

Aim of this study was to evaluate the effects of microelement addition on semi-continuous anaerobic digestion. as substrate sugar beet pressed pulp was applied. Furthermore, fitotoxicity aspects of fermented sludges were analysed by ecotoxicological tests of white mustard and spring barley. Results showed significant benefits in case of specific methane yield of microelement addition and microelement + Fe addition, 11.0% and 11.7%, respectively. Based on white mustard root elongation test highest stimulation effect was occurred in case of 10-fold diluted, microelement + Fe treated sludge. Major stimulation was observed in biomass production of spring barley test, 62.8%, in case of microelement + Fe treated sludge as well.

## ***Bevezetés***

A cukorrépa préselt szelet, mint a cukorgyártás mellékterméke másodnyersanyagként történő hasznosításának egyik lehetősége az anaerob fermentáció. Az így nyert megújuló energiát elektromos energia vagy hőenergia előállítására fordíthatjuk, ezen felül egy másodlagos „energiahordozó”,kierjedt fermentiszap is keletkezik, amely jelentős potenciállal bír a mezőgazdasági és erdészeti területek tápanyag utánpótlásában (GOVASMAR et al. 2011, DEMIREL et al. 2013, DONG et al. 2013). Az anaerob fermentáció optimális működéséhez a mikrobiális összetétel alapján nyomelem adagolás szükséges (ZHANG-JAHNG 2012, QIANG et al. 2013). A metántermelésre gyakorolt pozitív hatások mellett azonban a nehézfémek akkumulációja kedvezőtlen folyamatokat indíthat el a talaj ökoszisztémában (WALTER et al. 2006, SALAZAR et al. 2012), amely további negatív hatásként jelentkezhet az élelmiszerláncban (WAHSHA et al. 2014, LE et al. 2015). A lehetséges következmények azonosítása érdekében ökotoxikológiai tesztek elvégzése indokolt.



## **Anyag és módszer**

### *Anaerob fermentáció*

A lebontást 2,5 liter térfogatú, sötétített üvegekben (Merck, Germany) végeztük 1 liter térfogatú fermentiszappal. A fermentorokat vízfürdők (Memmert WNB 14 Basic, Memmert GmbH. & Co.) segítségével folyamatos mezofil tartományon, 38 °C-on tartottuk. Az alkalmasított, cukorrépa préselt szeletre adaptált inoculum a kaposvári biogáz üzemből származott. A fermentorokat naponta háromszor manuálisan kevertük, a keletkezett biogázt Tedlar® gázgyűjtőben gyűjtöttük, mennyiségét gáztömör fecskendővel naponta mértük (Sigma Aldrich Co). A megtermelt biogáz összetételét Ecoprobe 5-IR (RS Dynamics Ltd, Czech Republic) gázanalizátorral elemeztük.

A titrált savtartalom meghatározásához a fermentiszap 10 ml-ét 10 percen keresztül centrifugáltuk (3,420 RCF (EBA 21, A. Hettich Co, Germany)). A híg fázisból 5 ml-t használtunk a titrimetriás meghatározáshoz, amit ecetsav egyenértékre számoltunk (RÉTFALVI et al. 2011).

### *Kísérleti elrendezés*

A kísérleteket három párhuzamos ismétlésben végeztük mind a nyomelem adagolás nélküli, a nyomelem adagolással ( $2 \mu\text{LL}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) és a nyomelem adagolás plusz vas ( $2 \mu\text{LL}^{-1}\text{d}^{-1}$  nyomelem utánpótló oldat és  $\mu\text{LL}^{-1}\text{d}^{-1}$  of Fe(III)-klorid 40%-os vized oldata – technikai tisztaságú) hozzáadás melletti tesztek során.

A fermentáció során 19 napig  $5,2 \text{ gVSL}^{-1}\text{d}^{-1}$ . Ezt követően a magas titrált savtartalmi értékek miatt 2 napra szüneteltettük a szervesanyag adagolást, A 22. és 44. nap között egy mérsékelt alapanyag adagolást hajtottunk végre, a maximum érték  $3,8 \text{ gVSL}^{-1}\text{d}^{-1}$  volt, amit stabilan tartottunk a 81. napig.

### *Ökotoxikológiai tesztek*

#### *Fehér mustár (Sinapis alba) gyökérnövekedés gátlása*

Az akut ökotoxikológiai tesztet az STN 83 8303:1999 számú szlovák szabvány alapján hajtottuk végre az anaerob fermentációból származó, különböző nyomelem kezelésű fermentiszapokon. A kiválogatott, ép mustármagok 1,5 és 2,5 mm közötti átmérőjűek voltak, 99% feletti csírázóképesseggel. 30 db magot Petri csészébe helyeztünk és 10 ml különböző hígítású fermentiszappal kezeltük. A tesztek során minden hígítást: 10, 50, 100 és 200-szoros, három párhuzamos mintával teszteltünk. Kontrollként a szabványban meghatározott oldatot alkalmaztuk.

Az inhibíciós és stimuláló hatásokat a mustármagok átlagos gyökérhosszainak lemérése után az alábbi képlettel határoztuk meg.

$$IC\% = \frac{L_k - L_v}{L_k} \cdot 100$$

ahol

$L_v$  kísérleti mintákban a mustármagok átlagos gyökérhossza cm-ben

$L_k$  kontroll mintákban a mustármagok átlagos gyökérhossza cm-ben

### *Tavaszi árpa*

A mikroelem akkumulációját egy szárazföldi növényfajon, a tavaszi árpán (*Hordeum vulgare* L.) vizsgáltuk az STN EN 14735:2006-03 (83 8300) számú szlovák szabvány alapján. A tenyészedényes vizsgálatok során statikus, akut toxicitási tesztet a tavaszi árpa biomasza hozamát mértük. A teszteket 500 g mesterségesen összeállított termőfölddel (10% tőzeg, 20% kaolinos agyag, 70% homok) megtöltött cserepekben végeztük. A kísérletet kontrollált körülmények között hajtottuk végre, állandó 22°C, 28-30%-os páratartalom, amelyet naponta nedvességmérővel ellenőriztünk (Delta-T Devices of Cambridge, England). A talajokhoz a különböző nyomelem kezelésű fermentiszapokból adagoltunk, kontrollként

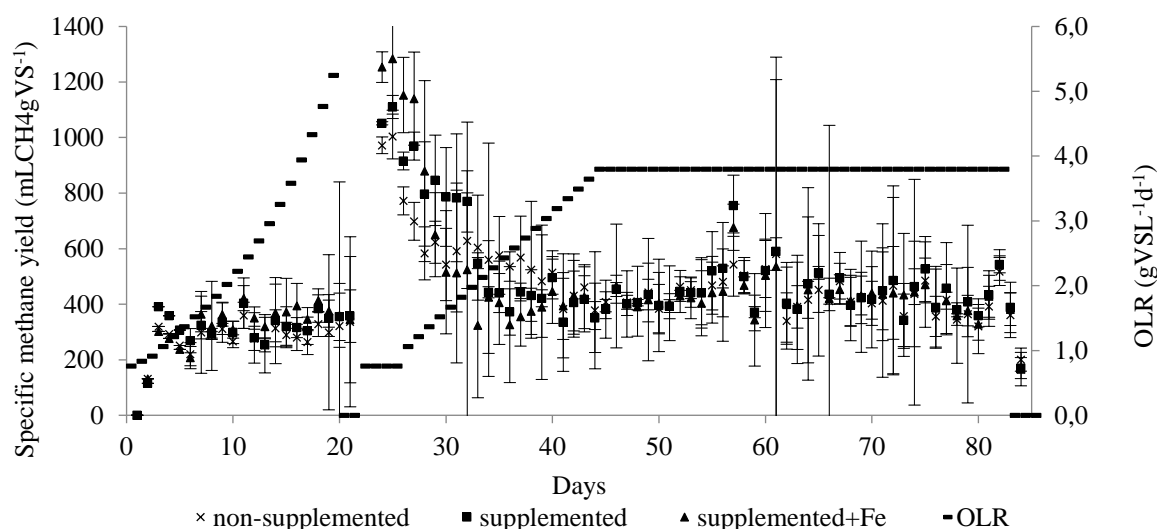
desztillált vizet alkalmaztunk. Cserepenként 6 db árpamagot ültettünk, majd a 21 napos inkubációs idő után lemértük a biomassza hozamokat.

## Eredmények

### Metántermelés

A metántermelés vizsgálatakor az u.n. specifikus metánhozamot (SMY) érdemes figyelembe venni, amely a beadagolt szervesanyag függvényében mutatja a metántartalmakat. A különböző nyomelem kezeléssel fermentiszapok anaerob lebontási folyamataiban a következő SMY értékeket kaptuk; a kezeletlen minta esetében  $403,8 \pm 4,51$  a  $\text{mLCH}_4\text{gVS}^{-1}$ , a nyomelem adagolás esetében  $448,3 \pm 9,91$  a  $\text{mL CH}_4\text{gVS}^{-1}$  és a nyomelem adagolás mellett vas pótlással kiegészített minták esetében  $451,1 \pm 9,16$  a  $\text{mLCH}_4\text{gVS}^{-1}$ . Az indexált betűk szignifikáns eltérést jelentenek  $P \leq 0,05$ -on. Eredményeink hasonlóságot mutatnak WALL et al. (2014) által leírtakkal. A kezelt minták SMY értékei 11,0%-kal, a nyomelemmel és vassal kezelt minták 11,7%-kal nőttek a teljes lebontás alatt a kezelés nélküli, kontroll fermentorokhoz képest.

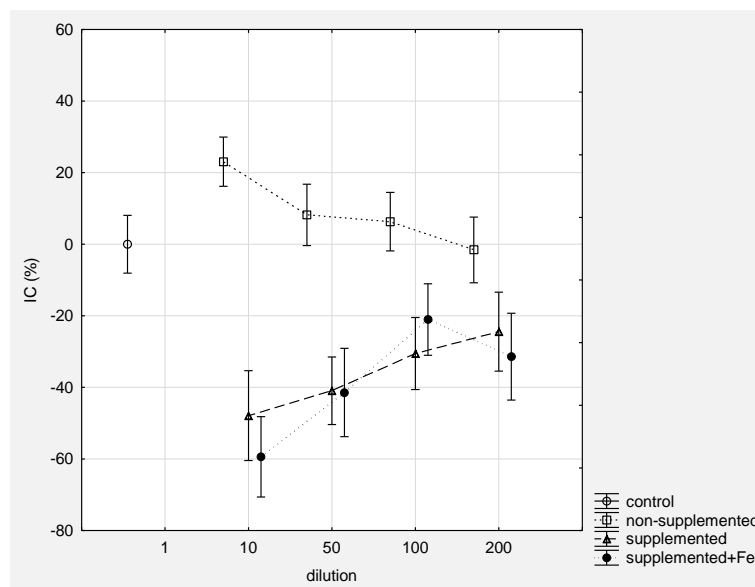
A termelt biogáz metántartalmára szignifikáns hatást nem tudtunk azonosítani.



1. ábra Különböző mikroelem kezelések metánkihozatalra gyakorolt hatása a szervesanyag terhelés függvényében

### Ökotoxikológiai tesztek

A fehér mustár gyökérnövekedés gátlási tesztek során csökkent inhibíciós hatást azonosítottunk a kezeletlen minták esetében a hígítási arány növekedésével. A legerősebb stimuláló hatást (-59,41%) a 10-szeres hígítású, nyomelem és vas adagolással kezelt fermentiszap esetében kaptunk.



2. ábra Az anaerob fermentiszapok különböző hígításainak hatása a fehér mustár gyökérnövekedésére

A tavaszi árpa statikus akut tesztjei során az anaerob iszapra gyakorolt hatást elemezzük a fermentiszapra vonatkozóan. Inhibíciós hatást nem tapasztaltunk a megtermelt biomassza tekintetében, azonban jelentős stimuláló hatás jelentkezett mindegyik minta esetében, aminek aránya a kezelésekkel összhangban nőtt. Legerősebb stimulációs hatás (-62,80%) itt is a nyomelemmel és vassal kezelt minta esetében jelent meg. A vas az enzimek aktív csoportjain keresztül számos fiziológiai folyamatban vesz részt, legfontosabb ezekből a klorofil képzés.

1. táblázat Az anaerob iszapok tavaszi árpa biomassza termelésére gyakorolt stimuláló hatásai (0 és 100 IC%: inhibíció, 0 és -100 IC%: stimuláció)

Minta	Stimuláció (%)			
	Átlag	Szórás	-95,00%	95,0%
Kezeletlen	-10,17	0,12	9,65	10,68
Nyomelemmel kezelt	-26,37	0,27	25,22	27,51
Nyomelemmel és vassal kezelt	-62,80	0,76	59,54	66,06

### Következtetések

Kutatásunk az anaerob fermentáció nyomelem adagolásának jelentőségét hangsúlyozta a cukorrépa préselt szelet alapanyag tekintetében. Vizsgáltuk továbbá az ökotoxikológiai hatásokat gyökérnövekedési és akkumulációs tesztekkel.

Az átlagos specifikus metánhozam értékei alapján a nyomelem adagolás 11,0%-os, a nyomelem és vas hozzáadás 11,7%-os többletet eredményezett a nyomelem adagolás nélküli mintákhoz képest. A metántartalomra a különböző kezelések nem gyakoroltak szignifikáns hatást. Összegezve megállapítható, hogy az anaerob lebontás folyamata a nyomelem adagolás mellett stabilabb és rugalmasabb, mivel egy szervesanyag túlterhelési stressz következtében kialakult zavar 9-11%-kal alacsonyabb titrált savtartalmat eredményezett. Ezáltal a rendszer gyorsabb regenerációra képes.

Az ökotoxikológiai szempontok különösen fontosak annak érdekében, hogy a kiejert fermentiszapok a továbbiakban erdészeti vagy mezőgazdasági területeken tápanyag utánpótlásként alkalmazhatóvá váljanak. Az alkalmazott tesztek megfelelőnek bizonyultak az inhibíciós, stimulációs hatások azonosításához. A fehér mustár gyökérnövekedés gátlási tesztje során a 10-szeres hígítású, nyomelemmel és vassal kezelt fermentiszap érte el a legmagasabb stimuláló hatást (-59,41%). A tavaszi árpa biomassza termelését szintén ez a kezelés stimulálta leginkább, -62,80%-kal.

### ***Irodalomjegyzék***

- DEMIREL B. – GÖL N.P. – ONAY T.T. (2013): Evaluation of heavy metal content in digestate from batch anaerobic co-digestion of sunflower hulls and poultry manure. *J. Mater. Cycles Waste Manage.* 15: 242–246.
- DONG B. – LIU X.G. – DAI L.L. – DAI X.H. (2013): Changes of heavy metal speciation during high-solid anaerobic digestion of sewage sludge. *Bioresour. Technol.* 131: 152–158.
- GOVASKAR E. – STÄB J. – HOLEN B. – HOORNSTRA D. – NESBAKK T. – SALKINOJA-SALONEN M. (2011): Chemical and microbiological hazards associated with recycling of anaerobic digested residue intended for agricultural use. *Waste Manage.* 31: 2577–2583.
- LE T.T.Y. – SWARTJES F. – RÖMKENS P. – GROENENBERG J.E. – WANG P. – LOFTS S. – HENDRIK A.J. (2015): Modelling metal accumulation using humic acid as a surrogate for plant roots. *Chemosphere* 124: 61-69.
- QIANG H. – NIU Q. – CHI Y. – LI Y. (2013): Trace metals requirements for continuous thermophilic methane fermentation of high-solid food waste. *Chem. Eng. J.* 223: 330–336.
- RÉTFALVI T. – TUKACS-HÁJOS A. – ALBERT L. – MAROSVÖLGYI B. (2011): Laboratory scale examination of the effects of overloading on the anaerobic digestion by glycerol. *Bioresour. Technol.* 102: 5270–5275.
- SALAZAR M.J. – RODRIGUEZ J.H. – NIETO G.L. – PIGNATA M.L. (2012): Effects of heavy metal concentrations (Cd, Zn and Pb) in agricultural soils near different emission sources on quality, accumulation and food safety in soybean [*Glycine max (L.) Merrill*]. *J. Hazard. Mater.* 233–234: 244–253.
- WAHSHA M. – FONTANA S. – NADIMI-GOKI M. – BINI C. (2014): Potentially toxic elements in foodcrops (*Triticum aestivum L.*, *Zea mays L.*) grown on contaminated soils. *Journal of Geochemical Exploration.* 147: 189-199.
- WALL D.M. – ALLEN E. – STRACCIALINI B. – O’KIELY P. – MURPHY J.D. (2014): The effect of trace element addition to mono-digestion of grass silage at high organic loading rates. *Bioresour. Technol.* 172: 349-355.
- ZHANG L. – JAHNG D. (2012): Long-term anaerobic digestion of food waste stabilized by trace elements. *Waste Manage.* 32: 1509–1515.

# ADATOK TÁPLÁNSZENTKERESZT (VAS MEGYE) GOMBAVILÁGÁHOZI.

Data to the fungi of Táplánszentkereszt (Vas county)

SCHMIDT DÁVID<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
schmidt.david@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Jelen munkában a Táplánszentkereszt (Vas megye) területén megkezdett fungisztikai vizsgálatok első eredményeit ismertetem. A vizsgálat célja a regionális szinten jelentősen alultérképezett nagygombák fajdiverzitásának megismerését tűztem ki. Elsőként egy zárt-kereszt övezet luc- és jegenyefenyőből álló ültetvényének és szűkebb környezetének gombafajait mutatom be. A vizsgálat 2020–2022 között zajlott, évente többszöri terepi mintavételezés alapján elkészült egy 51 fajból álló lista. A fajlista alapján a vizsgált területen a mikorrhizás fajok vannak túlsúlyban (30 faj, 58%), nagyobb részük a közönséges lucfenyő és kaukázusi jegenyefenyő 20–30 éves állományai alatt élnek.

## ***Abstract***

In this study, I present the first results of the fungistic research in the area of Táplánszentkereszt (W-Hungary, Vas county). Main aim of the study was to explore of the species diversity of macrofungi of this undermapped area. First, I present the fungus species of a spruce and fir plantation and its narrower environment in a closed garden zone. The study took place between 2020 and 2022, and a list of 51 species was prepared based on multiple field samplings per year. Based on the species list, micorrhizal species predominate in the investigated area (30 species, 58%), most of them are ectomycorrhizal partner of 20-30-year-old stands of *Picea abies* and *Abies nordmanniana*.

## ***Bevezetés***

Napjainkban egyre égetőbb hiányterületként és sürgető feladatként jelentkezik a természetvédelmen belül a „szem előtt lévő” élőlénycsoportok mellett a kevésbé látványos, rejtett életmódú egységek kutatása, képviselőik, élőhelyeik ökológiai kapcsolatrendszerének megismerése és védelme. A törekvés háttérében a globális és regionális biodiverzitási mutatók egyre ijesztőbb mértékű romlása áll, ami számos élőlényre nézve jelent drasztikus mértékű élőhelyvesztést. Fejlődési sajátosságaikból adódóan a gombák sem számítanak kielégítően kutatott csoportnak, ami részben azzal magyarázható, hogy a termőtestképzés környezeti tényezőktől való erős függése miatt esetenként nehéz feladat egy faj előfordulásának igazolása (ARNOLDS 1992). A hazai nagygombafajok számát csak becsülni tudjuk, viszonylag tág határok között (BENEDEK 2011), természetvédelmi oltalom alá helyezésük pedig csak 2001-ben kezdődött el, napjainkig 58 faj élvez törvényi védelmet. A növényvilág tagjaihoz fűződő, részleteiben jelenleg sem teljesen feltárt, bonyolult ökológiai kapcsolatrendszerük miatt a gombák esetében kizárólag a területalapú védelem számít hatékonynak (KOST–HAAS 1989). A hazai mikológiai kutatásokban a korábban elterjedt fungisztikai alapú vizsgálatokkal szemben egyre nagyobb szerepet kap az élőhely, mint a működő ökoszisztéma egészének állapotát figyelembe vevő közösség alapú szemlélet (BENEDEK 2011). Az élőhelyek jelentős hányadánál ugyanis stabil és jól jellemezhető gombaközösségek alakulnak ki, melyek minden, a környezetükben lezajló változásra gyorsan és érzékenyen reagálnak (PÁL-FÁM – BENEDEK 2005).



## *Anyag és módszer*

### *A vizsgált terület bemutatása*

Éghajlati adottságai, magas erdősültsége, valamint erdeinek változatos fafajösszetétele következtében Vas megye egyike Magyarországon gombafajokban leggazdagabb területeinek. Ezen belül is kiemelt jelentőségű az Őrség és a Vend-vidék, ahol a hosszú idő óta zajló kutatásoknak köszönhetően meghaladja a 700-at a kimutatott fajok száma (pl. ZAGYVA 2000, LUKÁCS et al. 2000, SILLER et al. 2013, 2014). Alaposabban kutatottnak számít a szintén diverz gombafungával rendelkező Kőszegi-hegység, ahol a szubmontán régió savanyú talajú lomb- és fenyőelegyes erdői ideális ökológiai feltételek kínálnak a mikorrhizás gombák számára. A megye alacsonyabb térszínű, jórészt erős kultúrhatás alatt álló vagy kevésbé erdősült részeire (ilyen pl. a Gyöngyös-sík is) jóval kevesebb figyelem esik, esetenként még az alapvető ismeretek is hiányoznak a nagygombák előfordulását illetően.

Táplánszentkereszt község a Gyöngyös-sík déli-középső részén, Szombathely délkeleti szomszédságában elhelyezkedő település. Közigazgatási területének kiterjedése 20,08 km<sup>2</sup>. Természetes gombavilága szempontjából meghatározó jelentőségű potenciális vegetációtípusát a Gyöngyös mentén keskeny sávban húzódó puhafás ligeterdők, a vízfolyástól távolodva pedig a többletvízhatástól már független agyagos talajok cseres-tölgyes lomberdei jelentették. Két kisebb vízfolyása, a Sárdi-ér és a Boláta közül az előbbi mentén szalagszerűen szintén előfordulnak puhafás állományok. A mezőgazdálkodás számára alkalmas talajok miatt a vízfolyások közötti hátság mára csaknem teljesen erdőtlenné váltak, azokat feltörték és mezőgazdasági művelést folytatnak rajtuk. A főként csertölgy (*Quercus cerris*) és kocsányos tölgy (*Quercus robur*) által uralt zárt erdőségeknek a község területén hírmondója sem maradt, a meglévő nagyobb faállományok (pl. a Rangutmajortól északkeletre, valamint a Sárdi-ér mentén) általában csekély természetességi értéket képviselő másodlagos fás élőhelyek.

A nagygombák fajdiverzitása szempontjából nagy jelentőségű természet szerű erdőtársulások hiányát némiképpen kompenzálják a másodlagosan létrejött élőhelyek. Ezeknek azonban a gombaközösségek szempontjából – a legtöbb természetközeli élőhellyel szemben – nincs stabil és jól jellemezhető struktúrájuk. Ezen másodlagos élőhelyek közül a község területén fungisztikai szempontból az alábbiak bírnak kiemelt szereppel:

- üde, leányékkolt gyepekkel rendelkező zártkertek, ültetett tülevelű faállományok
- a Sárdi-ér jobb oldalát keskeny sávban kísérő ligeterdő-származékok
- a település belterületén található kastélyparkok (Széchenyi-kastély, Rosenberg-kastély, Idősotthon parkja)
- a településtől főként északra elhelyezkedő artézi kutak környezetének üde, rendszeresen nyírt gyepjei

### *A felmérés módszertana*

Ebbe az élőhelytípusba soroljuk Gombadiverzitás szempontjából BENEDEK (2011) vizsgálata alapján a tülevelű faállományok nem mutatnak kiemelkedő közösségi struktúrát, azaz ökológiai értelemben nem minősülnek közösségnek. A hazai nagygombák Vörös Lista tervezetében a közönséges lucfenyőhöz (*Picea abies*) kötődő fajok jelentős mértékben képviselik magukat, ami a fafaj szűk hazai ültetési körzetének köszönhető (BENEDEK 2011). A közönséges lucfenyő hazai idegenhonossága miatt a hozzá, mint kizárólagos ektomikorrhizapartnerhez kötődő gombafajokat adventívként is szokás kezelni (PÁL-FÁM – BENEDEK 2006).

A megfelelő gombaélőhelyeknek számító területeken évente több alkalommal történt terepbejárás. A meghatározott gombafajokról a helyszínen feljegyzésre került a vizsgált három év átlagában megállapított gyakoriság (gyakori, szórványos, ritka), valamint a jellemző élőhelytípus (BÖLÖNI et al. 2011 alapján). Minden fajról részletes fotódokumentáció készült. A faji szintű azonosítást GERHARDT (2011), LOCSMÁNDI – VASAS (2018), internetes oldalak, nehezebben határozható taxoncsoportok esetében specialisták bevonásával történt.

### Eredmények

A felmérés egy Táplánszentkereszt északi határában elterülő, 2,5 hektár területű zárt-kertes övezet mikológiai vizsgálatára irányult. A vizsgált területen az alábbi élőhelyek fordulnak elő (BÖLÖNI et al. 2011 alapján): RB, S5, S7, T2, T5, T7, T9. Megoszlásuk az alábbi: a közönséges lucfenyőből (*Picea abies*) és kaukázusi jegenyefenyőből (*Abies nordmanniana*) álló idegenhonos tűlevelű állományok (S5) részesedése 0,93 ha, a lucernaföldeké (T2) 0,5 ha, míg a fűz- és nyárfajokkal spontán erdősülő, erős cserjeszinttel rendelkező területé (RB) 0,21 ha. A fennmaradó részen kiskertek (T5) találhatóak, amelyeket főként közönséges lucfenyőből álló fasorok (S7) választanak el egymástól.

A vizsgált területen ezidáig kimutatott fajok száma 52 (1. táblázat). Mindez előzetes eredmény, a terület valós fajkészlete ennél biztosan több, a talált fajok egy része még határozás alatt áll. A meghatározott fajok funkcionális csoport szerint megoszlása az ektomikorrhizaképző fajok dominanciáját mutatja (30 faj). A többi életforma közül a talajlakó szaprobionták száma emelkedik ki (13 faj), a többi részesedése elenyésző.

1. Táblázat: A felmért területen előforduló gombafajok\*

	tudományos fajnév	magyar fajnév	család	Vörös Lista besorolás	ÁNÉR élőhely	funkcionális csoport*
1	<i>Agaricus augustus</i>	óriás csiperke	szórványos	2	S5	st
2	<i>Agaricus xanthodermus</i>	karbolszagú csiperke	gyakori	-	T5	st
3	<i>Amanita muscaria</i>	légyölő galóca	ritka	3	S5	m
4	<i>Boletus edulis</i>	ízletes vargánya	ritka	3	S5	m
5	<i>Chalciporus piperatus</i>	borsos tinóru	ritka	4	S5	m
6	<i>Clavaria falcata</i>	fehér bunkógomba	szórványos	3	T5, T7	st
7	<i>Clavulina rugosa</i>	barázdás korallgomba	szórványos	3	T5, T7	m
8	<i>Cordyceps militaris</i>	vörös rovarrontógomba	ritka	1	T7	pn
9	<i>Cortinarius trivialis</i>	nyálkástönkű pókhálógomba	ritka	3	RB	m
10	<i>Cortinarius varicolor</i>	földszagú pókhálógomba	szórványos	3	S7	m
11	<i>Entoloma rhodopolium</i>	zöldesszürke döggomba	szórványos	-	RB	st(m?)
12	<i>Galerina marginata</i>	fenyves sisakgomba	gyakori	3	S5	sh
13	<i>Gomphidius glutinosus</i>	barna nyálkásgomba	ritka	-	S5	m
14	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	zsemleszínű fakógomba	gyakori	-	S5	m
15	<i>Hygrophorus agathosmus</i>	szagos csigagomba	gyakori	-	S5	m
16	<i>Hypomyces deformans</i>	rizikefaló penész	ritka	-	S5	pb
17	<i>Inocybe geophylla</i>	selymes susulyka	ritka	3	T7	m
18	<i>Laccaria laccata</i>	húsbarna pénzecskegomba	gyakori	-	S5, T7	m
19	<i>Lactarius aurantiacus</i>	enyhe tejelőgomba	ritka	-	S5	m
20	<i>Lactarius deterrimus</i>	lucfenyvesi rizike	gyakori	-	S5	m

	tudományos fajnév	magyar fajnév	család	Vörös Lista besorolás	ÁNÉR élőhely	funkcionális csoport*
21	<i>Lactarius fulvissimus</i>	narancsvörös tejelőgomba	szórványos	-	S5	m
22	<i>Lactarius necator</i>	sötét tejelőgomba	ritka	3	RB	m
23	<i>Lactarius salmonicolor</i>	jegenyefenyő-rizike	gyakori	1	S5	m
24	<i>Lactarius scrobiculatus</i>	szalmasárga tejelőgomba	ritka	-	S5	m
25	<i>Leccinum albostipitatum</i>	vörös érdestinóru	ritka	4	RB	m
26	<i>Leccinum scabrum</i>	barna érdestinóru	ritka	4	RB	m
27	<i>Lepiota subincarnata</i>	rózsás őzlábgomba	szórványos	3	T7	sh
28	<i>Lepista nebularis</i>	szürke tölcsérgomba	szórványos	-	S5	st
29	<i>Lepista nuda</i>	lila pereszke	gyakori	-	S5	st
30	<i>Leucoagaricus leucothites</i>	fehér tarlógomba	gyakori	-	T5	st
31	<i>Lycoperdon excipuliforme</i>	változékony pöfeteg	szórványos	-	S5	st
32	<i>Lycoperdon perlatum</i>	bimbós pöfeteg	gyakori	-	S5, T7	st
33	<i>Lyophyllum decastes</i>	sötét csoportospereszke	ritka	-	S7	st
34	<i>Mycena acicula</i>	narancsvörös kígyógomba	ritka	3	S5	sh
35	<i>Mycena pura</i>	retekszagú kígyógomba	szórványos	-	T7	st
36	<i>Otidea alutacea</i>	bórsárga fülesgomba	ritka	3	T7	st
37	<i>Paxillus involutus</i>	begöngyöltészélű cölöpgomba	gyakori	-	S5, T7, T9	m
38	<i>Postia caesia</i>	kékesedő likacsosgomba	ritka	-	S5	sh
39	<i>Rhodocollybia butyracea</i>	bunkóslábú fülőke	szórványos	-	S5	st
40	<i>Rhodocybe gemina</i>	csalóka pereszke	szórványos	3	S5	m
41	<i>Rickenella fibula</i>	narancsos mohakígyógomba	ritka	3	S5	am
42	<i>Russula delica</i>	földtoló galambgomba	gyakori	-	S5	m
43	<i>Russula nauseosa</i>	sokszínű galambgomba	gyakori	3	S5, S7	m
44	<i>Russula transiens</i>	csípős galambgomba	szórványos	2	S5	m
45	<i>Russula xerampelina</i>	barnulóhúsú galambgomba	gyakori	3	S5	m
46	<i>Stropharia aeruginosa</i>	zöld harmatgomba	ritka	-	S5	st
47	<i>Suillus collinitus</i>	rózsástövű fenyőtinóru	ritka	-	S5	m
48	<i>Thelephora terrestris</i>	talajlakó szemölcsösgomba	szórványos	3	S5	m
49	<i>Tricholoma batschii</i>	álgűrűs pereszke	ritka	3	RB	m
50	<i>Tricholoma cingulatum</i>	öves pereszke	ritka	3	S5	m
51	<i>Tricholoma populinum</i>	nyárfá pereszke	ritka	-	RB	m

\*A táblázat a nem kellően tisztázott faji hovatartozású, vagy határozás alatt álló gombafajokat nem tartalmazza.

\*\* am: mohához kötődő; m: mikorrhizás; pb: biotróf parazita; pn: nekrotrof parazita; sh: fán élő szaprotróf; st: talajlakó szaprotróf; st(m?) az első funkciójának tartott faj, de vélhetően a másodikat tölti be

## Néhány védendő, ritka gombafaj bemutatása

### *Agaricus augustus* Fr. – óriás csiperke (Agaricaceae)

Erősen veszélyeztetett (VL: 2), ritkasága miatt kíméletre szoruló ehető gomba. A hazánkban élő csiperkefajok közül a nagytermetűek közé tartozik, amelynek jellemzője a sárgás-rozsdabarna szálas pikkelyekkel sűrűn benőtt kalapja, valamint a széles gallérja alatt pelyhes-pikkelyes tönkje. A vizsgált területen 2020 októberében lucos szegélyén jelent meg kisebb boszorkánykört alkotva, 2022 őszén zárt luc ültetvényben több helyen is előjött.

### ***Cordyceps militaris* (L.) Fr. – vörös rovarrontógomba (Cordycipitaceae)**

Különleges életmódú, lepkefajok talajba húzódo bábjaiban élősködő tömlősgomba. Fel-tűnő színű termőteste a báb (ritkábban hernyó) elpusztulását követően emelkedik ki a talaj-ból. Hazánkban kipusztulással veszélyeztetett (VL: 1) besorolású. Ritkasága valószínűleg csak látszólagos, nehéz észrevehetőségével magyarázható. Kertek, parkok leárnyékolt, üde gyepeinek vastag mohapárnáiban található, a vizsgált területen is ilyen élőhelyen került elő néhány termőteste 2020 őszén. Ezen kívül Táplánszentkereszten még két lelőhelye ismert.

### ***Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair – jegenyefenyő-rizike (Russulaceae)**

Hazánkban kipusztulással veszélyeztetett (VL: 1) besorolású. Az 5 hazai rizikefaj közül a legritkább, elterjedése ektomikorrhiza-partnerei, a jegenyefenyők (*Abies* spp.) előfordulá-sához kötött. Hazánkban nincs őshonos jegenyefenyő-faj, azonban megél a karácsonyfatele-peken széles körben alkalmazott kaukázusi jegenyefenyő (*Abies nordmanniana*) partnere-ként is, a vizsgált területen is ez alatt található. Különösen a fiatalabb, kevésbé zárt állo-mányrészekben a vizsgált években nagy mennyiségben jelent meg.

