



SOPRONI
EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Czimmer Kornél, Heil Bálint



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette:
Czímber Kornél
Heil Bálint



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2022

Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

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

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

Dr. Czimmer Kornél, Dr. Heil Bálint

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Bartha Dénes, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor,
Dr. Czimmer 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, Kőhalmy 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: Bükkös a Kőszegi-hegységben, fotót készítette: Czimmer Kornél.

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2022.

ISBN 978-963-334-440-8 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-440-8>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5

Az online verzió elérhetősége:

[https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/
KariPub2022.pdf](https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariPub2022.pdf)

Ajánlott hivatkozás:

Czimmer K., Heil B. (szerk.) (2022): Az Erdőmérnöki Kar
Tudományos Kiadványa, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Alnazeer Ahmed: The Influence of Geographical Factors on the Characteristics of Biomass Fuels	5
Balázs Pál: Burok-völgy Erdőrezervátum (Isztimér) felszínborításának változása történeti térképek alapján	12
Balázs Pál: Hosszú-völgy Erdőrezervátum (Velem) felszínborításának változása történeti térképek alapján	19
Balázs Balázs: Szűbogarakkal társult gombafajok kutatásának eddigi eredményei	25
Bartha Dénes: A magyarországi dendroflóra veszélyeztetettségének változása	31
Bazsó Tamás: SP60 GNSS műszer alkalmazása turistatérképek készítéséhez	38
Bidló András: Talajvizsgálat a velemi Hosszú-völgy erdőrezervátumban	44
Bruckner Attila: A Magas-bakonyi Tájvédelmi körzet harkályfajainak vizsgálata	53
Czupy Imre: Vasúti közlekedésből származó zajhatások vizsgálata a GYSEV Zrt. Soproni Rendezőpályaudvarának környezetében	60
Csóka Gergely: Utak éghajlatvédelmi kockázatelemzése	68
Deák István: Makadámdió-arabkává köztesművelésének korai ökonómiai eredményei, Zambia.....	75
Dominkó Emese: Mézek aromakomponenseinek összehasonlító vizsgálata	80
Elekne Fodor Veronika: Biológiai enzimes technológia hatékonyságának összehasonlító vizsgálata.....	85
Faragó Sándor: Van-e elég ízeltlábú tápláléka a tűzoknak a Mosoni-síkon?.....	92
Fejes Richárd: Élőhelyek és növényzeti értékek felmérése a fertői Lés-erdőben.....	103
Frank Norbert: Az orvvadászat jogi szabályozásának története a 2012. évi C. törvény hatálybalépéséig	109
Mohamed Hemida: Monitoring of Forest Recovery under Taungya Agroforestry Program in Sudan.....	116
Herceg András: Vízpótlási beavatkozások hatása az erdők talajvízszintjére, esettanulmány a Nyugat-Belső-Somogyi kistájon	123
Hofmann Tamás: Polifenolok szerepe a bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) álgesztesedésében ...	131
Hofmann Tamás: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél polifenonok és a klimatikus alkalmazkodóképesség közti kapcsolat becslése	139
Horváth Attila László: Fenyves állományok harveszteres fakitermelésének időszükséglete	145
Horváth Attila László: Novotny és Timberjack forvarder összehasonlító vizsgálata	151
Jánoska Ferenc: A vaddisznó (<i>Sus scrofa</i> L.) hatása az apróvad-állományokra.....	159
Jánoska Ferenc: A vaddisznó (<i>Sus Scrofa</i>) szarvasgomba-fogyasztásáról (szakirodalmi áttekintés).....	166

Kalicz Péter: Nyílt technológián alapuló adatgyűjtő fejlesztése áthulló csapadék méréséhez	174
Kapocsi Gergely: Vadgazdálkodás Az OVA adatok tükrében 1997 - 2022	181
Kökény Gergely Levente: A fák nedváramlása és amit üzennek vele	187
Kulcsár Alexandra: Dolomitbányák spontán növényzetének sokváltozós elemzése a Vértes és a Gerecse térségében	193
Madarász Enikő: A lápi tarkalepke (<i>Euphydryas aurinia</i>) megkerülése és jelölés-visszafogás vizsgálata a Hanságban	199
Budi Mulyana: Bambusz fajok tulajdonságainak előzetes vizsgálata	205
Nevezi Csenge: Csapadékadatok feldolgozása a 2021-es évben Hidegvíz-völgyi automata csapadékgyűjtők adatsorai alapján API és AWBI számításhoz	212
Polgár András: Az Erdészeti Tudományos Konferencia karbonlábnyoma	218
Porcsin Alexandra: "Trade-off" jelenség vizsgálata fehér akác klónok illetve fajtajelöltek esetében	226
Sárközy Áron: Az örvös galamb (<i>Columba palumbus</i> L.) táplálkozásbiológiai vizsgálatainak összehasonlítása	232
Schmidt Dávid: Beszámoló a XIII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferenciáról (Pécs, 2022.08.28–31.)	240
Szakálosné Mátyás Katalin: Gyógynövény felhasználási szokások napjainkban	244
Szász Botond: UAV-alapú légifelvételek készítése és feldolgozása az Erdőrezervátum-program keretein belül	250
Tukacs-Hájos Annamária: Szeszipari mellékterméken alapuló biogáz gyártás analitikai monitoring rendszere	256
Vágvölgyi Andrea: Gumiabroncs-hulladék hasznosítási technológiái	260
Vágvölgyi Andrea: Kevert csomagolási hulladék mennyiségének elemzése Sopronban és négy környező településen	265
Visiné Rajczi Eszter: A kioldható szénhidrátok radiális és vertikális megoszlása álgesztes és álgesztmentes bükkben (<i>Fagus sylvatica</i> L.). összefüggések a kioldható szénhidrát tartalom és az álgesztesedés között	273
Visiné Rajczi Eszter: Totálfenol tartalom és antioxidáns kapacitás meghatározása eltérő mintaelőkészítési eljáráson átesett bogyós gyümölcs minták esetében	280
Winkler Dániel: Denevérfaunisztikai vizsgálatok víztestek mentén a Soproni-hegységben	285
Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Egy völgyfenéki égeres talajvízdinamikája a Soproni hegységben	292

THE INFLUENCE OF GEOGRAPHICAL FACTORS ON THE CHARACTERISTICS OF BIOMASS FUELS

ALNAZEER A. M. AHMED¹, IMRE CZUPY¹

¹University of Sopron, Institute of Forest and Natural Resource Management
Ahmed.AlnazeerAbdallahMohammed@phd.un-sopron.hu

Abstract

The purpose of this study to identify the relationship between the geographical distribution of biomass and its properties variation for energy production. A total of 18 energy tree species with their proximate and ultimate analysis from three phytogeographic regions were collected from the open literature. Analysis of variance and Pearson correlation were applied to examine the variability between biomass fuel properties and their relationship to biomass energy content.

The results showed that the biomass fuel composition varied significantly based on its geographical distribution, where the most varying biomass component was oxygen ($p < 0.000$) however its effects on the energy content of biomass fuel were very weak and negative ($r = -.09$). While ash content of biomass fuel correlates significantly ($r = -.51$, $p < .01$) with its energy content, which is considered the soil is main source of it. Therefore, further studies on mineral soil particles and their relationship with biomass fuel energy content is required thus, to guarantee its quality in energy production.

Introduction

It has commonly been assumed that biomass is currently the most widespread form of environmentally friendly energy and its exploitation is further increasing due to the concerns over the devastating impacts of fossil fuel utilization, on the climate and their negative impacts on human health (GALIK ET AL., 2009, SANTHA ET AL., 2020). Nowadays there is increasing demand for biomass worldwide where the EU countries with respect to their national renewable action plans mobilized substantial amounts of forest biomass for production of wood chips and pellets (PELKONEN ET AL., 2014). While Africa also anticipating extending the energy tree plantation to satisfy the future increasing demands for biomass (MONONEN ET AL., 2016). Therefore, identifying criteria to measure biomass quality is importance because it can provide the basis for improved crop management and defining the ideal use of fuel (DA SILVA ET AL., 2019). Whereas the main challenge faced by many researchers today is the biomass composition variability (GONÇALVES ET AL., 2018, NEVES ET AL., 2011). Up to now, several studies linked variation within biomass properties with biological variation or due to the environment (KUMAR ET AL., 2014). And this can be illustrated briefly by regional variation in plant species thus biomass quality variation in a way or another depend on the heterogeneity of topographic properties and climate (KLAUS ET AL., 2016). Thereafter, biomass quality typically differs between phytogeographical regions in association with the locally dominant plant functional group (HOFHANSL ET AL., 2020). It is necessary here to clarify exactly what is meant by phytogeographical region is defined as large areas with largely homogenous plant species composition, which is different from that of other phytogeographical region. This definition has been extended to include climates and soils (LI ET AL., 2015). A better understanding of the basic factors that controlling biomass quality are critical for predicting of their energy content. Comprehensive characterization of the biomass in relation to its chemical and fuel properties is therefore required. Although heterogeneity in soil, climate and species properties has been shown to be relevant for biomass quality though these factors are still understudied collectively therefore, we use the phytochorion

system to broaden our understanding about the factors that effect on biomass quality and its capacity to produce energy.

Material and methods

In this study, the term "phytogeographic" was used in its broadest sense, referring to geographic factors such as soil, climate, and plant species (LI ET AL., 2015) to identify the main geographic factors that affect biomass characteristics. Thus, biomass samples from three phytogeographical regions namely Holarctic, Paleotropical and Neotropical kingdoms were collected from the open literature. For each phytogeographic region six tree biomass samples were taken (Table 1). The original calorific value, proximate and ultimate analyses data of this study were collected with due care to ensure the data resulted from standard methods, including those of the American Society of Testing and Materials (ASTM) and European Committee for Standardization (CEN). Extra care was also taken to ensure the tree species names and classifications were correct.

Table 1. The scientific names of energy tree species under study from different phytogeographic regions

Geographic region	Species	References
Holarctic kingdom	<i>Acacia sp.</i>	(BAI ET AL., 2014)
	<i>Quercus rubor</i>	
	<i>Salix sp.</i>	
	<i>Populus sp.</i>	(ÁLVAREZ ET AL., 2018)
	<i>Castanea sativa</i>	
	<i>Salix sp.</i>	
Neotropical kingdom	<i>S. gaumeri</i>	(RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ ET AL., 2019)
	<i>H. albicans</i>	
	<i>L. latisiliquum</i>	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	(DÍEZ ET AL., 2017)
	<i>Cordia alliodora</i>	
	<i>Eucalyptus grandis</i>	
Paleotropical kingdom	<i>G. arborea</i>	(ACDA, 2015)
	<i>A. mangium</i>	
	<i>P. falcataria</i>	
	<i>Populus sp.</i>	(CUIPING ET AL., 2004)
	<i>Salix sp.</i>	
	<i>Pine sp.</i>	

Data analysis

Study results were statistically analysed by using SPSS version 26 software. Pearson correlation coefficient was used to calculate the relationship between different fuel wood parameters. An analysis of variance (ANOVA) was performed for statistical comparison of means.

Results

Since the physicochemical properties of the biomass determine their energy content therefore proximate and ultimate analysis of biomass feedstock is necessary (OKAFOR ET AL., 2020). proximate analysis is the technique used to analyse the moisture and ash content of biomass. Where our study results of biomass proximate analysis revealed that there is a statistically significant difference in phytogeographic regions biomass fuel according to their

moisture content ($p < 0.01$). Where the highest moisture content was found in Holarctic kingdom biomass fuel 19.99% while the lowest moisture content was found in Paleotropical kingdom 7.07% biomass fuel samples (Figure 1).

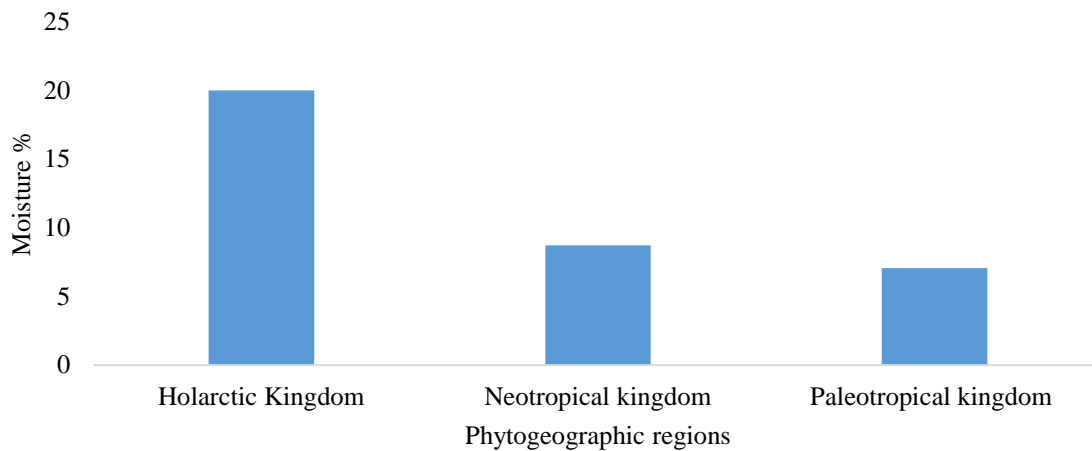


Figure 1. Moisture content percentage in the studied phytogeographic regions biomass fuel samples

The observed high moisture content in Holarctic kingdom could be attributed to the there location it lying between temperate zone and tropical which they characterized by High humidity and wider temperature ranges throughout the year (LI ET AL., 2015). In accordance with the present results, previous studies have demonstrated that since woody biomass is a hygroscopic material which is gaining or losing moisture based on surrounding environment, among the most important environmental factors that influence on the moisture content are relative humidity and temperature (ECKLEMAN 1996, SIMPSON, 1993). As the moisture content of biomass is affected by the surrounding environment, so is the ash content. Ash content results shown that there is also a statistically significant difference ($p < 0.002$) between biomass fuel ash content, and the highest biomass ash content was found in Neotropical kingdom 3.65% while the lowest was in Holarctic kingdom 1.08% (Figure 2). Biomass ash content composed essentially of mineral soil particles that have been grasped during growth, therefore their increment depends on soil mineral content (ESTRADA-VILLEGAS ET AL., 2019). Thus, the region that characterized by high content of mineral soil their biomass ash content is likely become high.

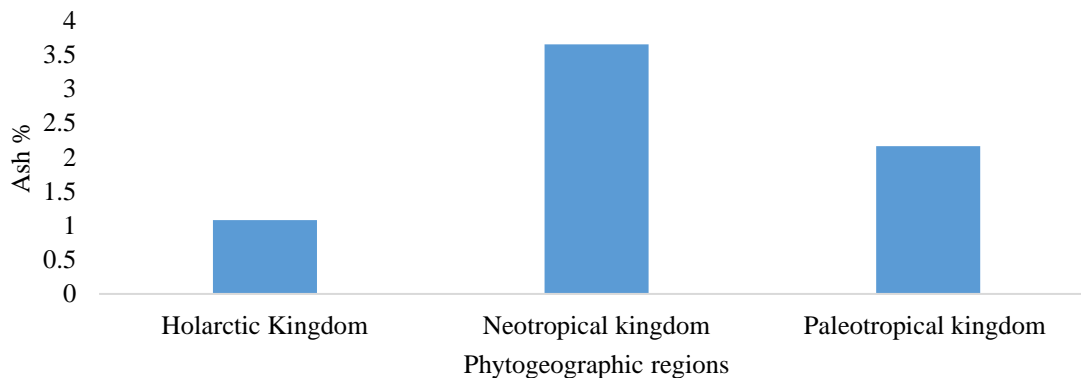


Figure 2. Ash content percentage in the studied phytogeographic regions biomass fuel samples

Ultimate analysis

The ultimate analysis of biomass involves with determination of the weight percent carbon as well as hydrogen and oxygen. Trace elements that occur in biomass are typically included as a part of the ultimate analysis. The amount of the released energy from biomass depends on the ratio of carbon, hydrogen, and oxygen. The carbon, hydrogen, and oxygen ratio are varied between the ecological zones and between species (TAO ET AL., 2012). As results shows, there is a significant difference between the phytogeographic regions biomass samples based to carbon ($p < 0.006$), hydrogen ($p < 0.001$) and oxygen content ($p < 0.000$) respectively. From the (Table 2), Paleotropical kingdom biomass samples are characterized by high carbon 47.50% and oxygen content 44.52%. While the hydrogen content was between 5.35% and 6.55% for all phytogeographic regions biomass fuel samples. This result indicates to a clear variability among phytogeographic regions biomass fuel samples. According to TAO ET AL (2012) stated that biomass is the plant matter that originate from the reaction between CO₂ in the air, water, and sunlight, through photosynthesis process and store it in the form of chemical bonds (carbon, hydrogen and oxygen) with variability of climate elements (air, water, and sunlight) from place to another thus, carbon, hydrogen and oxygen content in biomass are varied from country to country and are mainly dependent on geographic location. In addition, HASSALL ET AL (1994) proved that geographical location particularly the topography has significant effect on photosynthesis process through their control in water and sunlight availability.

Table 2. Ultimate analysis (wt%) of the studied phytogeographic regions biomass fuel samples

Phytogeographic regions	Carbon	Hydrogen	Oxygen
Holarctic kingdom	39.29±9.42	5.08±1.57	38.08±12
Neotropical kingdom	46.74±3.44	5.81±0.18	47.42±3.54
Paleotropical kingdom	47.50±1.02	6.35±0.95	44.52±2.76

± Standard deviation

The relationship between biomass fuel energy content and geographic location

The heat content of biomass fuel type can vary significantly depending on the climate and soil in which the fuel is grown, as well as other conditions. The calorific value, or amount of heat available in biomass fuel is one of the most important characteristics of a fuel because it indicates the total amount of energy that is available in the fuel. Therefore, our biomass fuel samples were collected from different phytogeographical regions, and we found there is a statistically significant difference in phytogeographic regions biomass fuel samples according to their calorific value ($p < 0.000$). Where Paleotropical kingdom biomass samples have highest calorific value 19.33 MJ/kg, while the lowest calorific value was found in Neotropical kingdom biomass fuel samples 17.22 MJ/kg (Figure 3).