### ***Értékelés***

A vizsgált területen kimutatott 51 nagygombafaj funkcionális csoportok szerinti spekt-ruma alapján az ektomikorrhizaképző nagygombák túlsúlya bizonyított. A fajok nagyobb része a közönséges luccal (*Picea abies*) és kaukázusi jegenyefenyővel (*Abies nordmanni-ana*) alkot szimbionta kapcsolatot, kisebbik részük a terület spontán erdősödő részein jelen lévő fafajokkal (*Betula pendula*, *Populus tremula*) él együtt. A tűlevelű állományt eredetileg karácsonyfatermesztés céljából ültették, de a hasznosításuk nem történt meg, jelenleg 20–30 éves, igen sűrű, jórészt nudum aljú, vastag tűlevélszőnyeggel rendelkező állományt alkot. Az itt előforduló lágyszárú növényfajok közül kiemelendő a pionír jellegű *Epipactis helle-borine* és *Polystichum aculeatum* 1-1 egyede. Az erőteljes növekedésű fenyőfák elnyomják egymást, a gyengébb növekedésűek néhol már pusztulnak. A megfigyelt gombák között a parazita és fán élő szaprobionta életforma ritka, aminek oka az idős faegyedek és a holtfa szinte teljes hiánya.

### ***Irodalomjegyzék***

- ARNOLDS, E. (1992): The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. In: Winterhoff W. (ed.): Fungi in Vegetation science. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 7–47.
- ARNOLDS E. – KUYPER, T.H.W. – NOORDELOOS, M.E. (szerk.) (1995): Overzicht van de paddesto-elen in Nederland. – Nederlandse Mycologische Vereniging, Wijster, 872 pp.
- BÖLÖNI J. – MOLNÁR ZS. – KUN A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípu-sok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, 441 pp.
- GERHARDT, E. (2017): Gombászok kézikönyve (új, átdolgozott kiadás) Cser Kiadó, 718 pp.
- KOST G. – HAAS H. (1989): Die Pilzflora von Bannwäldern in Baden-Württemberg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vergesellschaftung höherer Pilze in einigen Waldgesellschaften Süddeutschlands. – Mitt. d. forst. Versuchs- u. Forschungsanst. 4: 9–182.
- LOCSMÁNDI CS. – VASAS G. (2018): Gyűjtünk gombát erdön, mezőn! Cser Kiadó.
- LUKÁCS Z. – NYILAS I. – BATHÓ A. – GÁBOR E. – POLGÁRI J. (2001): Gombakutatások az Őrségben és a Zala megyei Csödén, illetve a szomszédos Vas megye néhány településének környékén. – Mikológiai Közlemények, Clusiana 40(1–2): 77–88.
- PÁL-FÁM F. – BENEDEK L. (2005): Nagygombák élőhely-preferenciájának vizsgálata sokváltozós statisztikai módszerekkel. – VII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia, Összefog-lalók: 12.
- PÁL-FÁM F. – BENEDEK L. (2006): Adventivitás a nagygombák szempontjából: esettanulmány. – 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói: 166.

- RIMÓCZI I. (1997): Magyarország nagygombáinak természetvédelmi helyzete és Vörös Könyvének terve. Mikológiai Közlemények 36/2–3: 65–108.
- RIMÓCZI I. – SILLER I. – VASAS G. – ALBERT L. – VETTER J. – BRATEK Z. (1999): Magyarország nagygombáinak javasolt Vörös Listája. Mikológiai Közlemények 38/1–3:107–132.
- SILLER I. – DIMA B. – GUBA E. – TURCSÁNYI G. (2014): A Szalafői Őserdő Erdőrezervátum nagygombái. – *Silva Naturalis* 3: 137–156.
- SILLER, I. – KUTSZEGI, G. – TAKÁCS, K. – VARGA, T. – MERÉNYI, ZS. – TURCSÁNYI, G. – ÓDOR, P. – DIMA, B. (2013): Sixty-one macrofungi species new to Hungary in Őrség National Park. – *Mycosphere* 4(5): 871–924.
- ZAGYVA T. (2000): Szubalpin gyepek mikológiai felmérése az Őrségi Tájvédelmi Körzetben. Mikológiai Közlemények, *Clusiana* 39(1–2), 31–92.



# A MÉHBANGÓ (*OPHRYS APIFERA HUDS.*) ÁLLOMÁNYDINAMIKAI VIZSGÁLATA A PANNONHALMI-DOMBSÁGBAN

Population dynamics testing of *Ophrys apifera* Huds. on Pannonhalma Hills

JÓNA ZOLTÁN<sup>1</sup> – SCHMIDT DÁVID<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Környezet- és Természetvédelmi Intézet

jonazoli@gmail.com

## ***Kivonat***

A kutatás a Pannonhalmi-dombságban aktuálisan megtalálható méhbangó (*Ophrys apifera*) állományok populációdinamikai vizsgálatára irányult. A mintaterületek felhagyott szőlők, gyümölcsösök helyén kialakult, különböző állapotú félszáraz gyepek. Négy éven keresztül (2019–2022) történtek a terepi mintavételek. Négy településen, összesen 16 élőhelyen követtük nyomon a faj állományváltozását. A virágzó egyedek száma 2019-ben volt a legtöbb (2773 tő), majd ez a szám fokozatosan csökkent, 2022-re 2000 példány alá került. A legtöbb populációt (7) Győrújbaráton vizsgáltuk, a legnépesebb populáció pedig a pázmándfalui Sípályán található, ahol 2019-ben 1000 feletti tőszámmal volt jelen a faj.

## ***Abstract***

This research was focused on *Ophrys apifera* population dynamics in the Pannonhalma Hills. Sample plots were abandoned vineyards and orchards, which have developed semi-arid grasslands since their abandonment. Field sampling took place over four years (2019–2022). We monitored the species in four settlements, in a total of 16 habitats. The number of individuals was the highest in 2019 (2,773 plants), then this number gradually decreased, falling below 2,000 by 2022. The most populations (7) were examined in Győrújbarát, the highest number of individuals (>1000 in 2019) is found on the ski slope of Pázmándfalu.

## ***Bevezetés***

A vizsgált terület természetföldrajzilag a Dunántúli-középhegység nagytájhoz, a Bakonyvidék középtájhoz és a Pannonhalmi-dombság kistájhoz tartozik (Stefanovits 1992). Szerkezetileg és morfológiailag igen élesen elkülönül a szomszédos tájaktól. A dombhátak potenciális erdőtársulása tatárjuharos lösztölgyes (*Aceri tatarici* – *Quercetum roboris*) vagy cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*) lehetett, a völgyekben gyertyános-tölgyesek, délies kitérőben molyhos tölgyesek jelennek meg (Schmidt és Lengyel 2008). A római kortól kezdődően a dombok településhez közel eső lankáit – az erdők kivágása után – szőlőültetvényekkel kezdték betelepíteni. A felhagyási időszakokban másodlagos száraz- és félszáraz gyepek foglalták el helyüket, teret biztosítva az erdőszegélyek, száraz gyepek és erdőssztyepp rétek lágyszárú fajainak (Schmidt 2013). A területen az 1990-es évek elejétől kezdtek jelentősebb arányban felhagyni a domboldalak művelésével. Ilyen, 20–30 éves szőlőparlagok főként Győrújbaráton (Saller-dűlő, Málé-völgy, Határ-horgas, Fehérkereszt-horgas), Nyúlón (Lilahegy, Berek, Cinege, Kőhányás, Rigós, Gerha) Écsen (Mester-hegy), és Tényőn (Nagyhegy, Közép-úti-dűlő) található (Schmidt 2013). A szőlőhegyeken 2005-ben új fokozottan védett fajként került elő a méhbangó (*Ophrys apifera*) (Schmidt 2006). Ezt követően a célzott keresésének köszönhetően lelőhelyei gyorsan szaporodni kezdtek, alig 10 év leforgása alatt számos szubpopuláció került elő, amelyek egy 8,3 km hosszú tengely mentén helyezkedtek el a Csanak vonulat északi oldalán. A virágzó egyedek regisztrált száma 2014-ben elérte a 2265 példányt (Schmidt 2015), ezt követően néhány éven át nem volt részletes felmérés, majd 2019-től ismét 2000 felett alakult az egyedszám. A faj itteni gyors ex-

panziója illeszkedik az Európa más területein mutatott terjedési képbe: a közelmúltban Nyugat- és Közép-Európában is egyre hűvösebb területek felé „halad”, Dániában 2004-ben, Lengyelországban 2010-ben, Svédországban 2014-ben találták meg (Molnár 2022).

### **Anyag és módszer**

A terepi kutatást megelőzően az eddig ismert méhbangó-lelőhelyek mellett a Google Earth műholdképek alapján kigyűjtöttük az ígéretesnek vélt további potenciális élőhelyeket. Azokat a felhagyott szőlőket, gyümölcsösöket vizsgáltuk, melyeken félszáraz gyepeket lehetett felismerni, vagy aranyvesszősödő képet mutattak. Terepbejárások során egyszerű jelenlét-hiány módszerrel térképeztük a fajt. A felmérést minden évben a virágzásának középnapjára időzítettem, MOLNÁR et al. (2011) szerint ez június 16. A vizsgált négy év alatt öszszegyűlt tapasztalat alapján már június 10-én el lehet kezdeni a felméréseket a virágzás ekkorra már a közepénél tart. Az adatrögzítéshez kezdetben az Epicollect-5 programot, 2022-től az OpenBioMaps (OBM) programot használtuk. Az adatok feldolgozását, térinformatikai megjelenítést, valamint a ponttérképek szerkesztését a Quantum GIS 3.18. programmal végeztük.

### **Eredmények**

2019–2022 között 4 település összesen 16 élőhelyen követtük nyomon a fajt. A virágzó egyedek száma 2019-ben volt a legtöbb (2773 tő), majd ez a szám fokozatosan csökkent, 2022-re 2000 példány alá került (1. táblázat, 1. ábra). A legtöbb populációt (7) Győrújbaráton vizsgáltuk, a legnépesebb populáció pedig a pázmándfalui Sípályán található, ahol 2019-ben 1000 feletti tőszámmal volt jelen a faj.

Győrújbaráton 7 populáció monitorozása alapján általánosan csökkenés tapasztalható az egyedszámban. A Francia-kőnél (1. lelőhely) zártkertben, kaszált gyümölcsösben él a faj, megközelítése 2022-ben nem volt megoldható. Az Akác körüti lelőhely (2.) több szubpopulációból áll, 2019-ben egy rövidfűvű cseresznyéskert mellett újként került elő, de a kert állapota romlik a kezelés hiánya miatt. A Józsvölgy (3.) szőlőparlagjai a faj egyik legrégebb óta ismert lelőhelye, 2005 óta ismerjük innen. A katlan oldalain évente változó helyeken jelenik meg, a felhagyás utáni szukcesszió gyors, a záródó gyepterület miatt hamar kiszorul a faj. A Tokaj-dűlő (4.) szintén az elsőként megtalált helyek egyike (SCHMIDT 2006), a szukcesszió nagyon előrehaladt, jelenleg már csak egy szobányi foltot borít félszáraz gyepterület (SCHMIDT 2013). A széles, nagy kiterjedésű Saller-dűlő (5.) felhagyott nadrágszjíz telkekből áll, amelyek egy részén *Solidago*-tömeg, másik részén felülkerekedőben lévő rozsnokgyepterület található. 2019-ben a dűlő teljes hosszában fellelhető volt a faj, bár csak szálanként. A vizsgált évek során itt is jelentős csökkenést tapasztaltunk mind kiterjedésben, mind egyedszámban. 2019-ben előkerült a faj a Saller-dűlőtől kissé nyugatra is, jelentős egyedszámban. A Málé- és Fehérkereszt-horgas közötti gerincen (6.) jó fajakészletű gyepterületjain stabilan megtalálható a faj minden évben. A Győrújbarát és Nyúl határán fekvő Határ-dűlő (7.) felhagyott szőlője a 2010-es évek elején a virágzó egyedekben leggazdagabb lelőhely volt, amin az utóbbi években erősödött a siskanádtippán (*Calamagrostis epigeios*) és az aranyvessző (*Solidago gigantea*) állománya, a méhbangó példányszáma ugyakkor újra kissé növekvő tendenciát mutat.

Nyúlön a vizsgált években 3 lelőhelyen követtük a faj állományait. A Lilahegy (1.) északkeleties kitérű szőlőhegye és gyümölcsösökertje helyén ma jó állapotú regenerálódott rozsnokgyepterület található, amely egyre inkább zsugorodik a benyomuló cserjék miatt. Az itteni állomány 100 példány feletti, kissé növekvő tendenciát mutat. A Hegyes-Magas (2.) majdnem plakor helyzetben fekvő kicsiny terület, jó állapotú gyepterület, bár a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) itt is jelen van, de nem alkot zárt állományt. A vizsgált évek során jelentős növekedést mutat az itteni állomány. A Pillis-tető (3.) az egész dombság egyik legjobb természetességi állapotban megmaradt gyepterület, amely olyan nagy meredekségű

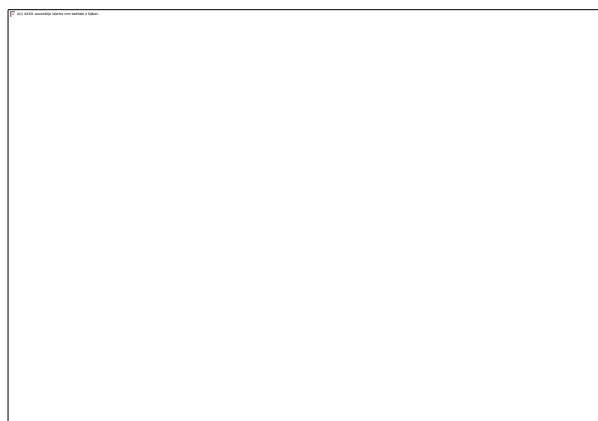
domboldalon található, melyet még a legkedvezőbb szőlőtermelő időszakokban sem parcelláztak föl (SCHMIDT 2013). Itt csak egyszer találtuk a fajt, azonban a szomszédos Pillisplató (4.) felhagyott szántóparlagjának csaknem zárt aranyvesszősében 2019-ben váratlanul hatalmas tömegben került elő. Ekkor 531 tő virágzott, amely fokozatosan csökkent 2022-re, részben a területen jelen lévő vaddisznók túrásai következtében.

Écs határában 5 állományt követtünk figyelemmel. A legnehezebben megközelíthető Tönkös (1.) Écs nyugati felén található, beépített utcák szorításában lévő kicsi domb, amelynek tetején egy kicsiny árvalányhajas gyep található, itt 2019-ben 3 tő került elő. 2020-ban a gyep felett egy telepített lucfenyves (*Picea abies*) felnyíló, aranyvesszővel és földi szederrel (*Rubus fruticosus*) benőtt részein is megkerült a faj. Itteni állományában megtalálhatóak voltak var. *aurita* egyedek is. A Jegenyék (2.) egy majdnem 1 hektáros, észak-északkeleti kitétséggű terület. A domboldal alján a tápanyagleomosódás miatt zárt *Solidago gigantea* állomány alakult ki, amelynek felső, kiritkuló részén került elő a faj. Itteni állománya “vándorol”, mert 2014-ben még a terület egy délnyugati, cserjésedő szegletében volt az állomány egésze, innen azonban az erős cserjésedés és a vad túrások miatt kiszorult. Előfordul itt a folttalan mézajkú var. *atrofusca* változat is, a dombságban ez az egyetlen ismert lelőhelye. A Rábaringtól északra található nagy, északi kitétséggű felhagyott domboldal a Jegenyék (3.). Egykor szántó lehetett, déli része mára erősen becserjésedett, az északi ellaposodó részén pedig a tápanyagleomosódás következtében egyre zártabb és magasabb *Solidago* állomány alakult ki. 2018-tól rövid ideig legeltetés zajlott a területen. Ez az egyetlen olyan legeltetett gyep a dombságban, ahol van méhbangó. A túllegeltetés hatására látszólag eltűnt (nem virágzott) a méhbangó, majd 2020-ban a déli részeken ismét magas egyedszámmal jelent meg, majd 2021-ben és 2022-ben az északi részen is több száz virágzó tövet számoltunk.

Pázmándfalun egy területről, a Sípályáról ismert a faj. Kelet, északkelet kitétséggű, homokos lösz alapközetű meredek oldalán rövidfüvű, védett fajokban gazdag félszáraz gyep él. 2015 óta ismert innen a méhbangó (GYÖRIG E. ex verb.), ekkor 70 tő virágzott a területen. A következő években nem történt jelentős változás, ám a 2019-es évben kiugróan magas számban jelent meg (1211 tő). 2020-ban 116 tő, 2021-ben 133 tő, 2022-ben 192 tő nyílt.

1. táblázat. Méhbangó egyedszámok a felmért területeken települések szerint

Településhatár	2019	2020	2021	2022
Győrújbarát	818	1003	696	429
Nyúl	633	817	581	511
Écs	111	470	719	740
Pázmándfalu	1211	116	133	192
<b>Összesen</b>	<b>2773</b>	<b>2406</b>	<b>2129</b>	<b>1872</b>



1. ábra. A Pannonhalmi-dombság méhbangó állományának évenkénti tőszáma a felmérés éveiben

## **Értekelés**

A Pannonhalmi-dombságban csak északi, északkeleti vagy északnyugati kitétségekben található meg a faj. Olyan félszáraz gyepeken, szőlő- és szántóparlagokon, melyek déli kitétségek, több év kutatás során sem találtuk meg, ami az eredetileg atlanti-mediterrán elterjedésű, melegkedvelő faj esetében némiképp meglepő, háttere vizsgálendő. A felnyíló, laza szerkezetű magas aranyvesszős (*Solidago gigantea*) foltokat kifejezetten kedveli, sok esetben zártabb állományaiban is megtalálható, sőt, néhol a legerősebb tövek ilyenekben nőnek. Valószínűleg itt megtalálja azokat a nyílt talajfelszíneket, mely kedvezőbbé teszi számára a csírázást. Csírázásbiológiájával kapcsolatban a jövő kutatási feladatai közé tartozik a *Solidago*-val szimbiózisban élő ektomikorrhizaképző gombafajok meghatározása, amik feltételezhetően szerepet játszanak a méhbangó kedvező életfeltételeinek megteremtésében, lokálisan tömeges fellépésében is. A parlagok felhagyási évének pontos kikutatása segíthet annak meghatározásában, hogy a szukcesszió folyamatának mely stádiumában válnak legkedvezőbbé az ökológiai feltételek a méhbangó elterjedéséhez. A vizsgált évek tendenciózan csökkenő egyedszámai alapján jelenleg úgy tűnik, hogy – területarányosan kalkulálva – a parlagok átlagos kora már meghaladja a méhbangó számára optimális értéket, több esetben a záródott gyepevegetáció és/vagy megindult cserjésedés miatt kiszorult a faj (pl. Tokaj-dűlő, Józanvölgy egyes részei, Fehérkereszt), és ezt a folyamatot a potenciális élőhelyekké váló fiatalabb parlagok nem tudják kompenzálni. A csökkenés várhatóan a jövőben is folytatódni fog, de a fajra jellemző lappangás és az aktuális év terepkutatási intenzitása miatt ingadozhat. A jelenlegi állományok fennmaradását a gyepek optimális kezelésével lehetne elősegíteni, mely elsősorban kaszálást és cserjeirtást jelent. Legeltetésre is van példa, az écsi Káptalan-tag területén megfigyelt változások alapján a körültekintően végzett legeltetés is kedvező megoldás lehet a faj szempontjából. Természetvédelmi szempontból a szinte kizárólag magánterületeken, zártkertes övezetekben, védettséget nem élvező (kivételesen a helyi védetté nyilvánított Józanvölgy, valamint a Natura 2000 védettségű nyúli Kőhányás és Pillis) területeken található populációk jövője bizonytalan, a természetes módon végbemenő szukcessziós változások mellett a telektulajdonosok szemléletén is múlik.

## **Irodalomjegyzék**

- MOLNÁR V.A. (szerk.) (2011): Magyarország orchideáinak atlasza. – Kossuth Kiadó, Budapest.
- MOLNÁR V.A. (2022): Csodálatos növényvilág. – Debreceni Egyetem TTK Növénytani Tanszék, Debrecen, 216 pp.
- SCHMIDT D. (2005): A Pannonhalmi-dombság új fokozottan védett növénye, a méhbangó (*Ophrys apifera* Huds.). – *Kitaibelia* 10: 198
- SCHMIDT D. (2013): A Pannonhalmi-dombság félszáraz gyepeinek összehasonlító vizsgálata. – Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Doktori Iskola, Sopron, 111 pp.
- SCHMIDT D. (2015): Újabb adatok a Pannonhalmi-dombság flórájához. *Kitaibelia* 20(1): 67–73.
- SCHMIDT D. – LENGYEL A. (2008): Adatok a Pannonhalmi-dombság flórájának ismeretéhez. – *Flora Pannonica* 6: 25–57.
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 pp.

# A SOPRONI-HEGYVIDÉK ERDŐÁLLOMÁNYÁNAK ELEMZÉSE HIPER-SPEKTRÁLIS FELVÉTEL ALAPJÁN

Analysis of forest cover of the Sopron Mountains based on hyperspectral imagery

SZALAI ÁRON<sup>1</sup>, DR. KIRÁLY GÉZA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet  
szalai.aron@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A Soproni-hegyvidék erdőállományáról készült hiperspektrális felvétel alapján fafaj-osztályozást hajtottunk végre egy kijelölt mintaterületen. A lucfenyő állományok detektálása volt a legfontosabb cél, de emellett két lombos fafaj, a kocsánytalan tölgy és a bükk osztályozása is megtörtént. Az osztályozásnál az erre a célra leggyakrabban használt SVM eljárást alkalmaztuk, a kapott eredményeket az üzemtervi adatokkal vetettük össze. A továbbiakban terepi referenciaterület felhasználása indokolt az osztályozási eredmények pontosításához.

## ***Abstract***

Based on a hyperspectral survey of the Sopron Mountains forest stand, we carried out a tree species classification in a selected sample area. The focus was on the detection of spruce stands, but in addition two broadleaved tree species, the sessile oak and the beech, were classified. The classification was carried out using the SVM method, the most frequently used for this purpose, and the results were compared with the forest inventory data. The use of a field reference area is now justified to refine the classification results.

## ***Bevezetés***

Az erdőtervezés és gazdálkodás szempontjából elengedhetetlen annak ismerete, hogy milyen faállománytípusból és fafajokból épül fel egy adott erdőállomány. Nagy területek terepi felvételezése rettentő idő- és munkaigényes feladat. A távérzékelés segítséget nyújthat faállományok, egyes fafajok mennyiségi és minőségi jellemzőinek meghatározásában. Azokban az országokban, ahol nagy területű egybefüggő erdőterületek találhatók, már régóta használják a gyakorlatban is ezeket a módszereket. A publikáció alapját képezi az általunk oly kedvelt Soproni-hegyvidék erdőállományáról 2021-ben készült hiperspektrális felvétel. A hiperspektrális felvételek kitűnően alkalmasak faállománytípusok és fafajok elkülönítésére.

## ***A hiperspektrális felvételek alkalmazása az erdészeti kutatásban***

A hiperspektrális felvételek erdészeti felhasználásuk sokrétűségét az irodalomban fel-lelhető gyakorlati példákon keresztül fogjuk megvilágítani. A hiperspektrális felvételek legfontosabb jellemzői a nagy spektrális és kielégítő geometriai felbontás, amelyek alkalmassá teszik az erdőállományok minőségi és mennyiségi mutatóinak detektálására. A 2002. augusztusában lezajlott magyarországi képzőképző spektrométeres repülés alkalmával készült hiperspektrális felvételek feldolgozása során Hargitai elsődleges célja az erdőtípusok elkülönítése volt (HARGITAI 2006). A szerző véleménye szerint az akkori multispektrális felvételek alapján az erdőtípusok mélyebb elkülönítésének automatizálása nem volt lehetséges, ezért fordult a hiperspektrális felvételek irányába.

A hiperspektrális felvételeket fafajok elkülönítésre is használhatjuk. Főként nagy területek esetében megkönnyítheti a fafajok elterjedésének térképezését. Kitűnő példa erre Kanada. A Gulf-szigetek Nemzeti Park területén Jones és munkatársai hiperspektrális (AISA) és LiDAR adatok alapján 11 fafaj térképezését végezték el (JONES et al. 2010). A LiDAR



adatok a szakirodalomban gyakran felbukkannak a hiperspektrális felvételek mellett, mert segítségével nagyobb pontosság érhető el az osztályozás során. A nemzeti park területén végzett felmérés során négy különböző módszer pontosságát hasonlították össze. Az osztályozási technika minden esetben az SVM (támasztó vektoros eljárás, a későbbiek során ismertetésre kerül) volt. Az első módszer csak a hiperspektrális adatokra hagyatkozott, a második kiegészült magassági adatokkal, míg a harmadik a négy lombkoronaszintbe való besorolással, a negyedik módszer esetén pedig csak két lombkorona szintet különböztettek meg. A fafaj osztályozás pontossága csak a spektrális adatokkal 60% és 90% közé esett általában, de voltak 90% feletti értékek. Ez utóbbi természetesen egyes fenyő fajoknál fordult elő. A szerzők várható következtetésekre jutottak, nem minden fafaj esetében nyújtanak nagyobb pontosságot a szerkezeti információk, de általánosságban elmondható, hogy a térbeli és magassági adatok nagyobb pontosságot eredményeznek, mint a csak spektrális adatok alapján végzett osztályozás. Jones és munkatársai fontosnak tartották még kiemelni, hogy a hiperspektrális/LiDAR adatok beszerzése és feldolgozása feleannyiba kerül, mint a légi felvételeken alapuló hagyományos erdőleltár. Bár tegyük hozzá mindkettő más-más információkat szolgáltat az erőről. Így a hiperspektrális/LiDAR adatok feldolgozásával nyert információk jól kiegészíthetik a hagyományos erdőleltár adatállományát.

Nagyon hasonló következtetésre jutottak Dalponte és munkatársai a Pó síkságon található „*Bosco della Fontana*” rezervátum komplex szerkezetű erdőállományának vizsgálata során (DALPONTE et al. 2008). Szintén hiperspektrális és LiDAR adatokat használtak a kiértékeléshez. Annyi különbség adódott a mintaterületen kívül, hogy több osztályozási módszert is összehasonlítottak. Az eloszlásmentes SVM osztályozó bizonyult a leghatékonyabbnak a parametrikus kovariancia analízissel kombinált Gauss-féle maximális valószínűséggel és a k-legközelebbi szomszédal szemben. A domináns fafajok (*Carpinus betulus*, *Juglans regia*, *Platanus hybrida*, *Quercus rubra*) esetében elérhető volt a 85-90%-os pontosság. Viszont a főként elegyben megtalálható fajoknál akár 50%-nál is alacsonyabb volt a pontosság, a LiDAR adatok a legtöbb esetben javítottak a pontossági értékeken. A LiDAR adatok bevonása az elemzésekbe nagyban megkönnyíti a hasonló spektrális jellemzőkkel bíró, de különböző magasságú fajok elkülönítését. Összességében kijelenthető, hogy a hiperspektrális és a LiDAR adatok együttes alkalmazása csökkenti a számítási időt és a növeli az általánosítás lehetőségét, tehát csökkenti a költségeket. A példák jól mutatják, ha egy kanadai és olasz kutató csoport is ugyanarra az eredményre jutott két teljesen különböző mintaterületen, a módszer alkalmazhatósága bizonyított.

Még egy finn példát citálnánk a hiperspektrális és LiDAR együttes alkalmazásának témakörébe Európa északi, Finnország déli boreális zónájából (MÄYRÄ et al. 2021). Általánosságban kijelenthető, hogy az erdészeti célból végzett távérzékelési felvételezések főként az erdők gazdasági szerepe szempontjából fontos paramétereket és fajokat célozzák meg. Így az alacsonyabb gazdasági értékű, de ökológiailag nagy szereppel bíró fajok háttérbe szorulnak. Mäyrä és munkatársai ezen fajok detektálását célozták meg a már sokat emlegetett hiperspektrális és LiDAR adatok kombinálásával, kiegészítve még földi referencia adatokkal. Az osztályozáshoz az SVM mellett alkalmazták még a 3D-CNN (3 *Dimension Convolutional Neural Networks*), a *Random Forest*, a gradiens növelő és a mesterséges neurális háló (ANN) osztályozó módszereket. A közönséges luc, erdei fenyő, nyír fajok és a rezgő nyár detektálása volt a cél. Az osztályozók közül a 3D-CNN eljárás teljesített a legjobban. A 4 m-es felbontású felvételek esetében a rezgő nyár osztályozásának F1-próba értéke 0,91, az összes fajnál 0,86, míg az összesített pontosság 87% volt, a 10 m-es felbontású felvételeknél az F1-próba értéke az összes fajnál 0,83, és az összesített pontosság 85%. Az SVM és az ANN osztályozók F1-próba értékei a vizsgált fafajokra vonatkozóan 0,8 feletti, és az összesített pontosság értéke mindkét eljárásnál szintén 80% feletti, de alacsonyabbak a 3D-CNN eljárás pontosságánál. Megállapítható, hogy a 3D-CNN osztályozó hatékonyabb volt

a túlevelű fajok és a rezgő nyár elkülönítésében a referencia modelleknél. Az előző publikációkhoz képest egy új eredmény, hogy van egy osztályozó, ami hatékonyabb, mint az SVM.

Az előzőekben említettekén kívül a hiperspektrális felvételeket használják az invazív fajok terjedésének térképezésére is. Hamada és munkatársai *Tamarix* fajok terjedésének vizsgálatára nagy térbeli (0,5 m) és spektrális (4 nm) felbontású, vagyis hiperspektrális felvételeket használtak (HAMADA et al. 2007). Többféle osztályozási eljárást is teszteltek. A mintaterület a dél-kaliforniai folyóparti élőhelyeket foglalta magában, mivel az inváziós növényfajok megjelenésének veszélye a mediterrán ökoszisztémákat jobban érinti. Az osztályozási módszereket összehasonlítva a leghatékonyabbnak a paralelepipedon osztályozót találták.

### ***Anyag és módszer***

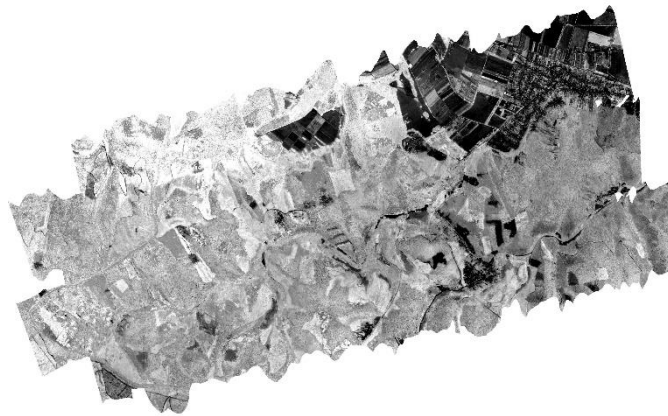
Az Envirosense Hungary Kft. a Soproni-hegyvidékről a Soproni Egyetem megbízásából 2021-ben készítette egy repülőre szerelt hiperspektrális kamerával azt a légi felvételt, melynek feldolgozása publikációnk témáját képezi. A passzív optikai felvételek előfeldolgozása során elvégzendő korrekciókat a felvételt készítő cég elvégezte. A mi feladatunk a felvételek feldolgozásának további lépései; a transzformálás és az osztályozás voltak. Az általunk használt képelemző szoftver az ENVI régebbi 4.7-es verziója, mely szoftver liszenszével a Soproni Egyetem Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézete rendelkezik. Segítségével szinte minden típusú adat feldolgozható: multispektrális, hiperspektrális, termikus, LiDAR és SAR. Programozási ismereteket nem igénylő, könnyen tanulható GIS-szoftver.

### ***A távérzékelte felvételek előkészítése az osztályozáshoz***

Az Envirosense Hungary Kft. által készített hiperspektrális felvétel 169 sávból áll. Jellemzően az osztályozás során nem használjuk fel az összes sávot. A felvételek zajosak és az információ tartalmuk különböző. A zajszűrésre különböző, szintén beépített transzformáló modulok állnak rendelkezésre az ENVI-ben.

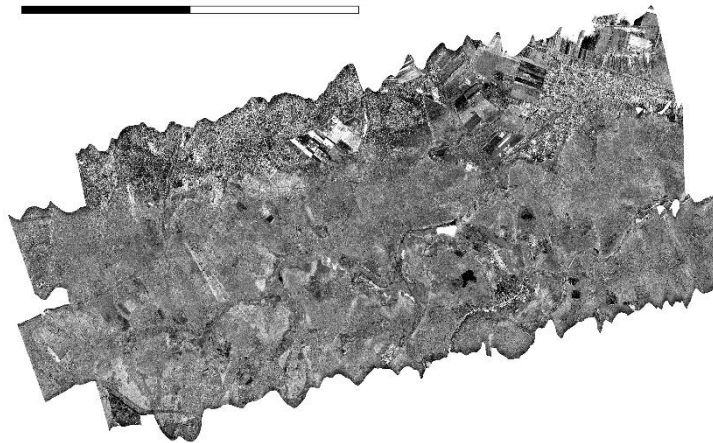
Az egyik zajszűréshez gyakran használt transzformáció az MNF (*Minimum Noise Fraction*). Segítségével meghatározható a képadatok eredeti kiterjedése, az adatoktól elkülöníthető a zaj és csökkenthető a további feldolgozás számítási igénye. A jelenlegi formájában módosított MNF-et Green és munkatársai fejlesztették ki 1988-ban (L3HARRIS 2022). Ez egy lineáris transzformáció, mely két főkomponens analízisből áll. Az első a zajkovarianciamátrix főkomponenseinek segítségével dekorrelálja és átskálázza a felvételen található zajt (zajfehérítés), a transzformált képen a zajnak egységnyi varianciája van, és a sávok között nincs korreláció. A második forgatás az eredeti felvétel főkomponenseit használja, miután azon már megtörtént az első főkomponens analízis. Abból kifolyólag, hogy később spektrális feldolgozás következik, az adatok eredeti kiterjedését a végső sajátértékek és a kapcsolódó képek elemzésével határozzuk meg. Két részre osztjuk az adatteret: egy nagy sajátértékekhez és összetartozó sajátképekhez kapcsolódó részre, és egy közel egységnyi sajátértékeket és zajdominált képeket tartalmazó részre. Csak a koherens részeket vizsgálva jobbak lesznek a spektrális feldolgozási eredmények, mert a zaj elkülönül az adatoktól. Az MNF transzformáció eredményének képe az 1-3. ábrán látható az adott spektrális sávokban.