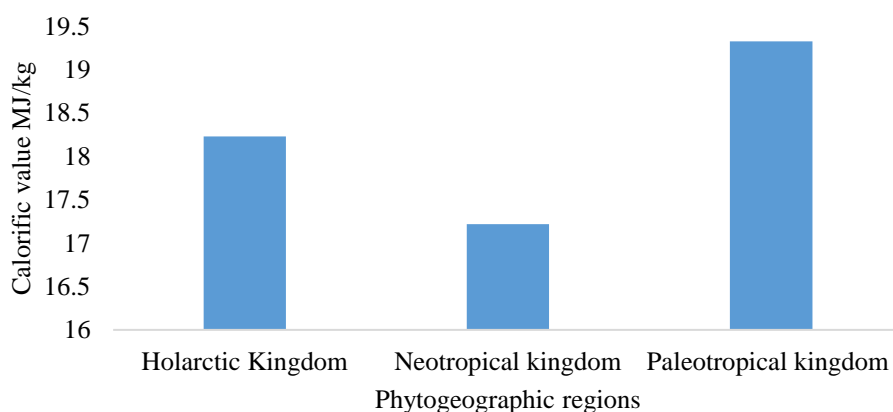


Figure 3. Calorific value (MJ/kg) of studied phytogeographic regions biomass samples

The difference in the amount of energy of the biomass is mainly due to the variation on their characteristics(r). Among the biomass properties it is considered that carbon, hydrogen, oxygen, and ash content are the most abundant elements, that carrying chemical bonds that related with the biomass energy content. Where carbon, hydrogen and oxygen component are the result of photosynthesis process while biomass ash content composed essentially of mineral soil particles that have been grasped during growth. Based on Pearson product correlation of calorific value and photosynthesis process output in biomass fuel samples, it was found that there is a low positive correlation with carbon and hydrogen fraction of biomass ($r = .19$) and ($r = .18$), respectively, while there is a low negative correlation with oxygen fraction of biomass ($r = -.09$) (Table 3).

Table 3. The correlation coefficients between calorific value and carbon, hydrogen, and oxygen content of studied biomass samples

	Calorific	Carbon	Hydrogen	Oxygen	Ash	Moisture
Calorific	1					
Carbon	.19	1				
Hydrogen	.18	.85	1			
Oxygen	-.09	.78	.69	1		
Ash	-.51**	.09	.25	.39	1	
Moisture	-.15	-.94	-.83	-.91	-.22	1

**Correlation is significant difference at 0.01 level

These results agree with (CUVILAS ET AL., 2014) which mentioned that biomass carbon and hydrogen content is contribute positively to the heat value while oxygen proportion is contribute negatively to the biomass calorific value. In the case of biomass ash content, which is the result of soil mineral grasped by plants during growth. The results shown that there was a negative and statistically significant ($r = -.51$, $p < .01$) correlation between calorific value and biomass fuel ash content (Table 3). These results agree also with (CUVILAS ET AL., 2014) how stated that the calorific value of biomass fuel combustion tending to be associated with low biomass ash content. In general, the calorific value in a given fuel type is mostly a function of the fuel's chemical composition (CIOLKOSZ, 2010). Since the chemical composition of the biomass has a relationship with the geographical location, we can say that each environment or geographical location is characterized by certain energy content.

Conclusion

A better understanding of the basic factors that controlling biomass characteristic are critical for predicting of their energy content. Through this study we found that there is a significant difference in the characteristics of biomass depending on its geographical distribution. Where results revealed that the oxygen content of the biomass fuel is the most varied biomass component. And results also showed that the ash content of the biomass fuel is significantly associated with its energy content than other properties. While the soil is the source of the ash content of biomass, it can be said that the soil is the most influential geographical element in the energy content of biomass fuels. To control the quality of biomass fuels for energy production and to manage them efficiently, further studies are needed on the relationships between biomass properties and geographic location.

References

- ÁLVAREZ, P. – CONSUELO, P. – BARRIO-ANTA, M. – CÁMARA-OBREGÓN, A. – BUENO, J. L. M. – ÁLVAREZ, A. – GUTIÉRREZ, I. – BURSLEM, D. (2018). Evaluation of Tree Species for Biomass Energy Production in Northwest Spain, *Forests* p 9-160.
- ACDA, M. N. (2015). Physico-chemical properties of wood pellets from coppice of short rotation tropical hardwoods, *Fuel* p 531–533.
- BAI, A. – GRASSELLI, G. – SZENDREI, J. (2014). Biomassza-energetikai technológiák, KIADÓ: Debreceni Egyetem a ZENFE – Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés – TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 sz. projekt keretében p 52.
- CUIPING, L. – CHUANGZHIA, W. – YANYONGJIE, H. H. (2004). Chemical elemental characteristics of biomass fuels in China, *Biomass and Bioenergy* p119–130.
- CUVILAS, C. – LHATE, I. – JIRJIS, R. – TERZIEV, N. (2014). The Characterization of Wood Species from Mozambique as a Fuel, *Energy Sources*, p 851–857.
- DÍEZ, H. E. – PÉREZ, J. F. (2017). Physicochemical Characterization of Representative Firewood Species Used for Cooking in Some Colombian Regions, *International Journal of Chemical Engineering* 13 pages.
- DA SILVA, D. A. – ELOY, ELDER – CARON, B. O. – TRUGILHO, P. F. (2019). Elemental Chemical Composition of Forest Biomass at Different Ages for Energy Purposes *Floresta Ambient*. Published.
- ECKELMAN, C. A. (1996). Wood Moisture Calculations. *FNR* 156. 18pp.
- ESTRADA-VILLEGAS, S. – BAILÓN, M. – HALL, J. S. – SCHNITZER, S. A. – TURNER, B. L. – CAUGHLIN, T. – VAN BREUGEL, M. (2019). Edaphic factors and initial conditions influence successional trajectories of early regenerating tropical dry forests, *Journal of Ecology*, p 160–174.
- GALIK, C. S. – ABT, R. – YUN, W. (2009).” Forest Biomass Supply in the Southeastern United States- Implications for Industrial Round wood and Bioenergy Production.” Part 2. *March* p 69-77.
- GONÇALVES, A. C. – MALICO, I. – SOUSA, A. M. O. (2018). *Solid Biomass from Forest Trees to Energy*. Published.
- HOFHANSL, F. – CHACÓN-MADRIGAL, E. – FUCHSLUEGER, L. – JENKING, D. – MORERA-BEITA, A. – PLUTZAR, C. – SILLA, F. – ANDERSEN, K. M. – BUCHS, D. M. – DULLINGER, S. – FIEDLER, K. – FRANKLIN, O. – HIETZ, P. – HUBER, W. – QUESADA, C. A. – RAMMIG, A. – SCHRODT, F. – VINCENT, A. G. – WEISSENHOFER, A. – WANER, W. (2020). Climatic and edaphic controls over tropical forest diversity and vegetation carbon storage. *Scientific Reports*.
- KUMAR, S. – SARMA, A.K. – TYAGI, S.K. – YADAV, Y.K. (2014). *Recent Advances in Bioenergy Research Volume III*. Sardar Swaran Singh National Institute of Renewable Energy, Kapurthala.
- KLAUS, V. H. – BOCH, S. – BOEDDINGHAUS, R. S. – HÖLZEL, N. – KANDELER, E. – MARHAN, S. – OELMANN, Y. – PRATI, D. – REGAN, K. M. – SCHMITT, B. – SORKAU, E. – KLEINEBECKER, T. (2016). Temporal and smallscale spatial variation in grassland productivity, biomass quality, and nutrient limitation.
- LI, R. – KRAFT, N. J. B. – YANG, J. – WANG, Y. (2015). A phylogenetically informed delineation of floristic regions within a biodiversity hotspot in Yunnan, China. *Scientific Reports*.
- MONONEN, K. – PITKÄNEN, S. (2016). “Sustainable Fuelwood Management in West Africa.

- NEVES, T.A. – PROTÁSIO, T.P. – COUTO, A.M. – TRUGILHO, P.F. – SILVA, V.O. – VIEIRA, C.M.M. (2011). Avaliação de clones de Eucalyptus em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. *Pesquisa Florestal Brasileira*.
- OKAFOR, D.C. – DARAMOLA M.O. (2020). A Short Overview of Analytical Techniques in Biomass Feedstock Characterization. In: Daramola M., Ayeni A. (eds) *Valorization of Biomass to Value-Added Commodities. Green Energy and Technology*.
- PELKONEN, P. – MUSTONEN, M. M. – ASIKAINEN, A. A. – EGNELL, G. G. – KANY, P. P. – LEDUC, S. – PETTENELLA, D. (2014). “Forest bioenergy for Europe, what science can tell us.
- RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, S. – DUARTE-ARANDA, SANTI – CANCHÉ-ESCAMILLA, G. (2019). Chemical Composition and Thermal Properties of Tropical Wood from the Yucatán Dry Forests, Tropical woods, *BioResources* p 2651-2666.
- SÁNTHA, E. – BENTSEN, N. S. (2020). “Ecosystem Service Benefits and Trade-Offs— Selecting Tree Species in Denmark for Bioenergy Production.
- SIMPSON, W.T. (1993). Specific gravity, moisture content, and density relationship for wood. Gen. Tech. Rep. FPL-76. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 13 p.
- TAO, G. – LESTANDER, T. A. – GELADI, P. – XIONG, S. (2012). Biomass properties in association with plant species and assortments I: A synthesis based on literature data of energy properties, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* p 3481–3506.

BUROK-VÖLGY ERDŐREZERVÁTUM (ISZTIMÉR) FELSZÍNBORÍTÁSÁNAK VÁLTOZÁSA TÖRTÉNETI TÉRKÉPEK ALAPJÁN

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

BALÁZS PÁL, HORVÁTH ADRIENN, VÉGH PÉTER, BIDLÓ ANDRÁS
Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
balazs.pal@uni-sopron.hu

Kivonat

Tanulmányunkban a hazai erdőrezervátumok alapfelméréseihez kapcsolódóan mutatjuk be a Burok-völgy rezervátum (Isztimér községhatár) hosszú távú felszínborítás változását. A történeti vizsgálathoz a 18. századtól kezdődően elérhető katonai térképeket használtuk fel, amelyeket digitalizálást követően az utóbbi években készült országos ökoszisztéma alap-térképpel vetettünk össze. A vizsgált térképsorozat alapján elmondható, hogy a magterületet 93,2%-án az elmúlt két évszázad folyamán végig erdő volt. A védőzóna 15,9%-át a 20. század közepén még gyeppel 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 Burok-valley forest reserve (Isztimér – 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 18th century and the lately finished national ecosystem basemap. Based on the analysed map series 93.2%-of the core area was continuously covered by forest in the last two centuries. In the buffer zone we can observe 15.9% grassland in the middle of the 20th century. Results can contribute to the investigation of interrelations between historical land use and actual soil and vegetation properties.

Bevezetés

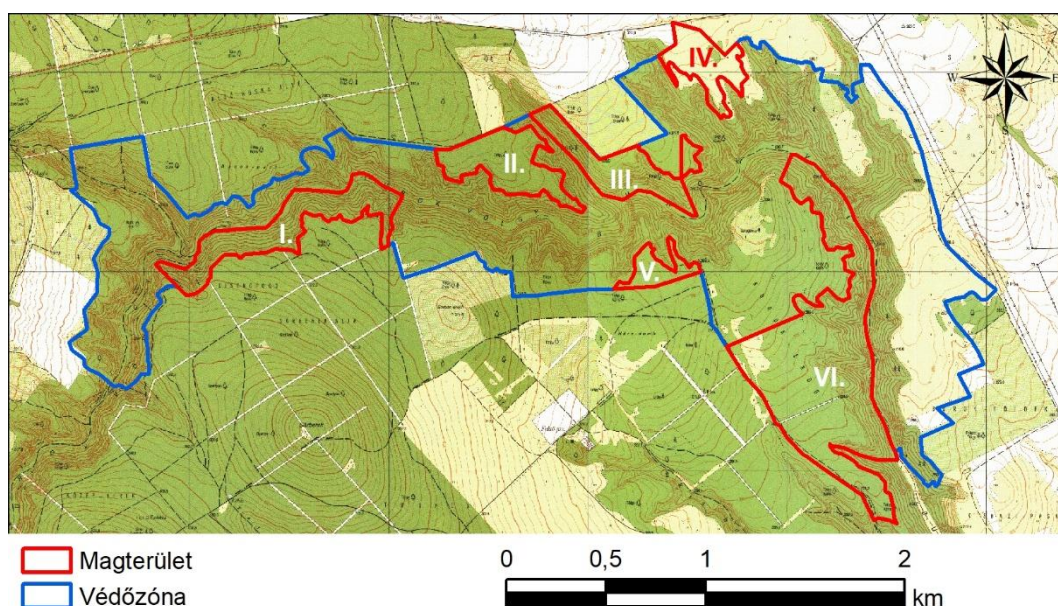
Az erdőrezervátum program kiemelt célja, hogy a gazdálkodást mellőző erdőterületeken végbemenő ökológiai folyamatokat és azok hatásait nyomon kövessük, majd a tapasztalatokkal bővítsük többek között természetvédelmi és erdőgazdálkodási ismereteinket (HORVÁTH – BORHIDI, 2002). A jelenlegi állapot kialakulásában 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 Keleti-Bakonyban található Burok-völgyre vonatkozóan hosszú-távú földhasználat, illetve felszínborítás vizsgálatról nincs tudomásunk. Az erdőrezervátum több különálló magterületből áll, melyet egy közös védőövezet vesz körbe. A könnyebb azonosíthatóság miatt az egyes magterületekhez egy-egy római számot rendeltünk (1. ábra). 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.

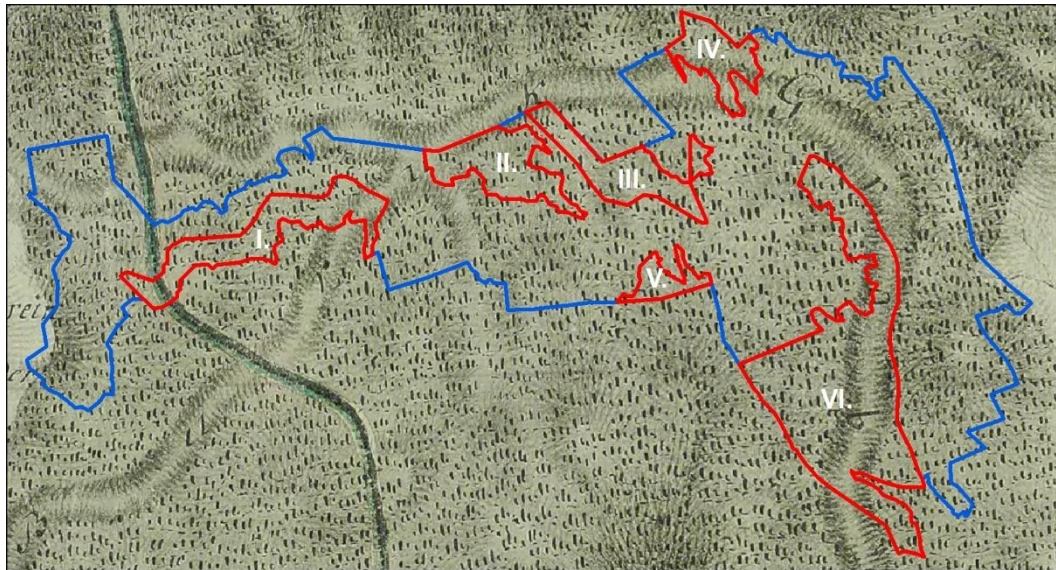


1. ábra: Bürok-völgy Erdőrezervátum magterülete és védőzónája.