0 2 000 4 000 m



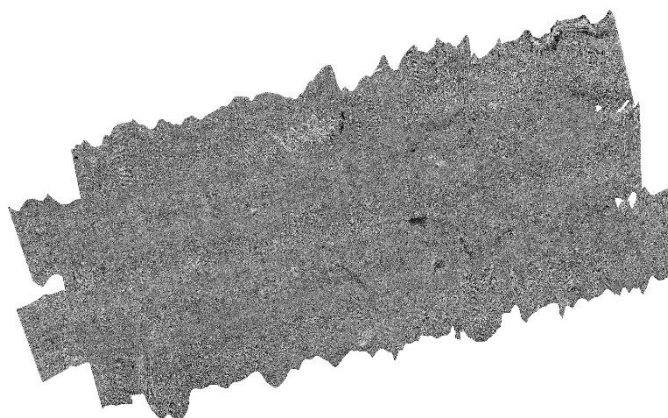
*1. ábra: A felvétel 2. sávjának képe az MNF transzformáció után.*

0 2 000 4 000 m



*2. ábra: A felvétel 20. sávjának képe az MNF transzformáció után.*

0 2 000 4 000 m



*3. ábra: A felvétel 40. sávjának képe az MNF transzformáció után.*

### *A képosztályozási eljárások*

Az osztályozási módokat két nagy csoportra oszthatjuk már első körben. A tanítóterületek nélküli osztályozási módot nevezzük nem felügyelt osztályozásnak, a tanítóterületeket igénylő osztályozási módot pedig felügyelt osztályozásnak nevezzük.

A nem felügyelt osztályozás a statisztikák alapján csoportosítja a pixeleket, nem kell megadni képzési osztályokat. Az ISODATA egy nem felügyelt osztályozási mód. Az osztályozás során először kiszámítja az egyenletesen elosztott osztályközéértékeket az adattérben, majd a pixeleket a minimum távolság eljárás felhasználásával iteratív módon klaszterezi. Minden iteráció során az átlagokat is újraszámolja, és újraosztályozza a pixeleket az új átlagok alapján. A folyamat abbamarad, ha az iterációk maximális számát elérjük, vagy az iteráció során osztályt váltó pixelek százalékos aránya kisebb lesz, mint a változási küszöbérték. Azt meg kell adni, hogy hány osztályt szeretnénk látni az osztályozás végén.

A felügyelt osztályozási módokból jóval több áll rendelkezésre. Itt a tanuló területek téves létrehozására kell nagyon ügyelni, mert ha a tanuló területek tévesen lesznek kijelölve, az osztályozás eredménye is helytelen lesz, amiből hibás következtetések vonhatók le. A nagyszámú osztályozási mód közül csak azt emelnénk ki, amelyet használni is fogunk az adatok feldolgozása során. Az erdőállományokról készült hiperspektrális felvételek feldolgozásához egyik leggyakrabban használt osztályozási mód az SVM (*Support Vector Machine*). Magyarul támasztó vektoros eljárásnak nevezzük. Az SVM a komplex és zajos felvételek osztályozásánál hoz jó eredményeket. Az osztályok szétválasztásához egy döntési felületet használ, amely maximalizálja az osztályok közötti különbségeket. A felületet hipersíknak nevezik, és az ehhez legközelebb eső adatpontok alkotják a támasztó vektorokat. Célunk az osztályozás során az SVM eljárás pontosságának összehasonlítása az üzemtervi adatokkal.

### *A fáatlan területek leválogatása az osztályozás előtt*

Az osztályozás során a fafajok detektálása történik meg, tehát célszerű a fáatlan területeket az osztályozás előtt leválogatni, és az osztályozást csak az így megmaradó területekre lefolytatni. Erre a legalkalmasabb az NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), vagyis normalizált vegetációs index, amely a legelterjedtebb műholdas vegetációs index (Belényesi et al. 2013). Segítségével a fotoszintetikus aktivitáson keresztül detektálható a felszín növényzettel való borítottsága, mert minél zöldebb a felszín, annál magasabb a fotoszintetikus aktivitás. A növényzetről a közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (Red) sávban visszaverődött fényerősség különbségének és összegének hányadosa adja. Ennek számításához mérni kell a közeli infravörös és a látható vörös tartományban a visszavert fényintenzitásokat.

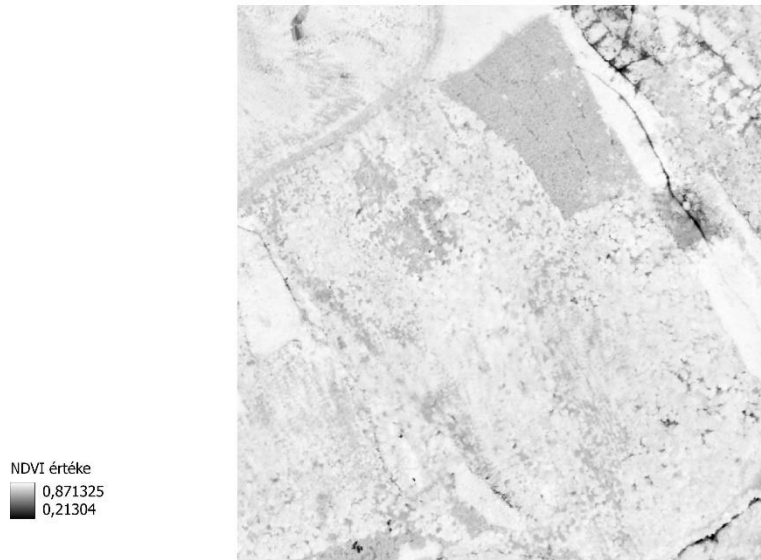
$$NDVI = \frac{Q_{NIR} - Q_R}{Q_{NIR} + Q_R} \text{ (Belényesi et al. 2013)}$$

$Q_R$  a vörös tartományban mért radiometriai érték

$Q_{NIR}$  a közeli infravörös tartományban mért radiometriai érték

A normalizálásnak köszönhetően -1 és +1 közötti értéket kapunk végeredményként. A 0 vagy az alatti érték mutatja a növényzet teljes hiányát. Az NDVI egy összesített képet közöl a növényzet életképességéről. Felvételtől függően egy 0,5 körüli értékre lőhetjük be azt az értéket, aminél nagyobb szám esetén zöld növényzet borítja a felszínt. Ehhez szükség van egy osztályozási eljárásra, ez a döntési fa módszer lesz. Ez egy vagy-vagy osztályozó. Megadva a 0,5 körüli értéket, ami annál kisebb azt nem borítja növényzet, az ennél nagyobb értéknél vegetációt detektáltunk. A mintaterület NDVI értékeit a 4. ábra szemlélteti.

0 200 400 m



4. ábra: A mintaterület NDVI értékeinek térképe.

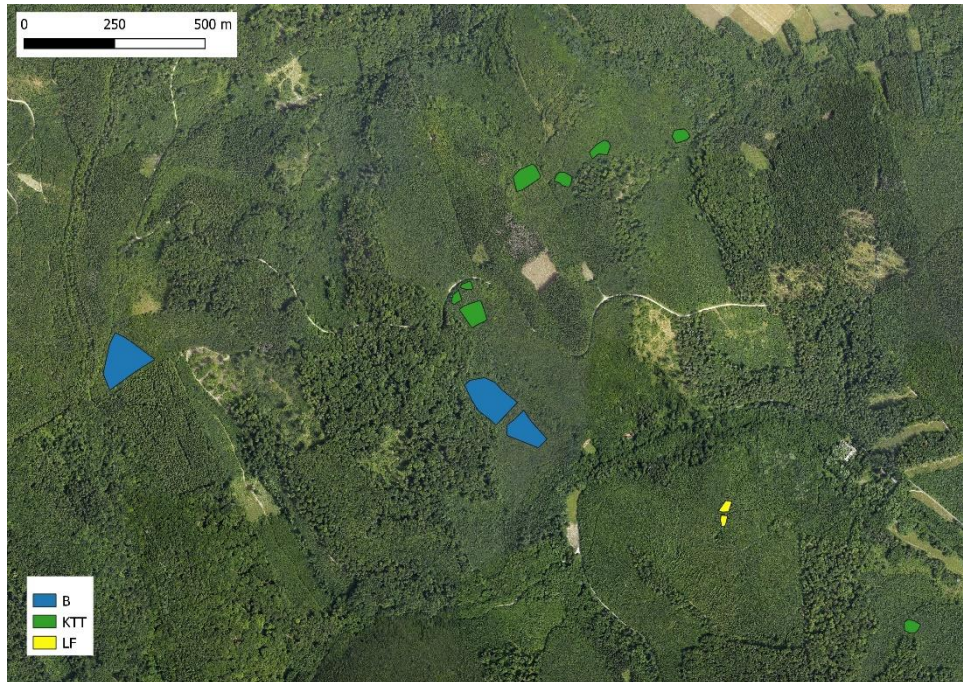
#### *Tanítóterületek létrehozása*

A QGIS egy nyílt forráskódú széleskörű felhasználásra alkalmas térinformatikai szoftver. A tanítóterületek elkészítéséhez használtuk a programot. Az üzemterv adatbázisainak kezeléséhez viszont a topoXmap-et hívtuk segítségül. Leválogattuk az elegyetlen állományokat, és ezeken az erdőrészekeken belül jelöltük ki az egy-egy fafajhoz tartozó tanítóterületeket. A kijelölt tanítóterületek az 5. ábrán láthatók.

#### *A mintaterület bemutatása*

A mintaterületem a Hideg-vízvölgyi Erdőrezervátumban található Sopron 186 D erdő-részlet. A hideg-vízvölgyi erdőrészekről elmondható, hogy a legkevésbé zavarásnak kitett területek a hegyvidéken. A kommunista időkben a lakosság elől teljesen el voltak zárva ezek a részek, sőt az erdészeti munkák végrehajtása is sokszor nehézségbe ütközött. A jelenlegi helyzetben pedig a várostól való távolsága és az autós forgalom korlátozottsága tartja távol a turista tömegeket. A faállomány szempontjából hasonló folyamatok zajlottak le, mint az egész hegyvidéken. A több hullámban zajló fenyőpusztulás hatására a luc visszaszorult a területen, és már csak elegyben a hűvös északi oldalakon és a völgyekben található meg. A luc helyét a bükk vette át. De jellemzően elég változatos a terület az elegyarány szempontjából, és köszönhetően a védettségnek főként idősebb állományokat találunk itt. Így kitűnően alkalmas teszterületnek fafaj osztályozási kísérletekhez.

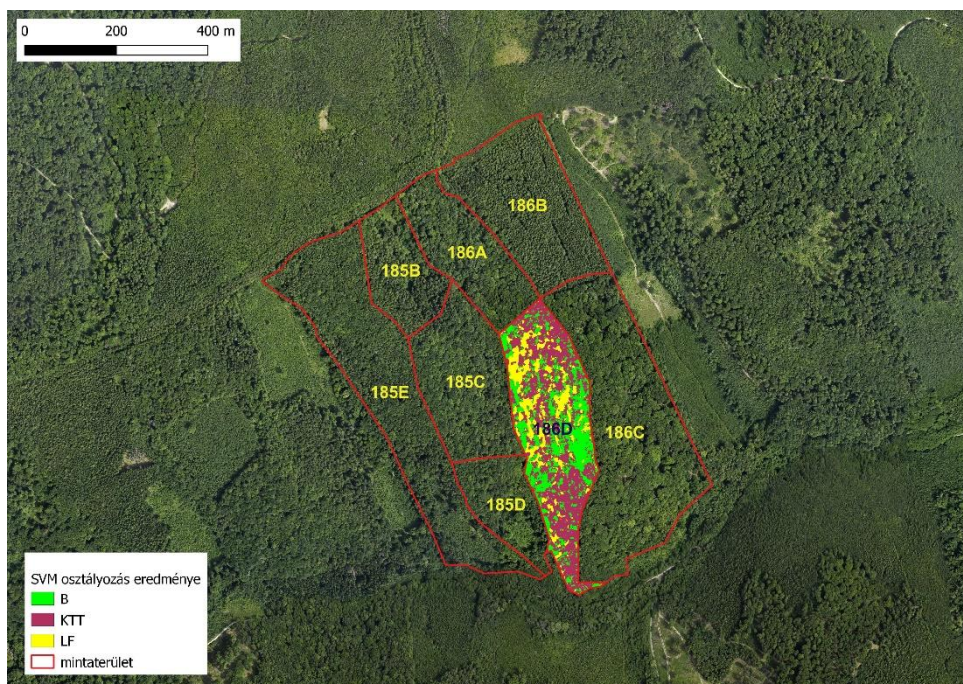




5. ábra: A tanítóterületek kijelölése.

### **Eredmények**

A kész tanítóterületeket ESRI shape formátumból ROI fájlkká alakítottuk ENVI-ben, majd a 6. ábrán jelölt 8 erdőrésztletre lefuttattuk az SVM osztályozót.



6. ábra: A SVM osztályozás eredménye a 186 D erdőrésztlet esetében.

Az osztályozás eredményét a 186 D erdőrészlet esetében összehasonlítottuk az üzemtervi adatokkal. Három fafajnak készítettük el a tanítóterületeit az üzemtervben található 6 fafajhoz képest. A lombos fafajok az üzemterv szerint 70%-ot tettek ki, míg az osztályozás eredménye 82%. A tanítóterületek 3 fafajra korlátozódása miatt a gyertyán és a nyír is bükknek vagy kocsánytalan tölgynek lett besorolva, míg a vörösfenyő pedig lucnak. Az 1. táblázatban az osztályozás eredményénél zárójelben jelöltük meg azokat a fafajokat, amelyeknek nem volt tanítóterületük, de besorolásra kerültek az általunk osztályozott három fafaj valamelyikébe. Az üzemtervi adatok pontosságát is figyelembe véve, az SVM osztályozás eredménye helytállóan bizonyul.

1. Táblázat: A 186 D erdőrészlet üzemtervi adatainak és az osztályozás eredményének összehasonlítása

üzemtervi adatok		SVM osztályozás eredménye	
fafajok	százalék (%)	tanítóterületek	százalék (%)
KTT	19	KTT (GY, NYI)	50
B	18	B (GY, NYI)	32
GY	13	LF (VF)	18
NYI	20		
VF	17		
LF	13		

### Következtetés

A felügyelt képosztályozás egyik legfontosabb része a tanítóterületek megfelelő kiválasztása. Az eredményekből jól látszik, hogy az üzemtervi adatok erre nem a legalkalmasabbak. Ezért érdemes terepi mintaterületeket alkalmazni a tanítóterületek kiválasztásához és az osztályozás ellenőrzéséhez is. A felvétel további feldolgozása a fentiek figyelembe vételével indokolt.

### Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Gallai Bencének és az intézet minden munkatársának a publikáció elkészítése során nyújtott segítséget, és a TKP2021-NVA-13 azonosító számú projekt keretében kapott támogatást.

### Irodalomjegyzék

- BELÉNYESI M. – BURAI P. – CZIMBER K. – KIRÁLY G. – KRISTÓF D. – TANÁCS E. (2013): Távérzékelési adatok és módszerek erdőtérképezési célú felhasználása, megvalósíthatósági tanulmány.
- CHO M. A. – SKIDMORE A. K. – SOBHAN I. (2009): Mapping beech (*Fagus sylvatica*) forest structure with airborne hyperspectral imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 201-211.
- DALPONTE M. – BRUZZONE L. – GIANELLE D. (2008): Fusion of Hyperspectral and LiDAR Remote Sensing Data for Classification of Complex Forest Areas. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 46(5): 1416-1427.
- HAMADA Y. – STOW A. D. – COULTER L. L. – JAFOLLA J. C. – HENDRICKS L. W. (2007): Detecting Tamarisk species (*Tamarix spp.*) in riparian habitats of Southern California using high spatial hyperspectral imagery. *Remote Sensing of Environment* 109: 237-248.
- HARGITAI H. (2006): A hiperspektrális képfeldolgozás módszerei és az első magyarországi képkalkuló spektrométeres repülés adatainak elemzése. Doktori (PhD) értekezés.
- JONES T. G. – COOPS N. C. – SHARMA T. (2010): Assessing the utility of airborne hyperspectral and LiDAR data for species distribution mapping in the coastal Pacific Northwest, Canada. *Remote Sensing of Environment* 114: 2841-2852.

- KERTÉSZ P. (2014): Bükkös állapotának felmérése hiperspektrális felmérés alapján. Diplomamunka. NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron. 45 fol.
- L3HARRIS (2022): L3Harris Geospatial Solutions, Inc. Forrás: [https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/using\\_envi\\_Home.html](https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/using_envi_Home.html) – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- MÄYRÄ J. - KESKI-SAARI S. - KIVINEN, S. – TANHUANPÄÄ T. – HURSKAINEN P. – KULLBERG P. – POIKOLAINEN L. – VIINIKKA A. – TOUMINEN S. – KUMPULA T. – VIHervaara P. (2021): Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. Remote Sensing of Environment 256: 1-16.
- MOLLAYNÉ MADAS G. – MOLNÁR Á. – TAMÁS J. (2011): A Soproni-hegység erdőállományainak története. Sopron, TAEG Zrt. 239 p.



# A FEHÉR AKÁC (*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) INJEKTÁLÁSOS VISSZASZORÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A SZŐCEI LÁPRÉTTTEL HATÁROS ERDŐRÉSZLETEKBE

Studies on the control of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) by injection in forest subcompartments neighbouring the marsh meadow at Szőce

TUBOLY KRISZTIÁN ISTVÁN<sup>1</sup>, FERA GÁBOR<sup>2</sup>, SZÉPLIGETI MÁTYÁS<sup>3</sup>, CSISZÁR ÁGNES<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

<sup>2,3</sup>Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság  
tuboly.krisztian1@gmail.com

## ***Kivonat***

Az Őrségben, a szőcei tőzegmohás lápréttel határos, fokozottan védett természeti területen található erdőrészekben a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) jelentős arányban figyelhető meg, ezért az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság 2021-ben az akác visszaszorítását célzó kezeléseket indított el, hogy megakadályozza a faj terjedését a védett láprétet övező élőhelyek irányába. A kezelés 2021 szeptemberében törzsinjektálással történt. A kezelés hatékonyságát 2022 nyarán a kezelt faegyedek %-os arányú lombkoronavesztésének vizsgálatával értékeltük. A 186 kezelt faegyedből 163 esetén 100%-os lombkoronavesztést tapasztaltunk sarjak megjelenése nélkül, 23 egyed esetén tapasztaltunk a lombkoronában életképes, leveles hajtásokat, illetve sarjadást. Ezekben az egyedekben 2022 októberében utókezelés történt, amelynek hatékonysága a következő évben kerül kiértékelésre.

## ***Abstract***

In strictly protected forest subcompartments neighbouring the marsh meadow at Szőce (Őrség region), a significant spread of the black locust (*Robinia pseudoacacia*) can be observed, therefore in 2021 the Őrség National Park Directorate started treatments aimed to prevent the further spread of the species in the direction of the protected meadow. The treatment was carried out in September 2021 with trunk injection. The efficiency of the treatment was evaluated in the summer of 2022 by examining the canopy loss in % of the treated trees. In 163 of the 186 treated trees, we experienced 100% loss of the canopy without resprouting, in the case of 23 individuals we experienced viable, leafy shoots in the canopy or resprouting. These individuals underwent post-treatment in October 2022, the efficiency of which will be evaluated the following year.

## ***Bevezetés***

A fehér akác intenzív terjedésével számos védett területen okoz problémát (BAJOR – PENKSZA 2017, DEMETER – LESKU 2017, GERGELY et al. 2017, KOCSIS 2017, MAGOS 2017, SZÉNÁSI 2017, SZTELLIK 2017, TAKÁCS et al. 2017, TÓTH 2017, TÓTH et al. 2017, VADÁSZ 2017, VERŐ – CSÓKA 2017). A faj természetvédelmi jelentőségét jól jelzi egy közelmúltban készült kérdőíves felmérés, amely hazánk védett területeit kezelő természetvédelmi szakemberekkel készült az általuk kezelt területeken problémát okozó inváziós fajokról (KÉZDY et al. 2017, CSISZÁR et al. 2020). A felmérés eredményeként a fehér akác bizonyult a legtöbb védett területen problémát okozó inváziós növényfajnak.

A faj visszaszorítására számos módszer létezik, azonban az esetek többségében a mechanikai kezelések önmagukban nem, vagy csak hosszú idő alatt képesek a faj visszaszorítására. Az akác visszaszorítására alkalmazott vegyszeres kezelések között említhetjük a sarjak permetezését, kisebb törzsátmérő esetén a kéregsebzéses kenést, illetve nagyobb törzsátmérő esetén a vágáslap kenését és a törzsinjektálást (CSISZÁR – KORDA 2017). A

törzsinjektálás a szükséges engedélyek megszerzését követően védett területeken is széles körben alkalmazott módszer, mivel alacsony vegyszerigényű, magas szelektivitású, nem időjárás érzékeny módszer, azonban élőmunka igénye magas és kivitelezése szakértelmet igényel. Mindezek figyelembevételével a számos védett növényfajnak otthont adó szőcei láprét közelében található erdőrészteltekben az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság munkatársai az akác visszaszorítását célzó törzsinjektálásos kezeléseket indítottak el, hogy megakadályozzák a faj terjedését a védett lápréttel szomszédos élőhelyeken.

### **Anyag és módszer**

A fehér akác visszaszorítását célzó kezelések az Őrségben, a Szőce 475/B, 475/C és 475/TI fokozottan védett erdőrészteltekben, összesen 1,13 hektáron kerültek kivitelezésre. Az erdőrésztelteket a tőzegmohás lápréttől csak egy 7–10 méter széles, mézgás éger (*Alnus glutinosa*) dominanciájú sáv választja el (1. ábra). Az erdőrészteltek kultúrerdőként vannak nyilvántartva, de mivel részét képezik a Natura 2000 hálózatnak, ezért elsődleges rendeltetési módjuk természetvédelmi. Faállományukat tekintve egyéb lomb elegendő-akácus erdőrészteltek, melyeket gyertyános-kocsányos tölgyesre terveznek átalakítani.



1. ábra: A vizsgálati terület és környezete (fotó: Tuboly Krisztián)

A fehér akác visszaszorítását célzó kezelést – a szükséges engedélyek beszerzését követően – az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság által megbízott vállalkozó 2021 szeptemberében kezdte el, törzsinjektálás alkalmazásával. Injektálás a 10 cm-t meghaladó törzsméretű egyedek esetén történt, ahol a törzsek kerületén haladva 5–10 centiméterenként, 8-as fűrészárral, 7–10 cm mélységű furatok készültek, úgy, hogy a furat 45°-ban lefelé, húr irányba állítva minél több szállítóelemet érintsen. A furatba 5 ml Cresco Total (glifozát tartalmú) hígítatlan gyomirtószer került, majd a furatot sógyurmával lezárták. A faegyedek azonosításának elősegítésére minden faegyedre egyedi azonosító fémlap került. Összesen 186 faegyed kezelése történt meg (2. ábra).



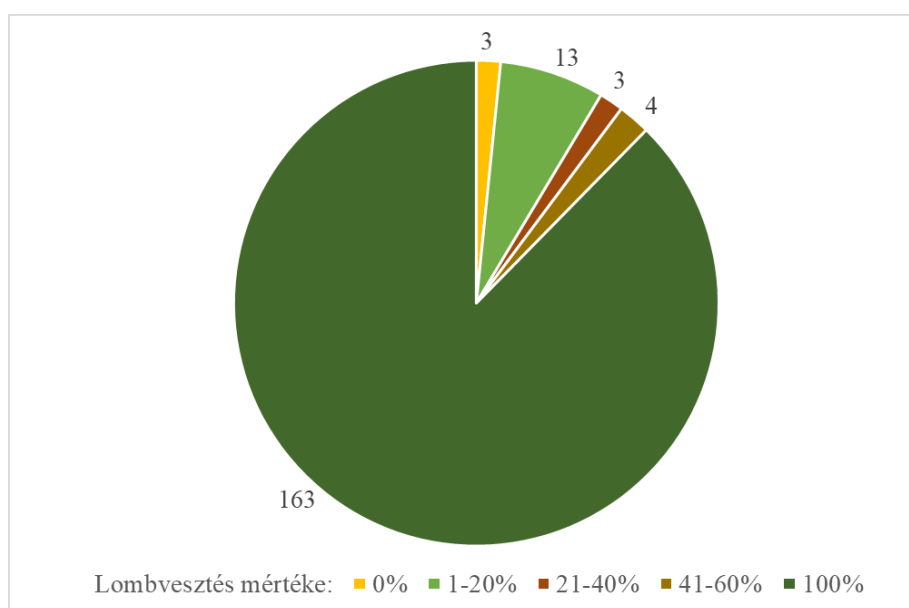


2. ábra: Furatkészítés és injektálás az utókezelés során (fotó: Tuboly Krisztián)

A kezelés kiértékelése a kezelést követő évben, 2022 nyarán történt. Minden sorszám-mal ellátott kezelt törzset megkerestünk és lombkorona szemrevételezése során a teljes lombkoronához viszonyítva %-os arányban értékeltük a lombkoronavesztést.

### **Eredmények**

A 186 injektálással kezelt faegyedből 163 esetén teljes mértékben sikeres volt az injektálás, azaz a lombkoronavesztés 100%-os volt, újrahajtás, ill. sarjak megjelenése nem volt tapasztalható. Mindössze 23 egyeden volt részben vagy teljesen hatástalan a kezelés, melyek közül 3 faegyed esetén semmilyen károsodás nem volt megfigyelhető, 20 esetén részleges károsodást tapasztaltunk. A részleges károsodás jellemzően 2–3 ágon megjelenő leveles hajtást jelentett, míg a lombkorona további részén lombvesztés volt tapasztalható. A kezelt faegyedek közül 13 esetén 1–20%-os, 3 egyed esetén 21–40%-os, 4 egyed esetén 41–60%-os újrahajtást, illetve esetenként sarjak megjelenését tapasztaltuk (3. ábra).



3. ábra: A törzsinjektálással kezelt faegyedek (db) lombvesztésének aránya a teljes lombkoronához viszonyítva

### ***Következtetések***

Összességében megállapítható, hogy az akác faegyedek törzsinjektálással való kezelése sikeres volt, mivel az injektált egyedek 88%-ánál teljes lombvesztést tapasztaltunk sarjak megjelenése nélkül. Természetesen a kezelés sikerességének végleges értékeléséhez továbbra is szükséges a kezelt faegyedek monitorozása az elkövetkezendő években. A kezelt egyedek 12%-ánál a kezelés részben vagy teljesen sikertelen volt, nagyobb mértékű újrahajtást, illetve sarjképzést azonban csak néhány egyed esetén tapasztaltunk. Hasonló jelenséget az akác természetvédelmi célú kezelése során más szerzők is tapasztaltak, bár a kezelést túlélő egyedek aránya különböző volt, és az újrahajtás a kezelést követően egy-két hónap múlva vagy a következő vegetációs időszakban volt tapasztalható (DEMETER – LESKU 2017, KOCSIS 2017, MAGOS 2017). A jelenség okai egyelőre nem teljeskörűen tisztázottak, jelen esetben feltételezhetően a törzsátmérőhöz képest kevesebb furat készítése, esetleg a furat kedvezőtlen szögben történő kivitelezése okozhatott problémát, mivel a sikertelen kezelés csak a vastag egyedeknél volt megfigyelhető. Egy faegyed esetén vihar törte ketté törzset, amely később több oldalon is sarjakat hozott. Az újrahajtott egyedeket a nemzeti park igazgatóság munkatársai 2022 októberében a korábbi kezeléssel megegyező módon utókezelték. Mivel a vizsgálati területet egy tanösvény keresztezi, illetve keleti irányból egy közforgalom által használt út határolja, ezért a veszélyes, elhalt fákat az igazgatóság a közeljövőben ág-tiszta törzsig ledarabolatja vagy kivágatja (4. ábra). A kezelt egyedek teljes eltávolítása csak a közforgalmú út mellett fog megtörténni, ahol nyílt területre lehet dönteni a fákat. Az erdőbelsőben a bolygatás minimalizálása érdekében az elhalt fák koronájának ledarabolása ipari alpinista bevonásával fog megvalósulni. Számos törzsön már az utókezelés idején is rovar- és gombafajok, illetve madárodúk előfordulását tapasztaltuk, ezért a balesetmegelőzési szempontból veszélytelen fák a jövőben az erdő holtfakészletét fogják gyarapítani.



*4. ábra: Lombjukat vesztett akácok a vizsgálati területen (fotó: Tuboly Krisztián)*

## ***Irodalomjegyzék***

- BAJOR Z. – PENKSZA K. (2017): Özönnövények visszaszorítása a homoktövis újpesti élőhelyén. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 49-60.
- 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.
- CSISZÁR Á. – KORDA M. (2017): Inváziós növényfajok visszaszorításával kapcsolatos kezelési kísérletek összefoglalása. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 191-198.
- DEMETER L. – LESKU B. (2017): Özönnövények irtása a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság délnyírségi területein. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 79-84.
- GERGELY A. – BAJOR Z. – KORDA M. – BARTHA D. (2017): Inváziós és egyéb adventív fás szárú fajok irtásának tervezése és kivitelezése a csepeli Tamariska-dombon. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 85-92.
- KÉZDY P. – CSISZÁR Á. – KORDA M. – BARTHA D. (2017): Természetvédelmi kezelést végző szakemberek tapasztalatai az inváziós fajokról – egy hazai, kérdőíves felmérés eredményei. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 11-14.
- KOCSIS G. I. (2017): Bálványfa irtás a kisalföldi homokvidéken. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 95-102.
- MAGOS G. I. (2017): Az akác elleni védekezés a Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Mátrai Tájegységében In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 105-108.
- SZÉNÁSI V. (2017): Özönnövények visszaszorítása a Turai Legelő Természetvédelmi Területen. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 131-134.
- SZTELLIK E. (2017): Inváziós fafajok visszaszorítása a Szabadság-szigeten hagyományos és sűrű soros erdő-felújítási technológiával, egyedi irtással. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 145-144.
- TAKÁCS G. – SZIDONYA I. – ENDRŐDYNÉ KIRÁLY N. – KELE F. – KIRÁLY M. – PESZLEN R. – SZŐKE P. (2017): Özönnövények irtási tapasztalatai kísérleti és üzemi körülmények között a Győr környéki homokpusztán. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 149-162.
- TÓTH M. (2017): Bálványfa a Fóti-Somlyó Természetvédelmi Területen – egy sikeres kezelési tevékenység rövid története. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 163-168.
- VADÁSZ CS. (2017): Az inváziós növényfajok visszaszorításának tapasztalatai a Felső-kiskunsági Turjánvidéken. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 181-188.
- VERŐ GY. – CSÓKA A. (2017): Özönnövény kezelési tapasztalatok a nagykőrösi pusztai tölgyesekben és a Turjánvidéken. In: CSISZÁR Á. – KORDA M. (szerk.): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. 2. kiadás. Rosalia kézikönyvek 3. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp: 191-198.



# ALSÓ ÁLLKAPOCS MÉRÉSEN ÉS PONTOZÁSÁN ALAPULÓ KORBECSLÉSI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA GÍMSZARVAS (CERVUS ELAPHUS) ESETÉBEN

Assesment of the Applicability of Age Estimation Methods Based on Measurement and Scoring of Lower Jaw in Red Deer (*Cervus Elaphus*)

VÁGÓ SÁRA<sup>1</sup> ÉS TARI TAMÁS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet  
tari.tamas@uni-sopron.hu

## **Kivonat**

A vizsgálatban korbecslési módszerek alkalmazhatóságát vizsgáltuk gímszarvas (*Cervus elaphus*) esetében. Összesen 88 egyed alsó állkapcsát vizsgáltuk meg. Végeztünk fogcsiszolat alapján korbecslést. Elemeztük az állkapocs hét méretparaméterének változását a kor függvényében. Továbbá, fogkopás pontozásán alapuló módszert is teszteltünk, amit ezidáig nem használtak Magyarországon. Az eredményekből kiderül, hogy a cementrétegek alapján meghatározott kor és a többi vizsgált módszer között jelentős eltérések figyelhetők meg. A legtöbb mért állkapocs paraméter csak kismértékben függ a kortól, így azok legfeljebb korosztályi elkülönítésnél használhatók. A pontozásos módszer 7 éves korig 1-2 éves pontosságú eredményeket hozott összehasonlítva a cementrétegek számlálásával kapott eredményekkel. Hétéves kor fölött, magyarországi körülmények között a módszer nagy hibákkal terhelt.

## **Abstract**

This study tested the applicability of age estimation methods for red deer (*Cervus elaphus*). A total of 88 individuals were examined using the lower mandible. Age estimation based on cement layer counting was used. We analysed the variation of seven size parameters of the mandible as a function of age. In addition, we tested a method based on tooth wear scoring, which has not been used in Hungary so far. The results show significant differences between the age determined by cement layers and the other methods tested. Most of the measured jaw parameters are only slightly dependent on age, so they can only be used for age segregation at most. The scoring method yielded results with an accuracy of 1-2 years up to 7 years of age compared to results obtained by counting cement layers. Above seven years of age, the method is subject to significant errors in Hungarian conditions.

## **Bevezetés**

Magyarország gímszarvas állománya az utóbbi évtizedekben jelentős növekedésen ment keresztül (CSÁNYI ET AL., 2023). Az emelkedő létszám mellett az állomány ivari és korosztályi összetételének változása is megfigyelhető (BUZGÓ, 2009). Ennek megfelelően a vadászatra jogosultnak elengedhetetlen az általuk kezelt vadállomány koreloszlásának ismerete, ez a megfelelő korosztályi viszonyok kialakításához és az eredményes trófeagazdálkodáshoz is fontos információ. A korösszetétel nagy hatással van a populáció teljesítményére és az állomány minőségére is. Az adott területen lévő állomány koreloszlása és az egyedek kora többféleképpen is becsülhető, lehetőség van az élő vad korbecslésére szemrevételezés vagy élővad befogás révén, valamint az elejtést követő vizsgálatokkal (FARAGÓ & NÁHLIK, 1997). A terepen történő megfigyelés a legkevésbé megbízható, az esetek többségében csupán a korcsoport határozható meg, ettől pontosabb becslésre adnak lehetőséget elejtést követően végzett vizsgálatok. Magyarországon valamennyi hasznosított gímszarvas bika tró-

feájának bírálatra történő bemutatása kötelező. A bírálat során megállapításra kerül a nemzetközi képletnek megfelelő pontszám, az elejtés szabályossága és az egyed kora. A gímszarvas bika esetében erre több lehetőség is rendelkezésre áll.