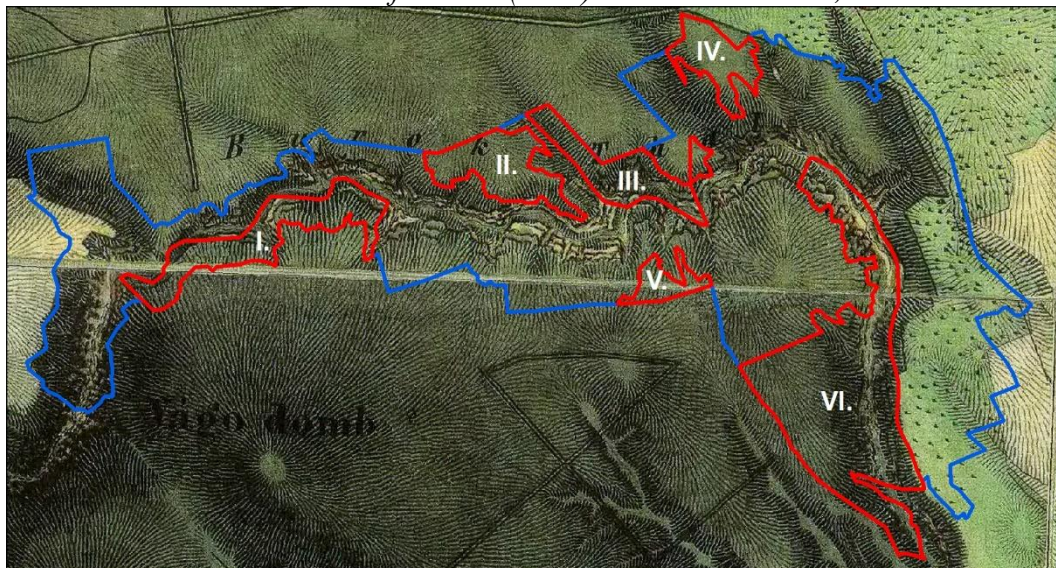
1. Táblázat: Felhasznált térképek

Térkép elnevezése	Méretarány/felbontás	Felmérés éve
I. katonai felmérés	1:28800	1784
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	1956-57
Ökosztiztéma-alaptérkép	20m	2015-2017

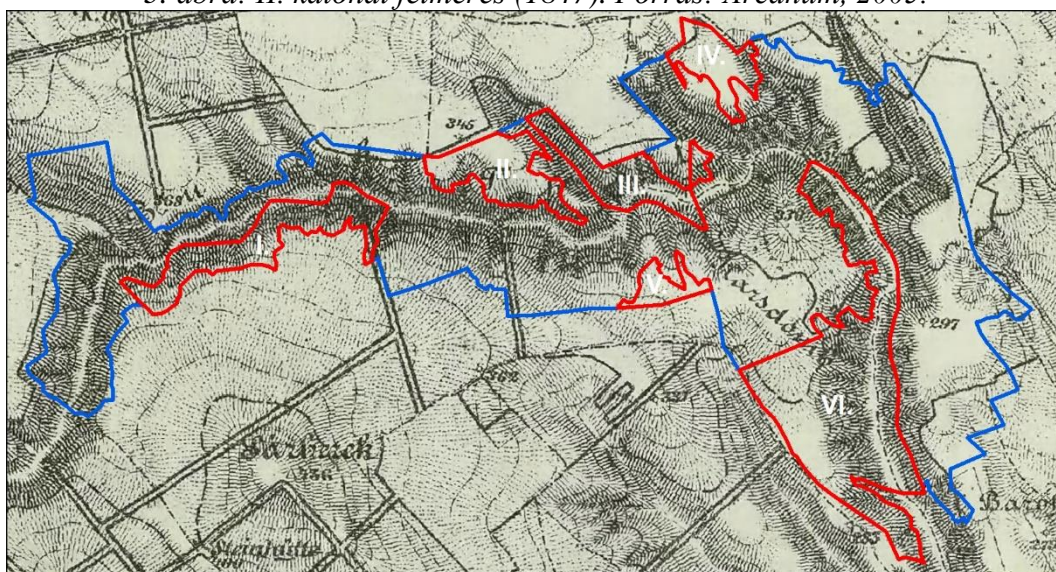
A vetület nélküli történeti térképeket illesztőpontok segítségével georeferáltuk (2-6. ábra), majd egy nyolc földhasználati kategóriából álló rendszer szerint digitalizáltuk. A vetületbe illesztés és digitalizálás módszertanának részletes bemutatása korábbi tanulmányokban olvasható (KIRÁLY et al. 2008, 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.



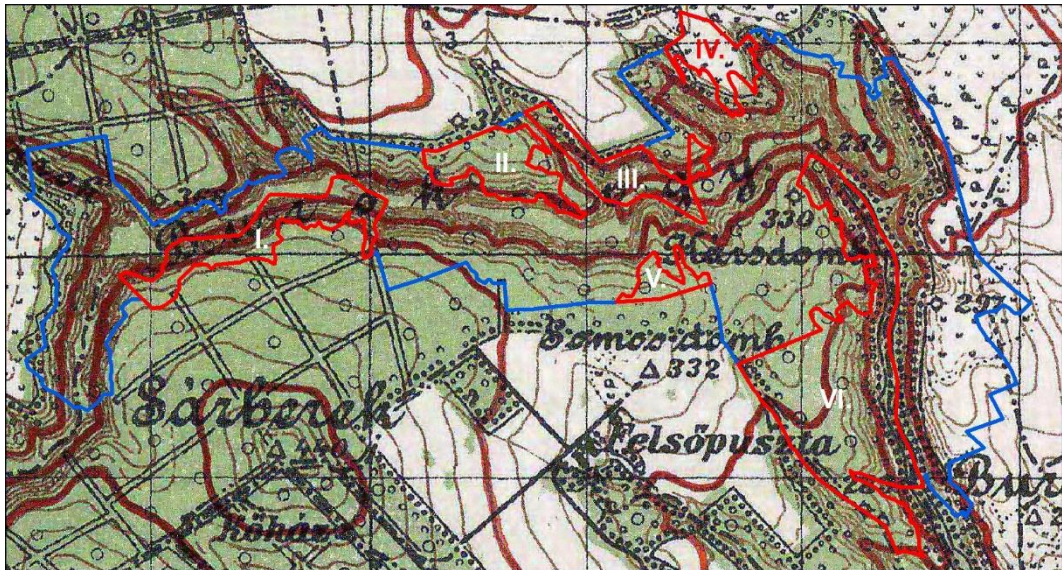
2. ábra: I. katonai felmérés (1784). Forrás: Arcanum, 2004.



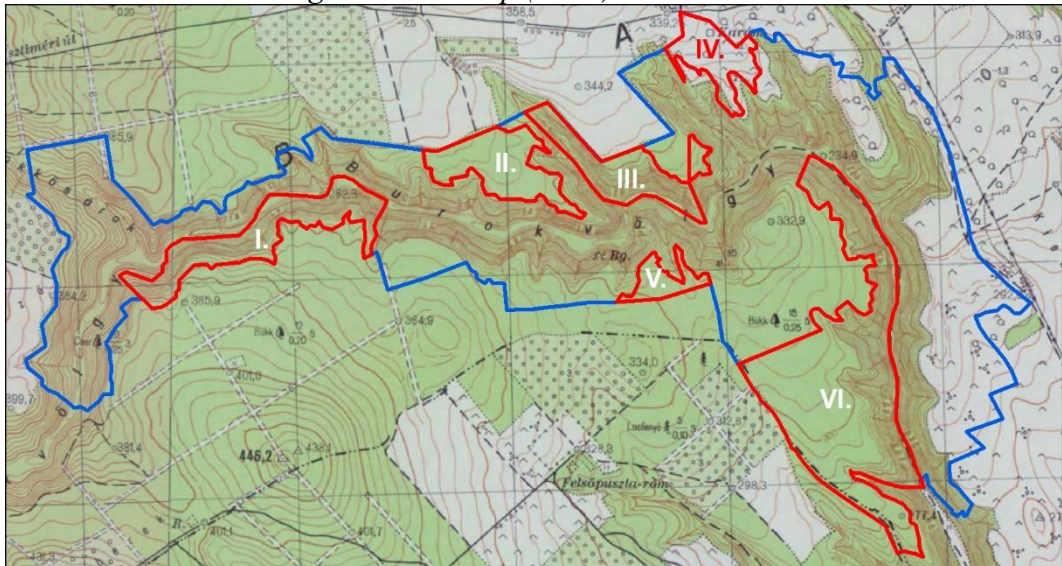
3. ábra: II. katonai felmérés (1847). Forrás: Arcanum, 2005.



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

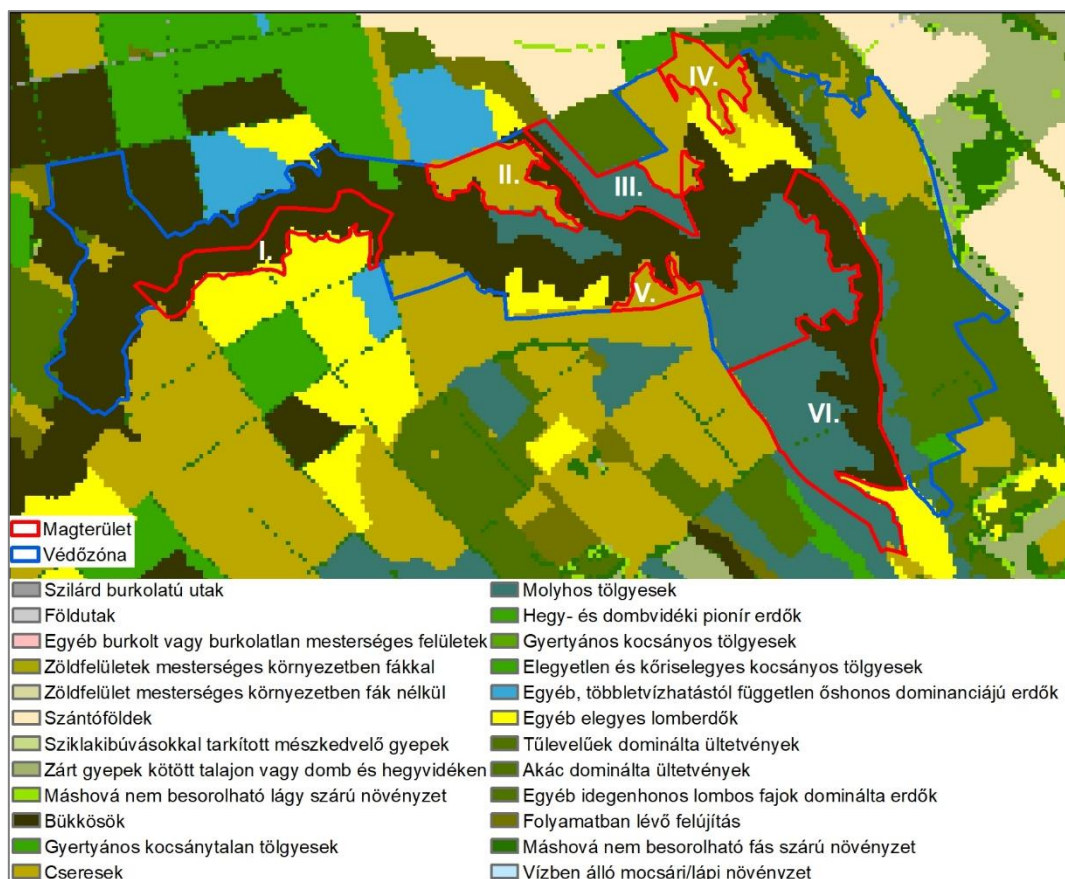


5. ábra: II. világháborús térkép (1942). Forrás: Timár et al. 2008



6. ábra: Újfelmérés (1956-57). 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 térképsorozatot az országos ökoszisztéma alaptérképpel vetettük össze (AGRÁRMINISZTERIUM, 2019).



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

Eredmények

A következő táblázatban közölt felszínborítási arányok alapján látható, hogy a mai erdőrezervátum magterületének 93,2%-át folyamatosan erdő borította az utóbbi két évszázad során (2. táblázat). A történeti térképsorozatban megfigyelhető, hogy a 20. század közepén a IV-es magterület még szinte teljes egészében gyepterület volt (2-6. ábra). A többi magterületen az erdőborítás volt az uralkodó a vizsgált időszak egészében.

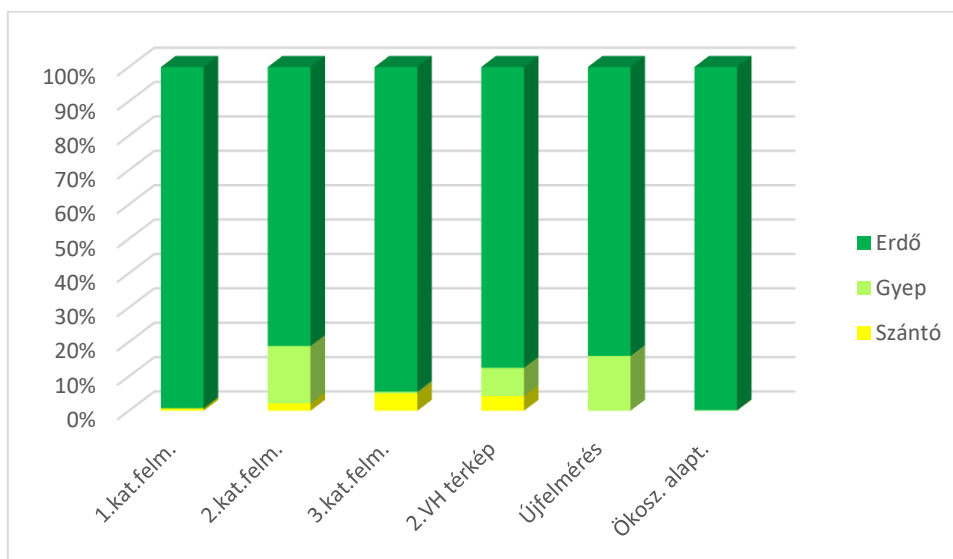
2. Táblázat: Felszínborítás változása a magterületen

Felszínborítás	1784	1847	1882	1942	1956-57	2015-17
Erdő	100,0%	99,7%	99,5%	100,0%	93,2%	100,0%
Gyep	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	6,8%	0,0%

Az erdőrezervátum védőzónájában is az erdőterületek domináltak a vizsgált térképek alapján. Az erdő után a gyepek képeztek még jelentős területi arányt a 19. század első felében (16,7%, valamint a 20. század folyamán (8,2-15,9%). Az ökoszisztéma alaptérképen a gyepek részaránya már csak 0,2%. Szántókat csak a 20. század első feléig találunk a védőzónában. Kiterjedésük a 19. század végén volt a legnagyobb, ekkor 5%-os területi arányt tettek ki.

3. Táblázat: Felszínborítás változása a védőzónában

Felszínborítás	1782	1847	1882	1942	1956-57	2015-17
Szántó	0,7%	2,2%	5,0%	4,3%	0,0%	0,0%
Erdő	99,3%	81,2%	94,5%	87,5%	84,1%	99,8%
Gyep	0,0%	16,7%	0,5%	8,2%	15,9%	0,2%



8. ábra: Felszínborítás változása a védőzónában.

Következtetések

Az erdőrezervátum különálló magterületekből áll, amelyek többségén a vizsgált tércépek alapján folyamatos erdőborítás volt jellemző. Ez alól kivételt képez a rezervátum északkeleti részén található IV-es magterület, amelynek jelentős része a 20. század közepén még gyep volt. A magterületeket övező közös védőzónában az erdő volt az uralkodó a vizsgált időszakban. Számottevő gyep és szántó a 19-20. század folyamán volt jellemző, de együttes részarányuk ekkor is csak maximum 18,9% volt.

A történeti térképekből származó felszínborítási adatok bizonytalansággal terheltek. Ezek egyrészt a térképi ábrázolás és georeferálás pontatlanságából, másrészt az egyes felszínborítások interpretációjának nehézségeiből adódnak. A Burok-völgy erdőrezervátum esetében a vizsgált történeti térképsorozaton nagyrészt erdőborítást találunk, így az értékelés bizonytalanságai ebben az esetben elsősorban a térképek geometriai pontosságából, illetve pontatlanságából fakadnak.

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 szereztek be. A támogatást ezúton köszönjük.

Irodalomjegyzék

- AGRÁRMINISZTERIUM 2019: Magyarország Ökosztisztema-alaptérképe. DOI: [10.34811/osz.alapterkep](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.

HOSSZÚ-VÖLGY ERDŐREZERVÁTUM (VELEM) FELSZÍNBORÍTÁSÁNAK VÁLTOZÁSA TÖRTÉNETI TÉRKÉPEK ALAPJÁN

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

BALÁZS PÁL, BIDLÓ ANDRÁS, VÉGH PÉTER, HORVÁTH ADRIENN
Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
balazs.pal@uni-sopron.hu

Kivonat

Tanulmányunkban a hazai erdőrezervátumok alapfelméréseihez kapcsolódóan mutatjuk be a velemi Hosszú-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 a magterületet az elmúlt két évszázad folyamán végig erdő borította. A védőzónában egyedül a 18. század végén volt némi gyepterület (16,3%), de a 19. századra ezt is erdő váltotta fel. 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 Hosszú-valley forest reserve (Velem – 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 18th century and the lately finished national ecosystem basemap. Based on the analysed map series the core area of the reserve was continuously covered by forest in the last two centuries. In the buffer zone we can observe 16.3% grassland in 1784, but it transformed to forest by the 19th century. Results can contribute to the investigation of interrelations between historical land use and actual soil and vegetation properties.

Bevezetés

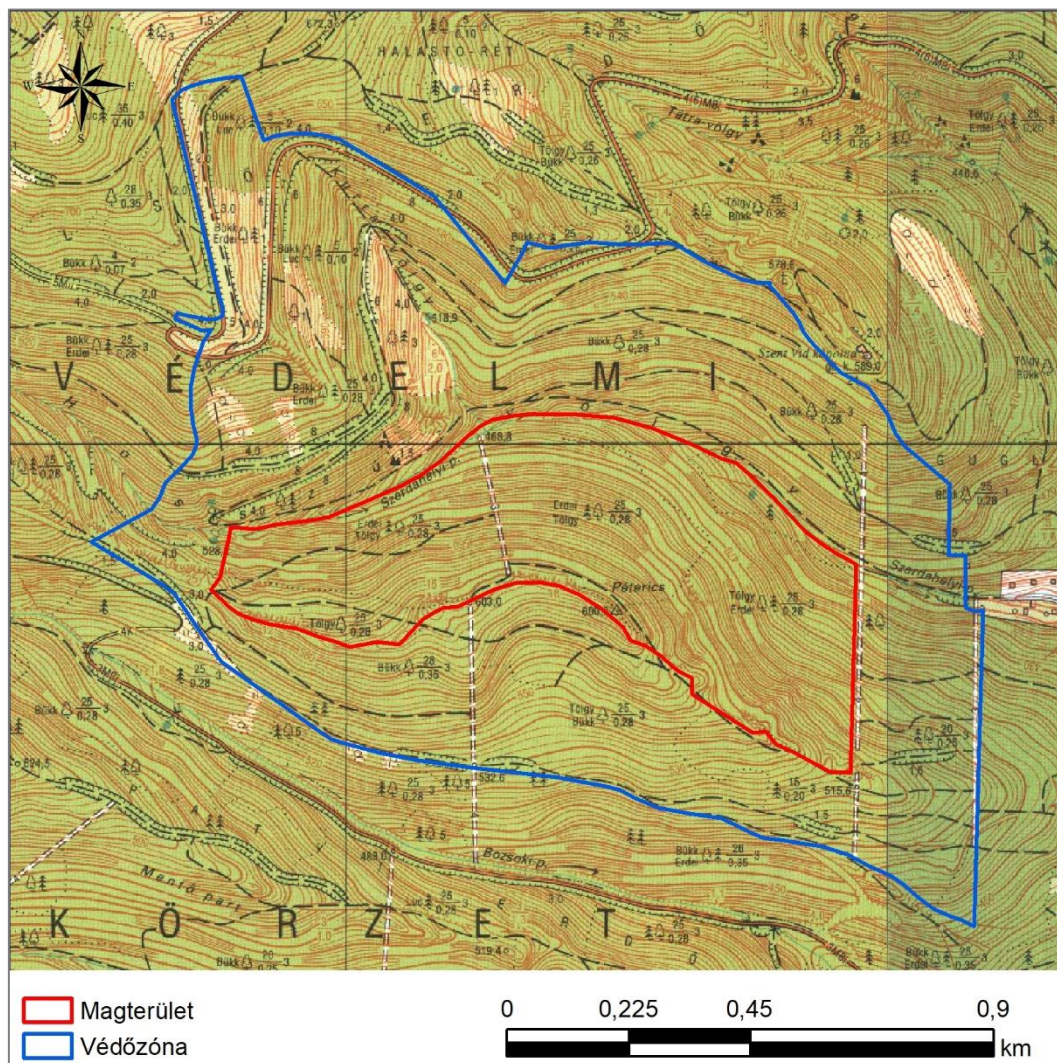
Az erdőrezervátum program kiemelt célja, hogy a gazdálkodást mellőző erdőterületeken végbemenő ökológiai folyamatokat és azok hatásait nyomon kövessük, majd a tapasztalatokkal bővítsük többek között természetvédelmi és erdőgazdálkodási ismereteinket (HORVÁTH – BORHIDI, 2002). A jelenlegi állapot kialakulásában 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.

Az osztrák-magyar határnál fekvő Hosszú-völgyre (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.

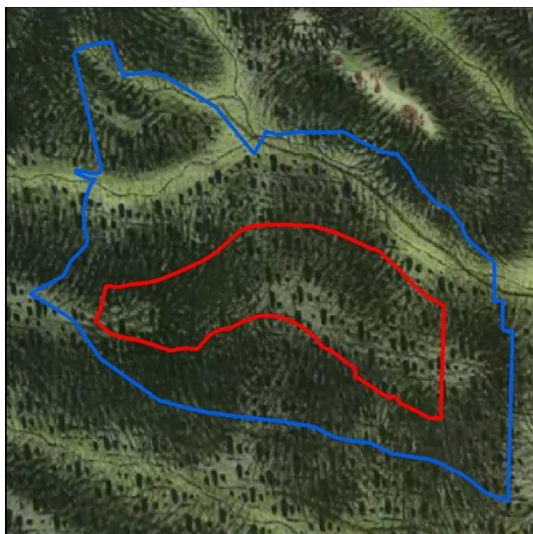


9. ábra: Hosszú-völgy erdőrezervátum magterülete és védőzónája.

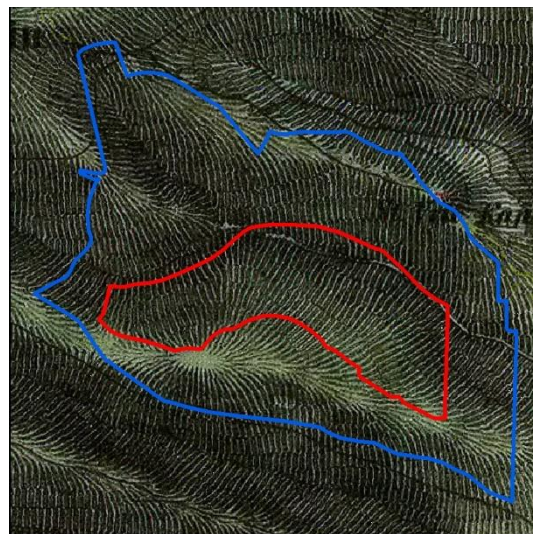
1. Táblázat: Felhasznált térképek

Térkép elnevezése	Méretarány/felbontás	Felmérés éve
I. katonai felmérés	1:28800	1784
II. katonai felmérés	1:28800	1844
III. katonai felmérés	1:25000	1880
Topográfiai térkép a II. v.h. időszakából	1:50000	1942
Újfelmérés	1:25000	1956
Ökosztiztéma-alaptérkép	20m	2015-2017

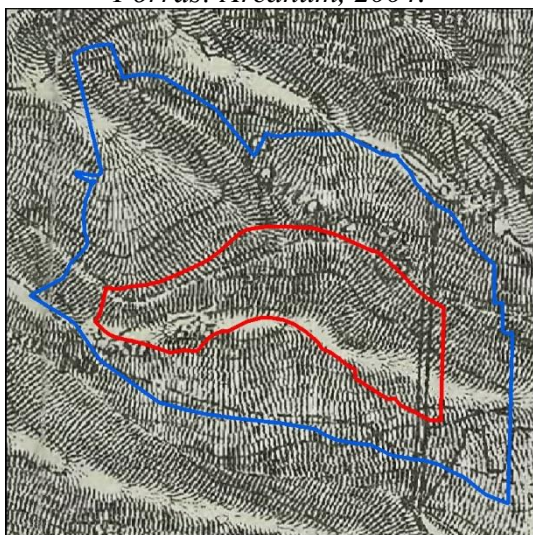
A vetület nélküli történeti térképeket illesztőpontok segítségével georeferáltuk (2-6. ábra), majd egy nyolc földhasználati kategóriából álló rendszer szerint digitalizáltuk. A vetületbe illesztés és digitalizálás módszertanának részletes bemutatása korábbi tanulmányokban olvasható (KIRÁLY et al. 2008, 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.



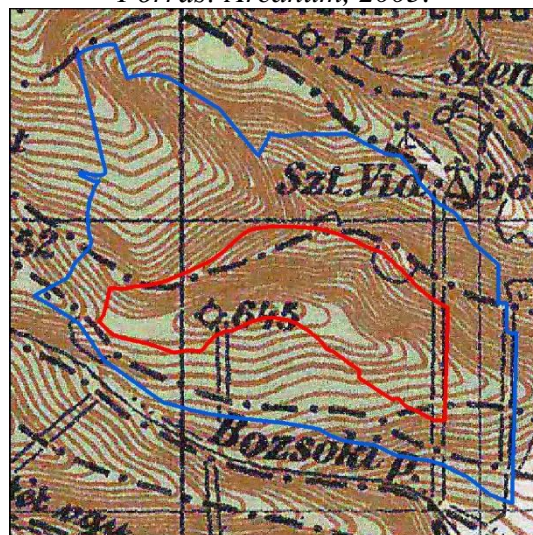
10. ábra: I. katonai felmérés (1784).
Forrás: Arcanum, 2004.



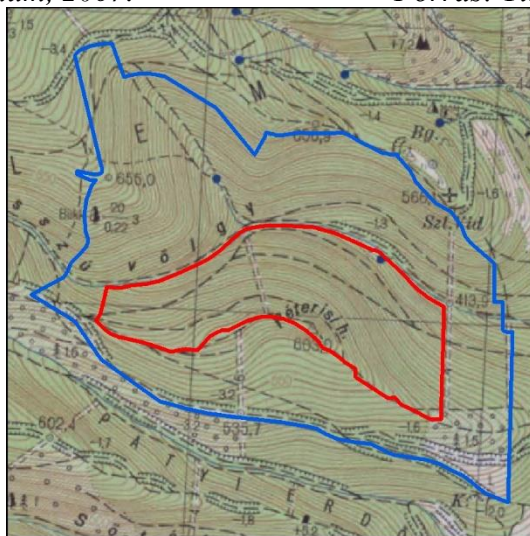
11. ábra: II. katonai felmérés (1844).
Forrás: Arcanum, 2005.



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

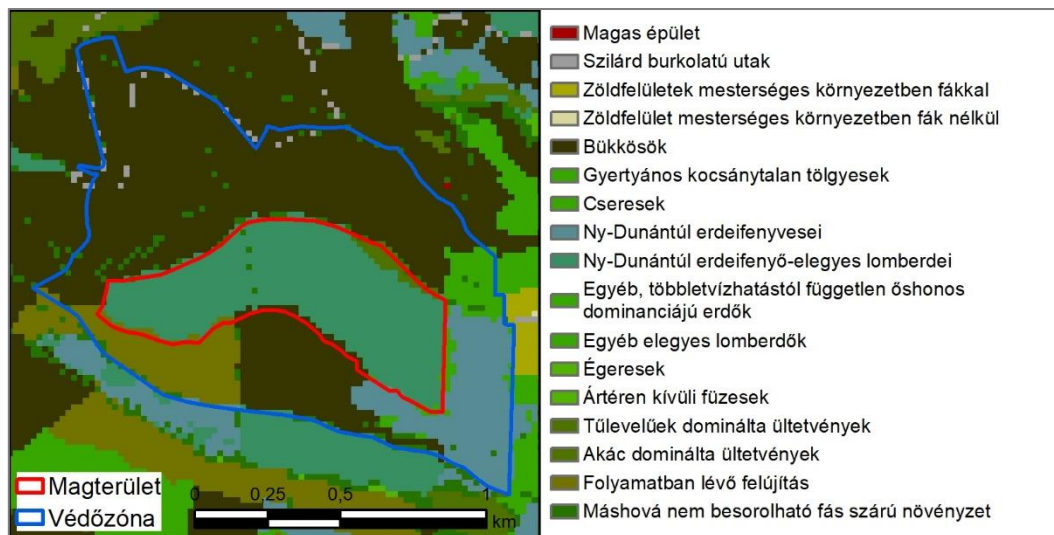


13. ábra: II. világháborús térkép (1942).
Forrás: Timár et al. 2008.



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 térképsorozatot 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 magterületét folyamatosan erdő borította az utóbbi két évszázad során (2. táblázat).

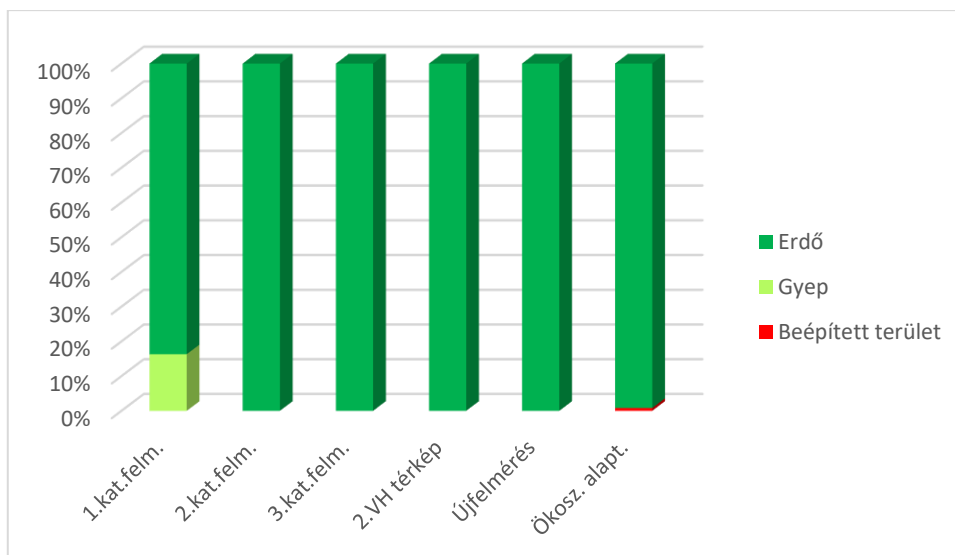
2. Táblázat: Felszínborítás változása a magterületen

Felszínborítás	1784	1844	1880	1942	1956	2015-17
Erdő	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Az erdőrezervátum védőzónájának esetében csupán a 18. század végén valamint a legutóbbi 2015-17-es időszik esetében találunk erdőtől eltérő felszínborítást. 1784-ben a mai védőzóna területének 16,3%-át gyepterület borította, amelyet a 19. század közepére erdő váltott fel. Ettől kezdődően a védőzóna egészét erdőterület borította, kivételt képeznek az ökoszisztéma térképen is megjelenő szilárd burkolatú utak, amelyek a zóna 0,8%-át teszik ki.

3. Táblázat: Felszínborítás változása a védőzónában

Felszínborítás	1782	1844	1880	1942	1956	2015-17
Beépített terület	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0,8%
Erdő	83,7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99,2%
Gyep	16,3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%



16. ábra: Felszínborítás változása a védőzónában.

Következtetések

Az erdőrezervátum magterületét a vizsgált térképforrások alapján folyamatosan erdő borította az elmúlt két évszázad során. A 18. század végén a védőzóna 16,3%-án gyepterület volt, amelyet a 19. század közepére már erdő váltott fel. Ettől kezdődően egészen a 20. század közepéig erdő borította a védőzóna területének egészét. Az ökoszisztéma alaptérképen megjelenő szilárd burkolatú utak jelentik az egyetlen erdőtől eltérő felszínborítást jelenleg.

A történeti térképekből származó felszínborítási adatok bizonytalansággal terheltek. Ezek egyrészt a térképi ábrázolás és georeferálás pontatlanságából, másrészt az egyes felszínborítások interpretációjának nehézségeiből adódnak. A Hosszú-völgy erdőrezervátum esetében a vizsgált történeti térképsorozat nagyrészt erdőborítást találunk, így az értékelés bizonytalanságai ebben az esetben elsősorban a térképek geometriai pontosságából illetve pontatlanságából fakadnak.

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 szereztek be. A támogatást ezúton köszönjük.

Irodalomjegyzék

- AGRÁRMINISZTERIUM 2019: Magyarország Ökoszisztéma-alaptérképe. [DOI: 10.34811/osz.alapterkep](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.

SZÚBOGARAKKAL TÁRSULT GOMBAFAJOK KUTATÁSÁNAK EDDIGI EREDMÉNYEI

Bark Beetle Associated Fungi – preliminary results

BALÁZS BALÁZS¹, TUBA KATALIN¹, LAKATOS FERENC¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet
balazs.balazs.gabor@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

A szűbogarak (Curculionidae, Scolytinae) egyes fajai a legjelentősebb erdészeti károsítók közé tartoznak. A szűfajok többsége különböző gombafajokat hurcolnak magukkal, melyek egy részével szimbiózisban élnek. Legismertebb képviselőik a fenyőfélék szíjácské-külését okozó gombák. Ezek a szimbióták olyan előnyöket biztosíthatnak a szűbogarak számára, amelyekkel javíthatják a bogarak vitalitását, továbbá elősegíthetik a gazdanövény sikeres kolonizálását. Magyarországon viszonylag kevés adattal rendelkezünk a szűbogarakkal társult gombákról. A kutatás során négy szűfajt (*Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Tomicus minor*, *Tomicus piniperda*) vizsgáltunk, melyek az erdei- és feketefenyő gyakori károsítói. A gombák laboratóriumi tenyésztéséhez 2019-ben és 2020-ban szűkárosított faanyagból gyűjtöttünk mintákat (bogarakat és kékült faanyagot). Az egyes években különböző módszerekkel izoláltunk, melyek hatékonysága eltérő volt. 2019-ben mindössze 60, míg 2020-ban 448 tiszta tenyészetet sikerült előállítani. Ezekből a tenyészetekből a gombák fajszerű azonosításához DNS-t izoláltunk. A DNS izolátumok felszaporítása polimeráz-lánreakcióval (PCR), illetve a kapott eredmények kiértékelése jelenleg is zajlik.

Abstract

The most significant forest pests include certain species of bark beetles (Curculionidae, Scolytinae). Most bark beetles carry different fungal species, some of them live together in a symbiosis. The best-known members of this group are the fungi that cause staining in sapwood. Bark beetles benefit from these symbiotes, because they improve the vitality of the beetles and help them to colonize the host successfully. We have relatively few data about fungi associated with bark beetles in Hungary. We investigated four bark beetle species (*Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Tomicus minor*, *Tomicus piniperda*) in this research, which are frequent pest on Scots and Austrian pine (*Pinus sylvestris* and *P. nigra*). Samples (beetles and strained wood) were collected from wood damaged by bark beetles in 2019 and 2020 to rear beetles and to cultivate fungi under laboratory conditions. In both years, we isolated the samples with different methods, whose efficiencies were different. Altogether 60 samples were isolated in 2019, while we prepared 448 pure cultures in 2020. DNA was isolated from these cultures to specify the fungal species. The amplification of the DNA was isolated with polymerase chain reaction (PCR) and the results are under evaluation.

Bevezetés

A szűfajok többsége komplex gombaközösségekkel élnek szimbiózisban. Ezek a gombapartnerek olyan előnyöket biztosíthatnak a szűk számára, melyek nagymértékben befolyásolják a gazdanövény sikeres kolonizációját, valamint elősegítik a bogarak túlélését és szaporodását a fában (SIX, 2012).

A szűbogarak mikrobiótáját jórészt tömlősgombák (Ascomycota) alkotják, de előfordulnak bazídiomos gombák is közöttük. A tömlősgombák leginkább ismert csoportja az úgynevezett ophiostomatoid gombák. Ide tartoznak a kékülést okozó gombák, melyek morfológiai és ökológiai szempontból nagyon hasonlóak (KIRISITS, 2004). Ezeket a gombákat két

különböző rendbe sorolják. Az Ophiostomatales rendbe tartoznak az *Ophiostoma*, *Grosmanina*, *Ceratocystiopsis* teleomorf nemzetségek, valamint ezek anamorf nemzetségei a *Pesotum*, *Sporothrix*, *Hyalorhinocladiella* és *Leptographium*. A *Ceratocystis* és *Endoconidiophora* teleomorf nemzetségek, illetve a *Thielaviopsis* anamorf nemzetség a Microascales rendbe tartoznak (SIX, 2012, DE BEER et al. 2014). Az ophiostomatoid gombákhoz képest az élesztőgombák nagyobb mennyiségben és fajszámmal képviseltetik magukat a szűbogarak mikrobiótájában. Szerepük a szűk ökológiájában sokáig ismeretlen volt (sok esetben még ma is az), de néhány esetben igazolták, hogy egyes fajok képesek szű feromonokat előállítani, de előfordulnak olyan fajok is melyek más szimbióta gombák növekedését szabályozzák (HOFSTETTER et al. 2015).