A kor megállapításában segítségükre lehet a koponya, azon belül például a koponyatető varrat, amely az állat idősödésével fokozatosan egybesimul a koponya síkjával (PÁLL, 1985). Továbbá figyelembe vehető a koponya hossza, amely a korral növekedést mutat SZUNYOGHY (1963), illetve a harántporc szélessége is, amely az állatok korosodásával egyre szűkebbé válik, majd eltűnik (KŐHALMY, 1999). Ide tartozik továbbá az agancstő vastagsága, a koszorúk nagysága, valamint az agancslevetési sík is, amely a korosodással egyre hegyesebb szögge válik (SZIDNAI, 1978). Ezen jellemzők azonban nem tesznek lehetővé évre pontos korbecslést, sokkal inkább alkalmasak a korosztályi meghatározásra.

A korosztályi intervallum szűkítéséhez, a fogváltás és fogkopás figyelembevétele lehet segítségül. A fogváltás befejezéséig pontosan meghatározható a kor. A fogkopás mértéke is figyelembe vehető MAROSÁN (1999), de ezzel is legfeljebb 2-3 éves pontossággal becsülhető meg a vizsgált egyed kora. Ennek oka, hogy a fogak kopása egyedileg eltérő lehet, illetve az élőhelyi viszonyok is befolyásolják (BROWN & CHAPMAN, 1991). A trófeabírálat során a kor (felrakás) meghatározásánál a felsorolt módszerekkel szerzett benyomások egységesen vizsgálандók, külön-külön történő alkalmazás jelentős hibával lehet terhelt. Amennyiben pontosabb korbecslés elérése a cél, abban az esetben elkerülhetetlen a fogazat roncsolásos vizsgálata. Ilyen például a metszőfogakban lerakódott pótdentin rétegek megszámlálása, ahol a kor előrehaladtával a zománcréteg lekopik, alatta dentinállomány, majd pótdentin jelenik meg a pulpaüregben és a metszőfog felületén (SZÉKY, 1996). A pótdentin először a fogak éleinél és csúcánál képződik. A módszer hátránya, hogy az elsőként képződött rétegek az idő előrehaladtával lekophatnak (EIDMANN, 1932).

A másik roncsolással járó módszer a foggyökéren vagy gyökéríven lévő cementrétegek megszámlálása (BRIEL, 1979). A gímszarvas fogának nyakát és gyökerét cementállomány veszi körül, amely az életkor növekedésével gyarapodik (ÁBRAHÁM, 1964). A zápfogaknál a vastagodás a gyökéríven és a gyökércsúcsnál a legerőteljesebb. A cementállomány rétegződése feltételezhetően a nyári és téli táplálékkülönbségnek, az eltérő ásványianyag-beépülésnek és a fotoperiódus változásoknak köszönhető (MITCHELL, 1963). A cementrétegek vizsgálata elméletileg bármelyik fogon elvégezhető, azonban a gyakorlatban az első utózápfogat ( $M_1$ ) szokták felhasználni, melynek a rétegeihez egyet hozzáadva megkapjuk a pontos kort.

Vizsgálatunk célja kettős volt, egyrészt vizsgálni kívántuk, hogy a gímszarvas alsó állkapcsának különböző mérhető paramétereinek méretváltozásai összefüggésben állnak-e a korral és alkalmazhatóak-e korbecslésre. Másrészt tesztelni kívántunk egy olyan fogkopást alapul vevő pontozási módszert, amelyet ezidáig még nem alkalmaztak Magyarországon.

### ***Anyag és módszer***

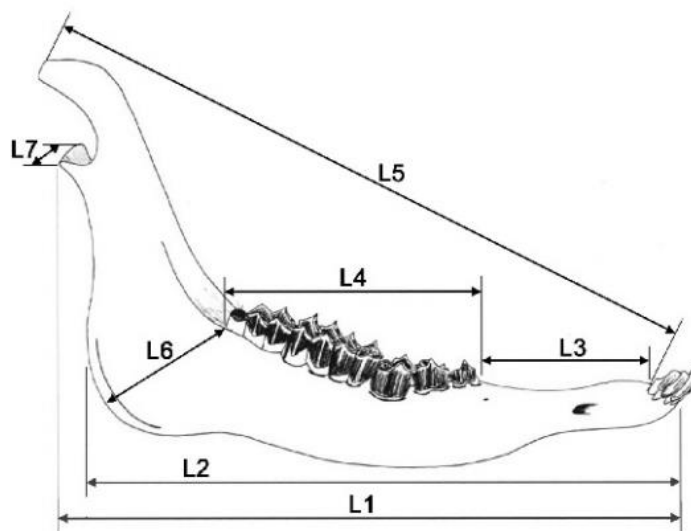
A vizsgálatban 44 gímszarvas tehén valamint 44 gímszarvas bika alsó állkapcsa (*mandibula*) került feldolgozásra, az egyedek a „VI. Kisalföld-Alpokalja” vadgazdálkodási tájban kerültek terítékre. Az állkapcsok előkészítése a vizsgálatokhoz főzéssel, tisztítással és hidrogénperoxidos fehérítéssel történt. Az előkészített állkapcsok baloldali felén az  $M_1$ -es zápfog elmetszését követően, cementréteg számláláson alapuló korbecslés történt, míg a jobb oldali felén méretvétel és fogkopás mértékén alapuló pontozásos korbecslés. Az adatfeldolgozás PAST statisztikai programmal történt (HAMMER ET AL., 2001).

***Cementrétegek számlálásán alapuló korbecslés:*** A cementrétegek alapján becsült kor a jelenlegi ismeretek alapján a legmegbízhatóbb eljárás a gímszarvas korbecslésére (NÁHLIK, 1996; KŐHALMY, 1999), ezért a vizsgálat későbbi szakaszában az ezzel a módszerrel



kapott eredmények jelentették az összehasonlítás alapját. Első lépésként az  $M_1$  fogak kézi-fűrészsel átmetszésre kerültek a fog középvonalától számított 2-3 mm távolságban, a fog hossz tengelyével megfelelően az állkapocscsonttal együtt. Így volt biztosított a gyökérív legvastagabb cementréteg állományához való hozzáférés. Majd elmetzésre került az állkapocs az  $M_1$  és  $M_2$  között. Az így kapott metszetet Einhell TC-US380 márkájú csiszológéppel csiszoltuk meg, 1400 fordulat/perc sebességgel. A csiszolás emelkedő finomságú csiszolópapírral történt, 100-as, 220-as, 400-as végül majd 800-as szemcsenagyságon. A csiszolás közben felső megvilágítású mikroszkópon folyamatosan kontrollálásra került a cementréteg minősége. A megfelelő csiszolt felület elérését követően, mikroszkóp alatt megszámlálásra kerültek a cementrétegek, amelyek számához egyet hozzáadva (fogkibúvás időkorrekció) történt meg a becsült kor megadása. A számlálást (becslést) két egymástól független személy is elvégezte ugyanazon mintán, majd az eredmények összehasonlítását követően, a kérdéses minták újvizsgálata is megtörtént. Az újvizsgálat esetén az  $M_2$ -es fog került csiszolásra, aminek eredményéhez 2 évet kellett hozzáadni, a későbbi fogkibúvás miatt.

**Méretfelvétel:** Az állkapcsok méretfelvételezése AZORIT ET AL. (2003) módszere alapján történt milliméterpapír, digitális tolómérő és polipropilén lénia felhasználásával. A jobb oldali állkapcspon 7 paraméter rögzítése történt meg (1. ábra).



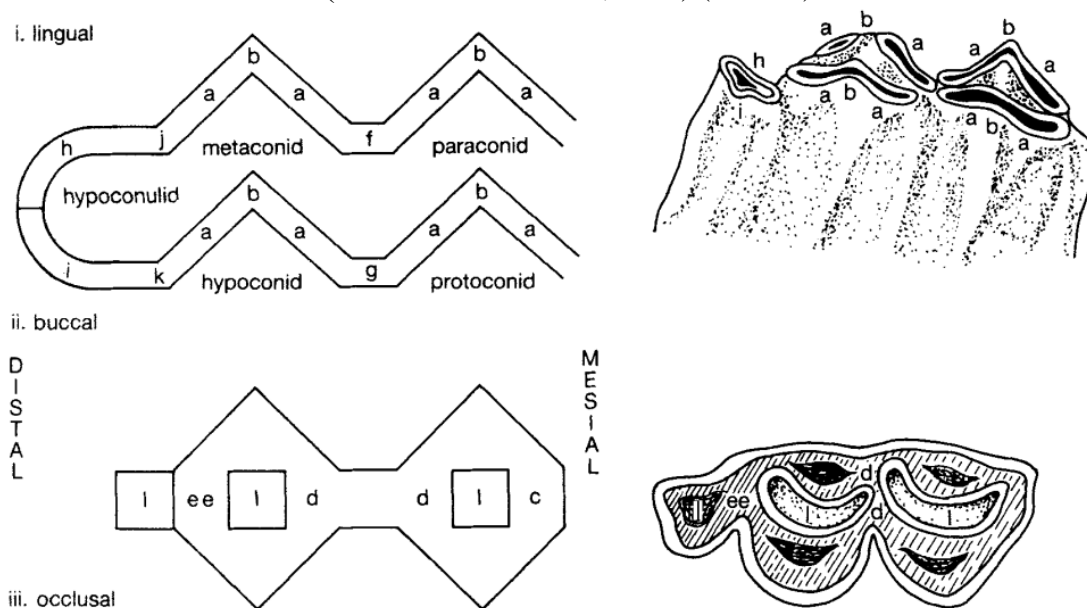
1. ábra. Állkapocs paramétereinek mérési helyei (AZORIT ET AL., 2003)

L<sub>1</sub>-es paraméter: az alsó állkapocs test (*mandibula*) hossza a bütyöknyúlványtól (*proc. condylaris*) egészen az állcsontban (*maxilla*) elhelyezkedő I<sub>4</sub>-es szegletfog fogmedrének (*alveoli*) pereméig. L<sub>2</sub>-es paraméter: az állkapocs (*mandibula*) hossza az állkapocs ágának (*ramus mandibulae*) bütyök nyúlvány (*proc. condylaris*) alatt elhelyezkedő részétől az állcsontban (*maxilla*) elhelyezkedő I<sub>4</sub>-es szegletfog fogmedrének (*alveoli*) pereméig. L<sub>3</sub>-as paraméter: a foghézag vagy más néven foghíjas szél (*margo interalveolaris*) mérete, az I<sub>4</sub>-es szeglet metszőfog fogmedrének (*alveoli*) hátulsó peremétől az első előzáfog (P<sub>1</sub>) fogmedrének elülső széléig. L<sub>4</sub>-es paraméter: az alsó záfogsor hossza, az első előzáfog (P<sub>1</sub>) foghíjas szél felőli szélétől az M<sub>3</sub> utózáfog medrének hátulsó pereméig. L<sub>5</sub>-ös paraméter: a hollócsőr nyúlvány (*proc. coronoideus*) és az I<sub>4</sub>-es szegletmetszőfog fogmedrének elülső pereméig mért szakasza. L<sub>6</sub>-os paraméter: az M<sub>3</sub>-as utózáfog fogmedrének hátulsó részétől az állkapocs szögletig (*angulus mandibulae*) mért távolság. L<sub>7</sub>-es paraméter: a hollócsőr nyúlvány (*proc. coronoideus*) alatt elhelyezkedő bütyöknyúlvány (*proc. condylaris*) szélessége.

**Fogkopás mértékén alapuló pontozásos korbecslés:** A magyarországi körülmények között még nem vizsgált módszer BROWN ÉS CHAPMAN (1991) munkája alapján történt. A módszer a három utózáfog kopására fókuszál, a kopás mértékétől és elhelyezkedésétől függően különböző pontszámmal értékeli azokat. Majd a kapott pontokat az alábbi képletbe helyettesítve becsüli meg az egyed korát hónapban:

$$\text{Kor (hónap)} = 4,6 + 0,63 \times (\text{pont}) + 0,0035 \times (\text{pont})^2$$

A vizsgálat során a bal oldali alsó állkapocs került felhasználásra. Az első és második utózáfogak koronája *meziális* és *disztális* fogpárokból áll. A *bukkális* vagy pofa felőli oldalon a *meziális* csúcs a *protoconid*, a *disztális* csúcs pedig a *hipoconid*, mindkettő oszlopszerű, hegyes csúcsú. A nyelv felőli oldalon a *meziális* csúcs a *parakonid*, a *disztális* pedig a *metaconid*, mindkettő lapított, középen elhelyezkedő, hegyes csúcsba emelkedő gerinccel. A harmadik zápfog esetében az egyetlen *disztális* kiegészítő csúcsot a BROWN & CHAPMAN (1991) meghatározása szerint *hipokonulidként* azonosították. A zápfogak esetében a *meziális* csücsök lejtői kopnak először, majd a *disztális* csücsök lejtőinek kopása következik. Ahogy az egymással szemben álló fogak érintkeznek, a fogcsúcsok fedő zománca lekopik, feltárva az alatta lévő dentint. Az idő előrehaladtával egyre nagyobb része kopik le a fogcsúcsnak, és annak érdekében, hogy a fogbélüreg ne legyen kitéve a szájnedveknek, másodlagos dentin rétegek rakódnak le a belső falán. Mivel ez a másodlagos dentin fokozatosan rakódik le, a fogak jellegzetes kopási mintázatot mutatnak, ami lehetővé teszi a kormeghatározást. Az idő múlásával a *meziális* és *disztális* peremgerinc dentinje, valamint a *meziális* és *disztális* fogközök közötti dentin is feltárul (BROWN & CHAPMAN, 1991) (2. ábra).



2. ábra. Utózáfogak pontozásának módszere (BROWN & CHAPMAN, 1991)

### Eredmények

A vizsgálat első lépéseként a cementrétegek számbavételével végzett korbecslés történt meg, mivel ez a módszer szolgáltatja jelenlegi ismeretek szerint a legpontosabb eredményeket, az így megállapított korok adták a későbbi összehasonlítások alapját. Azoknál a mintáknál, ahol fogkibúvás alapján becsülhető volt a kor (2,5 éves korig) ott az került felhasználásra. A vizsgált tehének esetében 2 éves kortól 16 éves korig terjedt a korok előfordulása, míg a bikák esetében 3 évtől 12 évig. A megvizsgált tehén állkapcsok 38,6%-a fiatal, 38,6%-

a középkorú, míg 22,7%-a idős korosztályba esett. A bikák vonatkozásában ez a következőképpen alakult: 13,6%-uk fiatal, 75%-uk középkorú, 11,4%-uk pedig idős (1. táblázat).

1. táblázat. Vizsgált minták ivar és korosztály szerinti eloszlása

Korcsoportok	Tehenek (db)	Bikák (db)	Összes (db)
Fiatal (2-5 éves)	17	6	23
Középkorú (6-10 éves)	17	33	50
Idős (11- év és idősebb)	10	5	15

Az állkapcsokon mért hét paraméter összehasonlításra került a fogcsiszolattal becsült korokkal, lineáris regresszióval és korreláció vizsgálattal. A vizsgálat eredményeit a 2. táblázat tartalmazza, ivari bontásban.

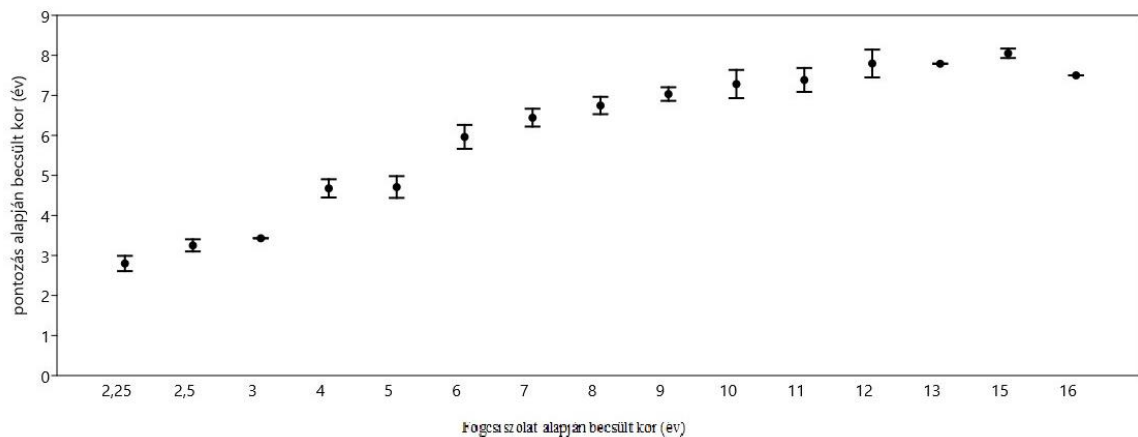
2. táblázat. Alsó állkapcsok mért paramétereinek fogcsiszolat alapján becsült korral történő összehasonlításának eredményei

	Paraméter	Minimum (mm)	Maximum (mm)	r	R <sup>2</sup>	p
tehenek	L <sub>1</sub>	265	326,5	0,4459	0,1988	0,0073
	L <sub>2</sub>	264	318	0,3898	0,1519	0,0206
	L <sub>3</sub>	80,5	112	0,5329	0,2839	0,0001
	L <sub>4</sub>	107	137	-0,6257	0,3915	0,0001
	L <sub>5</sub>	284	343	0,3564	0,1270	0,0356
	L <sub>6</sub>	49	83	0,5	0,25	0,001
	L <sub>7</sub>	20,2	28,5	0,5883	0,3460	0,0298
bikák	L <sub>1</sub>	323	435	0,4926	0,2426	0,0006
	L <sub>2</sub>	305	356	0,3366	0,1132	0,0254
	L <sub>3</sub>	100	130	0,4491	0,2016	0,0023
	L <sub>4</sub>	112	142	-0,2468	0,0609	0,1063
	L <sub>5</sub>	342	414	0,4324	0,1869	0,0033
	L <sub>6</sub>	76	99	0,3278	0,1074	0,0298
	L <sub>7</sub>	25,5	35,5	0,1837	0,0337	0,2327

A tehenek esetében a bütyöknyúlványtól mért állkapocshossz a kor előrehaladtával növekedést mutatott, a statisztikailag igazolható, gyenge korreláció mellett. Az L<sub>2</sub>-nél az előzőekhez hasonlóan növekedés figyelhető meg a kor függvényében, gyenge korreláció mellett. A foghíjas szél hossza (L<sub>3</sub>) és a kor között statisztikailag kimutatható, gyenge korreláció volt megfigyelhető, az érték a kor előrehaladtával növekedett. Az alsó zápfog (L<sub>4</sub>) statisztikailag kimutatható, közepes mértékű, negatív irányú korrelációt mutatott a korral, tehát ennek a paraméternek a mérete kor előrehaladtával csökkent. A hollócsőr nyúlvány és a szegletmetszőfog közti távolság (L<sub>5</sub>) és a kor között statisztikailag igazolható, de gyenge korreláció volt. Az állkapocsi szöglet és az utolsó utózápfog (M<sub>3</sub>) közti távolság (L<sub>6</sub>) és a kor között szignifikáns, gyenge korreláció volt. A bütyöknyúlvány szélessége (L<sub>7</sub>) és a kor között igazolható, de gyenge korreláció figyelhető meg. A bikák esetében is megvizsgálásra kerültek az állkapocs paramétereik. A bütyöknyúlványtól mért állkapocshossz (L<sub>1</sub>) statisztikailag igazolható, gyenge korrelációt mutat a kor előrehaladtával. Az alsó állkapocstól mért hossz (L<sub>2</sub>) igazolható, de az előbbinél is gyengébb korrelációt mutatott a korral. A foghíjas

szél hossza ( $L_3$ ) és a kor között szignifikáns a kapcsolat, de gyenge a korreláció. Az alsó zápfogsor ( $L_4$ ) és a kor között statisztikailag nem volt igazolható összefüggés. A hollócsőr nyúlvány és a szegletmetszőfog közti távolság ( $L_5$ ) és a kor között statisztikailag igazolható volt az összefüggés, gyenge korreláció mellett. Az állkapocsi szöglet és az utolsó utózápfog ( $M_3$ ) közti távolság ( $L_6$ ) és a kor gyenge korrelációt mutatott. A bütyöknýúlvány szélessége ( $L_7$ ) és a kor között statisztikailag nem volt igazolható kapcsolat. A két ivar azonos paramétere között (4-12 éves korig) kétmintás t-próbát végeztünk, és az alsó zápfogsor hosszát ( $L_4$ ) leszámítva mindegyik mutató esetében igazolt volt a két ivar közti eltérés, a bikák nagyobb állkapocsméretekkkel rendelkeztek. Megvizsgálásra került továbbá egy index érték, amelynél a korrall legalacsonyabb összefüggést mutató  $L_5$  érték elosztásra került a korrall legerősebb összefüggést mutató  $L_4$  paraméterrel. Az  $L_5/L_4$ -index a tehenek esetében a legerősebb összefüggést mutatta a korrall ( $r=0,6888$ ;  $R^2=0,4744$ ,  $p<0,001$ ). Korosztályonkénti átlagértékei a következők voltak: fiatal (2,495), középkor (2,669), idős (2,773). A bikák esetében nem vezetett igazolható eredményre az index alkalmazása.

A fogkopás mértékén alapuló pontozási módszer vizsgálatánál, összesen 87 adatpár állt rendelkezésre, ahol a cementrétegek számlálásán alapuló kor jelentette az alapot, amihez a pontszámítás alapján kalkulált kor került összehasonlításra. Mivel az  $L_4$ -es paraméter méretei között nem volt ivari különbség, ezért ezen feldolgozás során, nem történt ivari elkülönítés. Erős korreláció ( $r=0,837$ ) mellett, megállapítható, hogy a két adatsor között igazolható, szoros összefüggés volt ( $p<0,001$ ). Szintén összehasonlításra került a cementrétegszámlálás alapján becsült kor a számolt pontok összegével, ami szintén erős korrelációt mutatott ( $r=0,8230$ ,  $R^2=0,6774$ ;  $p<0,001$ ). Egyedenként vizsgálva az eltéréseket, megállapítható, hogy a pontozás alapján történő korbecslés eredményei az esetek 32,2%-ban egyeztek meg a cementréteg alapján becsült korrall. Így 67,8%-ban volt megfigyelhető eltérés, a leggyakoribb az 1 éves (33,3%) és a 2 éves (17,2%) eltérés volt. A 3 és 4 éves eltérés egyaránt 4,6%-os gyakorisággal fordult elő, az 5-7 éves eltérés 3,4%-ban, 9 éves eltérés pedig 1,1%. Az eltérések az esetek 72,9%-ban negatív irányúak voltak, tehát alulbecslés történt, míg 27,1%-ban pedig pozitív irányú, tehát túlbecslés volt megfigyelhető. Az eltérések alakulását a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. Fogcsiszolattal meghatározott korokhoz tartozó pontozási értékekkel megállapított átlagkorok alakulása

A legkisebb átlagos eltérés 3 éves (0,17 év) korban mutatkozott, ezután a 7 (0,4 év), 4 (0,63 év), 5 (0,73 év), 6 (0,73 év) korok következtek. 7 éves korig az átlagos eltérés 0,6 év volt. 8 és 9 éves korban megnő a tévedés mértéke (1,3 és 2 év), 10 éves kor felett jelentősen emelkedik, majd 13-16 éves korban pedig akár már 7 év különbség is lehet a két módszer között.

### ***Eredmények értékelése és következtetések***

Az eredmények alapján az állkapcsok méretfelvételezéseinél a következő megállapítások tehetők, az egyes vizsgált paraméterek szerint: L<sub>1</sub> - Bütyöknnyúlványtól mért állkapocshossz: a tehenek és a bikák esetében megállapítható volt, hogy a bütyöknnyúlványtól mért állkapocshossz gyenge kapcsolatot mutat a korrall, az életkor előrehaladtával csak csekély mértékben nő az értéke, emiatt a korbecslés gyakorlatában nem használható. L<sub>2</sub> - Állkapocs ágától mért állkapocshossz: ennél a paraméternél is hasonló az eredményre jutottunk, mint az L<sub>1</sub> esetében, a gyenge összefüggés miatt ez sem használható a kor becslésére. L<sub>3</sub> - Foghíjas szél hossza: a foghézag vonatkozásában is gyenge kapcsolatot találtunk a korrall, emiatt, valamint az adatok nagy szórása miatt ez az érték sem használható a gyakorlatban a kor meghatározására. MAROSÁN (1999) is hasonló következtetésre jutott munkájában, KOVÁTS ÉS MTSAI (2014) pedig egyáltalán nem találtak összefüggést a kor és az adatok között. L<sub>4</sub> - Alsó zápfogsor hossza: ez a szakasz a tehenek esetében közepes erősségű, negatív korrelációt mutatott a korrall, tehát az idő előrehaladtával ennek az értéke csökken, a bikák esetében ez a jelenség nem volt megfigyelhető, KOVÁTS ÉS MTSAI (2014) szintén nem találtak szignifikáns összefüggést, akik csak bikáktól származó mintákat dolgoztak fel.

A teheneknél korlátozott mértékben használható az érték a kor becslésére. STILET (2017) és MAROSÁN (1999) is hasonló következtetésre jutottak munkáikban. L<sub>5</sub> - Hollócsőr nyúlvány és a szegletmetszőfog közti távolság: ennél a szakasznál mindkét nem esetében gyenge kapcsolatot találtunk a korrall, emiatt korbecslésre nem használható az érték. L<sub>6</sub> - Állkapocsi szöglet és az M<sub>3</sub> közti távolság: mindkét ivar esetében azt találtuk, hogy ez a paraméter csekély összefüggést mutat a korrall, emiatt nem használható az életkor meghatározására. L<sub>7</sub> - Bütyöknnyúlvány szélessége: a tehenek vonatkozásában gyenge kapcsolatot találtunk a kor és a bütyöknnyúlvány szélessége között, a bikák esetében pedig nem volt kimutatható kapcsolat, ezért ez sem alkalmazható kor becslésére. A tehenek esetében mindegyik paraméter erősebb összefüggésben állt az életkorrall, mint a bikáknál, ennek az lehet a hátterében, hogy a nőivarú minták 2-16 éves korig, míg a bikák mintái csupán 3-12 éves korig álltak rendelkezésünkre. A létrehozott L<sub>5</sub>/L<sub>4</sub> - index mutatta a legszorosabb összefüggést a korrall a tehenek esetében, ezért korosztályi elkülönítésre alkalmazható lehet a nőivar esetében. A két ivar paramétereinek összehasonlításánál csak az azonos korúakat vettük figyelembe. Ez alapján elmondható, hogy az alsó zápfogsor hosszát leszámítva (L<sub>4</sub>) mindegyik mért paraméter nagyobb értéket mutatott a bikák esetében, ami az ivari dimorfizmusnak köszönhető. Meg kell jegyezni, hogy az Anyag és módszer fejezetben hivatkozott tanulmányban (AZORIT ET AL., 2003) az L<sub>6</sub> paraméter esetében sem találtak eltérést a két ivar között, pedig nagyobb elemszámmal dolgoztak.

A pontozásos módszerrel kapott korok lineáris, igazolható összefüggést mutatnak a cementrétegek által meghatározott korrall, azonban 7 éves kor fölött jelentősen megnő az eltérés mértéke. Figyelembe kell venni, hogy a pontozásos eljárás a pontozási segédlet ellenére szubjektív elemekkel terhelt, a pontszám megállapítása nagy figyelmet igényel. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy pontos évre, pontos korbecslésre nem alkalmazható, viszont megkötésekkel használható. A jelenleg ismert legpontosabb módszerrel (cementréteg számlálás) meghatározott korokkal történő összehasonlítás során 32,2%-ban egyeztek egymással a korok, 33,3%-ban 1 év eltérés, 17,2%-ban pedig 2 év különbség volt köztük. Tehát az adatok 82,7%-ban két éves pontossággal meghatározható volt a kor. Azonban a pontosság 7 éves korig volt elfogadható, ezt követően az eltérések mértéke erősen növekedni kezdett, a pontozással alulbecslés történt. Ennek oka lehet, hogy egyrészt a módszer leíró tanulmányban csak 11,5 éves korig vizsgálták a módszer hatékonyságát, így a képlet 12 éves kor és afelett nem lett kontrollálva. Másrészt a fogkopás mértéke idős korban olyan mértékű lehet, hogy nem szolgál szemrevételezéssel elkülöníthető markerekkel, így a pontozás nagymértékben bizonytalanná válik. Az alulbecslés mértéke a tehenek esetében a



legmeghatározóbb, valószínűleg azért mert idős egyedek is voltak a minták között, túlbecslés mindkét ivarnál fiatal korban történt.

Összeségében megállapítható, hogy az alsó álkapcsan mért paraméterek nem alkalmasak éves pontosságú kormeghatározásra, korlátozottan a tehenek esetén korosztályi bélyegként figyelembe vehető a  $L_4/L_5$  index. A hazánkban ezidáig nem alkalmazott fogkopás pontozáson alapuló értékelése korlátozottan alkalmazható, 7 éves kor után nagyban romlik a megbízhatósága. A megbízhatóság növelése érdekében, javasolt további vizsgálatok elvégzése elemszám növeléssel és képlet módosításának felülvizsgálatával, foganként történő ( $M_1, M_2, M_3$ ) súlyozás megvalósításával.

### ***Irodalomjegyzék***

- ÁBRAHÁM, A. (1964): Összehasonlító állatszervezetten. Tankönyvkiadó. Budapest, 1055 p.
- AZORIT, C. – ANALLA, M. – MUÑOZ-COBO, J. (2003): Variation of mandible size in red deer *Cervus elaphus hispanicus* from southern Spain. *Acta Theriologica* 48 (2): 221–228.
- BRIEL, W. (1979): Alterbestimmung nach Zahn- und Kiefermerkmalen an Siegerlander Sikahirschen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 24:169-177.
- BROWN, W. A. B. – CHAPMAN, N. G. (1991): The dentition of red deer (*Cervus elaphus*): a scoring scheme to assess age from wear of the permanent molariform teeth. *Journal of Zoology*, 224: 519-536.
- BUZGÓ, J. (2009): A szarvasfélék állományának növekedése és a trófeaminőség közötti összefüggések vizsgálata, in: Nagy, e. (szerk): A vadgazdálkodás időszerű kérdései 9. Vadgazdálkodásunk fejlesztésének lehetőségei, p. 19-32.
- CSÁNYI S. – MÁRTON M. – BÓTI SZ. – SCHALLY G. (2023) Vadgazdálkodási Adattár - 2022/2023. vadászati év. MATE VTI, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő, 70 pp.
- EIDMANN, N. (1932): Alterserscheinungen am Gebiss des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.). *Mitt. Forstw. Forstwiss.* 3: 291–341.
- FARAGÓ, S. – NÁHLIK, A. (1997): A vadállomány szabályozása – A fenntartható vadgazdálkodás ökológiai alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- HAMMER, Ø. – HARPER D.A.T. – RYAN P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron* 4(1): 9pp.
- KOVÁTS, I. – GALLÓ, J. – SZEMETHY, L. – BLEIER, N. (2014): Gímszarvas bikák egyes korbecslési módszereinek értékelése. *Vadbiológia* 16. évf. pp. 1-10
- KŐHALMY, T. (1999): Korbecslések: szarvastól a siketfajdig. Nimród Alapítvány
- MAROSÁN, M. (1999): A gímszarvas korbecslési módszereinek összehasonlító értékelése, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron
- MITCHELL, B. (1963): Determination of age in Scottish red deer from growth layers in dental cement. *Nature*, 198: 350-351.
- NÁHLIK, A. (1996): Trófeakezelés és bírálat. Soproni Egyetem, jegyzet. Sopron
- PÁLL, E. (szerk.) (1985): A gímszarvas és vadászata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- STILET, T. (2017): Gím tarvad korbecslése cementréteg vizsgálat alapján a Bakonyerdő Zrt. Farkasgyepűi Erdészeténél. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron
- SZÉKY, P. (1996): A fogazat evolúciója 2. *Természet Világa*, 127. évf. 2. szám, pp.69
- SZIDNAI, L. (1978) Trófeák kikészítése és bírálata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- SZUNYOGHY, J. (1963): A magyarországi szarvas. Múzeumok Rotázeme, Budapest

# CSÉRI HULLADÉKLERAKÓ OPTIKAI VÁLOGATÓMŰVÉNEK BEMUTATÁSA

Presentation of optical sorting machine on landfill in Csér

VÁGVÖLGYI ANDREA<sup>1</sup>, TAKÁCS KRISZTIÁN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

<sup>2</sup>Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft.

vagvolgyi.andrea@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

Magyarországon a lerakott települési szilárd hulladék részaránya még mindig 50% feletti, azonban a 2012. évi CLXXXV. törvény (a hulladékról) alapján „A hulladéklerakókban lerakásra kerülő települési hulladék mennyiségét, a tárgyévben országos szinten képződött települési hulladék mennyiségéhez képest 10 tömegszázalékra vagy az alá kell csökkenteni, legkésőbb a 2035. évtől.” Ez az előírás nagy terhet ró a területileg illetékes szolgáltatókra. Kutatásunkban vizsgáltuk a lerakott hulladék mennyiségének csökkentési lehetőségét egy optikai válogatómű által.

## ***Abstract***

In Hungary, the ratio of landfilled municipal solid waste is still over 50%, however, according to the 2012 CLXXXV. Act (on waste) "The amount of municipal waste deposited in landfills must be reduced to 10 percent by weight or less compared to the amount of municipal waste generated at the national level in the current year, starting in 2035 at the latest." This provision places a heavy burden on service providers with territorial rights. In our research, we investigated the possibility of reducing the amount of deposited waste by means of an optical sorting plant.

## ***Bevezetés***

A szelektív hulladékgyűjtés lehetőségének ellenére nagy mennyiségben kerül még hasznosítható csomagolási frakció a kommunális hulladék közé, melyet a cséri regionális hulladéklerakón ártalmatlanítanak.