Az egyik legfontosabb szű-gomba kapcsolat a táplálkozási mutualizmus. A szűbogarakat táplálkozásbiológiai szempontból több kategóriába sorolhatjuk. Erdészeti szempontból a legfontosabbak a floeofág, a xilomicetofág és floeomicetofág fajok. A floeofág fajok, mint például a hatfogú szű (*Ips sexdentatus*) és a nagy fenyőbéliszű (*Tomicus piniperda*) a hánccsal és a kambiummal táplálkoznak. Az xilomicetofág fajok a fatestbe fúrják magukat, és a menet falán „termesztett” gombapartnerrel táplálkoznak. A két kategória között átmenetet képeznek a floeomicetofág fajok, melyek alapvetően a hánccsal és a kambiummal táplálkoznak, de kiegészítésként elfogyaszthatják/fogyasztják gombapartnerüket is. Ilyen fajok a kis fenyőbéliszű (*Tomicus minor*) és a hétfogú fenyőszű (*Ips acuminatus*) (HARRINGTON, 2005).

A szűbogarak támadására a fenyőfélék fokozott gyantatermeléssel reagálnak. A gyanta nagy mennyiségben tartalmaz terpéneket és fenolos vegyületeket. Ezek az anyagok alapvetően toxikusak mind a bogarakra mind a gombákra, azonban egyes szimbióta gombák képesek ezeket lebontani, sőt szén- és energiaforrásként is tudják hasznosítani. Az ophiostomatoid gombák között előfordulnak növénykórokozó fajok (*Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Endoconidiophora polonica*), melyek szintén hozzájárulhatnak a fa ellenállóképességének meggyengüléséhez (HOFSTETTER et al. 2015, KROKENE et al. 2015).

A szimbióta gombák nem csupán a gazdanövény eredetű toxikus vegyületekkel szemben nyújtanak védelmet, hanem a szűkra veszélyes antagonisták és rovarpatogén gombákkal szemben is. Egyes gombafajok képesek kompetitív módon kiszorítani a szűkra (számára) káros szervezeteket az adott élettérből, míg más fajok gátló hatású vegyületeket termelnek (KIRISITS, 2004, DAVIS – HOFSTETTER, 2011)

A szű mikrobiótában előforduló élesztőgombák a fentiekhez hasonló előnyöket biztosíthatnak, de egyedi módon képesek feromon hatású anyagokat termelni, amelyek hatással vannak a szűbogarak kémiai ökológiájára (LEUFVEN et al. 1984, HUNT – BORDEN, 1990).

A kutatás hosszútávú célja a hazai erdei- és feketefenyő állományokban gyakori szű-fajokhoz (*Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Tomicus minor* és *Tomicus piniperda*) társult gombaközösségek fajösszetételének vizsgálata. Magyarországon viszonylag kevés adattal rendelkezünk ezekről a gombákról. A vizsgált fajok esetén számos külföldi publikáció született ebben a témában, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy egy adott szűfaj mikrobiótája földrajzi területenként, sőt populációnként is nagy eltéréseket mutathat fajszámban, fajösszetételben, és az egyes gombafajok ökológiai szerepében (LINNAKOSKI et al. 2012, SIX, 2012). Ezeknek a gombáknak a laboratóriumi tenyésztése meglehetősen nehéz feladat, mivel olyan környezeti mintából kell izolálni őket, melyben számos szaprotróf gombafaj is előfordul, melyek a táptalajon hamar túlnövik a vizsgálandó fajokat. A szelektív táptalajok legnagyobb problémája, hogy a tenyésztési kívánt gombafajok csak egy szűkebb részét lehet vele tenyésztetbe vonni. Annak érdekében, hogy a lehető legtöbb fajt izoláljuk, a módszertant a minta-előkészítés és a mintavétel szintjén kell optimalizálni. Jelen cikkünkben a gombák kitenyésztésének metodikai vizsgálata során kapott eredmények kerülnek bemutatásra.

Anyag és módszer

A gombák laboratóriumi tenyésztéséhez 2019-ben és 2020-ban bogarakat gyűjtöttünk, továbbá mintát vettünk az általuk kolonizált faanyagból. Az egyes években a mintavételt és a minták laboratóriumi feldolgozását eltérő módszerek szerint hajtottuk végre.

2019 júniusában Káld, Bejcgertyános, Nádasd és Szentpéterfa környéki erdei rakodóról gyűjtöttünk erdeifenyő mintatörzseket, melyeket a tanszéki laboratóriumba szállítottuk további feldolgozásra. A törzseken talált hatfogú szú imágóit steril Eppendorf csövekbe helyeztük. A bogarakat izolálásig hűtőszekrényben tároltuk. A gombák fából történő izolálása Solheim (1992) által leírt módon történt. A törzsekből 10 cm vastag korongokat vágunk. A korongokon a kékülés mentén sugárirányokat jelöltünk ki, majd a szíjács palástjától a kékülés határáig a sugárirányok mentén 5 mm-ként mintákat hasítottunk. A minták felületének sterilizálása ezeket első lépésben 8 percig 70%-os etanolban, majd desztillált vizes mosást követően 6 percig 3%-os hidrogén-peroxidban áztattuk. Újabb desztillált vizes mosás után a mintát steril vattán szárítottuk. Száradás után a mintákat 2%-os MEA (malt extract agar) táptalajra helyeztük. A begyűjtött bogaraból 10 db-ot először 70%-os etanollal, majd desztillált vízzel mostuk. A bogarakat száradás után szintén 2%-os MEA táptalajra helyeztük.

2020 májusában Sopron, Fertőrákos, Szentpéterfa és Nádasd környéki erdőrészekben erdeifenyő fogófat, illetve Sopronban egy feketefenyő fogófat döntöttünk. Júniusban a törzs kolonizált részeiből 1 m-es darabokat vágunk, majd ezeket a tanszékre szállítottuk. A törzsekből begyűjtött bogarakat steril Eppendorf csövekbe helyeztük, és izolálásig hűtőszekrényben tároltuk. A törzsdarabokból ismét a Solheim (1992) szerinti metódus alapján vettünk mintákat, annyi különbséggel, hogy a szíjács palástjától mért első 5 mm-es sávot kihagytuk. Továbbá a kihalított mintát fertőtlenítés nélkül oltottuk 2%-os MEA táptalajra. A gombák bogárról történő izolálását Li és Hulcr (URL. 1.) által leírt hígítási sorozatos módszer szerint végeztük:

- A bogarakat egyesével 1x PBS-be (foszfáttal pufferelt sóoldat) vortexeltük.
- A bogarakat áttemeltük egy-egy 500 µl 1x PBS-t tartalmazó Eppendorf csőbe, majd vortexeltük.
- Az így kapott spóraszuszpenziókból (első szuszpenzió) 50 µl-t átpipettáztunk a következő 500 µl 1x PBS-t tartalmazó csövekbe (második szuszpenzió), majd vortexeltük.
- Ezekből a szuszpenziókból 50 µl-t 2%-os MEA táptalajra szélesztettünk.
- A második szuszpenziókból további 5 µl-t szintén táptalajra szélesztettünk.

Eredmények

A 2019-ben a begyűjtött törzseken csak az *Ips sexdentatus* egyedeit és kárképét azonosítottuk. A törzsekből összesen 402 minta került leoltásra, amelyekből 60 db tiszta tenyészetet sikerült előállítani. A 10 bogár leoltásából nem nőttek gombatelepek, vagy csak penészfajok (*Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp.) telepei jelentek meg.

A 2020-as mintagyűjtés során mind a négy szúfaj esetén sikerült mintát venni. A Sopronban döntött feketefenyő fogófákon a *Tomicus minor*, míg az erdeifenyőn a *Tomicus piniperda* egyedei telepedtek meg. Továbbá az erdeifenyő kérge alatt egyetlen *Ips sexdentatus*-t találtunk, de nem láttuk a rá jellemző kárképet. A fertőrákosi fogófat az *Ips sexdentatus* és az *Ips acuminatus* kolonizálta. Szentpéterfán csak a *Tomicus piniperda*, míg Nádasdon a *Tomicus piniperda*, *Tomicus minor* és az *Ips acuminatus* egyedei voltak jelen. A fából mindösszesen 405 minta került leoltásra, amiből 282 tiszta tenyészetet állítottunk elő (1. Táblázat). A begyűjtött bogaraból 189 egyedről izoláltunk. Ezekből 166 tiszta tenyészetet sikerült előállítani (2. Táblázat). Bogaranként jellemzően 1-4, illetve egyetlen *Tomicus piniperda* esetén 6 morfológiailag eltérő telepet izoláltunk.

1. Táblázat: Sikeres izolálások faanyagból

Szúfaj	Mintaterület	Fafaj	Tiszta tenyészetek száma
<i>Ips sexdentatus</i>	Fertőrákos	erdeifenyő	29
<i>Ips acuminatus</i>	Fertőrákos	erdeifenyő	24
	Nádasd	erdeifenyő	14
<i>Tomicus piniperda</i>	Sopron	erdeifenyő	30
	Szentpéterfa	erdeifenyő	51
	Nádasd	erdeifenyő	26
<i>Tomicus minor</i>	Sopron	feketefenyő	47
		erdeifenyő	40
	Nádasd	erdeifenyő	21

2. Táblázat: Sikeres izolálások szűbogarakról

Szúfaj	Mintaterület	Fafaj	Mintázott egyedek száma	Tiszta tenyészetek száma
<i>Ips sexdentatus</i>	Sopron	erdeifenyő	1	3
	Fertőrákos	erdeifenyő	21	56
<i>Ips acuminatus</i>	Fertőrákos	erdeifenyő	21	31
	Nádasd	erdeifenyő	1	1
<i>Tomicus piniperda</i>	Sopron	erdeifenyő	10	15
	Szentpéterfa	erdeifenyő	5	5
	Nádasd	erdeifenyő	7	11
<i>Tomicus minor</i>	Sopron	feketefenyő	26	31
		erdeifenyő	5	9
	Nádasd	erdeifenyő	2	4

Következtetések

Az eredmények tükrében elmondható, hogy a fogófákról történő mintavétel jóval hatékonyabb, mint a rakodóról származó törzsek vizsgálata. Ennek oka az lehet, hogy az izolálni kívánt gombák érzékenyek a faanyag száradására. A fogófákat döntés után egy darabban az állományban hagytuk, így jóval lassabb ütemben csökkent a nedvességtartalmuk. Ezzel szemben az állomány széli rakodón tárolt faanyag ennél jóval gyorsabban szárad, amit a talajlakó szaprotróf gombák jobban tolerálnak, mint a vizsgálandó gombafajok, így az oltást követően táptalajon többnyire az előbbieket fogják növekedésnek indulni.

A bogarakról történő izolálás esetén egyértelműen a hígítási soros módszer adja a legjobb eredményeket. A két vizsgálati évben alkalmazott módszerek között alapvető különbség a fertőtlenítő szerek alkalmazása volt. A laboratóriumi munkák során azt tapasztaltuk, hogy vizsgálandó gombák rendkívül érzékenyek az alkoholos és hidrogén-peroxidos kezelésre. A minták penészgombákkal és más nem kívánatos szaprotróf gombákkal történő szennyeződését, a mintavétel és a mintaelőkészítés szintjén szükséges kiküszöbölni.

A fából történő mintavétel esetén fontos a megfelelő minőségű minta megválasztása, és az időzítés. Ezeket a kritériumokat a fogófás módszerrel lehet a legkönnyebben teljesíteni. A fogófa döntését a szűk rajzásának kezdetére célszerű ütemezni, a mintavételt pedig a bogarak megtelepedését követő 2-3. héten, amikor már a szíjács kékülése is megfigyelhető. A fa még kellően nedves, a vizsgálandó gombák életképessége ilyenkor a legjobb. A gombák izolálásához a mintakorongok viszonylag szennyeződésmentes belső hasított felülete alkalmas mintavételre.

A munka során ügyelni kell a munkafelület és az eszközök sterilitására. A bogarak esetén alkalmazott hígítási soros módszer lényege, hogy a bogarak felületén a kontamináns penész spórák kisebb számban vannak jelen, mint a célfajok spórái, így a hígítási sorozattal

előállítható egy olyan spórasuszpenzió, amelyben már csak a tenyésztési kívánt gombák spórái vannak jelen.

Összefoglalás

Kutatásunk alapvető célja a magyarországi erdei- és feketefenyőn gyakori *Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Tomicus piniperda* és *Tomicus minor* mikrobiótájának vizsgálata. A kutatómunka első két évében különböző metódusokat alkalmaztunk és hasonlítottunk össze a szúbogarakkal társult gombák kitenyésztéséhez. A vizsgálatok során sikerült optimalizálni a mintavételi, mintafeldolgozási és az izolálási módszereket. Az előállított tiszta tenyészetekből megtörtént a DNS-izolálás. A DNS izolátumok felszaporítása PCR-rel jellelően zajlik. Reményeink szerint a jövőbeni eredmények hozzájárulnak a szű-gomba szimbiózisokkal kapcsolatos tudásunk bővítéséhez. A gombák szúbogarakra és az általuk károsított fajokra gyakorolt hatásának ismerete nélkülözhetetlen az általuk előidézett pusztulási folyamatok megértéséhez. Ezen folyamatok és kapcsolatrendszerek megértése elősegítheti a szűbogarak elleni védekezési módszerek fejlesztését.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk megköszönni a Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. és a Szombathelyi Erdészeti Zrt. munkatársainak, hogy biztosították a kutatáshoz szükséges mintákat.

Irodalomjegyzék

- DAVIS T. S. – HOFSTETTER R. W. (2011): Reciprocal interactions between the bark beetle-associated yeast *Ogataea pini* and host plant chemistry. *Mycologia* 103: 1201-1207.
- DE BEER Z. W. – DUONG T. – BARNES I. – WINGFIELD B. D. – WINGFIELD M. J. (2014): Redefining *Ceratocystis* and allied genera. *Studies in Mycology* 79: 187-219.
- HARRINGTON T. C. (2005): Ecology and evolution of mycophagous bark beetles and their fungal partners. In: *Ecological and evolutionary advances in insect-fungal associations*. (Eds.: VEGA F. E. – BLACKWELL M.) 257-291. Oxford University Press, Oxford.
- HOFSTETTER R. W. – DINKINS-BOOKWALTER J. – DAVIS T. S. – KLEPZIG K. D. (2015): Symbiotic associations of bark beetles. In: *Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species*. (Eds.: VEGA F. E. – HOFSTETTER R. W.) 209-245. Academic Press, London.
- HUNT D. W. A. – BORDEN J. H. (1990): Conversion of verbenols to verbenone by yeasts isolated from *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology* 16: 1385-1397.
- KIRISITS T. (2004): Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi. In: *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. (Eds.: LIEUTIER F. – DAY K. R. – BATTISTI A. – GRÉGOIRE J. C. – EVANS H. F.) 185-223. Springer, Dordrecht.
- KROKENE P. (2015): Conifer defense and resistance to bark beetles. In: *Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species*. (Eds.: VEGA F. E. – HOFSTETTER R. W.) 177-207. Academic Press, London.
- LEUFVEN A. – BERGSTROM G. – FALSEN E. (1984): Interconversion of verbenols and verbenone by identified yeasts associated from the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology* 10: 1349-1361.
- LINNAKOSKI R. – DE BEER Z. W. – NIEMELÄ P. – WINGFIELD M. J. (2012): Associations of conifer-infesting bark beetles and fungi in Fennoscandia. *Insects* 3: 200-227.
- SIX D. L. (2012): Ecological and evolutionary determinants of bark beetle-fungus symbioses. *Insects* 3: 339-366.
- SOLHEIM H. (1992): Fungal succession in sapwood of Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*. *European Journal of Forest Pathology*, 22: 136-148.

Internetes források

URL. 1.: <https://www.protocols.io/view/fungal-extraction-from-beetles-6qpvrddzogmk/v1>
Letöltés ideje: 2022. 05. 25.

A MAGYARORSZÁGI DENDROFLÓRA VESZÉLYEZTETETTSÉGÉNEK VÁLTOZÁSA

Change in the vulnerability of the Hungarian dendroflora

BARTHA DÉNES

Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Környezet- és Természetvédelmi Intézet
bartha.denes@uni-sopron.hu

Kivonat

A magyarországi dendroflórát érintő négy vörös lista lehetőséget ad az összehasonlításra, a három évtized alatt végbement változások érzékeltetésére. Ezt azonban megfelelő körültekintéssel kell végezni, mivel a) a taxonértelmezés ezen időszak alatt is változott, b) új taxonokat írtak le Magyarország területéről, illetve korábban nem meglévő taxonok előfordulását igazolták, c) esetenként saját kategóriarendszert alkalmaztak, d) a besorolás bizonyos vörös listáknál nem az IUCN kritériumrendszere szerint történt.

Abstract

The four red lists of Hungarian dendroflora give the opportunity to compare and illustrate the changes over three decades. However, this should be taken with due care, as a) taxon interpretation has changed during this period, b) new taxa have been reported from Hungary, or the presence of previously non-existent taxa has been confirmed, c) occasionally own category system has been used, d) classification on some red lists did not follow the criteria system of the IUCN.

Bevezetés

Vörös listákat, vörös könyveket az 1960-as évek közepétől állítanak össze világszerte rendszertani kategóriákra (taxon-csoportokra), élőhelytípusokra vagy adott területekre. Ezen dokumentumok feladata az, hogy a veszélyeztetettség mértékéről számot adjanak, s erre az illetékesek figyelmét fölhívják. A dendroflórát (is) illetően különböző térléptékű összeállítások léteznek, például a) globális: WALTERS & GILLET (1998), OLDFIELD et al. (1998), IUCN (2019); b) kontinentális: BILZ et al. (2011), RIVERS et al. (2019) (Európa); c) regionális: BARTHA (1996) (Közép-Európa), EASTWOOD et al. (2009) (Közép-Ázsia), KADLEČÍK (2014) (Kárpátok); d) lokális: RAKONCZAY (1989), BARTHA (1991b, 2000), KIRÁLY (2007). Ugyanakkor dendrotaxon-csoportokra is készültek vörös listák, például: a) globális: SHAW et al. (2014) (*Betulaceae*), RIVERS et al. (2016) (*Magnoliaceae*), BEECH et al. (2017) (*Theaceae*), OLDFIELD & EASTWOOD (2007) (*Quercus*), BARSTOW et al. (2018) (*Fraxinus*); b) kontinentális-regionális: KUA & WESTWOOD (2017) (USA tölgyfajai); c) lokális: KERÉNYI-NAGY (2012e, 2015) (*Crataegus*), KERÉNYI-NAGY (2010, 2012a) (*Rosa*).

Magyarországon a fa- és cserjefajok veszélyeztetettségéről először NÉMETH (1989) összeállítása adott számot saját kategóriarendszerével, amelyet átvett BARTHA (1991) vörös listája is. A későbbiekben az IUCN kategória- és kritériumrendszere (IUCN, 1994; GÄRDENFORS et al., 1999; IUCN/SCC, 1999; IUCN, 2001) alapján készültek hazánkban vörös listák (BARTHA, 2000; KIRÁLY, 2007; BARTHA, 2019).

Anyag és módszer

A veszélyeztetettségi kategóriák értelmezése

Mivel a fajok (taxonok) kipusztulását valószínűségi folyamatként kezeljük, ezért a veszélyeztetettségi kategóriákba való besorolás nem más, mint egy kipusztulási kockázatbecsülés. Tehát a veszélyeztetettségi kategória azt mutatja meg, hogy milyen valószínűsége van

adott faj (taxon) adott területen való kipusztulásának. A veszélyeztetettség kategóriák az IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE (2017) szerint az alábbiak: Kipusztult – Extinct (EX), Természetből kipusztult – Extinct in the wild (EW), Súlyosan veszélyeztetett – Critically endangered (CR), Veszélyeztetett – Endangered (EN), Sebezhető – Vulnerable (VU), Veszélyeztetettség közeli – Near threatened (NT), Legkevésbé veszélyeztetett – Least concern (LC), Adathiányos – Data deficient (DD), Nem felmért – Not evaluated (NE).

A magyarországi vörös listák és alkalmazott kategóriák

Hazánkban eddig négy olyan vörös lista jelent meg, amely vagy csak fásszárú növényfajokat tárgyal, vagy tartalmazza azokat is. Ezek kategóriarendszere többé-kevésbé eltérő, melyek az alábbiak: a. *HU 1989* (Forrás: NÉMETH, 1989; Veszélyeztetettség kategóriák: **K** = Kipusztult, **KV** = Kipusztulással veszélyeztetett, **AV** = Aktuálisan veszélyeztetett, **PV** = Potenciálisan veszélyeztetett); b. *HU 2000* (Forrás: BARTHA, 2000; Veszélyeztetettség kategóriák: **EX** = Kipusztult, **RE** = Regionálisan kipusztult, **EW** = Szabad természetből kipusztult, **CR** = Súlyosan veszélyeztetett, **EN** = Veszélyeztetett, **VU** = Sebezhető, **LR** = Kis veszélyeztetettségű: **cd** = Védelemfüggő, **nt** = Fenyegetettség közeli, **lc** = Legkevésbé veszélyeztetett, **DD** = Hiányos adat, **NE** = Nem felmért); c. *HU 2007* (Forrás: KIRÁLY, 2007; Veszélyeztetettség kategóriák: **EX** = Kipusztult, **EW** = A természetből kipusztult, **CR** = Kipusztulással veszélyeztetett, **EN** = Veszélyeztetett, **VU** = Sebezhető, **NT** = Veszélyeztetettség közeli, **DD** = Adathiányos); d. *HU 2019* (Forrás: BARTHA, 2019; Veszélyeztetettség kategóriák: **EX** = Kipusztult, **EW** = Természetből kipusztult, **CR** = Súlyosan veszélyeztetett, **EN** = Veszélyeztetett, **VU** = Sebezhető, **NT** = Veszélyeztetettség közeli, **LC** = Legkevésbé veszélyeztetett, **DD** = Adathiányos, **NE** = Nem értékelt).

Az eltérő kategóriarendszer miatt az alábbi megfeleltetést alkalmaztuk: **HU 1989**: **K** = **EX** + **EW**, **KV** = **CR**, **AV** = **EN**, **PV** = **VU** + **NT**; **HU 2000**: **RE** = **EX**, **cd** = törölve, **nt** = **NT**, **lc** = **LC**. A négy vörös lista összevetésével a változásokra szeretnénk rámutatni, amelyeknél a viszonyítási alapot a legújabb, a 2019. évi vörös lista adja.

Eredmények és következtetések

A vörös listákban korábban nem szereplő dendrotaxonok

Kipusztult (EX): *Rosa floccida* DÉSÉGL.

Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Aria ujhelyii* (SOMLYAY & SENNIKOV) SENNIKOV & KURTTÓ, *Crataegus brevispina* KUNZE, *Crataegus ovalis* KIT., *Karpatiosorbus acutiserrata* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus barabitsii* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus dracofolia* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus polgariana* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus rhombiformis* (BARABITS & C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus tobani* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus vallerubusensis* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Rosa beytei* BORB., *Rosa facsarii* KERÉNYI-NAGY

Veszélyeztetett (EN): *Crataegus rosaeformis* JANKA subsp. *rosaeformis*, *Karpatiosorbus concavifolia* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus udvardyana* (SOMLYAY & SENNIKOV) SENNIKOV & KURTTÓ, *Karpatiosorbus vallusensis* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTÓ

Sebezhető (VU): *Aria keszthelyensis* (SOMLYAY & SENNIKOV) SENNIKOV & KURTTÓ, *Crataegus lindmanii* HRAB.-UHR., *Malus sylvestris* (L.) MILL., *Rosa pocsii* KERÉNYI-NAGY

Veszélyeztetettség közeli (NT): *Crataegus palmstruchii* LINDM., *Rosa gallica* L., *Rosa jundzillii* BESSER, *Rosa spinosissima* L., *Salix rosmarinifolia* L., *Staphylea pinnata* L., *Vaccinium microcarpum* (TURCZ. ex RUPR.) SCHMALH.

Legkevésbé veszélyeztetett (LC): *Crataegus laevigata* (POIR.) DC., *Crataegus monogyna* JACQ., *Rosa canina* L., *Rosa corymbifera* BORKH., *Rosa rubiginosa* L., *Ulmus laevis* PALL.

Csak a korábbi vörös listákban szereplő dendrotaxonok

Aria thaiszii (SOÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Cotoneaster matrensis* DOMOKOS, *Karpatiosorbus pyricarpa* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTO, *Ribes rubrum* L., *Rosa caryophyllacea* BESS., *Rosa elliptica* TAUSCH., *Rosa livescens* BESS., *Rosa obtusifolia* DESV., *Rosa scabriuscula* SM. em. H. BR., *Rosa szaboi* (BORB.) FACSAR, *Sorbus* ×*rotundifolia* (BECHST.) HEDL., *Sorbus budaiana* KÁRP., *Sorbus huljakii* KÁRP., *Sorbus javorkae* (SOÓ) KÁRP., *Sorbus latissima* KÁRP., *Sorbus majeri* BARABITS, *Sorbus pseudodanubialis* KÁRP., *Sorbus sooi* (MÁTHÉ) KÁRP.

A veszélyeztetettség mértéke nem változott

Kipusztult (EX): *Andromeda polifolia* L., *Ostrya carpinifolia* SCOP.

Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Acer acuminatilobum* J. PAPP, *Aria subdanubialis* (SOÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Hippophaë rhamnoides* L. subsp. *carpatica* ROUSI, *Pyrus magyarica* TERPÓ, *Rosa ciliato-petala* BESS., *Rosa kmetiana* BORBÁS, *Rosa sherardii* DAVIES, *Vaccinium oxycoccus* L. subsp. *oxycoccus*

Veszélyeztetett (EN): *Clematis alpina* (L.) MILL., *Crataegus nigra* WALDST. et KIT., *Daphne cneorum* L. subsp. *arbusculoides* (TUZSON) SOÓ, *Pyrus nivalis* JACQ. subsp. *orientalis* (TERPÓ) TERPÓ, *Ribes alpinum* L., *Salix elaeagnos* SCOP. subsp. *elaeanos*

Sebezhető (VU): *Amelanchier ovalis* MEDIK., *Aria edulis* (WILLD.) M. ROEM., *Aria panonica* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Cotoneaster tomentosus* (AIT.) LINDLEY, *Daphne cneorum* L. subsp. *cneorum*, *Daphne laureola* L. subsp. *laureola*, *Hedlundia bueckensis* (SOÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Hippocrepis emerus* (L.) LASSEN subsp. *emerus*, *Karpatiosorbus balatonica* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus degenii* (JÁV.) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus eugenii-kelleri* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus gayeriana* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus karpatii* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus pseudovertesensis* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus redliana* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus simonkaiana* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus vertesensis* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Rosa inodora* FR., *Rosa tomentosa* SM., *Salix aurita* L., *Vaccinium vitis-idaea* L. subsp. *vitis-idaea*

Veszélyeztetettség közeli (NT): *Alnus incana* (L.) MOENCH subsp. *incana*, *Castanea sativa* MILL., *Sambucus racemosa* L., *Sorbus aucuparia* L. subsp. *aucuparia*, *Ulmus glabra* HUDS., *Ulmus minor* MILL.

Legkevésbé veszélyeztetett (LC): *Calluna vulgaris* (L.) HULL., *Colutea arborescens* L., *Lonicera xylosteum* L., *Prunus mahaleb* L., *Prunus padus* L., *Ribes uva-crispa* L., *Vaccinium myrtillus* L.

A veszélyeztetettség mértéke nőtt

Veszélyeztetett (EN) → Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Hedlundia hazslinszkyana* (SOÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus adamii* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatiosorbus andreanszkyana* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Salix pentandra* L., *Vitis sylvestris* C.C. GMEL.

Sebezhető (VU) → Kipusztult (EX): *Ribes petraeum* WULF. in JACQ.

Sebezhető (VU) → Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Karpatisorbus bakonyensis* (JÁV.) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatisorbus borosiana* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Lonicera nigra* L., *Myricaria germanica* (L.) DESV., *Rosa polyacantha* (BORBÁS) H. BRAUN

Sebezhető (VU) → Veszélyeztetett (EN): *Alnus viridis* (CHAIX in VILL.) DC. subsp. *viridis*, *Aria javorkana* (SOMLYAY, SENNIKOV & VOJTKÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Carpinus orientalis* MILL., *Crataegus rosaeformis* JANKA subsp. *curvisepala* (LINDM.) KERÉNYI-NAGY, *Karpatisorbus gerecseensis* (BOROS & KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatisorbus pseudobakonyensis* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatisorbus pseudolatifolia* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Rhamnus saxatilis* JACQ. subsp. *saxatilis*, *Rosa gizellae* BORBÁS, *Rosa hungarica* A. KERNER

Veszélyeztetettség közeli (NT) → Sebezhető (VU): *Viscum album* L. subsp. *abietis* (WIESB.) ABRON.

Legkevésbé veszélyeztetett (LC) → Veszélyeztetettség közeli (NT): *Prunus fruticosa* PALLAS, *Viscum album* L. subsp. *austriacum* (WIESB.) VOLLM.

A veszélyeztetettség mértéke csökkent

Kipusztult (EX) → Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Spiraea crenata* L.

Veszélyeztetett (EN) → Sebezhető (VU): *Aria zolyomii* (SOÓ) SENNIKOV & KURTTO, *Betula pubescens* EHRH. subsp. *pubescens*, *Karpatisorbus veszpremenensis* (BARABITS) SENNIKOV & KURTTO

Veszélyeztetett (EN) → Veszélyeztetettség közeli (NT): *Populus nigra* L.

Sebezhető (VU) → Veszélyeztetettség közeli (NT): *Aria danubialis* (JÁV.) SENNIKOV & KURTTO, *Cormus domestica* (L.) SPACH, *Cotoneaster integerrimus* MEDIK. s.l., *Cotoneaster niger* (WAHLBG.) FRIES s.l., *Daphne mezereum* L., *Karpatisorbus semiincisa* (BORBÁS) SENNIKOV & KURTTO, *Lonicera caprifolium* L., *Rosa pendulina* L., *Ruscus hypoglossum* L., *Spiraea media* FR. SCHM. subsp. *media*

Sebezhető (VU) → Legkevésbé veszélyeztetett (LC): *Rosa arvensis* HUDS., *Ruscus aculeatus* L.

Korábban vagy jelenleg adathiányos (DD) dendrotaxonok

Adathiányos (DD) → Adathiányos (DD): *Aria collina* (M. LEPŠÍ, P. LEPŠÍ & N. MEY.) SENNIKOV & KURTTO, *Aria graeca* (SPACH) M. ROEM., *Aria ulmifolia* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Cornus sanguinea* L. subsp. *hungarica* (KÁRP.) SOÓ, *Crataegus denticulata* HRAB.-UHR., *Fagus sylvatica* L. subsp. *moesiaca* (K. MALÝ in ASCH. et GRAEBN.) SZAFER, *Karpatisorbus pelsoensis* (C. NÉMETH) SENNIKOV & KURTTO, *Malus dasycphylla* BORKH., *Pyrus salviifolia* DC., *Quercus polycarpa* SCHUR, *Quercus virgiliana* TEN., *Rosa agrestis* SAVI, *Rosa albiflora* OPIZ, *Rosa glauca* POURR.

Adathiányos (DD) → Súlyosan veszélyeztetett (CR): *Karpatisorbus bodajkensis* (BARABITS) SENNIKOV & KURTTO, *Rosa zagrabiensis* VUKOTINOVICS et H. BRAUN

Adathiányos (DD) → Sebezhető (VU): *Aria vajdae* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Rosa zalana* WIESB.

Adathiányos (DD) → Legkevésbé veszélyeztetett (LC): *Rosa dumalis* BECHST. non BAKER, *Rosa micrantha* BORRER ex SM. in SOW., *Rosa subcanina* (CHRIST.) DALLA TORRE et SARNTH., *Rosa subcollina* (CHRIST.) DALLA TORRE et SARNTH.

A vörös listában a veszélyeztetettség mértékének megállapítása változó

Ephedra distachya L., *Karpatisorbus barthae* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatisorbus decipientiformis* (KÁRPÁTI) SENNIKOV & KURTTO, *Karpatisorbus pseudosemi-incisa* (BOROS) SENNIKOV & KURTTO, *Prunus tenella* BATSCH, *Quercus frainetto* TEN., *Ribes nigrum* L., *Rosa caesia* SM. in SOW., *Rosa stylosa* DESV., *Salix myrsinifolia* SALISB., *Spiraea salicifolia* L., *Taxus baccata* L.

1. táblázat: A magyarországi dendroflóra veszélyeztetettségének változása 1989 és 2019 között

Vörös Lista kategória	HU 1989	HU 2000	HU 2007	HU 2019
Kipusztult (EX)	4	5	3	4
Természetben kipusztult (EW)	-	-	-	-
Súlyosan veszélyeztetett (CR)	6	11	15	35
Veszélyeztetett (EN)	9	26	20	23
Sebezhető (VU)	45	46	22	35
Összesen	64	88	60	97
Veszélyeztetettség közeli (NT)	-	8	16	26
Legkevésbé veszélyeztetett (LC)	-	10	-	21
Adathiányos (DD)	-	6	32	15

Irodalomjegyzék

- BARSTOW, M. – OLDFIELD, S. – WESTWOOD, M. – JEROME, D. – BEECH, E. – RIVERS, M. (2018): The Red List of *Fraxinus*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond.
- BARTHA D. (1991): Vörös Lista. Magyarország veszélyeztetett és védett fa- és cserjefajai. Sajtát kiadás, Szombathely.
- BARTHA, D. (1992): Die ausgestorbenen und gefährdeten Baum- und Straucharten in Ungarn. Folia Dendrologica 19. 19–35.
- BARTHA, D. (1996): Die ausgestorbenen und gefährdeten Baum- und Straucharten in Mitteleuropa. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft 82. 43–49.
- BARTHA D. (2000): 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. (2019): Vörös Lista. Magyarország veszélyeztetett fa- és cserjefajai. / Red List. Threatened tree and shrub species of Hungary. Soproni Egyetem Kiadó / University of Sopron Press, Sopron.
- BEECH, E.– BARSTOW, M. – RIVERS, M. C. (2017): The Red List of Theaceae. Botanic Gardens Conservation International, Richmond.
- BILZ, M. – KELL, S. P. – MAXTED, N. – LANSDOWN, R. V. (eds.) (2011): European Red List of Vascular Plants. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- EASTWOOD, A. – LAZKOV, G. – NEWTON, A. (2009): The Red List of Trees of Central Asia. Fauna-Flora International, Cambridge.