Ezen frakciók lerakótól való eltérítésének egyik módja a kommunális hulladék utóválogatása, melynek bővítése egy optikai válogatómű létesítésével történik.

A tervezett optikai válogató létesítését a jelenlegi előkezelő csarnok bővítésével oldják meg. A bővített csarnok épületben a hulladék válogatását és aprítását tervezik elvégezni.

A tervezett bővítéstől a következő változások várhatók:

- a beszállított hulladékokból (további felhasználásra) kiválogatott anyagok mennyiségének növelése;
- előzőek alapján a depóniára kerülő hulladékok minimalizálása.

## ***Anyag és módszer***

A rendelkezésre álló gépkönyvek segítségével jellemeztük az optikai válogatómű berendezéseit. Az optikai válogatás alátámasztására hulladékanalízist végeztünk.

## ***Eredmények***

### ***Az optikai válogatómű bemutatása, műszaki leírása***

A berendezés első eleme az 1. ábrán látható KOMPTECH Umwelttechnik GmbH által gyártott TERMINATOR típusú egytengelyű aprítógép. Az aprítógép lánctalpas kivitelű. A gép teljes hossza 7990-8600 mm, szélessége 2500 mm, magassága 2920 mm. A saját szállí-

tószalagjának szélessége 1000 mm, a szalag maximális kivetési magassága 4125 mm. A berendezés kizárólag gépi adagolású, táplálási magassága 2920 mm. Az aprítóegység külső átmérője 1050 mm, hossza 3000 mm. Az aprítóegységben található hengercső átmérője 770 mm. Az aprítóegységben 30 henger és 16 ellenfésű található. A berendezés vágásköze 5-80 mm. Az aprítóegység maximális fordulatszáma 38 fordulat/perc. A berendezés meghajtásáról egy hathengeres Caterpillar motor gondoskodik. A berendezés rendelkezik egy mágneses leválasztóval, ennek teljesítménye a kezelt hulladék mennyiségéhez képest alacsony. (MOZGATHATÓ EGYTENGELYŰ APRÍTÓGÉP TERMINATOR KEZELÉSI ÚTMUTATÓ)

Az aprítógépbe a betáplálás poliprakodóval történik. Az aprítóberendezés fő feladata a betáplált kommunális hulladék aprítása a további technológiai folyamatokhoz.



1. ábra: A KOMPTECH GmbH által gyártott TERMINATOR típusú aprítógép.  
Forrás: Takács Krisztián felvétele

A hulladékkezelő rendszer második eleme a Steinert GmbH által gyártott UME 95 110 C típusú felfüggesztett elektromos mágneses szeparátor (2. ábra). A mágneses szeparátor feladata, hogy a daráláson átesett hulladékból a mágnesezhető fémeket eltávolítsa. A mágnesezhető fémeket a felfüggesztett szeparátor az aprítóberendezés és a dobrosta közötti szállítószalagról távolítja el, majd az eltávolított fémfrakciót az 1000 mm szélességű kihordó szalagon keresztül vezeti ki az anyagáramból egy konténerbe. A mágneses szeparátor dőlésszöge az alatta futó szállítószalag dőlésszögéhez állítható a felfüggesztési pontokon.



2. ábra: A Steinert GmbH által gyártott UME 95 110 C típusú mágnes szeparátor.  
Forrás: Takács Krisztián felvétele

Az elektromágnes működtetéséhez szükséges egyenirányító alkalmazása is, amely a váltó áramot egyenárammá alakítja. A projekt során Steinert GmbH által gyártott GLR

95V/50A típusú egyenirányító került beszerzésre. (FELFÜGGESZTETT MÁGNESES SZEPARÁTOR, ELEKTROMOS UME 95 110C SZERELÉSI ÚTMUTATÓ; EGYENIRÁNYÍTÓ GLR 95V/50A ÜZEMELTETÉSI ÚTMUTATÓ)

A mozgó dobrostát (3. ábra) a KOMPTECH Umwelttechnik GmbH gyártotta. A rosta hossza 11250 mm, szélessége 2550 mm, magassága 4000 mm. A rostadob hossza 4500 mm, átmérője 1800 mm, a valós rostafelület 22,5 m<sup>2</sup>. A rosta lyukátmerője 40\*40mm. Átbocsátási teljesítménye 120 m<sup>3</sup>/h, az egyes frakció méretek szétválasztására szemcsedob szolgál. A dobrosta működtetéséről dízelmotor gondoskodik, melynek teljesítménye 62,5 kW. Az anyag betáplálás a rosta esetén is kizárólag géppel történhet. Az anyag betáplálását a daráló gép kihordó szalagjáról végzik. (MOZGÓ ROSTABERENDEZÉS MAXX ÜZEMELTETÉSI ÚTMUTATÓ)

A dobrosta fő feladata, hogy a hulladékban lévő apró szemcsés anyagokat (pl. homok, finom szemcsés anyagok) eltávolítsa a darált hulladékból. Azért fontos a finom szemcsés anyagok eltávolítása, mivel azok csökkenthetik az optikai válogató hatásfokát. A finom szemcsés anyagokat egy külön kihordószalaggal távolítja el a rendszerből és egy konténerbe kerül. (TAKÁCS, 2022).



3. ábra: A KOMPTECH Umwelttechnik GmbH által gyártott MAXX típusú dobrosta.  
Forrás: Takács Krisztián felvétele

A gépsor következő eleme a Komptech Umwelttechnik GmbH által gyártott HURRIKAN típusú legosztályozó (4. ábra). A légosztályozó mobil kivitelű. A berendezés hossza a kőszalaggal együtt 9150 mm szélessége 2400 mm. Az osztályozó áramfelvétele 56 A. Osztályozási teljesítménye elérheti a 40 m<sup>3</sup>/h-t. A berendezés elektromos hálózatról és generátorról is üzemeltethető. A berendezés fő feladata a fólia frakció eltávolítása a hulladék áramból. (MOZGATHATÓ SZELELŐ OSZTÁLYOZÓ HURRIKAN KEZELÉSI ÚTMUTATÓ)



4. ábra: A Komptech Umwelttechnik GmbH által gyártott HURRIKAN típusú légosztályozó. Forrás: Takács Krisztián felvétele

A légosztályozó után következik az 5. ábrán látható STEINERT UniSort GmbH által gyártott PC2800R típusú optikai válogató. Az optikai válogató előtt beiktattak a gépsorba egy tárcsás terítőt, melynek a feladata a hulladék egyenletes elosztása az optikai válogató szalagon. Az optikai válogató berendezés egy érzékelőkkel ellátott híd kamerarendszerből és a hozzá tartozó kapcsolószekrényből, fűvókartartóból, szállítószalagból és felfogó fedélből áll. (UNISORT PC 2800 R AUTOMATA VÁLOGATÓBERENDEZÉS HASZNÁLATI UTASÍTÁS)

Az érzékelőkkel ellátott híd a szállítószalag fölött található. Az elektromágneses sugárzást kibocsátó egység (az emittált fény jellemzően az infravörös tartományban van), megvilágítja az átáramló hulladékot. Érzékeli az anyagrészek által visszavert fényt és megméri annak teljes sáv szélességű spektrumát. A berendezésen található kamerarendszer minden szelepszávhoz egy spektrumot társít és a teljes képet az elemzést végző számítógéphez továbbítja. Az elemző PC az érzékelőkkel ellátott hídon van. Az azonosító szoftvere kiértékeli a kapott spektrumokat és ezt követően az eredményt a vezérléshez továbbítja. (UNISORT PC 2800 R AUTOMATA VÁLOGATÓBERENDEZÉS HASZNÁLATI UTASÍTÁS)

A szállítószalag elülső végén a szállítás irányában két fűvókartartó található. Ezek tartalmaznak egy nyomástárolót és fűvókákkal ellátott mágnesszelepet, ezekkel történik az egyes frakciók szeparálása. A kiválogatandó hulladékdarabok repülési irányát egy sűrített levegő-impulzus határozza meg (a sűrített levegő előállítását csavarkompresszor biztosítja). (GA 18+ CSAVARKOMPRESSZOR HASZNÁLATI UTASÍTÁS; UNISORT PC 2800 R AUTOMATA VÁLOGATÓBERENDEZÉS HASZNÁLATI UTASÍTÁS)

Az optikai válogató egység maximális kapcsolódási teljesítménye 17,5 kW, maximális áram felvétele 43,2 A. A pneumatikus rendszer üzemi nyomása 5,5 bar, sűrített levegő fogyasztása 2800 NL/min. Az adott optikai válogató berendezés alkalmas PE, PET, PP, PS, PVC, cellulóz (papír) elkülönítésére, további lehetőség a színek elkülönítése, ez az opció a PET frakció esetén lehet fontos. A berendezésen esetlegesen beállítható további anyagok felismerése és elkülönítése. Fontos, hogy a berendezés egyszerre csak egy frakció szeparálására alkalmas. (UNISORT PC 2800 R AUTOMATA VÁLOGATÓBERENDEZÉS ADATLAP) (TAKÁCS, 2022).



5. ábra: A STEINERT által gyártott PC2800R típusú optikai válogató.  
Forrás: Takács Krisztián felvétele

A technológiai folyamat következő eleme az utóaprító, amely a különböző válogatási eljárások során fennmaradó hulladék aprítását végzi. A Curo 250 típusú berendezést az All-reco GmbH gyártotta (6. ábra). A berendezés vágószerszámokkal ellátott aprító dobból és szűrőkosárból, továbbá a hozzá tartozó hajtásból áll. Az aprító berendezést egy 250 kW-os motor üzemelteti, a dob fordulatszáma 339 fordulat/perc. A 600 mm átmérőjű dob 48 csavaros késsel, míg az ellen lapát 10 szorító késsel van felszerelve. A berendezés hossza 4061



mm, szélessége 2606 mm. Az alsó kihordó szalag szélessége 800 mm. (FINOM APRÍTÓ CURO TÍPUS 250 ÜZEMELTETÉSI UTASÍTÁS)



6. ábra: Az Allreco által gyártott Curo 250 típusú utóaprító berendezés. Forrás: Takács Krisztián felvétele

A technológiai sor utolsó berendezése a bálázógép amely az RDF hulladék bálázását végzi. A berendezés kiegészítésre került egy bálacsomagoló berendezéssel, amelynek feladata az RDF bálák zsugorfóliával való becsomagolása. A 7. ábrán látható AVERMANN-HORVÁTH Kft által gyártott AVOS-1810 55/80 típusú bálázógép automata üzemű. Az egykamrás bálázógép hossza 11000 mm, szélessége 2350 mm. A berendezéssel gyártott bálák szélessége 1100 mm, magassága 750 mm, a bála hossza állítható. A bálák kötözését a bálázógép végzi. A gép tömörítő nyomása 400 bar, préselési ereje 800 KN. A bálázógép bálázási teljesítménye a tömörítendő anyagtól függően maximum 9-12 t/h. (AVERMANN-HORVÁTH, AVOS -1810 55/80 BÁLÁZÓGÉP GÉPKÖNYV)



7. ábra: Az AVERMANN-HORVÁTH által gyártott AVOS-1810 55/80 típusú bálázógép. Forrás: Takács Krisztián felvétele

A Cross Warp 2200 LW-750-1/5 típusú bálacsomagoló gépet (8. ábra) a Cross Wrap LTD gyártotta. A berendezés hossza 16600 mm, szélessége 3500 mm. A bálacsomagoló gép maximális csomagolási teljesítménye 20 t/h. A berendezés elektromos motorjának teljesítménye 20 kW. A gép szükséges áramellátása 35 A. (CROSS WARP 2200 LW-750-1/5 TÍPUSÚ BÁLACSMAGOLÓ GÉPKÖNYV)



8. ábra: A Cross Warps LTD által gyártott Cross Warp 2200 LW-750-1/5 típusú bála csomagoló gép. Forrás: Takács Krisztián felvétele

Jelenleg a próbaválogatás még nem történt a válogatócsarnokban, mivel az elektromos berendezések elektromos energia igénye miatt új transzformátor állomás és kábelrendszer kiépítése szükséges. A gépsor egyes berendezései különböző mennyiségű hulladékot tudnak óránként kezelni, ezért fontos lesz a berendezések működésének és teljesítmények összehangolása. A próbaválogatások során derül ki, hogy a kezelt hulladék mekkora részaránya térül el a lerakótól, becslések szerint a válogatóművel a beszállított kommunális hulladék 15-20% téríthető el majd a lerakótól. (TAKÁCS, 2022).

### ***Következtetések***

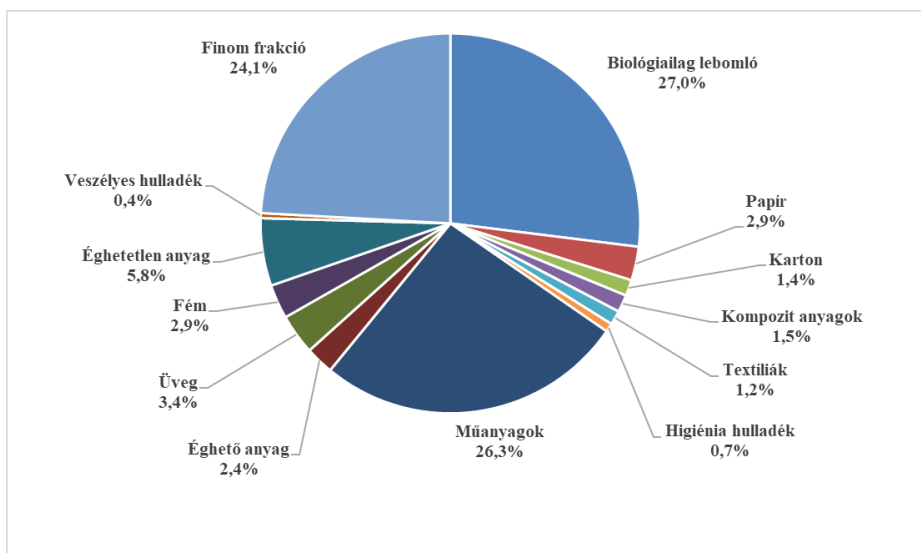
A 2022-es OHKT (Országos Hulladékgazdálkodási Közzolgáltatási Terv) a cséri optikai válogató létrehozásával 2700 tonna haszonanyag növekményt vár évente. Ez magában foglalja a technológia által leválasztott fém hulladékokat, fólia frakciót, az optikai válogató által leválasztott frakciót és az RDF frakciót. A projekt megvalósulásával jelentős mennyiségű hulladékot térít el az STKH Kft. a lerakótól, ezáltal növeli a lerakó betelérésének idejét. (OHKT, 2022)

A fentiekben ismertetett technológia által leválasztott haszonanyag frakciók eredetük miatt szennyezettek, így a szelektív gyűjtésből származó frakciók vételára alatt lehet azokat csak értékesíteni, mivel a hasznosító partnereknek további tisztítási folyamatokat kell alkalmazniuk a hasznosítás során.

Az NHKV Zrt. (Nemzeti Hulladékgazdálkodási Koordináló és Vagyonkezelő Zrt) a haszonanyag minőségi osztályozásának rendszerébe ezeket a haszonanyag frakciókat is beépítette, továbbá a haszonanyag értékesítési rendszerébe ezekre a frakciókra is határoz meg limit árat. 2022 márciusában az NHKV Zrt. a következő limitárakat határozta meg az utóválogatásból származó anyagában hasznosítható hulladék típusokra. (OHKT, 2022)

- Fólia (D osztály): 0,12 Ft
- PP+HDPE (III. osztály): 22,50 Ft
- Víziszta PET (IV. osztály): 190,00 Ft
- Mágnesezhető fémek: 24,07 Ft
- PP-PS egyéb: 5,00 Ft

Az optikai válogatás alátámasztására hulladékanalízist végeztünk a 2021-es évre vonatkozóan, melyet a 9. ábra mutat be.



9. ábra: 2021-es hulladékanalízis

Forrás: STHK Kft. adatai alapján szerkesztette Takács Krisztián

A fenti diagram alapján megállapítható, hogy a cséri telephelyre beszállított kommunális hulladék jelentős részét 77,4 %-át a biológiailag lebomló, a műanyag és a finom frakció teszi ki.

A további újrahasznosítható hulladékok közül jelen van a kommunális hulladékban a papír, karton, üveg, fém, kompozit frakció, ezek az anyagok az összhulladék 12,1%-át képezik. Látható, hogy az optikai válogató által elkülöníthető frakciók közül a műanyagfrakció van jelen legnagyobb mértékben, a papír és karton frakció az összmenyiség csupán 4,3%-át alkotja.

A kommunális hulladékanalízis alapján megállapítható, hogy a létesülő optikai válogató által leválasztható anyagok közül arányaiban a műanyagfrakció jelenléte a legnagyobb.

A cséri optikai válogató esetén a kommunális hulladékból származó PET frakció leválasztása lenne a legcélszerűbb. A műanyagfrakciók közül feltételezhetően a PET képezi a műanyag hulladékok jelentős részét. A hulladékanalízisek során javasolt lenne a szabvány eljárásban alkalmazott műanyag frakciók anyag fajtánkénti vizsgálata és tovább bontása. Így a bővítéssel a későbbiekben hatékony módon könnyítenék meg az optikai válogatóban leválasztásra kerülő műanyagfrakciók kiválasztását.

### ***Irodalomjegyzék***

KEZELÉSI ÚTMUTATÓK, GÉPKÖNYVEK:

AVERMANN-HORVÁTH, AVOS -1810 55/80 bálázógép gépkönyv

Cross Warp 2200 LW-750-1/5 típusú bálacsomagoló gépkönyv

Felfüggesztett mágneses szeparátor, elektromos UME 95 110C szerelési útmutató; Egyenirányító GLR 95V/50A üzemeltetési útmutató

Finom aprító Curo típus 250 üzemeltetési utasítás

GA 18+ Csavarkompresszor használati utasítás

Mozgatható egytengelyű aprítógép Terminator kezelési útmutató

Mozgatható szelelő osztályozó Hurrikan kezelési útmutató

Mozgó rostaberendezés MAXX üzemeltetési útmutató

UniSort PC 2800 R Automata válogatóberendezés használati utasítás

ORSZÁGOS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KÖZSZOLGÁLTATÁSI TERV, 2022

2012. ÉVI CLXXXV. TÖRVÉNY (a hulladékról)

TAKÁCS K. (2022): Az STHK Nonprofit Kft. szelektív hulladékgyűjtési tevékenységének elemzése, valamint a fejlesztési lehetőségek vizsgálata. Diplomaterv. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 105 p.

# HÁZTARTÁSI SZERVES HULLADÉK HÁZI KOMPOSZTÁLÁSI KÍSÉRLETÉNEK BEMUTATÁSA

Description of the home composting experiment of household organic waste

VÁGVÖLGYI ANDREA<sup>1</sup>, SZÜCS ZSOLT

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet és Természetvédelmi Intézet  
vagvolgyi.andrea@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A komposztálás szinte mindenki számára ismert eljárás, mégis a házi komposztálási technológia még sok ember számára kevésbé kihasznált lehetőség. Pedig az így megtermelt terméshozamok növelhetőek.

Kutatásunkban többféle - lakosságnál keletkező - biológiailag bomló szerves anyag komposztálása történt, ennek kivitelezését és a mért paramétereket mutatjuk be ebben a cikkünkben. Az alapanyagból, a kész komposztból és a komposzton nevelt babnövényből mintavétel történt, a mintákat különböző kémiai vizsgálatoknak vetették alá laboratóriumban, melyek eredményeiről a későbbiekben beszámolunk.

## ***Abstract***

Composting is a process known to almost everyone, but the home composting technology is still an underutilized option for many people. However, the crop-enhancing material produced in this way can be easily used in the backyard garden, and crop yields can be increased.

In our research, composting of several types of biodegradable organic materials was carried out. This article presents the implementation of these and the measured parameters. Samples were taken from the raw material, the compost and the bean plant grown on the compost, and the samples were subjected to various analyses in the laboratory, the results of which will be reported later.

## ***Bevezetés***

Mindennapjaink során sok szerves (biológiailag bontható) hulladékot termelünk. Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027) adatai alapján 2018-ban a vegyesen gyűjtött települési hulladék nagy részét a biológiailag lebomló hulladék adta (17,15%).

Európai Unió kötelezettség szerint a települési hulladék részeként lerakásra kerülő biológiailag lebomló szervesanyag-mennyiséget az 1995-ben országos szinten képződött, a települési hulladék részét képező biológiailag lebomló szervesanyagmennyiséghez képest 2016. július 1-jéig 35%-ra kell csökkenteni, melyet Magyarország teljesített.

A 1999/31/EK irányelv módosítása során előírt maximum 10%-os települési hulladék lerakási arány 2035-re történő teljesítése azonban további lépéseket követel, tehát a szerves bomló anyagok eltérítése a hulladéklerakóktól még nagyobb figyelmet kíván.

A biológiailag lebontható hulladék két nagy összetevőből áll. Egyik a zöldhulladék, másik az élelmiszerhulladék. A zöldhulladék kezelése az egyre nagyobb arányú elkülönített gyűjtés miatt központi telepeken vagy házi komposztálás útján megoldott.

Élelmiszerhulladékból évente nagyjából 32,7 kg termelünk fejenként, mely a vásárlási és fogyasztási szokások minimális megváltoztatásával csökkenthető lenne. A komposztálás szerepe az élelmiszer-hulladékok kezelésében is növekszik. (OHT 2021-2027) A komposztálási folyamat eredménye a komposzt.

A komposzt egy terméshozam növelő anyag, melyet szerves anyagokból állítanak elő, oxigén jelenlétében mikro- (elsősorban gombák, baktériumok) és makroorganizmusok (rovarok,

férgek) segítségével a növények tápanyagellátásának, illetve a talaj tápanyag-szolgáltató képességének javítására (36/2006 FVM RENDELET, 23/2003 KVVM RENDELET).

A komposztálás folyamata négy szakaszból áll. Rövid bevezető szakaszt követően, ahol a mikroorganizmusok optimális körülmények közé kerülve gyors szaporodásba kezdenek, kezdetét veszi a lebomlási vagy termofil szakasz, ahol mezofil mikroorganizmusok intenzív anyagcseréjének köszönhetően felszökik a hőmérséklet és a termofil mikroorganizmusok veszik át a szerepet a szervesanyag lebontásban. Hőmérsékleti optimumuk 50-55 °C közötti, egyes fajok azonban még 75°C -on is aktívak maradnak.

Az átalakulási vagy mezofil fázis akár több hétig is eltarthat, ebben a szakaszban a hőmérséklet jelentősen csökken. A mikroorganizmusok a nehezen átalakítható lignin bontásába kezdenek. A komposztálás utolsó szakasza az érés, itt humifikálódnak a szerves anyagok, a hőmérséklet tovább csökken, a szerves anyag stabilizálódik. (KOVÁCS, 2019)

A komposztálásnak több technológiája ismert. Egyik típusa a közösségi komposztálás, amikor a lakóközösség saját tevékenységéből származó biohulladékait a keletkezés helyéhez közeli területen komposztálja, a kész komposzt közösségi célra használja fel. Telepi komposztálás esetén a szelektív hulladékgyűjtés során begyűjtött biohulladék komposztálása történik egy kezelő telepen (mely lehet: nyitott prizmás, félig zárt és zárt rendszerű technológiájú).

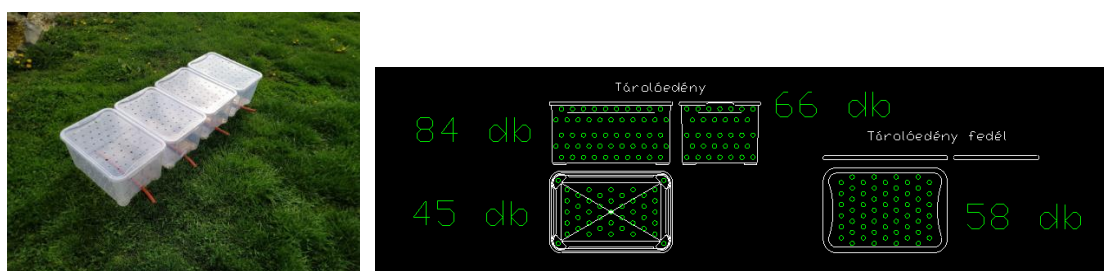
A harmadik kategória a házi komposztálás, amikor saját tevékenységéből származó biohulladékot, saját kertben komposztálunk és a keletkezett komposzt felhasználása is saját célú. (23/2003 KVVM RENDELET)

A szerves hulladékok még nagyobb mértékű hasznosításához elengedhetetlen a kapacitások fejlesztése a telepi komposztálás és a házi komposztálás területén is.

Kutatásunkban a továbbiakban a háztartásokban keletkező biológiailag bomló hulladékok helyben történő aerob kezelésével foglalkozunk. Jelen cikkben a kísérleti elrendezést, az alapanyagot a vizsgált és mért paramétereket mutatjuk, az eredmények értékelése a jövőben egy másik cikk tartalmát képezi.

### **Anyag és módszer**

A házi komposztáláshoz négy darab 47 l-es, 55,5 cm\*39 cm\*28,5 cm méretű láda került megvásárlásra és átalakításra a megfelelő aerob viszonyok biztosítása végett (1. ábra).



1. ábra: A komposztáló edények és a levegőztetéshez szükséges furatok elhelyezése és darabszáma. Forrás: Szűcs Zsolt

A biológiailag bomló hulladékokból négy frakció került külön gyűjtésre: fa hulladék (fűrészpor, faforgács), kerti zöldhulladék (fünyesedék), konyhai komposztálható hulladék és étkezési hulladék.

A kerti zöldhulladék a háztartásban keletkezett, a fahulladék asztalostól került beszerzése (90%-át akácfa, a maradék egyéb fafaj (pl.: tölgy, gyertyán, fenyő, nyírfa) 10%). Az étkezési hulladékot egy étterem biztosította, melyek jellemzően húsalapú hulladékok voltak.



A konyhai hulladék egy része a háztartásból, másik része szintén étteremből származott (két részből tevődött össze. (pl. tojáshéj, kávé zacc, krumplihéj, sárgarépahéj, saláta, káposzta, cékla, zöldség, karalábé stb.) (2. ábra)



2. ábra: Komposztálásra felhasznált nyersanyagok. Forrás: Szűcs Zsolt

A komposztáló edénybe kerülő anyagfrakciók mennyiségi és összetételi elrendezése végett első lépésben az alapanyagból szárazanyag-tartalom mérés történt Ohaus mb23 típusú nedvességelemző segítségével. A mérlegre 1-2 g tömegű mintát helyeztünk, majd 105 °C-on tömegállandóságig melegítettük. A hőmérséklet hatására a nedvesség eltávozik a mintából. Mennyisége a hiányzó tömeggel lesz egyenlő, melynek %-os aránya lesz a minta nedvességtartalma.

Ezt követően szárazanyagra vetítve meghatároztuk a komposztedények összetételét. Mindegyik edénybe 7 kg minta került az alábbi elrendezésben (miután késes aprítóval homogénizálásuk és konyhai mérlegen a tömegmérésük megtörtént):

- első komposztedénybe 40 % fa hulladék 30 % zöldhulladék 30 % konyhai hulladék,
- második edénybe 50 % zöldhulladék 15 % konyhai hulladék 35 % fa hulladék,
- harmadik edénybe 50 % fa hulladék 50 % konyhai hulladék,
- negyedik edénybe 50 % fa hulladék és 50 % étkezési hulladék került.

Alapanyag vizsgálat céljából minden komposztedényekből mintavétel történt, melyek fagyasztott állapotban kerültek beszállításra a Környezet- és Természetvédelmi Intézet Kémiai Laboratóriumába.

A kísérlet alatt a komposztládák belső hőmérsékletének meghatározása maghőmérővel történt (Belsőskálás üveg hőmérő -10°+270°C/1° Borsz. 111095) valamint naponta kétszer regisztrálva lett a külső hőmérséklet is. A csapadék mennyisége esőmérővel került regisztrálásra, mely 1,2 méter magasságban került elhelyezésre minden árnyékoló tényezőtől távol (tető, fa, stb.), feljegyzésre került az öntözések gyakorisága, mennyisége és a forgatások is.

A komposztálódási folyamatok lezajlása után hasonlóképpen, mint a betáplált minták esetében mintavétel történt a kész komposztból analízis céljából.

A kész komposzton, annak ellenőrzése végett, hogy mennyire megfelelő a növények számára babnevelési kísérlet is történt. A négyféle komposzt egy általános virágfölddel került összehasonlításra. Mintánként 5-5 cserépbe - összesen 25 cserép - 3 db babszem került elhelyezésre 3 cm mélységben egy csipesz segítségével, minden minta kapott egy kódszámot, A számkód jelölte a mintaedény számát, valamint azt is, mely égtáj irányában helyeztük el a nevelés során. Csírázás után naponta meghatározásra került a növények növekedése. (3. ábra)

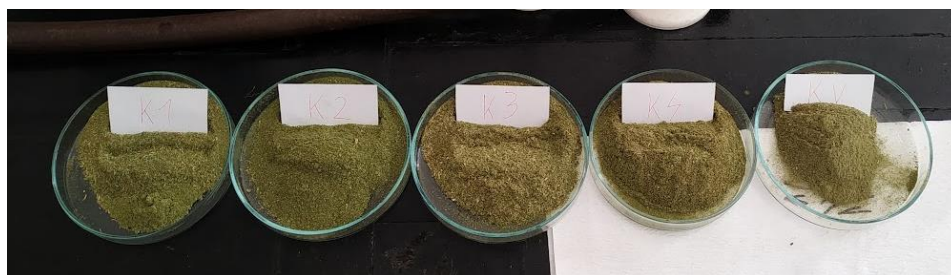


3. ábra: 25 db cserép megtöltve a mintákkal, valamint a magok elhelyezését segítő csipesz.  
 Forrás: Szűcs Zsolt

Laboratóriumi mérések elvégzésében a Környezet- és Természetvédelmi Intézet laboratóriumának munkatársai voltak segítségünkre. Lemértük a babnövények nedves tömegét ezután petri csészébe kerültek és azokat sorszámoztuk (4. ábra). Ezután mindegyiket 30 percre szárítószekrénybe helyeztem 105 °C-ra, majd 3 napig száradtak a növények szobahőmérsékleten. A következő szárításnál minden minta 1 órát töltött a szárítószekrényben 105 °C-on. Ezután az azonos komposztból származó mintákat egy petri csészébe kerültek. Először kézzel morzszoltuk apróbb méretre, később egy kalapácsos aprítóval finomra őröltük (5. ábra). Az így kapott homogén száraz minták kerültek a laboratóriumba analízisre.



4. ábra Bemérés utáni minták. Forrás: Szűcs Zsolt



5. ábra Laboratóriumba szállított őrölt minta. Forrás: Szűcs Zsolt

A laborban 14 paraméterre határoztak meg az eredményeket. Megvizsgálták a komposzt alapanyagait, a kész komposztot és a komposzton nevelt növényeket. N, C, S százalékos arányát a felsorolt összes mintánál meghatározták. Ezen kívül megvizsgálták az AL oldható anyagokat a komposztoknál ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$  egyenértékre), valamint az EDTA oldható anyagokat (Cu, Mn, Zn, Fe). Végezetül pedig egy összes elem tartalmat néztek meg K, Fe, Mn, Zn, Cu esetében ezt a komposztok kivételével minden mintára elvégezték.

### Elemtartalom meghatározása

Az előkészítés során a mintából 80-100 mg-ot mértek be egy kerámiatégelybe, majd ehhez wolfram-oxid katalizátort adtak és így helyezték a kemencébe, ahol 1140 °C-on égették. A tökéletes égést több tényező biztosította: direkt oxigén injektálás, a katalizátor alkalmazása, megfelelően optimalizált időprogram alkalmazása. Ezután a gáz halmazállapotú reakció terméket egy réz tölteten áramoltatják át (héliumos vivőgáz) így a nitrogén oxidok nitrogénné redukálódnak. A nitrogén közvetlenül hővezetőképességgel (WLD) detektálásra kerül. A CO<sub>2</sub> és a SO<sub>2</sub> speciális adszorpciós tölteteken megkötődnek. A mérések automatizáltak és egymás után a gép megméri a különböző komponenseket (N, C, S). Ezután a szoftverben különböző kalibrációs görbék segítségével kiszámítja a mintában található kén, nitrogén, szén arányt. A C, N, S tartalom kiszámításához szükséges egy ismert C, N, S tartalmú faktor az én esetemben ez a szulfadiazin volt. alkalmazott géptípus: Vario MAX CNS.

### *Könnyen felvehető foszfor és kálium mérése*

MSZ 20135:1999 szabvány alapján hajtották végre a mérést. Előkészítés során a mintát szobahőmérsékleten szárították, ezután darálták majd szita segítségével külön választották a 2 mm-nél kisebb frakciókat. Ezután bemértek 5,00 g előkészített mintát rázópalackba majd hozzáadtak 100 ml ammónium-laktát oldatot. Majd 2 óra időtartamra egy körforgós rázógépre helyezték. Ezután leszűrték és a további méréseket a szűrlettel végezték. A foszfor tartalom mérése Gallery diszkrét analizátorral (Thermo Scientific) történt. A készülékbe ezután behelyezték a megfelelő reagenseket és a kalibráló oldatokat, valamint a mintákat. A mérés teljesen automatikus, szoftver által vezérelt. A mérési eredményeket foszfát-ionra kapjuk meg mg/l-ben. Ebből számolással határozható meg a könnyen felvehető foszfor tartalom mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg-ban.

Kálium mérését iCE 3500 Atomabszorpciós spektrométerrel (Thermo Scientific) végezték atomemissziós üzemmódban. Először egy kalibrációs görbét hoztak létre ezt kalibráló oldatok sorozatával hozták létre és csak ezután mérték be a mintákat. A minták kálium tartalmát mg/l-ben kapjuk meg. Ezt hasonlóképpen, mint a foszfornál számolással határozhatjuk meg a mintában található könnyen felvehető kálium mennyiséget mg K<sub>2</sub>O/kg mértékegységben.