- GÄRDENFORS, U. – RODRÍGUEZ, J. P. – HILTON-TAYLOR, C. – HYSLOP, C. – MACE, G. – MOLUR, S. – POSS, S. (1999): Draft Guidelines for the Application of IUCN Red List Criteria at National and Regional Levels. Species 31–32. 58–70.
- IUCN (1994): IUCN Red List Categories. IUCN Species Survival Commission, Gland.
- IUCN (2001): IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland.
- IUCN (2012): IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. Second edition. IUCN, Gland.
- IUCN (2019): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. Available at: www.iucnredlist.org. (Hozzáférés: 2022. 07.13.)
- IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE (2017): Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 13. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. (Hozzáférés: 2022. 07.13.)
- IUCN/SCC Criteria Review Working Group (1999): IUCN Red List Criteria Review Provisional Report: Draft of the Proposed Changes and Recommendations. Species 31–32. 43–57.
- KADLEČÍK, J. (ed.) (2014): Carpathian Red List of Forest Habitats and Species. / Carpathian List of Invasive Alien Species. The State Nature Conservancy of the Slovak Republic, Banská Bystrica.
- KERÉNYI-NAGY V. (2010a): Piros átermésű ritka galagonya fajok (*Crataegus* spp.). Tilia 15. 75–111.
- KERÉNYI-NAGY V. (2010b): Ritka rózsafajok és hibridek (*Rosa* spp.). Tilia 15. 191–270.
- KERÉNYI-NAGY V. (2012a): A Történelmi Magyarország területén élő őshonos, idegenhonos és kultúr-reliktum rózsák kismonográfiája. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron.
- KERÉNYI-NAGY V. (2015): A Kárpát–Pannon és Illír régió vadon termő galagonyáinak monográfiája. Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő.
- KIRÁLY G. (szerk.) (2007): Vörös Lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Saját kiadás, Sopron.
- KUA, C.-S. – WESTWOOD, M. (2017): The Red List of US Oaks. The Morton Arboretum, Lisle.
- NÉMETH F. (1989): Száras növények. In: Vörös könyv. A Magyarországon kipusztult és veszélyeztetett növény- és állatfajok. 263–321. (Szerk.: RAKONCZAY Z.): Akadémiai Kiadó, Budapest.
- OLDFIELD, S. – EASTWOOD, A. (2007): The Red List of Oaks. Fauna-Flora International, Cambridge.
- OLDFIELD, S. – LUSTY, C. – MACKINVEN, A. (1998): The World List of Threatened Trees. World Conservation Press, Cambridge.
- RAKONCZAY Z. (szerk.) (1989): Vörös Könyv. A Magyarországon kipusztult és veszélyeztetett növény- és állatfajok. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- RIVERS, M. C. – BEECH, E. – MURPHY, L. – OLDFIELD, S. (2016): The Red List of Magnoliaceae – revised – extended. Botanic Gardens Conservation International, Richmond.
- RIVERS, M. C. – BEECH, E. – BAZOS, I. – BOGUNIĆ, F. – BUIRA, A. – ČAKOVIĆ, D. – CARAPETO, A. – CARTA, A. – CORNIER, B. – FENU, G. – FERNANDES, F. – FRAGA, P. – GARCIA MURILLO, P. J. – LEPSÍ, M. – MATEVSKI, V. – MEDINA, F. M. – MENEZES DE SEQUEIRA, M. – MEYER, N. – MIKOLÁŠ, V. – MONTAGNANI, C. – MONTEIRO-HENRIQUES, T. – NARANJO SUÁREZ, J. – ORSENIGO, S. – PETROVA, A. – REYES-BETANCORT, J. A. – RICH, T. – SALVESEN, P. H. – SANTANA LÓPEZ, I. – SCHOLZ, S. – SENNIKOV, A. – SHUKA, L. – SILVA, L. F.

- THOMAS, P. – TROIA, A. – VILLAR, J. L. – ALLEN, D.J. (2019): European Red List of Trees. IUCN, Cambridge, UK & Brussels, Belgium.
- SHAW, K. – STRITCH, L. – RIVERS, M. – ROY, S. – WILSON, B. – GOVAERTS, R. (2014): The Red List of *Betulaceae*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, 68.
- WALTERS, K. S. – GILLETT, H. J. (eds.) (1998): 1997 Red List of Threatened Plants. The World Conservation Union, Gland, Switzerland – Cambridge, UK.

SP60 GNSS MŰSZER ALKALMAZÁSA TURISTATÉRKÉPEK KÉSZÍTÉSÉHEZ

Using SP60 GNSS Instrument for Editing Tourist Map

BAZSÓ TAMÁS¹, TAKÁCS GERGŐ²

¹Soproni Egyetem, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

²földmérő mérnök

bazso.tamas@uni-sopron.hu

Kivonat

A kutatás során a Spectra Geospatial cég SP60 típusú GNSS műszer mérési pontosságát vizsgáltuk. A műszert DGPS technológiával EGNOS korrekciókkal használja a Magyar Természetjáró Szövetség turistautak felméréséhez. Erdei környezetben vizsgáltuk, hogy az turistatérképek elkészítéséhez elvárt 5 méteres pontosságot tudja-e biztosítani a műszer. A mérések során pontszerű objektumokat és útvonalakat mérnek fel. Ehhez alakítottunk ki teszt-pályákat, ahol a pontmérések és a vonalmérések kiértékelhetők. Az kutatás során kimutattuk, hogy a műszer mérései megfelelnek turistatérképek készítéséhez.

Abstract

During the research, we examined the measurement accuracy of the SP60 GNSS instrument of the Spectra Geospatial company. The instrument with DGPS technology and EGNOS corrections is used by the Hungarian Hiking Association to survey tourist tracks. In a forest environment, we tested whether the instrument could provide the 5-meter accuracy required for the preparation of tourist maps. During the measurements, point-like objects and routes are measured. For this purpose, we have created test tracks where point measurements and line measurements can be evaluated. During the research, we proved that the measurements done with the instrument are suitable for drawing tourist maps.

Bevezetés

A magyarországi túraútvonalak kialakulásában fontos szerepet játszott az 1973-ban megalakult Magyarországi Kárpát Egyesület (MKE), amely a túrázáshoz kapcsolódó létesítmények kialakítását és a sportélet szervezését tartotta és tartja napjainkban is elsődleges céljának (MKE, 2010). A túraútvonalak kialakítása és jelölése mellett, amelyet a mai napig lefektetett szempontok szerint kell elvégezni (MOLNÁR, 2010), nélkülözhetetlen az útvonalakhoz tartozó turistatérképek elkészítése. A térképek katonai stratégiai szempontból nagy értéket képviseltek, ezért a kilencvenes évekig polgári felhasználásra túratérképek csak bizonyos pontossági érték alatt, torzítottan jelentek meg (PAPP-VÁRY, 2010).

A papír alapú térképek korában a turistatérképek információtartalmát – az útvonalakat és a túrázáshoz kapcsolódó objektumokat egy alaptérképre hordták fel hagyományos geodéziai mérésevek alapján. Napjainkra a műholdas navigációs rendszerek (GNSS) geodéziai – térképészeti felhasználás területén való térhódításának köszönhetően, a turistatérképek készítésében és felújításában is fontos szerepet töltenek be.

A GNSS technológia a felhasználásban is megjelent, így egyre több túrázó kezdett el műholdas navigációt használni. Ehhez elektronikus turistatérképek készítésére is szükség volt, amelyet elsőként a 2003-ban indult internetes felület, a turistautak.hu szolgált ki. Kampányszerű műhold alapú újrafelmérések 2013-ban kezdődtek a Magyar Természetjáró Szövetség (MTSZ) jóvoltából.

Hazánkban található több ezer kilométer hosszúságú jelölt turistaút nyomvonala folyamatosan változik, így ennek követése fontos a túrázni vágyók igényinek biztosításához. Az útvonalakat törvény szerint is meg kell jelölni és nyilván kell tartani (2009. évi 57. tv.), habár

egyelőre a jogi szabályozások e tekintetben hiányosak, nem szabnak meg konkrét feladatokat a turistautak felméréseivel és nyilvántartásával kapcsolatban.

A jogszabályi háttér megteremtésében is részt vesz a Magyar Természetjáró Szövetség, valamint a turistautak felmérést egyre korszerűbb módszerekkel és egyre hatékonyabban és bővülő számú felmérőcsapattal végzi.

A felmérésekhez az MTSZ, a Spectra Geospatial cég SP60 GNSS műszerét használja, amely a geodéziai pontosságú készülékekhez tartozik (www.spectrageospatial.com), viszont a szövetség által alkalmazott mérési módszerrel (DGPS), EGNOS korrekciókkal (BUSICS. 2007) is fél méter alatti pontosságra képes a műszer adatlapja szerint.

Az MTSZ a korábbi jogszabályi megfelelés miatt – amely azt mondta ki, hogy a turistautak nyomvonalát 5 méter alatti pontossággal kell elvégezni – választotta ezt a műszert és mérési módszert a felméréseihez. A Szövetséggel kialakult kapcsolat során merült fel, hogy az alkalmazott mérési módszertant és a műszer mérési pontosságát vizsgáljuk. A mérésekhez a tesztműszert ők biztosították, valamint a mérésekben is részt vettek. A mérésekhez tesztkörnyezet terveztünk kialakítani, valamint

Anyag és módszer

A vizsgálatot egy Spectra SP60 típusú GNSS műszerrel végeztük, amelyet az MTSZ alkalmaz a turistautak felmérésehez. A műszer különböző mérési módszerek mellett többféle pontosság biztosítására alkalmas (1. Táblázat). A Szövetség műholdas korrekciókkal használja a műszert (SBAS-EGNOS) DGPS eljárással, amely vízszintes értelemben fél méteren belüli pontosságot biztosíthat. A méréseket mi is így végeztük és a feldolgozáshoz a GPS, GLONASS és Galileo műholdakról érkező jeleket is felhasználtuk.

1. Táblázat: SP60 GNSS mérési pontossága (műszer adatlapja szerint)

Mérési mód	Vízszintes (RMS)	Magassági (RMS)
SBAS	< 50 cm	< 85 cm
Real-Time DGPS	25 cm + 1 ppm	50 cm + 1 ppm
RTK	8 mm + 1 ppm	15 mm + 1 ppm
GIS	30 cm	30 cm

A turizmushoz kapcsolódóan pontszerű információt (például forrás), valamint vonalas információt (útvonal) rögzítenek a felmérés során. A műszer vizsgálatához mérési körülményekhez hasonló szimulált környezetet, tesztpontokat és tesztpályákat alakítottunk ki, amelyek mint referenciapont- és vonal, alapot biztosítottak a mérési pontosság megállapításához. A GNSS mérések pontosságának vizsgálatát a Soproni Egyetem botanikus kertjében, Márianosztrán, valamint a Soproni –hegyvidéken hajtottuk végre.

A referenciapontok meghatározását egy Leica GS16 GNSS műszerrel végeztük RTK-VRS módszerrel, így centiméteres pontosság elérésével, a vizsgálandó műszer mérési pontosságához viszonyítva, a meghatározott koordinátákat hibátlannak tekintettük. 11 darab pontot jelöltünk ki a Botanikus kert területén úgy, hogy azok legjobban tükrözzék a terepi mérési körülményeket, amelyek a GNSS meghatározás pontosságát legjobban befolyásolják (erdős terület – ritkás, sűrű, idős állomány, örökzöld, lombhullató; erdőállomány széle; tisztás; lék; építmény mellett; épületek között). A pontokat talajcövekkel jelöltük és a méréseket minden esetben központosan műszerlábról végeztük el. A méréseket két időpontban, a lombfakadás előtt (áprilisban) és a vegetációs időszak derekán (június) végeztük, szintén a lomb befolyásoló hatásának vizsgálata érdekében. Egy-egy pontot mindkét időszakban három visszatéréssel mértünk meg (reggel-délben-este). A vizsgálatot kiterjesztettük még arra, hogy a műszer hány mérés átlagából képezze a tárol koordinátát, ezzel megpróbálva választ adni, hogy a felmérőnek mennyi időt célszerű eltölteni egy pont meghatározásához (hány

epocha mérés). E szerint, minden alkalommal 6 méréssorozatot végeztünk a pontokon, ahol 10, 15, 20, 25, illetve 120 pontból átlagolt koordinátát rögzítettünk. Összesen a 11 kijelölt ponton 330 mérést rögzítettünk.

A turistautak méréseinek vizsgálatához vonalméréseket terveztünk használni, ahol folyamatos haladás mellett rögzíti a műszer a pozíciókat. Az útmérés pontossági vizsgálatához egy olyan tesztkörnyezet kialakítását akartuk megvalósítani, ahol a geodéziai pontossággal meghatározott vonal, centiméteres pontossággal újra bejárható, vagyis a vizsgált műszer mérései megfeleltethetők a referenciavonalnak, valamint a vonal a felhasználásnak megfelelő környezetben, azaz erdőterületen helyezkedjen el. Ehhez a kisvasutak pályája nyújthatja a legalkalmasabb megoldást. Az MTSZ is végzett már hasonló méréseket, így az általunk kívánt feltételeket a márianosztrai kisvasútnál tudták számunkra biztosítani, sőt a méréshez használható sínkocsit is a rendelkezésünkre bocsátottak (1. ábra). A mérésekhez a kocsin műszerláb segítségével a tengelyvonalra központosan lehetett az antennát rögzíteni. A műszerláb úgy volt kialakítva, hogy két antennát is el lehet rajta helyezni, a haladás irányában egymás mögött, ezáltal egymás mögé két antenna rögzítése is megoldható. A mérést egy időpontban – április 12-én végeztük el egy 4 kilométeres szakaszon oda-vissza haladva kétszer megmérve a pályát két műszerrel. A mérés eredményeül kapott négy adatsorral tudtuk a kiértékelést elvégezni.



1. ábra: Kötött pályán történő felmérés, Márianosztrán. Forrás: Saját felvétel, 2021.

A harmadik – hegyvidéki – méréssorozatnál szintén útvonalak mérésének pontosságát terveztük vizsgálni. Ennél a módszernél a célunk nem egy geodéziai pontossággal meghatározott referenciavonalhoz való viszonyíthatóság volt, hanem hogy minél változatosabb terep- és fedettségi viszonyok között különböző útszakaszokat kijelölve a terepi felméréseknél előforduló legtöbb környezeti viszony között méréseket végezzünk és az útvonalakat többször bejárva és megmérve, a méréseket egymáshoz hasonlítva megbízhatóságot tudjunk vizsgálni. A felmérésekhez az antennát egy hátizsákra rögzítettük egy rúd segítségével, ezáltal azt fejmagasság felé emelve az MTSZ módszertanának megfelelően. Négy útvonal bemérését sikerült elvégezni (2. ábra), ahol márciusban és áprilisban történtek meg a mérések. A felmérést két műszerrel végeztük párhuzamosan, együtt haladva az útvonalon. Minden útvonalat oda-vissza bejárva délelőtt is és délután is elvégeztük a méréseket, így minden útvonalra 8 darab méréssorozatot kaptunk egy-egy időszakban.



2. ábra: Mérési útvonalak a Soproni-hegységben. Forrás: Google, 2021.

Eredmények

Pontmérések

A pontméréseknél a kimutatásokat centiméteres élességgel végeztük el, de az értékelésnél mindig vegyük figyelembe, hogy a vizsgált SP60 GNNS műszer deciméter-méter pontossággal határozta meg a pozíciót. A mérések alapján elmondható, hogy átlagosan az eltérés a referenciapontok koordinátájához képest 2,08 m volt, ami a tavaszi és a nyári időszakban mért koordináták között csak deciméteres eltérés volt tapasztalható, ezek átlaga alapján lett meghatározva az érték. A különböző növényzeti hatások sem okoztak számottevő különbséget a meghatározásokban, az eltérések 1,5 és 2,0 méter közé tehetők, ezektől jelentősen csak a nyitott területek (1,22 m) és az épületekkel határolt részek (7,14 m) tértek el.

A tavaszi és nyári mérései között feltételeztük, hogy a lombozat okoz majd elsődlegesen pontosságcsökkenést. Az eredmények alapján csak a sűrűbb állományban, valamint fenyők alatti mérésnél tapasztaltunk egyértelmű romlást, egyéb állományokban nem egyértelműen kimutatható a negatív, illetve pozitív irányú változás a pontosságban. A nyílt területeken javult a pozíció meghatározásának pontossága, épületekkel körülvett helyen pedig romlott.

A mérési ismétlésszám tekintetében sem volt jelentős eltérés a műszer pontosságához viszonyítottnak. A legpontosabb koordinátát a 25 mérésből átlagolt eredmény nyújtotta. Ezzel közel azonosnak tekinthető a 120 mérésből származó adat 2,39 méteres átlagos eltéréssel, ezt követte 20 pontból átlagolt 2,43 méterrel, majd a 15 pontból számított 2,46 méterrel, és végül a 10 pont megméréseivel kapott koordinátapár 2,50 méterrel. Az eredmények az összes azonos epochájú pont átlagolásával lettek számítva.

Rögzített vonalmérések

A mérések feldolgozásához sajnos végül nem tudtunk geodéziai pontosságú adatokhoz viszonyítani a méréseinket, így végül a terepi mérés feldolgozásához használt elvvel dolgoztunk. A négy vonalmérés átlagát vettük referenciának és a mérési vonalon 200 méterenként kialakított szelvényekben vizsgáltuk az eltéréseket. Ezek eredményeit a következő táblázat mutatja be (2. Táblázat)

2. Táblázat: A Márianosztrán végzett GNSS vonalmérések eredményei (vízszintes értelemben)

Átlagos eltérés (m)	Min. eltérés (m)	Max. eltérés (m)	Medián (m)	Szórás
0,94	0,11	2,34	0,61	0,96

Sajnos a kiértékelést nem tudtuk a módszertan lefektetésekor tervezett geodéziai pontosságú referenciavonalhoz elvégezni, így ezen eredmények is inkább a hegyvidéki eredményekhez sorolhatók, amely inkább a műszer és mérési módszer megbízhatóságára mutat értékeket.

A hegyvidéken mért útvonalak eredményei

Ezen mérések felelnek meg legjobban a valós felhasználási körülményeknek, viszont egy geodéziai pontosságú referenciavonal elkészítése nagy befektetett energiát igényelt volna, ezért választottuk ezt a vizsgálatot a műszer megbízhatóságának vizsgálatául, ahol ugyanarra az útszakaszra végzett méréseket hasonlítjuk össze. A márianosztrai mérések kiértékelésénél ismertett módon itt is a vonalmérések átlagához képest vizsgáltuk az eltéréseket. Az útszakaszok jellegzetes pontjain keresztshelvény mentén vizsgáltuk a mérési eredményeket. Ebben a kimutatásban az összes pontra vonatkozó kimutatásokat ismertettük, nem bontottuk szét különböző terepi adottságok szerint. A kimutatás (3. Táblázat) alapján látható, hogy hasonló eredményeket kaptunk, mint a rögzített vonalmérés során. A terepi körülmények változatosabbak (GNSS mérések szempontjából néhol nehezen megmérhető) voltak, ebből adódóan nagyobb kiugrások jellemzik.