### *EDTA oldható vas, mangán, réz cink tartalom meghatározása*

Az alkalmazott szabvány és a minta előkészítés is megegyezik előbbivel. Előkészítés után 10,00 g-ot a mintából egy rázópalackba helyeztek és ehhez 60 ml KCl-os EDTA oldatot (eredetileg 25 g minta és 50 ml kivonószer az arány a szabvány szerint, de mivel itt nagyon nagy szervesanyag tartalmú mintákról van szó, ezzel az aránnyal nem lehet kivonatot készíteni, mert minden folyadékot magába szívott volna a minta. Természetesen a számításnál figyelembe vették a hígítási arányt.) A körforgós rázógépre 2 órán keresztül rázatták. A méréshez iCE 3500 Atomabszorpciós spektrométert (Thermo Scientific) használtak. A mérés során először egy kalibrációs minta sorozatot kellett bemérni majd ezután a mérendő mintákat. A mérési eredményeket mg/l-ben kapták meg és ezekből számolásokkal meghatározták az összes könnyen felvehető elemtartalmat mg/kg-ban.

### *Összes elemtartalom meghatározása*

Minta előkészítés során a légszáraz mintákat szárító szekrénybe helyezték 105 °C-on, majd ezeket dörzsmozsárral homogenizálták. Az előkészített mintákból 0,500 g körüli mennyiséget mértek be egy teflonbevonatú feltáróedénybe. Majd ehhez hozzá adtak 10 ml cc HNO<sub>3</sub>-at és Mars6 iWave típusú mikrohullámú feltáróban 200 °C-on, 15 percig roncsolták. Ezután a roncsolt mintákat 50 ml-es mérőlombikba mosták ultra tiszta ionmentesített vízzel. Majd egy hamumentes szűrőpapíron (MN 640m) átszűrték. Az előkészített minták

elemanalízisét iCE 3500 Atomabszorpciós spektrométerrel (Thermo Scientific) végezték el. A mérőgörbe felvételéhez a standard munkaadatok Merck gyártmányú monoelemes standard oldatok felhasználásával készítették el. Az egyes elemeket a következő hullámhosszokon detektálták: Fe 248,3 nm, Mn 279,5 nm, Cu 324,8 nm, Zn 213,9 nm, K 766,5 nm.

### ***Eredmények***

A komposztálási művelet 124 napig tartott. Csapadék 36 nap esett, összesen 261,5 mm hullott le ez idő alatt és 30 mm volt a napi rekord. 6 nap történt öntözés, ezzel összesen 31,5 l vizet juttatva a rendszerbe. 10 l volt a legtöbb, amit egynap öntözésképpen kapott a komposzt. Forgatás 10 nap történt, minden esetben mind a 4 edény alapos átforgatásra került. A komposztok időbeli eltolódása miatt a levegőztető rendszert nem került használatba.

A továbbiakban folytatódik a folyamat alatt mért paraméterek (maghőmérséklet, légköri hőmérséklet, öntözés, csapadékmennyiség) feldolgozása és értékelése, az alapanyagokból, a kész komposztból és a babnövényből nyert adatok rendszerezése és a következtetések levonása, jogszabályban található határértékekkel való összevetése. Ezek eredményeit egy következő cikkben közöljük.

### ***Következtetések***

A fent leírt kísérletről látható, hogy a házi komposztálási technológia viszonylag egyszerűen, kis pénz- és energiabefektetéssel megoldható. A kész komposzt pedig felhasználható talajjavító anyagként és növényi tápanyagként. A komposzt konkrét minőségére vonatkozó messzemenőbb következtetéseket a laboratóriumi analízisek eredményeinek kiértékelése után tudunk majd levonni,

### ***Irodalomjegyzék***

- KOVÁCS D. (2019): A komposztálás folyamatának nyomonkövetése új vizsgálati módszer alkalmazásával. PhD dolgozat Szent István Egyetem Környezettudományi doktori Iskola 154 p.
- ORSZÁGOS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI TERV 2021-2027 <https://kormany.hu/dokumentumtar/orszag-os-hulladegazdalkodasi-terv-2021-2027> – Ellenőrizve: 2023.11.20.
- 23/2003 KVV M RENDELET a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről
- 36/2006. (V. 18.) FVM RENDELET a terménynövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról

# ERDŐPEDAGÓGIA ÉS KOMMUNIKÁCIÓ MEGJELENÉSE AZ ERDÉSZ GYAKORLATBAN

Appearance of forest pedagogies and communication in forestry practice

VARGA RITA<sup>1</sup>, HORVÁTH TAMÁS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Doktori Iskola

<sup>2</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet  
varga.rita@rothszki.hu

## ***Kivonat***

Az erdő közjóléti rendeltetésének előtérbe kerülése az ágazat minden résztvevője számára új feladatkört hozott magával. Erdei iskolák, szakvezetések, a megnövekedett látogatószám az erdőkben napi szinten igényli a szakemberek részéről a folyamatos kommunikációt. Kutatásunk célja annak vizsgálata, hogy a kerületvezető erdészek napi munkájában milyen arányban jelenik meg az ilyen irányú tevékenység, mennyire vannak felkészülve ezen feladatok elvégzésére, valamint szükség van-e a különböző képzési szinteken a jelenleg érvényben lévő tananyag kiegészítésére.

## ***Abstract***

The promotion of the public welfare purpose of the forest brought new responsibilities for all participants in the sector. Forest schools, specialist guides, the increased number of visitors to the forests require constant communication on the part of the professionals on a daily basis. The purpose of our research is to examine the proportion of activities in this direction in the daily work of the district foresters, how well they are prepared to perform these tasks, and whether there is a need to supplement the current curriculum at the various training levels.

## ***Bevezetés***

Az elmúlt 20-25 évben számos olyan felmérés készült, amelyek a társadalom ismereteit, véleményét kutatta az erdőről, erdőgazdálkodásról, erdőgazdálkodás és természetvédelem kapcsolatáról. Ezen kutatások ellenben nem terjedtek ki arra, hogy miként élik meg a szakmában bekövetkezett változásokat (új feladatköröket) a gyakorlatban dolgozó szakemberek. Az elmúlt néhány év tapasztalatai egyértelműen rámutattak arra, hogy a hagyományos szakmai feladatok mellett a szakemberek számára új területek is megjelentek a hétköznapiakban. Ennek tükrében kérdésként merül fel, hogy a szakképzésben megszerzett kompetenciák elegendőek-e az új feladatok ellátásához? Kutatásunkkal megmutatjuk, hogy ezek az új területek milyen mértékben határozzák meg a gyakorlati szakemberek mindennapjait, az erdőpedagógia és kommunikációs területek mennyire hangsúlyosak.

## ***Szakirodalom áttekintése***

Hazánkban az erdőpedagógia elsősorban az erdő, mint életközösség sajátosságainak megismertetése, kiegészítve az erdőgazdálkodás ismereteivel, és a környezettudatos magatartás alapelveivel. Sajnos a mai gyerekek nagy része nem kerül közvetlen kapcsolatba a természeti környezettel, így az erdőpedagógia egészen az alapoktól építkező terület.

Az erdei iskola intézményrendszere nem új keletű, az Erdészeti Lapok hasábjain már 1894-ben megjelent egy cikk Arató Gyula, magyar királyi erdész tollából "Az erdészlet és a népnevelés" címen, amelyben az ifjúság erdővel kapcsolatos nevelésének szükségességére hívja fel a figyelmet. Konkrét elképzelése is volt a környezeti tudat formálására, a tanfelügyelőket és a néptanítókat bevonva kiadványok útján javasolta ezt megvalósítani. Az elképzelés azonban akkor nem igazán talált követőkre (ARATÓ 1894).



A pihenésre-kikapcsolódásra vágyó társadalom egyre nagyobb érdeklődéssel fordul az erdő iránt, ami fokozott figyelmet igényel, hiszen a mai, gyorsan fejlődő világban az embernek különösen tudatában kell lennie, hogy a természettől függ, de felelős is érte. Most kell a természettel egy új partneri viszonyt kialakítani, ami leginkább érdeklődéssel és tisztelettel jellemezhető, és itt az erdész egyfajta közvetítő ember és természet között. A szakemberekkel szemben egyre inkább nemcsak szakmai, hanem pedagógiai követelményeket is támasztanak.

Megváltoztak a tájékoztatás és a kommunikáció formái, módszerei, hiszen nagyon kevés gyerek és fiatal képes (és hajlandó) hosszú monológokat hallgatni még akkor is, ha szakmailag érdekes dolgokról szól. Sokkal inkább fontos a pozitív, tartós hatás elérése érdekében a tevékenységen alapuló ismeretátadás. Az erdőpedagógia egyik legfontosabb ismérve a hitelesség. Egy sokak által ismeretlen közeget a házigazda ismerteti meg a gyerekekkel (felhívókkal). Az az ember, aki nap mint nap itt dolgozik, ismeri a terület minden részét, szinte vele együtt él (LOHRI 2002).

Fontos lenne az erdészek pedagógiai jellegű képzése, cél hogy az erdőpedagógiai alapképzettség a jövőbeli erdészképzés szaktárgyaihoz tartozzon (LOHRI 2000).

Az erdőpedagógia módszereiben épít az aktív, cselekvő együttműködésre, a saját tapasztalatszerzésen alapuló tanulásszervezésre és élménypedagógiai terepi módszereket alkalmaz, amelynek része a felfedező kísérlet, bemutatás, megfigyelés, vita, beszélgetés, kiselőadás, kérdve kifejtés, valamint a projekt módszer.

A kommunikáció az erdészeti politika eszközeinek egyike, amely napjainkban egyre nagyobb jelentőségű. Ahhoz, hogy a szakma kommunikációja hatékony és megfelelő legyen, ismerni kell a társadalom erdővel kapcsolatos véleményét (STARK 2002).

Az ágazati kommunikáció egyik kiemelt területe az erdei iskolák és óvodák működtetése, amelynek keretében az ágazat a társadalom erdővel és erdőgazdálkodással kapcsolatos ismereteinek bővítését, valamint környezettudatos magatartásának fejlesztését mozdítja elő. A Nemzeti Erdőstratégiában megfogalmazott feladat az erdőgazdálkodás szükségességének elfogadtatása. Ezen túl kommunikációs képzések megvalósítása, az erdészeti ágazati szereplők ösztönzése a kommunikációs tevékenységük fejlesztése érdekében, a különböző célcsoportok szemléletformálása (NES 2016).

Az Országos Erdészeti Egyesület 2017 elején reprezentatív közvélemény-kutatást végzett a magyar lakosság erdővel kapcsolatos ismereteiről, erdőlátogatási szokásairól, az erdészetről. A beérkezett válaszok elemzése után megállapítható, hogy az erdőlátogatókkal való kommunikáció esetében egyre inkább felértékelődnek az online felületek és a személyes kommunikáció (LOMNICZI 2018).

### ***Anyag és módszer***

Online kérdőívet készítettünk, amelyet az állami és a magánerdőgazdálkodásban dolgozó szakemberek töltöttek ki. 206 db kitöltött kérdőívet kaptunk vissza, amelynek több, mint fele (53%) az állami erdőgazdálkodóktól érkezett vissza, a többi a magánerdőgazdálkodói válaszokat tartalmazta. Válaszadóink 65%-a 45 év feletti- korosztályt képviseli, közülük is 14% a 65 évet is betöltötte: ez azt jelenti, hogy a felmérésben a gyakorlati erdőgazdálkodásban legalább 25 évet eltöltött szakemberek aránya 51%. A szakmai végzettségeket tekintve válaszadóink 56%-a erdésztechnikus, 34% rendelkezik valamilyen felsőfokú végzettséggel, az érettségivel és szakmai képzettség nélkül pedig 10% dolgozik a gyakorlatban.

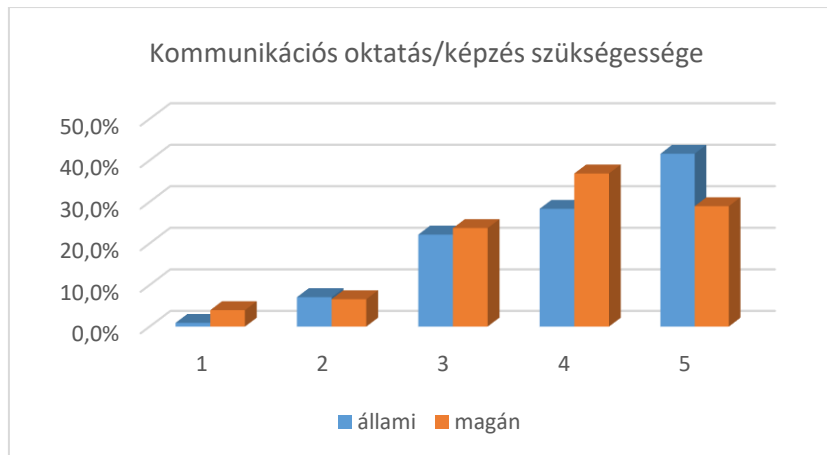
## Eredmények

Kutatásunk célja az volt, megismerjük a gyakorlati szakemberek szakmai kommunikációs ismereteit, igényeit, szakmai tapasztalatuk, végzettségük és a tapasztalataik alapján kialakult elvárásaik függvényében. A kérdőívek kialakításakor többek között az alábbi öt hipotézist fogalmaztuk meg.

H/1

Szükség van erdőpedagógiai tevékenységet segítő új kommunikációs oktatásra/képzésre.

A kérdésre 1-5-ig terjedő skálát adtunk meg, melyen az 1-es jelentette, hogy nincs szükség rá, az 5-ös érték pedig a „fontos lenne” kategória.

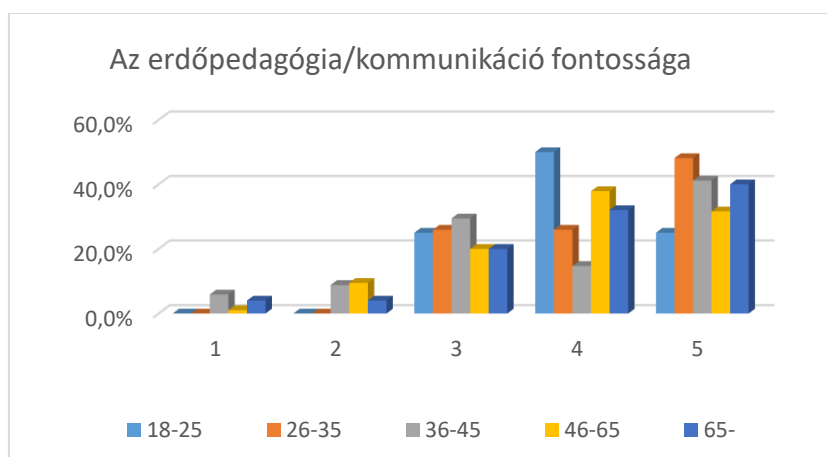


1. ábra Az erdőpedagógia és erdészeti kommunikáció megjelenésének fontossága a szakmai oktatásban – igények - saját eredmények

Mind az állami, mind a magánszektorban dolgozó kollégák egyértelműen azon a véleményen voltak, hogy szükséges a szakmai oktatásban az erdészeti kommunikáció, valamint az erdőpedagógia hangsúlyosabb megjelenése (1. ábra).

H/2

A különböző korosztályok eltérő véleménnyel vannak az erdőpedagógia és kommunikáció oktatásának fontosságát illetően: inkább a fiatalabb korosztályba tartozó szakemberek szerint van szükség erdőpedagógiai tevékenységet segítő új kommunikációs oktatásra.

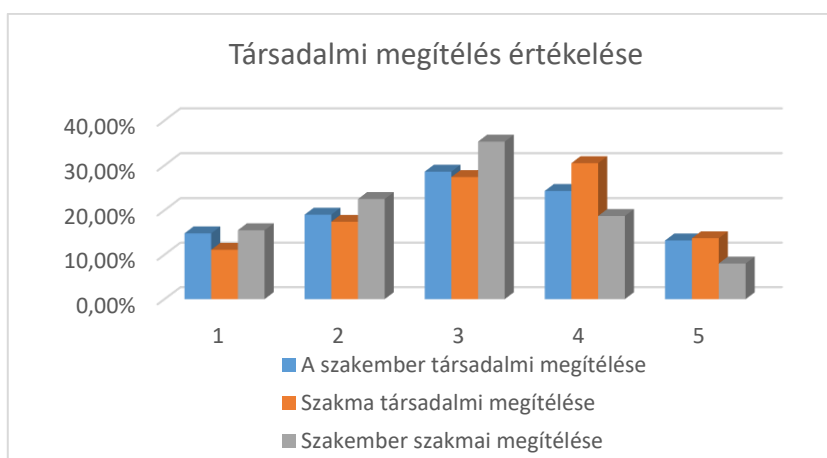


2. ábra Az erdőpedagógia és kommunikációs területek fontossági megítélése a szakmai oktatásban a válaszadói korosztályi megoszlás szerint - saját eredmények

A 2. ábrán látható, hogy jellemzően nem a fiatal, pályakezdéshez közelebbi korosztályok azok, amelyek képviselői inkább fontosnak tartják az erdőpedagógia és a kommunikáció megjelenését a szakmai képzésekben. Az idősebb korosztály a szakmai gyakorlatban hosszabb időt eltöltve minden bizonnyal jobban érzi a jelzett területek napi gyakorlatba szükséges beépítését, így természetesen szükségét látja annak oktatásban történő megfelelő beépítését is.

H/3

A közjóléti tevékenység előtérbe kerülésével a szakemberek társadalmi megítélése és a szakma elismerése hatnak egymásra.

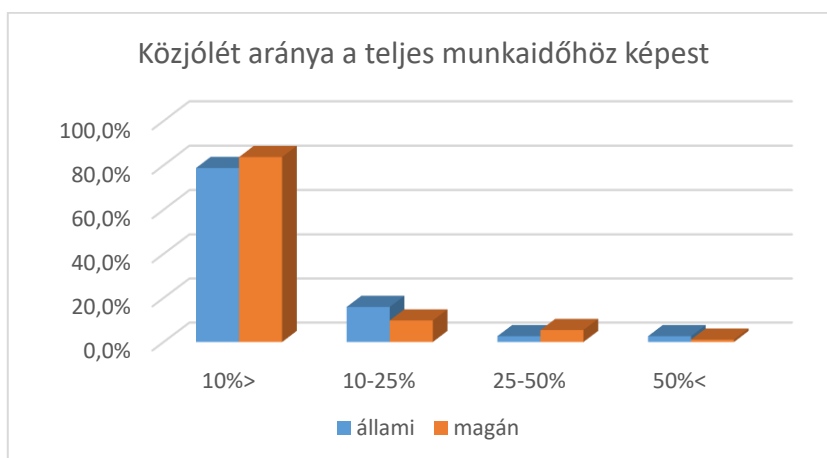


11. ábra Az erdész szakma és az erdőgazdálkodásban dolgozó szakemberek társadalmi megítélésének fontossága a szakemberek szerint - saját eredmények

Habár a válaszadók többsége fontosnak tartja a szakmai kommunikációt és ennek tükrében az erdőpedagógiai tevékenységet is, meglepő, hogy a szakma megítélése, illetve a szakemberek megítélése a szakemberek számára kevésbé fontos (3. ábra). Ez az állami és magánszektort tekintve közel azonos véleménynek tekinthető.

H/4

Az állami erdőgazdasági Zrt-k szakemberei nagyobb erdőpedagógiai terhelésnek vannak kitéve.

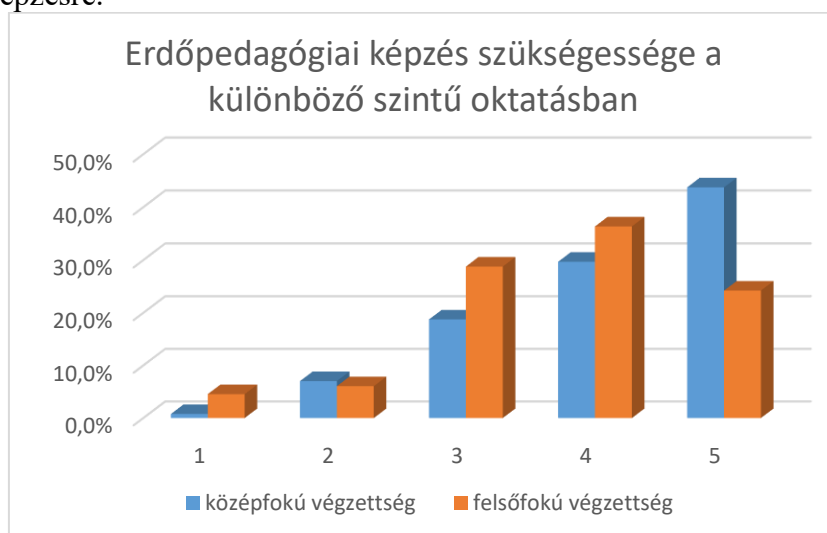


12. ábra Az állami és magán erdőgazdálkodási szektor munkaidő megoszlása a közjóléti tevékenységek arányában – saját eredmények

Mind az állami, mind pedig a magánerdőgazdálkodók által kezelt erdők esetében egyaránt jelen levő multifunkcionalitás közjóléti területe egyre erősödik. Az állami szektortudatosabb jelenléte okán a megkérdezettek válaszainak tükrében a szakemberek munkaidejük egy részét a közjóléti feladatok ellátásával töltik (4. ábra). A válaszadók kevesebb, mint negyede az állami szektorban munkaidejének majdnem egynegyed részében dolgozik olyan területen, amely a szakmai kommunikációt illetve az erdőpedagógiát érinti, de a szakképzésben nem feltétlenül jelenik meg.

H/5

A felsőfokú végzettségű szakembereknek kevésbé van szükségük kommunikációt segítő továbbképzésre.



13. ábra A kommunikációt segítő erdőpedagógiai képzés fontossága a különböző képzési szinteken – saját eredmények

A megkérdezettek többsége fontosnak tartja, hogy a hatékony szakmai kommunikáció érdekében a felsőfokú végzettséggel rendelkezők továbbképzéseken vegyenek részt. Az 5. ábra az erdőpedagógiai képzések fontosságára vonatkozó válaszok arányát mutatja. Mind a középfokú végzettséggel rendelkező szakemberek, mind pedig a felsőfokú végzettséggel rendelkezők fontosnak tartják, hogy az erdőpedagógia, mint a szakmai kommunikációt elősegítő terület, megjelenjen a szakképzés különböző szintjein.

### Következtetések

Az online kérdőíves kutatásaink rávilágítottak arra, hogy különös tekintettel az elmúlt időszakra felerősödött a gyakorlati szakemberek érintettsége a szakmai kommunikációt érintő területekkel, függetlenül a végzettségtől az állami és a magánszektorban egyaránt. A gyakorlatban eltöltött hosszabb idő a közjóléti, kommunikációs ismereteket érintő területek megítélésének fontosságát erősíti. A több évtizedes tapasztalattal rendelkező szakemberek saját munkahelyükön látják a szakmai tevékenységük iránti fokozódó érdeklődést a társadalom felől. Ennek természetesen teret adott az elmúlt több, mint két évtizedes múltra visszatekintő erdészeti erdei iskolai tevékenység, amely ma már minden erdőgazdálkodói szektort érint. A szakemberek tevékenységének megítélése, a szakmai tevékenységek társadalmi elfogadottsága és az erdész szakma megítélése a szakemberek véleménye szerint is pozitív változáson megy keresztül, azonban azt is látni szükséges, hogy a megfelelő mértékű változás feltételezi az egységes és hatékony ágazati kommunikációt, amelynek része a környezeti

nevelésben való aktív részvétel az erdészeti erdei iskolai rendszer oktatási-nevelési tevékenységével, ahol az erdész, mint hiteles gyakorlati szakember megjelenik.

### ***Irodalomjegyzék***

- ARATÓ GY. (1894): Az erdészet és a népnevelés; Erdészeti Lapok-1894- 33. évf.593-606.
- LOHRI, FRANZ-SCHWYTER A.(2002)Találkozunk az erdőben! Öko-Fórum Alapítvány, Budapest
- LOHRI - FRANZ- SCHWYTER A. (2000): Treffpunkt Wald, Waldpädagogik für Forstleute, Ein Handbuch mit praktischen Arbeitsunterlagen, Ideen und Beispielen von Waldführungen, SILVIVA
- LOMNICZI G. (2018): Országos lakossági „erdőkép” IV.: erdőlátogatási szokások [https://erdeszetilapok.oszk.hu/01833/pdf/EPA01192\\_erdeszeti\\_lapok\\_2018\\_03\\_078-081.pdf](https://erdeszetilapok.oszk.hu/01833/pdf/EPA01192_erdeszeti_lapok_2018_03_078-081.pdf) – Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.
- Nes (2016): Nemzeti Erdőstratégia 2016-2030. – [https://eionet.kormany.hu/download/c/c9/a1000/Nemzeti\\_Erdostrategia.pdf](https://eionet.kormany.hu/download/c/c9/a1000/Nemzeti_Erdostrategia.pdf) – Ellenőrizve: 2023.11.20.
- STARK M. (2002): Kommunikáció és konfliktusok a magyar erdőgazdaságban. Kézirat a 34. Forstpolitiktreffen Konferencia kiadványban megjelent „Kommunikationsfragen und Konflikte in der Forstwirtschaft Ungarns“ című publikációhoz. Sopron, 2002. 13 oldal



# LUCFENYŐ (*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.) ÉS KANADAI HEMLOKFENYŐ (*TSUGA CANADENSIS* (L.) CARRIÈRE) TOBOZ EXTRAKTUMAINAK ANTI-OXIDÁNS ÉS ANTIBAKTERIÁLIS HATÁSA

Antioxidant and antibacterial properties of Norway spruce (*Picea abies* H. Karst.) and Eastern hemlock (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière) cone extracts

VISINÉ RAJCZI ESZTER<sup>1</sup>, MARTINA VRŠANSKÁ<sup>2</sup>, NIKOLA SCHLOSSEROVÁ<sup>2</sup>, STANISLAVA VOBĚRKOVÁ<sup>2</sup>, HOFMANN TAMÁS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

<sup>2</sup>Mendel Egyetem Brno, Kémiai és Biokémiai Intézet, Brno, Csehország.

visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

## **Kivonat**

A legújabb kutatások szerint a lucfenyő (*Picea abies* H. Karst.) és a kanadai hemlokfenyő (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière) tobozai kiemelkedően magas antioxidáns kapacitással rendelkeznek, bár az extraktumok polifenolos összetételére és bioaktív hatására nem találunk szakirodalmi adatot. Jelen munkánkban vizsgáltuk a toboz (zöld, érett barna) kivonatok antioxidáns kapacitását és antibakteriális hatását. Az antibakteriális vizsgálatokhoz *Staphylococcus aureus* és *Escherichia coli* törzseket alkalmaztunk. A tobozkivonatok a *Staphylococcus aureus* törzsekkel szemben erős antimikrobiális hatást mutattak, azonban az *Escherichia coli* törzsekkel szemben gátló hatást nem figyeltünk meg.

## **Abstract**

According to recent studies, Norway spruce and eastern hemlock cones possess exceptionally high antioxidant capacities; however, the bioactive effects have not been tested yet. In the present study the antioxidant and antibacterial properties of the cone (green and mature) extracts were assessed. The antibacterial testing was conducted using *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* strains. The antibacterial test did not show any promising antimicrobial activity against *E. coli*, although a visible inhibitory effect on *S. aureus* strain was observed.

## **Bevezetés**

A szántóföldi mezőgazdálkodás (pelyva, levél, törköly stb.) és az erdőgazdálkodás (kéreg, levelek, tobozok stb.) melléktermékeinek hasznosítását nemcsak a szigorodó környezetvédelmi szempontok szorgalmazzák, hanem megköveteli a növekvő társadalmi felelősségvállalás is. Az erdőgazdálkodásban csak a kéregbiomasszából mintegy 300-400 millió m<sup>3</sup> keletkezik, aminek csak kis részét hasznosítják (PÁSZTORY et al. 2020). Az elmúlt évtizedekben a bioaktív vegyületek extrakciós lehetőségeinek kutatása előtérbe került (ZAINAL-ABIDIN et al. 2017, WEN et al. 2018, MOLINO et al. 2020). A fakéregben, levelekben, tobozokban, magvakban és gyantában található bioaktív vegyületek és egyéb járulékos anyagok kémiai összetétele fafajtól függően változik, és genotípusos, ökológiai, szezonális stb. tényezők is meghatározzák (JABLONSKY et al. 2017, TÜMEN et al. 2018, KHAN et al. 2019, FERREIRA-SANTOS et al. 2020).

A legújabb kutatások szerint (HOFMANN et al. 2020) a lucfenyő (*Picea abies* H. Karst.) és a kanadai hemlokfenyő (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière) tobozai kiemelkedően magas antioxidáns kapacitással rendelkeznek, bár az extraktumok polifenolos összetételére és bioaktív hatására nem találunk szakirodalmi adatot. A két taxon ökológiai, ipari és gazdasági jelentősége is megkívánja a tobozok hasznosításának részletesebb kutatását. A lucfenyő az egyik legelterjedtebb tűlevelű faj Európában, jelentős ökológiai és gazdasági szerepe van

(MELONI et al. 2007, LAMEDICA et al. 2011), a keleti hemlokfenyő pedig Észak-Amerika keleti részén található erdeinek alapfaja (CLARK et al. 2012) és széles természetes elterjedési területtel rendelkezik (MCWILLIAMS – SCHMIDT 2000).

Jelen tanulmányban vizsgáltuk a két taxon zöld és érett toboz kivonatainak antioxidáns és antibakteriális hatásait. Az antioxidáns kapacitást a vas(III)-ion redukáló képességen alapuló FRAP módszerrel mértük (BENZIE – STRAIN 1996), az összes polifenol tartalmat a Folin-Ciocalteu módszerrel határoztuk meg (SINGLETON – ROSSI 1965).

A tobozkivonatok antibakteriális tesztjét *Staphylococcus aureus* és *Escherichia coli* baktériumtörzseken végeztük minimális inhibíciós koncentráció (MIC) tesztel. A kapott eredmények hozzájárulhatnak a tobozok jövőbeni extrakciójának optimalizálásához és a bioaktív hatásokért felelős vegyületek azonosításához.

### **Anyag és módszer**

A toboz minták gyűjtése 2019 júniusában (zöld tobozok), és szeptemberében (érett, barna tobozok) történt a Soproni Egyetem Botanikus Kertjében. Az antioxidáns vizsgálatokhoz 0,45 g örölt toboz mintát extraháltunk 45 ml 50 % vizes acetone oldattal 30 percig ultrahangos fürdőn.

A totálfenol tartalom meghatározása Folin - Ciocalteu módszerrel történt, standardként galluszsavat használtunk. A reakció során keletkező kék színű vegyület mennyisége fotometriásan 760 nm-en meghatározható. Az eredményeket mg galluszsav/g szárazanyagban (mg G/g sz.a.) adtuk meg (SINGLETON – ROSSI 1965).

FRAP-antioxidáns kapacitás meghatározás: A vasredukáló-képességen alapuló módszerél aszkorbinsav standardot használtunk, a spektrofotometriás mérésnél 593 nm volt a hullámhossz. Az eredményeket mg aszkorbinsav/g szárazanyagban (mg A/g sz.a.) adtuk meg (BENZIE – STRAIN 1996).

Az antibakteriális vizsgálatokhoz 1 g örölt mintát extraháltunk 45 ml 50 % vizes acetone oldattal 30 percig ultrahangos fürdőn. Ezután az extraktumot szárazra pároztuk, majd feloldottuk 1 %-os DMSO-ban 1 mg/ml koncentrációra. A felhasznált baktériumtörzsek: Gram-pozitív *Staphylococcus aureus* (CCM 4223) és Gram-negatív *Escherichia coli* (CCM 3954). A MIC (minimális inhibíciós koncentráció) meghatározása: 96 lyukú mikrolemezek, Müller Hinton II tápoldat, 0,5 MacFarland egységgel azonos denzitású standard, amelyet 100-szoros sejthígítás követ. Sűrűség:  $1-2 \cdot 10^6$  CFU/ml. Kiválasztott koncentrációk: 0,016 – 1,000 mg/ml, 100  $\mu$ l bakteriális oltóanyag adagolása. Az oltóanyagot 37 °C-on tenyésztettük lemezzrázógépen 120 fordulat/perc sebességgel. A 620 nm-en mért abszorbanciát a nulla időpontban, majd 15 óra elteltével mértük. A kivonatok hatása a baktériumok növekedési ütemére: 100 lyukú mikrotiter lemezek. Vizsgált koncentráció tartomány: 0,004-1,000 mg/ml. A baktériumok szaporodási sebességét Bioscreen C MBR-rel (Dynex, Csehország) mértük. A 620 nm-en mért abszorbanciát a nulla időpontban, majd 30 percenként 37 °C-on 20 órán át követtük.

### **Eredmények**

#### *Antioxidáns vizsgálat*

Korábbi tanulmányunkban (HOFMANN et al. 2020a) meghatároztuk a két taxon zöld és érett, barna toboz extraktumainak totálfenol és FRAP antioxidáns kapacitását. Az eredményeket az 1. Táblázat tartalmazza. Az adatokból látszik, hogy mindkét faj esetében a zöld tobozok kivonatai teljesítettek jól, azaz magasabb totálfenol és FRAP értékeket mutatnak.

1. Táblázat: Totálfenol tartalom és FRAP antioxidáns kapacitás (átlag ± szórás).

	Totálfenol (mg G/g sz.a.)		FRAP (mg A/g sz.a.)	
	zöld	érett	zöld	érett
Lucfenyő	105,58 ± 7,92	64,64 ± 2,68	72,02 ± 8,76	50,19 ± 2,08
Kanadai hemlokfenyő	157,25 ± 9,98	56,13 ± 4,07	100,11 ± 0,40	46,57 ± 1,02

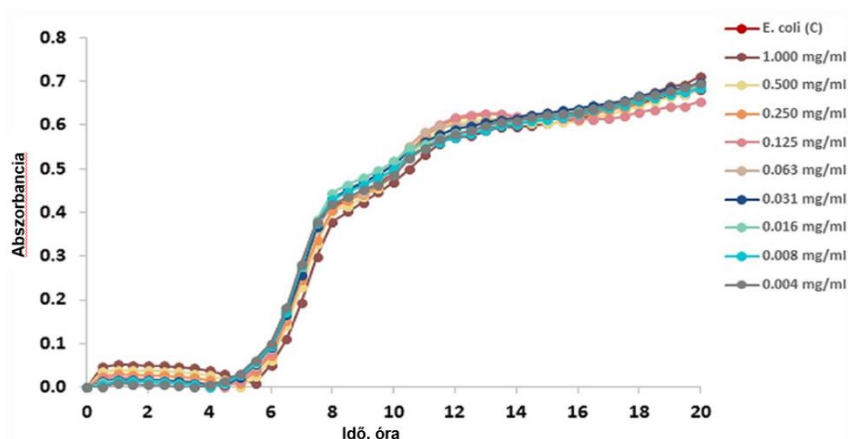
#### Antibakteriális hatás vizsgálata

Az antibakteriális vizsgálataink célja a toboz extraktumok baktériumellenes hatásának, alkalmazhatóságának vizsgálata volt. A zöld és érett toboz kivonatok antibakteriális tesztjét *Staphylococcus aureus* és *Escherichia coli* baktériumtörzseken végeztük MIC (minimális inhibíciós koncentráció) teszt alkalmazásával (2. Táblázat).

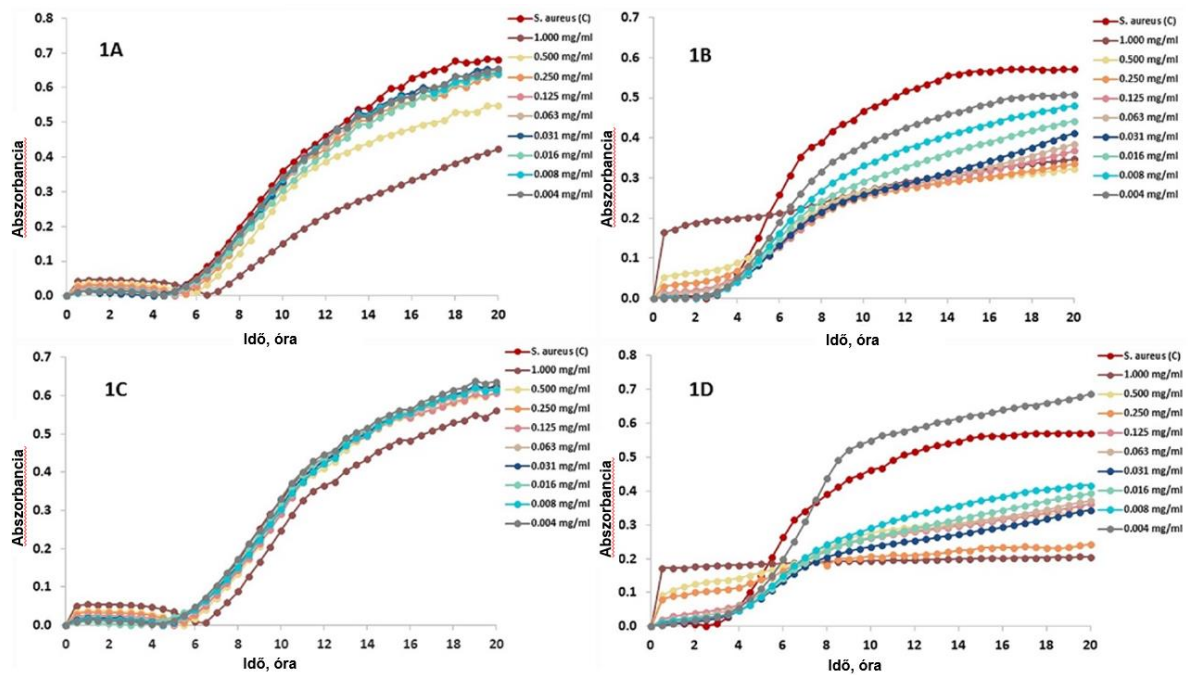
Azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált kivonatok egyike sem mutat gátlást az *E. coli* törzsre (1. ábra), azonban az *Staphylococcus aureus* növekedését mindegyik vizsgált kivonat gátolja (2. ábra). A legnagyobb gátlást a hemlokfenyő érett toboz (0,004 mg/ml) és a lucfenyő érett toboz (0,008 mg/ml) kivonatoknál figyeltük meg. Az érett tobozok nagyobb antibakteriális aktivitást mutatnak a zöld tobozokhoz képest, annak ellenére, hogy általában a zöld tobozok rendelkeznek magasabb antioxidáns kapacitással. Ennek lehetséges magyarázata, hogy a zöld szövetek nagyobb mennyiségű tápanyagot is tartalmaznak (pl. cukrok, aminosavak), amelyek redukáló jellegűek lehetnek, így jelentősen hozzájárulnak a magas antioxidáns kapacitáshoz, azonban nincs antibakteriális hatásuk. Korábbi vizsgálataink alapján a zöld és érett tobozok polifenol készlete egyező. Az érett toboz kivonatok alkalmazhatósága további vizsgálatokat igényel.

2. Táblázat: A toboz kivonatok MIC értékei (1 mg/ml 1 %-os DMSO-ban) a növekedési görbék alapján határozhatók meg. (H\_ZT: keleti hemlokfenyő zöld toboz; H\_ÉT: keleti hemlokfenyő érett toboz; L\_ZT: lucfenyő zöld toboz; L\_ÉT: lucfenyő érett toboz).

Baktérium törzs	MIC (mg/mL)			
	H_ZT	H_ÉT	L_ZT	L_ÉT
<i>S. aureus</i>	0.125	0.004	1.000	0.008
<i>E. coli</i>	-	-	-	-



1. ábra: Különböző koncentrációjú lucfenyő zöld toboz kivonatok hatása az *E. coli* növekedési görbéjére.



2. ábra: Az *S. aureus* növekedési görbéi (1A) keleti hemlokfenyő zöld toboz, (1B) keleti hemlokfenyő érett toboz, (1C) lucfenyő zöld toboz, (1D) lucfenyő érett toboz minták különböző koncentrációjú kivonatainak hatására.

### Irodalomjegyzék

- BENZI I. F. F. – STRAIN J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239, 70–76.
- CLARK J. T. – FEI S. – LIANG L. – RIESKE R. K. (2012): Mapping eastern hemlock: Comparing classification techniques to evaluate susceptibility of a fragmented and valued resource to an exotic invader, the hemlock woolly adelgid. *For. Ecol. Manag.* 266, 216–222.
- FERREIRA-SANTOS P. – GENISHEVA Z. – BOTELH C. – SANTO J. – RAMOS C. – TEIXEIRA J. A. – ROCHA C. M. R. (2020): Unravelling the biological potential of *pinus pinaster* bark extracts. *Antioxidants* 9, 334.
- HOFMANN T. – ALBERT L. – NÉMETH L. – VRŠANSKÁ M. – SCHLOSSEROVÁ N. – VOBĚRKOVÁ S. – VISI-RAJCZI E. (2021): Antioxidant and antibacterial properties of Norway Spruce (*Picea abies* H. Karst.) and Eastern Hemlock (*Tsuga canadensis* (L.) Carrière) cone extracts. *Forests* 12, 1189.
- HOFMANN T. – VISI-RAJCZI E. – ALBERT L. (2020): Antioxidant properties assessment of the cones of conifers through the combined evaluation of multiple antioxidant assays. *Ind. Crop. Prod.* 145, 111935.
- HOFMANN T. – VISI-RAJCZI E. – BOCZ B. – BOCZ D. – ALBERT L. (2020a): Antioxidant capacity and tentative identification of polyphenolic compound of cones of selected coniferous species. *Acta Silv. Lignaria Hungarica* 16, 79–94.
- JABLONSKÝ M. – NOSÁLOVÁ J. – SLÁDKOVÁ A. – HÁZ A. – KREPS F. – VALKA J. – MIERTUŠ S. – FREČER V. – ONDREJOVIC M. – ŠIMA J. et al. (2017): Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. *Biotechnol. Adv.* 35, 726–750.
- KHAN I. U. – SHAH A. A. – SAHIBZADA F. A. – HAYYAT A. – NAZAR M. – MOBASHAR M. – TARIQ A. – SULTANA N. (2019): Carcass characteristics and serum biochemical profile of Japanese quail by the supplementation of pine needles and vitamin E powder. *Biologia* 74, 993–1000.
- LAMEDICA S. – LINGUA E. – POPA I. – MOTTA R. – CARRER M. (2011): Spatial structure in four Norway spruce stands with different management history in the Alps and Carpathians. *Silva Fenn.* 45, 865–873.
- MCWILLIAMS W. H. – SCHMIDT T. L. (2000): Composition, structure, and sustainability of hemlock ecosystems in eastern North America. In *Proceedings: Symposium on Sustainable Management*

- of Hemlock Ecosystems in Eastern North America, USDA Forest Service Northeastern Forest Experiment Station General Technical Report NE-267; McManus, K.A., Shields, K.S., Souto, D.R., Eds.; U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: Newtown Square, PA, USA pp. 5–10.
- MELONI M. – PERINI D. – BINELLI G. (2007): The distribution of genetic variation in Norway spruce (*Picea abies* Karst.) populations in the Western Alps. *J. Biogeogr.* 34, 929–938.
- MOLINO A. – MEHARIYA S. – DI SANZO G. – LAROCCA V. – MARTINO M. – LEONE G. P. – MARINO T. – CHIANESE S. – BALDUCCHI R. – MUSMARRA D. (2020): Recent developments in supercritical fluid extraction of bioactive compounds from microalgae: Role of key parameters, technological achievements and challenges. *J. CO2 Util.* 36, 196–209.
- PÁSZTORY Z. – MOHÁCSI-RONYECZ I. – GORBACHEVA G. – BÖRCSÖK Z. (2016): The utilization of tree bark. *Bioresources* 11, 7859–7888.
- SINGLETON V. L. – ROSSI J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enology Vitic.* 161, 144–158.
- TÜMEN I. – AKKOL E. K. – TSTAN H. – SÜNTAR I. – KURTCA M. (2018): Research on the antioxidant, wound healing, and anti-inflammatory activities and the phytochemical composition of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait). *J. Ethnopharm.* 211, 235–246.
- WE C. – ZHANG J. – ZHANG H. – DZAH C. S. – ZANDIL M. – DUAN Y. – MA H. – LUO X. (2018): Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops—A review. *Ultrason Sonochem* 48, 538–549.
- ZAINAL-ABIDIN M. H. – HAYYAN M. – HAYYAN A. – JAYAKUMAR N. S. (2017): New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review. *Anal. Chim. Acta* 979, 1–23.



# A FEKVŐ HOLTFA MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI MEGHATÁROZÁSA KÜLÖNBÖZŐ KEZELÉSŰ ERDŐTERÜLETEKEN A KISKUNSÁGBAN

Quantitative and qualitative analysis of lying dead wood in differently managed forests in Kiskunság

VOLFORD ANNA<sup>1</sup>, ANDRÉSI DÁNIEL<sup>2</sup>, VADÁSZ CSABA<sup>3</sup>, TÓTH VIKTÓRIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

<sup>2</sup>KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt.

<sup>3</sup>Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság

toth.viktoria@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A holt fáknak fontos ökológiai szerepe van az erdők biológiai sokféleségének megőrzésében. Mivel a legtöbb erdei élőlénycsoport valamilyen szinten kötődik a holtfához, így a jelenléte rendkívül fontos, nem csak az alapvetően természetvédelmi rendeltetésű erdőkben, hanem a gazdasági erdőkben is. Hazánk több tájegységén belül végeztek holtfa felmérést, de az alföldi erdők, ilyen szempontból viszonylag alul kutatottak. Vizsgálatunkban kilenc alföldi idős kocsányos tölgyes erdőrészletben kerültek felmérésre a fekvő holtfa mennyiségi és minőségi paraméterei.

A természetvédelmi oltalom alatt álló legtöbb erdőrészletben 50 m<sup>3</sup>/ha körüli, vagy annál jóval magasabb értéket kaptunk. A gazdasági erdőkre jellemző holtfamennyiséget kaptunk a kecskeméti erdőrészletekben (17,6-26,8 m<sup>3</sup>/ha), valamint az egyik, természetvédelmi oltalom alatt álló erdőrészletben (16,12 m<sup>3</sup>/ha). A vizsgálatba vont erdőrészletekben mindenhol az országos átlagot jelentős mértékben meghaladó mennyiségben fordult elő a fekvő holtfa, ami rámutat az idős tölgyerdők jelentőségére.

## ***Abstract***

Deadwood has an important ecological role in forest biodiversity and conservation. As many forest-dwelling species are directly or indirectly associated with dead wood, its presence is very important, not only in protected forests fulfilling, but also in managed forests. The quantity of dead wood has been assessed in several geographical region in Hungary, but forests of the Great Hungarian Plain are relatively underrepresented in these researches. In our study, the quantitative and qualitative parameters of lying dead wood were estimated in nine old oak forest stands in the Great Hungarian Plain.

The mean lying dead wood volume for most of protected forest stands amounted to approximately 50 m<sup>3</sup>/ha or higher. The mean volume of deadwood in Kecskemét forest stands was low as expected from a commercial forest (17,6-26,8 m<sup>3</sup>/ha), and we have got similar value in one of the protected forest stands (16,1 m<sup>3</sup>/ha).

## ***Bevezetés***

A holtfáknak nagyon sokrétű és nélkülözhetetlen szerepe van az erdők diverzitásának megteremtésében és megőrzésében (CSÓKA–LAKATOS, 2014a; CSÓKA–LAKATOS, 2014b). Amíg az ember nem távolította el az állományokból, folyamatos szerves anyag forrásként szolgáltak az erdei ökoszisztémában, és emiatt a legtöbb erdei élőlénycsoport kötődik valamilyen szinten, így a jelenléte rendkívül fontos nem csak a védett, alapvetően természetvédelmi funkciót betöltő erdőkben, hanem a gazdaságilag kezelt állományokban is (CSÓKA 2014; MERKL–VIG, 2011; ÓDOR 2014; ÓNODI–WINKLER, 2014; ROZNER –LÖKKÖS, 2016; STOKLAND et al. 2012).

A holtfa mennyiségének meghatározására több kidolgozott módszer is létezik, és gyakran nehéz, vagy egyáltalán nem is lehetséges a különböző metódussal becsült eredmények összehasonlítása, mivel nem minden esetben történik meg egyidejűleg a fekvő és az álló holtfák felmérése, valamint a felmérésekkor használt mértékegységek is eltérhetnek (BÖLÖNI-ÓDOR, 2014). Európában a legtöbb felmérést bükkösökben, boreális lucosokban és erdeifenyves őserdőkben végezték (BÖLÖNI-ÓDOR, 2014). A tölgyes őserdők megfogyatkozása miatt csak nagyon kevés adat áll rendelkezésre ezek holtfaviszonyairól (BÖLÖNI-ÓDOR, 2014). Ilyen jellegű kutatási eredmények vannak szlovákiai cseres-kocsánytalan tölgyes állományból (55 m<sup>3</sup>/ha), osztrák erdőrezervátumból, ahol 57-83 m<sup>3</sup>/ha -ra becsülték a holtfa mennyiségét a szárazabb termőhelyeken, míg az üdebb állományokban 118 m<sup>3</sup>/ha-ra, lengyelországi lucfenyővel elegyes tölgyerdőből (87-160 m<sup>3</sup>/ha), ukrainai erdőssztyepp tölgyesekből (21,5 m<sup>3</sup>/ha) (BOBIEC 2002, RAHMAN et al. 2008, SANIGA-SCHÜTZ, 2002, YAROTSKIY et al. 2019). Gazdasági erdőkben, a svájci tölgyerdők esetén 1-6 m<sup>3</sup>/ha-ra becsülték a holtfa mennyiségét (GUBY-DOBBERTIN, 1996). Magyarországi kutatási eredmények is vannak tölgyerdők holtfa viszonyairól, amelyek keretén belül a 100 évnél idősebb alföldi tölgy állományokban átlagosan 36,9-45,1 m<sup>3</sup>/ha holtfa mennyiséget mértek, a 40 éve felhagyott, 120 éves kocsánytalan tölgyes erdőben pedig 46 m<sup>3</sup>/ha-t (ASZALÓS et al. 2015, BÖLÖNI et al. 2021, BÖLÖNI et al. 2017). BÖLÖNI és munkatársai (2021) által javasolt ideális holtfa mennyiség természetközeli száraz tölgyes állományokból 50 m<sup>3</sup>/ha.

Hazánkban több tájegységben belül végeztek nagy mintaelemszámú holtfa felmérést, így pl. az Őrségben és az Északi-középhegység (ÓDOR 2018). Az alföldi-erdők, ilyen szempontból alul kutatottak, ha van is egy-egy kiemelten kutatott helyszín, mint amilyen pl. a Peszéri-erdő (ERDÉLYI et al. 2021), nincsenek gazdasági erdőkben történő felmérésekből adatok. Dolgozatunkban alföldi gazdasági erdők és védett, természetközeli állapotú erdők holtfa viszonyait kívánjuk elemezni.

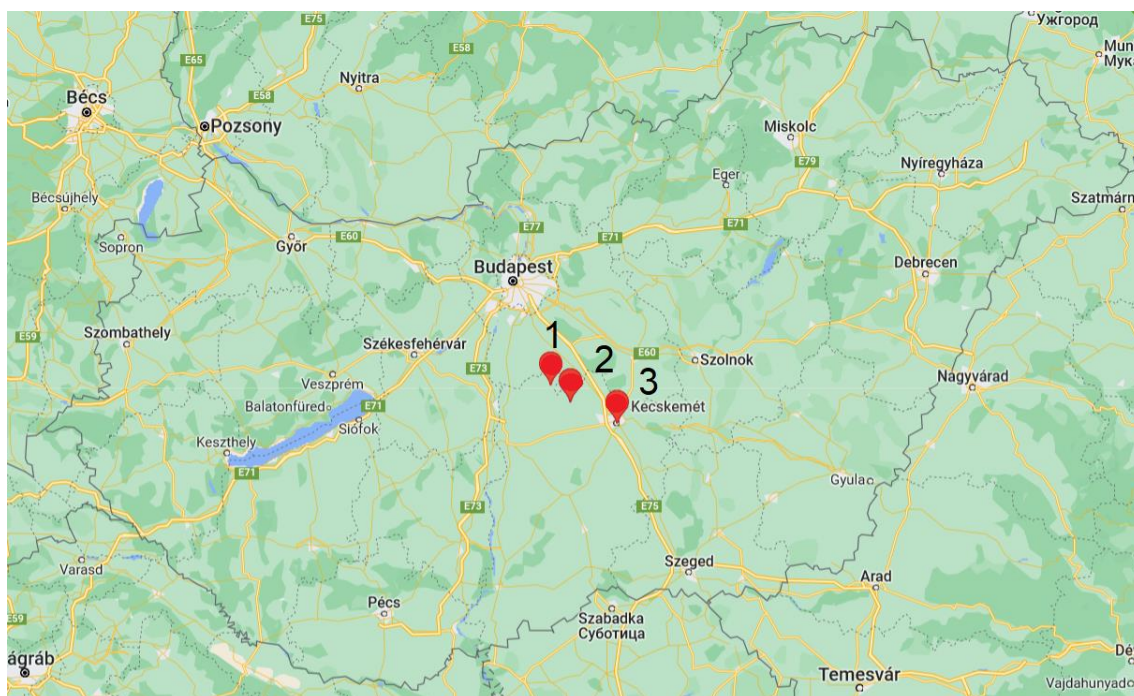
### ***Anyag és módszer***

Mintavételi területeinket az Alföldön jelöltük ki, az elmúlt évtizedekben elvégzett erdőgazdálkodási beavatkozások alapján megkülönböztetett két erdőtípusban, összesen három erdőtömbben (1. ábra): majdnem erdő rezervátumként kezelt (de rezervátumként ki nem hirdetett), az inváziós fajok visszaszorítását szolgáló beavatkozásokon kívül más beavatkozással nem érintett, elsődleges természetvédelmi rendeltetésű állományok (Kunpeszér 29 A, Kunpeszér 32 D, Kunbaracs 159 A, Kunbaracs 159 D); és korábban hosszabb ideig elsődlegesen gazdasági rendeltetést betöltő, azonban jelenleg már elsődlegesen faanyagtermelést nem szolgáló erdőállományok (Kecskemét 20 A, Kecskemét 21 A, Kecskemét 22 B, Kunbaracs 159 B). Kecskemét és Kunbaracs a Duna-Tisza közti síkvidék középtájon belül a Kiskunsági-homokhát kistájon belül, míg Kunpeszér a Csepeli-sík kistáj nyugati határán helyezkedik el (DÖVÉNYI 2010). A vizsgált 9 erdőrészlet leválogatásának szempontja volt, hogy idős, 100 év felletti kocsányos tölgy állományok legyenek.

A fekvő holtfa becslése az ÓDOR (2005) által erdőrezervátumokban javasolt vonal menti mintavétel (line intercept sampling) szerint történt. Egy pontból három db 20 méteres vonalat húztunk ki, egymástól 60°-ra. A holtfák adatainak felvételekor az átmérőt és a korhadási stádiumot jegyeztük fel. A korhadási stádiumokat szintén ÓDOR (2005) által kidolgozott kategóriarendszer szerint határoztuk meg.

Az adatok elemzése Microsoft Excel programmal történt. Átlagot és szórást számítottunk. A kiértékelés során a korábban ismertetett képlet segítségével minden pontra meghatároztunk egy hektáronkénti holtfa térfogatot, majd az adott erdőrészletben az összes felvételi pont számtani közepe (átlaga) adta az erdőrészlet hektáronkénti holtfa mennyiségét.

A holtfákat az alábbiak szerint átmérőosztályokba soroltuk: kis átmérőosztályok: 1. osztály: 5-15 cm, 2. osztály: 16-25 cm, közepes átmérőosztályok: 3. osztály: 26-35 cm, 4. osztály: 36-45 cm, nagy átmérőosztályok: 5. osztály: 46-55 cm, 6. osztály: 56-65 cm, 7. osztály: 66-75 cm, 8. osztály: 76-85 cm.



1. ábra: A mintavételi helyek. Forrás: Google, 2022.  
(Jelmagyarázat: 1: Kunpeszér, 2: Kunbaracs, 3: Kecskemét)

### Eredmények

A legmagasabb fekvő holtfa mennyiséget a Kunbaracs 159 D erdőrészekben becsültük  $71,17 \text{ m}^3/\text{ha}$  értékkel, a legalacsonyabbat pedig a Kunpeszér 30 B és a Kecskemét 22 B erdőrészekben ( $16,12 \text{ m}^3/\text{ha}$ , illetve  $17,64 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) (1. táblázat). A Kunpeszér 29 A és 32 D erdőrészekben  $47,3 \text{ m}^3/\text{ha}$  és  $58,29 \text{ m}^3/\text{ha}$  értékeket kaptunk. A szórás minden állomány esetében magas volt, ami azt mutatja, hogy a fekvő holtfa térbeli eloszlása nem egyenletes.

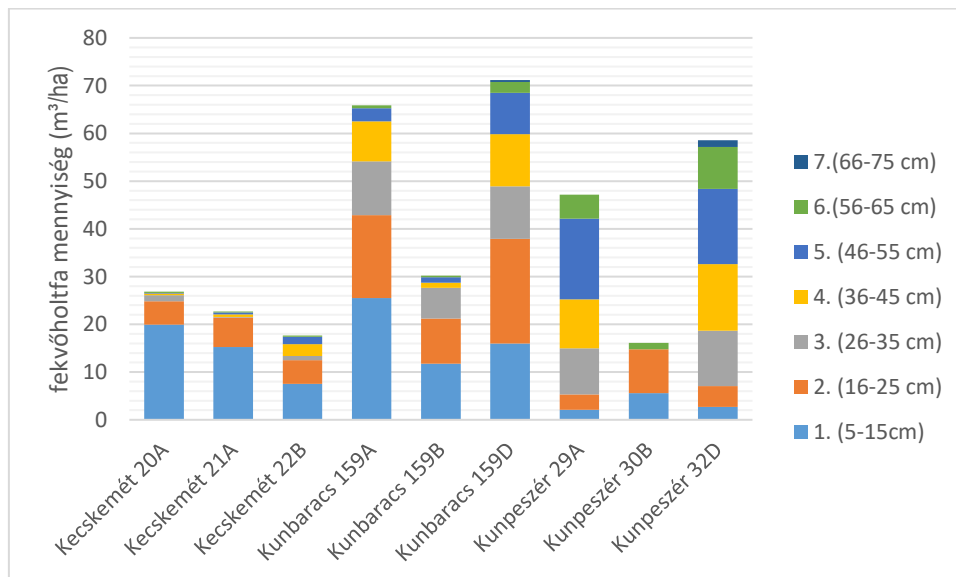
1. táblázat: Az egyes erdőrészek becsült fekvő holtfa készlete

Helység	Tag	Részlet	Terület (ha)	Utolsó fahasználat ideje	Mintapontok száma	Fekvő holtfa térfogat ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )	Szórás
Kecskemét	20	A	18,37	<20 év	28	26,8	41,6
Kecskemét	21	A	13,53	<20 év	20	22,7	32,3
Kecskemét	22	B	8,87	<20 év	13	17,6	43,5
Kunbaracs	159	A	9,20	>40 év	14	65,8	51,7
Kunbaracs	159	B	9,01	<20 év	13	30,2	32,0
Kunbaracs	159	D	5,9	>40 év	9	71,2	46,4
Kunpeszér	29	A	11,49	>40 év	18	47,1	40,6
Kunpeszér	30	B	1,07	<20 év	2	16,1	21,3
Kunpeszér	32	D	16,63	>40 év	21	58,3	98,1

Az átmérőosztályok szerinti eloszlást tekintve a kecskeméti erdőrészek esetén a kis átmérő osztályokból került ki a legtöbb holtfa (2. ábra): a Kecskemét 20 A erdőrészetben a holtfa 79%-a (24,8 m<sup>3</sup>/ha), a Kecskemét 22 B-ben a 70%-a (12,5 m<sup>3</sup>/ha), a Kecskemét 21 A esetén pedig a 94%-a (21,9 m<sup>3</sup>/ha). A kecskeméti erdőrészek közül a Kecskemét 22 B-ben volt a legmagasabb a nagy átmérőjű holtfák aránya (11%), ez utóbbiak mennyisége a többi gazdasági erdőben nem volt számottevő.

A kunbaracsi erdőrészekben is a holtfa legnagyobb hányada a kis átmérő osztályokból került ki (2. ábra): a Kunbaracs 159 A-ban 65% (42,9 m<sup>3</sup>/ha), Kunbaracs 159 B-ben 70% (21,2 m<sup>3</sup>/ha), Kunbaracs 159 D-ben 53% (37,9 m<sup>3</sup>/ha). A Kunbaracs 159 A erdőrészetben jelentős volt a közepes átmérőjű fekvő holtfák mennyisége (30%, 19,7 m<sup>3</sup>/ha), és itt már nagy átmérőjű holtfát is ki lehetett mutatni (3,3 m<sup>3</sup>/ha). A Kunbaracs 159 D erdőrészetben jelentős mennyiség került ki a nagy átmérőosztályokból (11,4 m<sup>3</sup>/ha), és volt a területen igazán nagyméretű (> 65 cm) fekvő holtfa is (0,4 m<sup>3</sup>/ha), ami rendkívül fontos a diverzitás szempontjából.

Kunpeszér 29 A és 32 D erdőrészek esetén (2. ábra) a nagy átmérőosztályok értéke (5-7) kimagaslóan (21,9 m<sup>3</sup>/ha; 26,0 m<sup>3</sup>/ha) magas volt. Kunpeszér 30 B erdőrészet minden tekintetben eltér a szomszédos állományoktól. Itt összesen 16,1 m<sup>3</sup>/ha holtfaanyagot becsültünk, ebből 14,8 m<sup>3</sup>/ha esett a kis átmérőosztályokba.



2. ábra: A fekvő holtfa átmérő-osztályonkénti mennyiségi viszonyai a vizsgált erdőrészekben

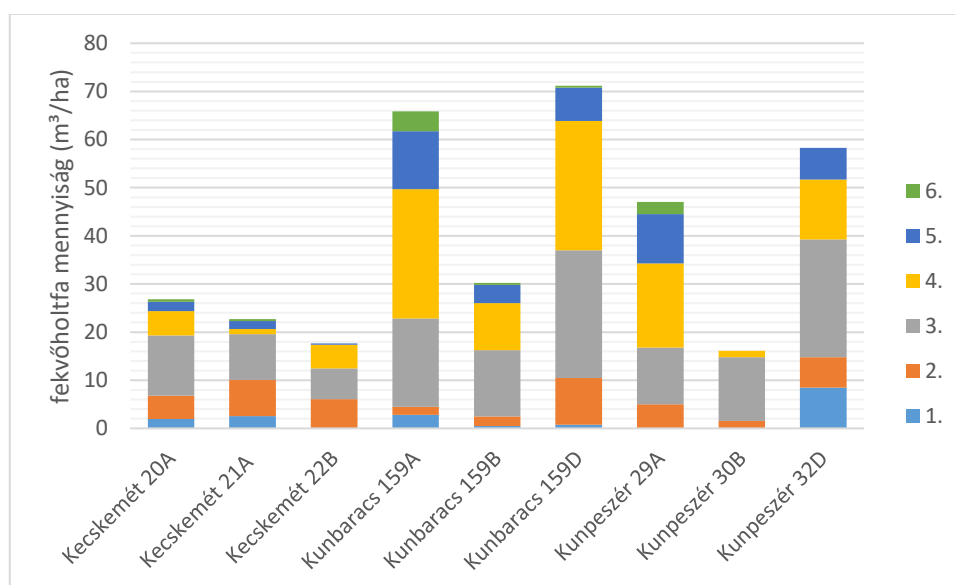
A korhadási stádiumok tekintetében (3. ábra) a Kecskemét 20 A és 21 A erdőrészetben a fekvő holtfa 66%, illetve 42%-a 3. fázisban (12,5 m<sup>3</sup>/ha és 9,5 m<sup>3</sup>/ha) volt megfigyelhető és a magasabb korhadási stádiumú holtfák csak kis arányban (9%; 7%) voltak jelen a területen. Kecskemét 21 A esetén a magasabb korhadási fázis csak a kis átmérőosztályokban fordult elő. A Kecskemét 22 B erdőrészetben is a fekvő holtfák többsége (64%) közepes korhadási stádiumú volt (3. stádium: 6,4 m<sup>3</sup>/ha, 4. stádium: 4,9 m<sup>3</sup>/ha). Itt kis korhadási stádiumban csak 2. fázisban (6,1 m<sup>3</sup>/ha) voltak egyedek és hiányzott a teljesen friss, illetve szinte teljesen elkorhadt 6. stádiumú holtfa.

A kunbaracsi erdőrészek mindegyikében a közepes (3-4.) korhadási stádiumú holtfák aránya volt a legmagasabb (Kunbaracs 159 A 69%, Kunbaracs 159 B 98%, Kunbaracs 159 D 75%), és minden korhadási stádium kimutatható volt az egyes erdőrészekben (3. ábra). Az összes vizsgált erdőreszt közül a Kunbaracs 159 A erdőrészetben volt jelen legmagya-

sabb arányban a nagy korhadási stádiumban (5-6.) lévő holtfa mennyisége (24%), ami zömmel nagy átmérőjű is volt. Itt nem csak az 5. stádiumban lévő holtfák mennyisége volt kiugró (12,0 m<sup>3</sup>/ha), hanem a már teljesen humifikálódott, 6. osztályú holtfáké is (4,1 m<sup>3</sup>/ha).

A kunpeszéri erdőrészekben is a közepes korhadási stádiumú holtfa volt a legnagyobb arányban jelen (Kunpeszér 29 A 62%, Kunpeszér 30 B 91%, Kunpeszér 32 D 63%). A Kunpeszér 29 A állományban a magasabb korhadási fázisban lévő holtfák is viszonylag nagy mennyiségben voltak jelen (27%), a 6. korhadási osztályban 2,5 m<sup>3</sup>/ha-t becsültünk. Friss, 1. korhadási stádiumú holtfa egyáltalán nem volt ebben az erdőrészletben, viszont az állományban jelen van a nagy (57-60 cm) átmérőjű 4-5. korhadási fázisú holtfa. A Kunpeszér 30 B erdőrészletben a teljesen friss (1.), illetve előrehaladottabb korhadási stádiumban (5-6.) lévő holtfa hiányzik.

A Kunpeszér 32 D erdőrészletben felvett fekvő holtfák korhadási fázisok szerinti eloszlása nem volt egyenletes, az alacsony korhadási osztály tette ki az össz-holtfa mennyiség mintegy negyedét (1. osztály: 8,5 m<sup>3</sup>/ha, 2. osztály: 6,3 m<sup>3</sup>/ha). Itt magasabb korhadási fázisban lévő holtfa is jelen volt (12%) (5. osztály: 6,6 m<sup>3</sup>/ha), de ezek javarészt kis átmérőjűek voltak.



3. ábra: A fekvő holtfa korhadási stádiumonkénti mennyiségi viszonyai a vizsgált erdőrészekben

### Következtetések

A Kunpeszér 29 A és 32 D (47,3 m<sup>3</sup>/ha és 58,3 m<sup>3</sup>/ha), valamint Kunbaracs 159 A és D erdőrészekben 65,8 m<sup>3</sup>/ha és 71,2 m<sup>3</sup>/ha) kapott értékek megfelelnek a hosszabb ideje felhagyott, hasonló korú (46 m<sup>3</sup>/ha, 36,9-45,1 m<sup>3</sup>/ha), illetve őserdőszerű tölgyesekben mért holtfa mennyiségeknek (Ausztria: 57-89 m<sup>3</sup>/ha, Szlovákia: 55 m<sup>3</sup>/ha) (SANIGA-SCHÜTZ, 2002; RAHMAN et al. 2008; BÖLÖNI et al. 2017; ASZALÓS et al. 2015).

Az általunk kapott kunpeszéri értékek (Kunpeszér 29 A: 47,3 m<sup>3</sup>/ha, Kunpeszér 32 D: 8,3 m<sup>3</sup>/ha, Kunpeszér 30 B: 16,2 m<sup>3</sup>/ha) nagyságrendileg jól közelítik az ERDÉLYI és mtsai. (2021) által végzett részletesebb és sokkal nagyobb munkaigényű metódussal kapott eredményeit. Ők Kunpeszér 29 A esetén 39,4 m<sup>3</sup>/ha-t, Kunpeszér 30 B esetén 12 m<sup>3</sup>/ha, és Kunpeszér 32 D esetén 66,2 m<sup>3</sup>/ha fekvő holtfát mértek. Az eltérések az eltérő módszertanból, és az eltérő mintavételi intenzitásból és a holtfa egyenetlen térbeli mintázatából adódnak.



A kecskeméti erdőrészek értékei (17,6-26,8 m<sup>3</sup>/ha) megfelelnek a gazdasági erdőkben várható értékeknek (0-30 m<sup>3</sup>/ha), ugyanez igaz Kunpeszér 30 B (16,2 m<sup>3</sup>/ha), valamint Kunbaracs 159 B erdőreszlet (30,2 m<sup>3</sup>/ha) esetén is (BÖLÖNI-ÓDOR, 2014).

A holtfa mennyiségén túl, nem mindegy, hogy milyen átmérőjű holtfák vannak jelen a területen. A szaproxilofág élőlények szempontjából elsősorban a 30 cm-nél nagyobb átmérőjű holtfák jelenléte az egyik legmeghatározóbb paraméter az erdőkben (FRANK-KOVÁCS, 2014). A 30 cm-nél nagyobb átmérőjű holtfák (4-7 átmérő osztályok) mennyisége kimondottan magas volt Kunpeszér 22 A és 32 B erdőreszletekben (33,2 m<sup>3</sup>/ha, 38,5 m<sup>3</sup>/ha), valamint Kunbaracs 159 A és 159 D erdőreszletekben (11,7 m<sup>3</sup>/ha és 22,3 m<sup>3</sup>/ha). Az ilyen nagy átmérőjű holt fák alacsony értékkel volt jelen Kunbaracs 159 B (2,5 m<sup>3</sup>/ha), Kunpeszér 30 B (1,3 m<sup>3</sup>/ha), és a kecskeméti erdőreszletek közül a Kecskemét 20 A (0,7 m<sup>3</sup>/ha) és Kecskemét 21 A (1,1 m<sup>3</sup>/ha) állományokban.

A korhadási folyamat során változik a holtfán megtelepedő élőlények fajösszetétele is (BOBIEC et al. 2005; ÓDOR 2014), ezért fontos, hogy különböző korhadási stádiumban lévő holtfák legyenek jelen a területen. Kunpeszér 32 D-ben, illetve Kunpeszér 29 A-ban (1. korhadási stádium kivételével) szinte mindegyik korhadási osztály viszonylag nagy mennyiségben előfordult. A kunbaracsi erdőreszletekben a frissen keletkezett, és/vagy gyengén korhadt stádiumok mennyisége volt viszonylag alacsony.

A Kunpeszér 30 B erdőreszlet a korhadási stádiumok szerinti megoszlást tekintve is a gazdasági erdőkre jellemző képet mutat. Nem meglepő módon Kecskemét 20 A, 21 A, 22 B erdőreszletekben gyakorlatilag szinte teljesen hiányoztak az előrehaladottabb korhadási stádiumba eső holtfák, és inkább a frissen kidőlt, vagy a közepesen korhadt holtfák domináltak.

A fentiekben részletezett holtfa mennyiségi és minőségi (átmérő, korhadási stádium) tulajdonságai alapján fontos lenne, hogy az átmérő csoportokban és a korhadási fázisokban is meglegyen a diverzitás, ezért Kunpeszéren és Kecskeméten is érdemes lenne mesterségesen holtfát létrehozni. Ez több beavatkozás segítségével is kivitelezhető. Mesterséges odvakat létre lehet hozni azáltal, hogy egyes koronaágakat levágunk a törzs mellett. Tükörfoltokat is sebzéssel lehet előállítani, ezt a kéreg lehántásával érhetjük el. Fekvő holtfát döntéssel, míg álló holtfát tőhöz közeli gyűrűzéssel állíthatunk elő (FRANK-KOVÁCS, 2014). Lehetőleg minél többféle módszerrel, és a lehető legváltozatosabb típusú holtfát kellene létrehozni az állományokban. Olyan gazdaságilag kezelt erdőkben, mint a vizsgált kecskeméti erdőreszletek, ezt holtfacsoportok létrehozásával lehetne megvalósítani. Emellett magasabb elegyaránnal, főként őshonos fajok telepítésével is lehetne javítani a holtfa mennyiségén, mivel az nem csak az állomány magasabb korával nő, hanem a nagyobb fajkészlet is gyarapítja (BUJOCZEK-BUJOCZEK, 2022).

### ***Köszönetnyilvánítás***

Szeretnénk köszönetet mondani Erdélyi Arnoldnak, Hartdégén Juditnak, Sirányi Flórának, Hadi Barnabásnak, Haraszi Lászlónak és Kocsán Gábornak, amiért rendelkezésünkre bocsátották a Peszéri-erdőben általuk végzett holtfa felmérés eredményeit.

### ***Irodalomjegyzék***

- ASZALÓS R. – HORVÁTH F. – MÁZSA K. – ÓDOR P. – LENGYEL A. – KOVÁCS G. – BÖLÖNI J. (2015): A faállomány-szerkezet és összetétel változása egy középhegységi cseres-tölgyesben négy évtizedes felhagyás után. In Bölöni J. (szerk.): Tanulmányok a felszáraz tölgyesek ökológiai viszonyairól. Tihany: MTA Ökológiai Kutatóközpont Tanulmányai, pp. 19-29.
- BOBIEC, A. (2002): Living stands and dead wood in the Bialowieża forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management* 165 (1–3): 125–140.
- BOBIEC, A. – JAROSZEWICZ, B. – KECZYŃSKI, A. – SZYMURA, A. – ZUB K. (2005): The afterlife of a tree. WWF Poland, Warszawa – Hajnowka.

- BÖLÖNI, J. – ASZALÓS R. – FRANK T. – ÓDOR P. (2021): Forest type matters: Global review about the structure of oak dominated old-growth temperate forests. *Forest Ecology and Management* 500: 119629.
- BÖLÖNI J. – ÓDOR P. (2014): A holtfa mennyisége a mérsékelt övi erdőkben. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 203–17.
- BÖLÖNI J. – ÓDOR P. – ÁDÁM R. – KEETON, W. S. – ASZALÓS R. (2017): Quantity and dynamics of dead wood in managed and unmanaged dry-mesic oak forests in the Hungarian Carpathians. *Forest ecology and management* 399: 120–131.
- BUJOCZEK, L. – BUJOCZEK, M. (2022): Factors influencing the diversity of deadwood, a crucial microhabitat for many rare and endangered saproxylic organisms. *Ecological Indicators* 142: 109197.
- CSÓKA, GY. (2014): Holtfa, mint életfeltétel. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 45–48.
- CSÓKA GY. – LAKATOS F. (2014a): Az erdei holtfa megjelenési formái. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 29–36.
- CSÓKA GY. – LAKATOS F. (2014b): Bevezetés. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 9–10
- DÖVÉNYI, Z. (szerk. 2010) Magyarország kistájainak katasztere. Második, Átdolgozott és Bővített kiadás. Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet.
- ERDÉLYI A. – HARTDÉGEN, J. – SIRÁNYI F. – HADI B. – HARASZTI L. – KOCSÁN G. (2021): Holtfa felmérés a Peszéri erdőben. OAKEKEY LIFE pályázati zárójelentés. Kunpeszér.
- FRANK T. – KOVÁCS T. (2014): Hogyan tartható fent és növelhető a holtfához kötődő diverzitás erdeinkben? In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 225–232.
- GUBY, N. A. B. – DOBBERTIN, M. (1996): Quantitative estimates of coarse woody debris and standing dead trees in selected Swiss forests. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5: 327–341.
- MERKL, O. – VIG K. (2011): Bogarak a pannon régióban. Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága – MTM, Szombathely.
- ÓDOR P. (2005): Javaslat a fekvő holt fa szisztematikus mérésére az erdőrezervátumokban. Kutatási jelentés, kézirat.
- ÓDOR P. (2014): A korhadó faanyag szerepe az erdei növények biodiverzitásában. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 155–170.
- ÓDOR P. (2018): Az álló és fekvő holtfa. In: Frank T., Szmorad F, Korda M. (szerk.): *Erdőgazdálkodás és erdőkezelés NATURA 2000 területeken. Rosalia - A Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság tanulmánykötetei 4. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest*, pp. 137-155.
- ÓNODI G. – WINKLER D. (2014): A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. In Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.): *A holtfa. Silva Naturalis 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron*, pp. 125–144.
- RAHMAN, M. M. – FRANK, G. – RUPRECHT, H. – VACIK, H. (2008): Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. *Journal of forest science* 54 (4): 161–169.
- ROZNER, GY. – LÖKKÖS A. (2016): Útmutató Natura 2000 fajok monitorozásához. Xilofág bogarak. Somogy Természetvédelmi Szervezet, Somogyfajsz.
- SANIGA, M. – SCHÜTZ, J. PH. (2002): Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. *J. For. Sci* 48 (12): 513–528.
- STOKLAND, J. – SIITONEN, J. – JONSSON, B. G. (2012): Biodiversity in dead wood. Cambridge university press, Cambridge.
- YAROTSKIY, V. Y. – PASTERNAK, V. P. – NAZARENKO, V. V. (2019): Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A. Forestry*, 61 (4): 247–254

# IDEGENHONOS FAFAJÚ ÉS TERMÉSZETSZERŰ ERDŐK ÖSSZEHASONLÍTÓ TALAJFAUNISZTIKAI VIZSGÁLATA A SOPRONI-HEGYSÉGBEN

Comparative study of Collembola communities of autochthonous and allochthonous forests in the Sopron Mountains

WINKLER DÁNIEL, NOVÁK ESZTER  
Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet  
winkler.daniel@uni-sopron.hu

## ***Kivonat***

A kutatás során az idegenhonos állományok talajlakó ugróvillás-közösségekre gyakorolt hatását vizsgáltuk. A talajmintákat vörös tölgyes és lucfenyves állományokból, valamint kontrollként természetközeli kocsánytalan tölgyes és bükkös állományokból gyűjtöttük. Összesen 65 faj 6625 egyede került elő. A legnagyobb fajszámú (49) Collembola közösséget a kocsánytalan tölgyesekben találtuk, ezt követi a bükkösök (48) fajgazdagsága, majd pedig a vörös tölgyeseké (41). A legkevesebb fajt (24) a telepített lucfenyvesekben gyűjtöttük. A közösségek összabundanciáját tekintve jelentek meg a legnagyobb különbségek: a kocsánytalan tölgyesektől több mint 20%-kal marad el a vörös tölgyesek egyedszáma, míg a telepített lucfenyvesekben a bükkösökhöz viszonyítva annak egyharmadánál is kevesebb ugróvillás egyedet mutattunk ki.

## ***Abstract***

We investigated the responses of collembolan communities to non-native forests. Study sites were selected in red oak stands and Norway spruce stands, while control samples were taken from sessile oak stands and beech stands. A total of 6635 Collembola specimens belonging to 65 species were collected. The highest species richness (49) was found in the sessile oak stands, followed by the beech stands (48). Its value was lower (41) in the red oak forests, while the lowest species richness was observed in the Norway spruce plantations (24). The biggest differences appeared in terms of the total abundance: the number of individuals of red oak stands was more than 20% lower than that of sessile oak stands, while in the planted spruce forests, compared to the beech stands, we found less than a third of Collembola individuals.

## ***Bevezetés***

Napjainkban egyre több szó esik arról, hogy a természetes élőhelyek tönkretétele és felarabolódása olyan mértékben csökkenti a biodiverzitást, amely csak a 65 millió évvel ezelőtti nagy kihalásokkal hasonlítható össze (LÁJER 1994). Ezek az erős kritikák sokszor az erdőgazdálkodásnál csapódnak le, hiszen az emberiség tájhasználatára – s ezen belül az erdőgazdálkodásra is – jelentősen átformálta a természetes tájakat, érdeinket. A Soproni-hegység azon kevés területek közé tartozik hazánkban, ahol a fenyők őshonosságának kérdése többször is felmerült a kiterjedt korábbi fenyvesítések kapcsán. Ezeknek a markáns folyamatoknak számos természetvédelmi, ugyanakkor érdekes talajbiológiai vonatkozásai is vannak. Az idegenhonos, ültetvényszerű faállományok biodiverzitása – így talajfaunája is – eredendően szegényebb, mint az őshonos fafajok alkotta állományoké (LINDENMAYER et al. 2003). Hazai viszonylatban ezt a megállapítást főként az akác, feketefenyő, erdei fenyő és nemesnyár monokultúrák esetében igazolták (TRASER – CSÓKA 2001, TRASER 2003, WINKLER – TÓTH 2012), de ugyanez elmondható bármely egzóta ültetvényre Európa szerte (KLIMETZEK 1992), annak ellenére, hogy meglehetősen kevés az olyan vizsgálat, amely az idegenhonos

fafajok hatását értékeli a talajlakó ugróvillás faunára nézve. Spanyolországban és Portugáliában elsősorban a kiterjedt eukaliptusz (*Eucalyptus* spp.) ültetvények jelentenek ilyen jellegű problémát. Eukaliptusz ültetvények, valamint nem őshonos túlevelű ültetvények talajfaunára gyakorolt hatását vizsgálva (ARBEA – JORDANA 1985, GAMA et al. 1994, 1995, SOUSA – GAMA 1994, PINTO et al. 1997, SOUSA et al. 1997) azt mutatták ki, hogy a Collembola közösségek diverzitását leginkább az állomány alatt képződő avarréteg eltérő kémhatása, valamint ezen keresztül a talajparaméterek megváltozása csökkenti.

Jelen kutatás célja volt feltárni, hogy a Soproni-hegység természetserű és idegenhonos állományait az ugróvillások milyen faj- és egyedszámmal népesítik be, illetve milyen különbségek vannak a közösségek diverzitása között.

### **Anyag és módszer**

Az ugróvillások természetközeli és idegenhonos állományokban való vizsgálatához a szükséges mintavételezést négy állománytípusban végeztük. Gyertyános-kocsánytalan tölgyesekben, bükkösökben, vörös tölgyesekben és lucfenyvesekben. A tizenkét mintaterület elszórtan terül el a Soproni-hegység területén, koordinátáik az 1. táblázatban találhatóak.

1. táblázat: A mintaterületek GPS koordinátái (B: bükkös, KTT: kocsánytalan-tölgyes, VT: vörös tölgyes, LF: lucfenyves)

Kocsánytalan-tölgyes mintaterületek			Bükkös mintaterületek		
<b>KTT1</b>	É:47.66325	K:16.58402	<b>B1</b>	É:47.65306	K:16.47720
<b>KTT2</b>	É:47.66173	K:16.56261	<b>B2</b>	É:47.65081	K:16.47669
<b>KTT3</b>	É:47.67036	K:16.54109	<b>B3</b>	É:47.66358	K:16.42885
Vörös tölgyes mintaterületek			Lucfenyves mintaterületek		
<b>VT1</b>	É: 47.66215	K: 16.58437	<b>LF1</b>	É: 47.67493	K: 16.49323
<b>VT2</b>	É: 47.66137	K: 16.56306	<b>LF2</b>	É: 47.68080	K: 16.47177
<b>VT3</b>	É: 47.67166	K: 16.53969	<b>LF3</b>	É: 47.64984	K: 16.51998

A talajmintákat egy 100 cm<sup>3</sup> belső térfogatú, hosszában két részre osztott fém mintavevő hengerrel gyűjtöttük, állománytípusonként 3–3 mintaterületen, területenként 5 mintavételi ponton. Az ugróvillások kinyerése a talajmintákból Berlese-Tullgren elven (TULLGREN 1918) működő papírtölcséres futtatóval történt, szobahőmérsékleten, 14 napos várakozási idővel. A lefutott mintákból az ugróvillás egyedeket sztereómikroszkóp segítségével válogattuk le. Az egyedek leválogatása és számolása az élőhelynek megfelelő névvel ellátott, felcímkézett, 70%-os etanol tartalmú fiolákba történt.

Az egyes fajokat a főbb taxonómiai kulcsok segítségével határoztuk meg. Az ugróvillások rendszertani áttekintésénél a magyar fauna besorolását (DÁNYI – TRASER 2008) vettük alapul.

A közösségi-ökológiai elemzés során a fajsám, abundancia- és dominancia-viszonyok, fontosabb közösségi karakterisztikák – Shannon diverzitás (SHANNON – WEAVER 1949), kiegyenlítettség (PIELOU 1966), közösségi dominancia index (KREBS 1978) – segítségével végeztük el a vizsgált állományok összehasonlító értékelését. Az egyes faállománytípusok ugróvillás-közösségeinek hasonlóságát a Morisita-Horn indexen (MAGURRAN 2004) alapuló hierarchikus cluster analízissel vizsgáltuk. Az elemzéseket a Past version 2.17b (HAMMER et al. 2001) statisztikai program segítségével végeztük el.

### **Eredmények**

A vizsgálat során összesen 3033 Collembola egyedet határoztunk meg. Összesen 65 fajt sikerült beazonosítani, ezek állománytípusonkénti átlagos egyedszám-értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Az előfordult Collembola fajok és egyedszámuk a vizsgált állományokban (B: bükkös, KTT: kocsánytalan-tölgyes, VT: vörös tölgyes, LF: lucfenyves)

COLLEMBOLA	B	KTT	VT	LF
<i>Anurophorus atlanticus</i>	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Arrhopalites cf. spinosus</i>	0.00	0.00	3.67	0.00
<i>Arrhopalites cf. thermophilus</i>	0.00	0.00	1.67	0.00
<i>Arrhopalites infrasecundarius</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Arrhopalites sericus</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Arrhopalites sp.</i>	0.67	0.67	0.00	0.00
<i>Bilobella aurantiaca</i>	2.00	0.33	0.00	0.00
<i>Caprainea marginata</i>	1.67	2.67	0.33	0.00
<i>Ceratophysella denticulata</i>	2.33	2.33	0.00	0.00
<i>Ceratophysella luteospina</i>	1.00	4.00	0.00	0.00
<i>Choreutinula inermis</i>	0.00	0.67	0.00	0.00
<i>Deutonura albella</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Deutonura cf. benzi</i>	2.33	0.00	0.00	0.00
<i>Deutonura conjuncta</i>	1.00	2.67	0.33	1.00
<i>Dicyrtomina ornata</i>	1.33	0.00	0.00	0.00
<i>Entomobrya corticalis</i>	1.67	0.00	3.33	2.33
<i>Entomobrya multifasciata</i>	0.67	0.67	0.00	0.00
<i>Entomobrya muscorum</i>	3.67	0.67	0.33	0.00
<i>Folsomia manolachei</i>	36.33	28.33	41.33	52.00
<i>Folsomia penicula</i>	26.00	37.33	59.67	1.00
<i>Folsomia quadrioculata</i>	52.33	46.33	22.00	67.00
<i>Friesea mirabilis</i>	0.33	0.67	0.00	0.00
<i>Friesea truncata</i>	0.00	0.00	3.00	0.00
<i>Heteromurus nitidus</i>	6.67	6.33	1.33	0.67
<i>Isotomiella minor</i>	175.67	201.33	108.67	10.67
<i>Lepidocyrtus arrabonicus</i>	0.00	1.67	0.00	0.00
<i>Lepidocyrtus cf. lignorum</i>	15.67	2.00	0.00	0.00
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>	1.00	0.67	0.67	0.67
<i>Lipothrix italica</i>	1.33	4.67	0.00	0.00
<i>Lipothrix lubbocki</i>	5.00	3.33	3.67	0.00
<i>Megalothorax minimus</i>	9.33	5.67	2.33	0.67
<i>Mesaphorura krausbaueri</i>	0.67	3.00	0.00	0.00
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	4.33	6.67	11.00	1.00
<i>Mesaphorura yosii</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Micranurida forsslundi</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Micranurida pygmaea</i>	3.33	0.67	0.00	4.00
<i>Neanura muscorum</i>	5.33	1.33	0.00	0.00
<i>Odontella lamellifera</i>	0.33	0.33	0.00	0.00
<i>Oncopodura crassicornis</i>	0.00	26.67	19.33	0.00
<i>Onychiuroides granulatus</i>	12.00	12.00	22.33	4.00
<i>Orchesella cincta</i>	4.00	0.33	0.00	5.33
<i>Orchesella flavescens</i>	7.00	2.67	0.67	0.00
<i>Orchesella multifasciata</i>	8.67	0.00	2.33	1.33
<i>Paratullbergia callipygos</i>	0.67	0.67	2.00	0.00
<i>Parisotoma notabilis</i>	29.00	29.33	9.33	13.00
<i>Pogonognathellus longicornis</i>	1.00	0.33	0.00	0.00
<i>Protaphorura cancellata</i>	0.00	12.67	0.00	0.00
<i>Protaphorura cf. illaborata</i>	0.00	0.00	4.67	0.00



<i>Protaphorura nemorata</i>	0.33	0.00	0.33	0.00
<i>Protaphorura subarmata</i>	30.67	11.00	75.33	0.00
<i>Protaphorura sublata</i>	13.00	48.00	7.00	0.67
<i>Protaphorura subnemorata</i>	99.33	77.33	88.67	11.00
<i>Pseudachorutella asigillata</i>	0.00	0.33	0.00	0.00
<i>Pseudachorutes dubius</i>	0.33	0.33	0.67	0.00
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	7.33	9.67	1.33	1.67
<i>Pseudosinella alba</i>	11.00	5.67	0.67	0.67
<i>Pseudosinella horaki</i>	47.67	58.33	43.33	18.67
<i>Pseudosinella cf. wahlgreni</i>	3.67	0.33	0.33	1.00
<i>Sminthurinus elegans</i>	11.33	1.67	0.00	0.00
<i>Sminthurinus sp. juv.</i>	0.00	0.00	0.33	0.00
<i>Sphaeridia pumilis</i>	14.33	7.67	0.00	0.67
<i>Tomocerina mixtus</i>	25.33	20.33	15.00	1.67
<i>Tomocerus minor</i>	1.33	2.33	0.00	0.00
<i>Xenylla brevicauda</i>	5.33	45.33	5.33	9.67

A legtöbb egyed a főként hemiedafikus fajokat magába foglaló Isotomidae családhoz tartozik, 6 fajjal és összesen 3141 egyeddel (47,41%). Az Isotomidae családot egyedszámában az Onychiuridae család követi 1591 egyeddel (24,02%), és 7, nagyrészt edafikus fajjal. Az Entomobryidae család a legnagyobb fajszámmal, 14 fajjal volt jelen a vizsgálati területen, 824 egyeddel (12,44%) számoltunk. A többi család jóval kevesebb egyeddel volt képviselt. A Hypogastruridae család 228 egyede (3,44%) 4 fajjal, a Tomoceridae család pedig 3 faj 202 egyedével (3,05%) jelent meg az állományokban. A Neanuridae család magas fajszámmal, 8 faj, 152 egyedével (2,29%) fordult elő. Az Oncopoduridae családból egyetlen faj, az *Oncopodura crassicornis* faj 138 egyedét (2,08%) találtuk meg. A tipikusan euedafikus fajokat magába foglaló Tullbergiidae családból 4 faj 91 egyeddel (1,37%) volt képviselt. A Sminthuridae család egy fajjal, a *Sphaeridia pumilis*-al jelent meg, 68 egyeddel (1,03%). 3 faj 68 képviselője (1,03%) került elő a Sminthuridae családból. Már az összes egyed 1%-át sem érik el a Neelidae, a Katiannidae, az Arrhopalitidae, a Dicyrtomidae és az Odontellidae családok előforduló fajai.

A vizsgált állományok ugróvillás-közösségeinek legfontosabb karakterisztikáit a 3. táblázat foglalja össze.

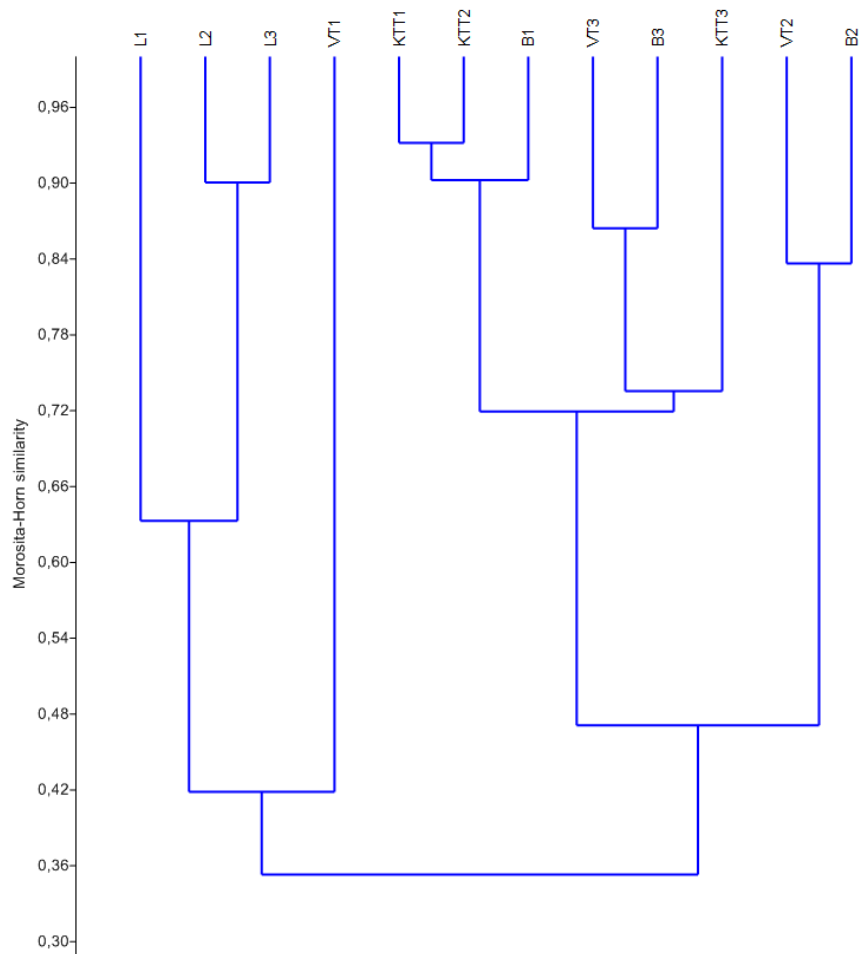
3. táblázat: A vizsgált állományok *Collembola* közösségeinek karakterisztikái (S: fajszám, A: abundancia (egyed/m<sup>2</sup>), H': Shannon-diverzitás, J: egyenletesség, KDI: közösségi dominancia index).

Vizsgált állomány	S	A	H'	D	J	KDI
Kocsánytalan-tölgyes (KTT)	49	73833	2,736	0,888	0,703	37,74
Bükkös (B)	48	69533	2,817	0,893	0,728	39,55
Vörös tölgyes (VT)	41	56433	2,571	0,892	0,692	34,97
Lucenyves (L)	24	21033	2,158	0,816	0,679	56,58

A felmért élőhelytípusok fajszámai 24 és 49 között változnak. A legfajgazdagabb (49 faj) állományok a természetszerű kocsánytalan tölgyes állományok, de ettől alig maradnak el a bükkösök (48 faj). A legkevesbé fajgazdag (24 faj) élőhelytípus a lucfenyves volt. A lucfenyőhöz hasonlóan a vörös tölgyes is idegenhonos fafajunk, itt viszont – bár elmaradva a bükköstől és a tölgyesektől – meglehetősen magas (41 faj) fajszám volt jellemző.

A közösségek hasonlóságát a Morisita-Horn indexen alapuló cluster-analízis eredménye (1. ábra) szemlélteti. A dendrogram mintaterület felbontású, jól megfigyelhetően két nagyobb csoport különül el: az egyikhez tartoznak a lucfenyves állományok, illetve az első

vörös tölgyes mintaterület, a másik csoporthoz pedig a természetserű állományok illetve a további két vörös tölgyes állomány.



1. ábra: A Morisita-Horn indexen alapuló cluster-analízis dendrogramja

Az első csoporton belül jól látható a lucfenyvesek és a vörös tölgyes állomány elkülönülése, míg a másik csoporton belül a különböző élőhelytípusok már nem sorolódtak külön alcsoportokba. Ez azzal magyarázható, hogy a kocsánytalan tölgyesek, a bükkösök és a két vörös tölgyes állomány közösségei között fajazonosság, valamint abundancia tekintetében nincsenek markáns különbségek.

### **Következtetések**

Az idegenhonos fajokkal telepített erdők hatása a természetközeli, őshonos fafajú erdőkkel szemben, a Collembola közösség fajösszetételének és mennyiségi viszonyainak különbségében is kimutatható. Általánosságban elmondható, hogy az idegenhonos fafajok alkalmazása nem csak a talajfaunára van hatással, hanem az élőhely szerkezeti összetételére, ezáltal az élőhelyre ható környezeti elemekre és az élőhely mikroklímájára is, amely számos, különböző mikrohabitatban előforduló élőlény populációját befolyásolhatja (JACKSON 1979). A fajgazdagság, a diverzitás, és az egyenletesség is jelentősen csökkenhet, esetenként akár el is tűnhetnek egyes fajok az adott területekről (JÄGER et al. 2009). Az idegenhonos fafajokra általában jellemző, hogy leveleik és faanyaguk az őshonos fogyasztók és lebontók számára nehezen vagy egyáltalán nem emészthető (JACKSON 1979). Jó példák a talajra, ezáltal az ugróvillásokra negatívan ható idegenhonos fajok sorára a fenyőfélék (PAAVOLAINEN et al. 1998), a vörös tölgy (*Quercus rubra*) (KOHYT – SKUBAŁA 2013), a keskenylevelű

ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) és a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) (CSISZÁR 2012). Vizsgálati területünkön a túlevelű állományokban kevesebb faj, és alacsonyabb egyedszám volt kimutatható, ez megegyezik TRASER – CSÓKA (2001) kutatásának eredményével is. Vizsgálatunk során a legnagyobb negatív irányú eltérést a lucfenyves állomány értékei mutatták, az itt talált közösségek abundancia- és diverzitásviszonyai is jelentősen elmaradnak a két őshonos fafajú állománytól, illetve az idegenhonos vörös tölgyes állománytól egyaránt. A fenyvesek talajfaunára gyakorolt kiemelkedő negatív hatásait több vizsgálat is alátámasztja: a Szárhalmi-dombság területén WINKLER – TÓTH (2012), Kolumbiában LEÓN-GAMBOA et al. (2010), Portugáliában PINTO et al. (1997) tapasztalt hasonló eredményeket.

### **Köszönetnyilvánítás**

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.

### **Irodalomjegyzék**

- ARBEA J.I. – JORDANA R. (1985): Efecto de una repoblación con coníferas en un robleal de Navarra sobre los colémbolos edáficos. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia Supl. 1(2): 277–286.
- CSISZÁR Á. (szerk.) (2012): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 115–119.
- DÁNYI L. – TRASER GY. (2008) An annotated checklist of the springtail fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). Opuscula Zoologica 38: 3–82.
- GAMA M.M. – SOUSA J.P. – VASCONCELOS, T.M. (1995): Comparison of Collembolan populations structure from Portuguese forests of *Pinus pinaster* AITON and *Eucalyptus globulus* LABILL. Bulletin Entomologique de Pologne 64: 71–89.
- GAMA M.M. – VASCONCELOS T.M. – SOUSA, J.P. (1994): Collembola diversity in Portuguese autochthonous and allochthonous forests. Acta Zoologica Fennica 195: 44–46.
- HAMMER Ř. – HARPER D.A.T. – RYAN, P.D. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 1–9.
- JACKSON, J.A. (1979): Tree surfaces as foraging substrates for insectivorous birds. In: DICKSON, J.G. – CONNER, R.N. – FLEET, R.R. – JACKSON, J.A. – KROLL, J.C.: The role of insectivorous birds in forest ecosystems. Academic Press, Nacogdoches. 69–93.
- JÄGER, H. – KOWARIK, I. – TYE, A. (2009): Destruction without extinction: long-term impacts of an invasive tree species on Galápagos highland vegetation. Journal of Ecology 97: 1252–1263.
- KOHYT, J. – SKUBALA, P. (2013): Communities of mites (Acari) in litter and soil under the invasive red oak (*Quercus rubra* L.) and native pedunculate oak (*Q. robur* L.). Biological Letters 50 (2): 111–124.
- KREBS C.J. (1978): Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 6th ed. Benjamin Cummings, San Francisco.
- LÁJER K. (1994): Gondolatok a természetvédelem biológiájáról. Természet Világa 125(7): 290–293.
- LEÓN-GAMBOA, A.L. – RAMOS, C. – GARCIA, M.R. (2010): Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. Revista de Biología Tropical, 58(3): 1031–1048.
- LINDENMAYER D.B. – HOBBS R.J. – SALT D. (2003): Plantation forests and biodiversity conservation. Australian Forestry 66(1): 62–66.
- MAGURRAN, A.E. (2004): Measuring biological diversity. Wiley-Blackwell. 256 pp.
- PAAVOLAINEN, L. – KITUNEN, V. – SMOLANDER, A. (1998): Inhibition of nitrification in forest soil by monoterpenes. Plant and Soil 205: 147–154.
- PIELOU E.C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collection. Journal of Theoretical Biology 13: 131–144.

- PINTO C. – SOUSA J.P. – GRAÇA M.A. – DA GAMA M.M. (1997): Forest soil Collembola. Do tree introductions make a difference? *Pedobiologia* 41: 207–214.
- SHANNON C.E. – WEAVER W. (1949): *The mathematical theory of communication*. Urbana, Illionis, University Illionis Press.
- SOUSA J.P. – VINGADA J.V. – BARROCAS, H. – DA. GAMA, M.M. (1997): Effects of introduced exotic tree species on Collembola communities: the importance of management techniques. *Pedobiologia* 41: 166–174.
- TRASER GY. – CSÓKA GY. (2001): A mezofauna – Insecta: Collembola – ásothalmi fenyő- és tölgyerdők talajában. *Erdészeti Kutatások* 90: 231–240.
- TRASER GY. (2003): Hansági nemesnyár és éger erdők ugróvillás (Insecta: Collembola) faunája. Magyar Biológiai Társaság, Budapest. III. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium kiadványa, 153–157.
- TULLGREN A. (1918): Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 4(1): 149–150.
- WINKLER D. – TÓTH V. (2012): Effects of Afforestation with Pines on Collembola Diversity in the Limestone hills of Szárhalom (West Hungary). *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 8: 9–20.