3. Táblázat: A Soproni-hegyvidéken végzett vonalmérések eredményei (vízszintes értelemben)

Átlagos eltérés (m)	Min. eltérés (m)	Max. eltérés (m)	Medián (m)	Szórás
1,23	0,01	8,44	0,88	1,22

Sajnos a kiértékelést nem tudtuk a módszertan lefektetésekor tervezett geodéziai pontosságú

Következtetések

A kutatás alapján megállapítható, hogy a turistautak felmérésénél elvárt 5 méteres pontosságot az SP60 GNSS műszer DGPS módszerrel EGNOS korrekciós adatokkal biztosítani tudja. A pontmérések során pontos kimutatást tudtunk végezni a referenciaadatok segítségével. Ezek alapján megállapítottuk, hogy természetes környezetben a mérések pontossága teljesítette az elvárásinkat, egyedül az épületekkel körbevett ponton nem sikerült 5 méter alatti pontosságot elérni, ilyen mérési körülményekkel viszont nem is találkozunk a túrautak felmérésénél.

A rögzített pályán való mérések kiértékelése értékes eredménye lett volna a kutatásnak, a centiméter pontosságú referenciaadatok hiányában ezt nem tudtuk elvégezni. Ennek a kimutatásnak az elvégzéséhez a későbbiekben érdemes lenne a kutatást folytatni. Ebben a formában a mérések hasonló kimutatásra voltak alkalmasak, mint a hegyvidéken végzett mérések, ahol elsődlegesen a mérések megbízhatóságát vizsgáltuk.

Összességében megállapítottuk, hogy a műszer alkalmas turistautak felmérésére, de szélsőséges körülmények között (nagy horizont kitakarás, sűrű növényzet) előfordulnak kiugróan nagy eltérések (akár 10 méteres eltérés).

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalomjegyzék

- BUSICS GY. (2007): Technológia-váltás a GNSS korszakban. Geomatikai közlemények X.:43-51.
- DR. MOLNÁR A. (2010): Gyalogos turistautak kijelölése. Oktatási anyag.
- MKE (2010): Magyarországi Kárpát Egyesület Alapszabálya, 2010.
- DR. PAPP-VÁRY Á. (2010): Két évtizede nem titkosak a térképek. Geodézia és kartográfia. 2010/1, 63.évfolyam: 22-25.
- TARSOLY P. (2011): A DGPS-technika alkalmazása barlangbejáratok helyének meghatározására. Karsztfejlődés XVI.: 315-327.
2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról, 93.§, (6) bekezdés
- <http://www.spectrageospatial.com>

TALAJVIZSGÁLAT A VELEMI HOSSZÚ-VÖLGY ERDŐREZERVÁTUMBAN

Soil Investigation in the Hosszú Valley Forest Reserve (Velem, Hungary)

BIDLÓ ANDRÁS¹, BALÁZS PÁL¹, VÉGH PÉTER¹, HORVÁTH ADRIENN¹

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

bidlo.andras@uni-sopron.hu

Kivonat

A talajok jellemzésére a velemi Hosszú-völgy erdőrezervátum védőzónájában öt talajszelvényt nyitottunk. A területen elsősorban mészfilit és fillit alapkőzettel találkozhatunk. A terepi és laboratóriumi vizsgálatok alapján a talajok képződésében humuszszódási, kilúgzási, agyagosodási és savanyodási folyamatokat figyelhettünk meg, illetve jelentős még az erózió szerepe. Az erdőrezervátum területén mozaikos jelleggel a sziklás-köves váztalajokat, a ranker talajokat, a lejtőhordalék erdőtalajokat és a savanyú nem podzolos barna erdőtalajokat tudtuk megfigyelni, amelyek nagy része kedvező feltételeket teremt az erdőtenyészet számára.

Abstract

To characterize the soils, we investigated five soil profiles in the protected zone of the Hosszú Valley forest reserve in Velem. Limestone and phyllite bedrock is characteristic of the area. Based on the field and laboratory analysis, we could observe the following processes in soils: humification, leaching, clayification, and acidification. Furthermore, the role of erosion is also significant. In the study area, we could observe a mosaic of rocky-stony skeletal soils, ranker soils, slope alluvial forest soils, and acidic non-podzolic brown forest soils that create favorable conditions for forestry.

Bevezetés

A Hosszú-völgy erdőrezervátum, a Kőszegi-hegység déli peremén, Velem község határában, a falutól nyugati irányban található. Területe, mintegy 154 ha, amiből a magterület 37 ha (HORVÁTH-BORHIDI szerk. 2002). Kutatási munkánk célja a rezervátum termőhelyi viszonyainak jobb megismerése volt.

A Kőszegi-hegység legmagasabb pontja a határon található 882 méteres Írott-kő. A hegység az Alpok variszkuszi kristályos alapzatának legkeletibb felszíni megjelenése. A táj arculatát a hegység gerinces szerkezete határozza meg (ÁDÁM et al. szerk. 1975). Az eltérő kőzetminőség miatt a hegység domborzata erősen tagolt, domborzati formákként jellemzőek a tönklépcsők, a hegygerincek, a mállási eredetű a gombasziklák és rétegfejek, valamint a periglaciális kőtengerek és kőfolyások. A hegység az Írott-kő (882 m), a Kendig (726 m), az Irány-hegy (665 m), az Óháztető (609 m) és a Pintér-tető (497 m) csúcsokkal jellemzett, észak-kelet felé folyamatosan alacsonyodó főgerincből, több oldalgerincből áll. Ezek közül észak-nyugati irányú a Stájerházak (551 m), a Vörös-kereszt (467 m) és a Tábor-hegy (646 m) gerince, illetve dél-keleti irányú a Kalaposkő (587 m), a Szent Vid (568 m), a Szabó-hegy (419 m) és a Kálvária-hegy (392 m) gerince emelendő ki. A tájat tovább tagolják a teraszos eróziós völgyek (pl. Gyöngyös-völgy), illetve a mély bevágású patak völgyek (pl. Bozsoki-, Velemi-, Kőszegszerdahelyi völgy (JUHÁSZ, 1987). A meredek domborzatnak megfelelően gyakran alakulnak ki törmeléklejtők és mélyre vágódott, szurdokszerű, felsőszakasz jellegű eróziós patak völgyek, illetve bizarr mállási formák (MEZŐSI, 2011). A lejtős felszíneket gyakran borítják – részben periglaciális eredetű – kőtengerek, kőfolyások, illetve törmeléktakarók. A vizsgált erdőrezervátum egy ilyen patak völgy, a Szerdahelyi-patak nyugat-keleti irányú völgyében, illetve az ehhez délről csatlakozó északi kitétséggű, meredek

lejtőkől álló domboldalból áll, amelynek legalacsonyabb pontja 450 méter, a legmagasabb pontja 600 méteres tengerszint feletti magasságú.

A vizsgált terület kőzetei a jura időszak közepén, illetve a kréta kor elején keletkeztek, és a harmadidőszakban palásodtak, azaz nyerték el jelenlegi formájukat. A terület legfontosabb kőzetei a lemezes felépítésű fillitek (kvarcfillit, mészfilit). (JUHÁSZ, 1965; VERÓK, 1960; ORAVECZ, 1979) Ezekben rétegesen helyezkedik el a kvarc és a szericit, és találhatók bennük klorit, magnetit, apatit és különböző földpátok is (PÁPAY, 2006). Legtöbbször valamilyen agyagos üledék átalakulásával képződnek. Legismertebb előfordulásaik a vizsgált terület közelében a velemi Szent Vid környékén, illetve a Velem és a Szent Vid közötti útbevágás mentén található. A kvarcfillitek (Kőszegi kvarcfillit formáció) leveles szerkezete préselt, általában szürke színűek, de a bennük lévő szervesanyagtól gyakran feketék (GYALOG szerk. 1996). A mészfilit (Velemi mészfilit formáció) fekete színűek, szerves anyagban gazdagok és könnyen morzsolódóak. A fillitekből képződött talaj egyoldalúan iszapos összetételű (homok és az agyag mennyisége elenyésző), aminek következtében igen tömött, rossz vízgazdálkodású. A területen ezen kívül még különböző, helyben képződött üledékeket is találhatunk a felszínen.

A vizsgált terület a mérsékelt hűvös-mérsékelt nedves éghajlatú részek közé tartozik. A napsütés évi összege 1800 óra körül van. Az évi középhőmérséklet 8,0-8,5 °C (Írottkő környékén 7,5-8,0 °C, lejjebb 8,5-9,2 °C körüli). Az évi csapadékösszeg 750 és 800 mm közötti, az Írottkőn meghaladja a 800 mm-t (DÖVÉNYI szerk. 2010). A hegységben az északi szélirány az uralkodó, de ezt nagyban befolyásolja a domborzat is.



1. kép – Erdőállomány az erdőrezervátumban

Vizsgálati anyag és módszer

A rezervátum termőhelyi viszonyainak jellemzésére a rezervátum védőzónájában öt 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 laboratóriumába, majd a Magyar Szabványnak, illetve egyéb előírásoknak megfelelően végeztük a laboratóriumi vizsgálatokat.

Eredmények

A területen vizsgált szelvényeket külön-külön mutatjuk be.

	<p>0 - 10 cm 10 YR 6/4-es színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel erősen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 40 %-nyi kőzet törmeléket tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-,</p> <p>10 - 30 cm 10 YR 6/4-es színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel közepesen, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmeléket tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-,</p> <p>30 - 50 cm 10 YR 7/4-es színű, gyengén humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel közepesen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 70 %-nyi kőzet törmeléket tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-,</p> <p>50 - 80 cm 10 YR 6/4-es színű, humuszmentes, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, homokos vályog fizikai féleségű, mintegy 70 %-nyi kőzet törmeléket tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész: -,</p> <p>80 - 12 cm 10 YR 6/3-es színű, humuszmentes, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, homokos vályog fizikai féleségű, mintegy 60 %-nyi kőzet törmeléket tartalmazó szint, mész: +++++.</p>
--	---

1. ábra: A 1. talajszelvény fényképe és helyszíni leírása

1. Táblázat: 1. talajszelvény laboratóriumi vizsgálati eredményei

Szint cm	Váz %	pH		y ₁	y ₂	CaCO ₃ %	Mechanikai összetétel				Hu- musz %
		H ₂ O	KCl				A %	I %	FH %	DH %	
0-10	42	4,7	3,8	38	14	-	21	30	30	19	3,9
10-30	55	4,4	3,5	29	18	-	21	30	31	18	2,4
30-50	69	4,3	3,5	23	15	-	17	28	26	29	1,3
50-80	71	4,8	3,8	14	7	-	9	22	26	43	0
80-120	56	7,7	7,5	-	-	9,1	7	18	32	43	0

Az egyes és a kettes szelvényt a Szerdahelyi-patak által kialakított völgy alsó harmadában nyitottuk. Az első szelvény talajviszonyait nagyban meghatározta, hogy mindegyik szintben igen nagy mennyiségű kőzetdarabot (vázat) találtunk. A szelvény mészcillámon alakult ki, amit jól mutatott az alsó szint gyengén lúgos kémhatása és mésztartalma (1. táblázat). A felsőbb szintekben az erős kilúgzás hatására savanyú, erősen savanyú kémhatást mérhettünk (STEFANOVITS et al. 1999). Ennek megfelelően jelentősek a hidrolitos (y_1) és a kicserélődési (y_2) aciditás értékei is. A szelvényben a leiszapolható részek (agyag (A) és iszap frakció (I)) mennyisége 25 és 51 % között van, de a felső három szintben 45 és 51 % közötti, ami vályog fizikai féleségre utal. Az alsó két szintben 25, illetve 31 %, ami homokos vályog szövetre utal (STEFANOVITS et al. 1999). A fenti értékek jól mutatják a talajban bekövetkező agyagosodási folyamatokat, amely eredményeképpen az alapkőzet elsöleges szilikátaiból agyagásványok keletkeznek. A talaj humusztartalma közepes.

A vizsgált talaj képződésében az erózióknak, az erdő alatti szervesanyag felhalmozódásnak, a kilúgzásnak és az agyagképződésnek van nagy szerepe. Az erózió jelentőségét jól mutatja, hogy a felső szintekben is igen jelentős a váz tartalom. A talajt az erdőszeti besorolás szerinti lejtőhordalék erdőtalaj típusba soroltuk be (JÁRÓ, 1963).



0 - 10 cm 10 YR 7/4-es színű, közepesen humusz-szos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel erősen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 30 %-nyi kőzet törmelék tartalmú szint, fokozatos átmenettel, mészsó:-

10 - 40 cm 10 YR 7/4-es színű, gyengén humusz-szos, szemcsés szerkezetű. erősen tömött, gyökerekkel közepesen, vályog fizikai féleségű, mintegy 30 %-nyi kőzet törmelék tartalmú szint, határozott átmenettel, mészsó:-,

40 - 70 cm 10 YR 5/4-es színű, humuszmentes, szemcsés szerkezetű. erősen tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 40 %-nyi kőzet törmelék tartalmú szint, fokozatos átmenettel, mészsó:-

70 - 100 cm 10 YR 6/3-as színű, humuszmentes, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 70 %-nyi kőzet törmelék tartalmú szint, mészsó: -.

2. ábra: A 2. talajszelvény fényképe és helyszíni leírás


2. Táblázat: 2. talajszelvény laboratóriumi vizsgálati eredményei

Szint cm	Váz %	pH		y_1	y_2	CaCO ₃ %	Mechanikai összetétel				Hu- musz %
		H ₂ O	KCl				A %	I %	FH %	DH %	
0-10	33	4,3	3,2	38	24	-	21	28	33	18	2,5
10-40	30	4,3	3,2	29	22	-	27	24	34	15	1,4

40-70	40	4,5	3,4	26	16	-	25	18	34	23	0
70-100	65	4,7	3,4	17	8	-	17	26	27	30	0

A második szelvényben a vizsgált talajminták vizes kémhatása 4,3 és 4,7 között volt (2. táblázat), ami erősen savanyú kémhatásra utal. A KCl-es kémhatás jól követte a vizes kémhatás értékeit, 3,2 és 3,4 között változott. A szelvényben – a savanyú alapkőzet miatt – nem volt jelentős kilúgzás. Az erősen savanyú kémhatásnak megfelelően jelentős hidrolitos és a kicserélődési acciditást mértünk a mintákban. A talajok fizikai talajféleségének megállapítására elvégzett Atterberg-féle nemzetközi szemcsefrakció vizsgálat eredményeképpen a leiszapolható részek mennyisége 43 és 51 % közötti, ami vályog fizikai féleségre utal. E kedvező tulajdonságát nagyban rontja a magas váztartalom. A talajszelvény felső szintjeiben kisebb mennyiségű szerves anyag található.

A helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok alapján, savanyú nem podzolos barna erdőtalajt írtunk le, amely hazánk legsavanyúbb talajképződménye (STEFANOVITS et al. 1999). A kialakulását elősegítette a savanyú alapkőzet (fillit), a nagy csapadék mennyiség miatti erőteljes kilúgzás és az erdőállomány savanyító hatása.

	<p>0 - 10 cm 10 YR 5/4-es színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel erősen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelék-tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-</p> <p>10 - 30 cm 10 YR 6/4-es színű, közepesen humuszos, szemcsés szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel közepesen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelék-tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész-</p> <p>30 - 50 cm 10 YR 6/4-es színű, gyengén humuszos, szemcsés szerkezetű. tömött, gyökereket elszórva tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 70 %-nyi vázat tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-</p> <p>50 - 100 cm 10 YR 6/4-es színű, humuszmentes, szemcsés szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 70 %-nyi kőzet törmelék-tartalmazó szint, mész: -.</p>
--	--

3. ábra: A 3. talajszelvény fényképe és helyszíni leírása

3. Táblázat: 3. talajszelvény laboratóriumi vizsgálati eredményei

Szint cm	Váz %	pH		y ₁	y ₂	CaCO ₃ %	Mechanikai összetétel				Hu- musz %
		H ₂ O	KCl				A %	I %	FH %	DH %	

0-10	45	4,7	3,5	43	17	-	25	34	24	17	4,7
10-30	54	4,4	3,5	25	18	-	23	30	28	19	2,4
30-50	73	4,3	3,5	22	16	-	23	26	26	25	1,2
50-100	66	4,6	3,7	19	12	-	19	26	24	31	0

A területen nyitott másik három szelvényt a rezervátum magterületén kívül, a rezervátum déli részén, a gerinc közelében nyitottuk. Az első két szelvényhez hasonlóan, a harmadik szelvényben is igen jelentős volt a kőzetdarabok aránya. Az egyes szintek között jelentős különbséget nem találtunk. A szelvény kémhatása 4,3 és 4,7 között volt (3. táblázat), ami erősen savanyú - savanyú kémhatásra utal. Érdekes módon a legsavanyúbb szintet 30 és 50 cm között találtuk, ami jelzi az alapkőzet savanyú kémhatását. A vizes kémhatás értékeit jól követték a KCl-os kémhatás értékei, amelyek 3,5 és 3,7 között változtak. A kémhatásnak megfelelően jelentős mennyiségű hidrolitos és kicserélődési aciditást tudtunk a szelvényekben kimutatni. A szelvény egyes szintjeiben a leiszapolható részek mennyisége 45 és 59 % között volt, ami vályog fizikai féleségre utal. Míg a legalsó szintben az agyagtartalom csak 19 % volt, addig a felső szintekben ez már elérte, illetve meghaladta a 23 %-ot, ami az agyagképződési folyamatokra utal. A talaj humusztartalma 1,2 és 4,7 % közötti volt, ami közepes tápanyagellátottságnak felel meg. A helyszíni vizsgálatok alapján erősen savanyú nem podzolos barna erdőtalajt írtunk le a szelvényben.



0 - 10 cm 10 YR 7/3-as színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel erősen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 40 %-nyi kőzet törmelékkel tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-

10 - 30 cm 10 YR 7/4-es színű, gyengén humuszos, szemcsés szerkezetű. közepesen erősen, gyökerekkel közepesen, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelékkel tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-

30 - 60 cm 10 YR 5/4-es színű, humuszmmentes, szemcsés szerkezetű. tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelékkel tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-

60 - 100 cm 10 YR 6/8-as színű, humuszmmentes, szemcsés szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 60 %-nyi kőzet törmelékkel tartalmazó szint, mész: -.

4. ábra: A 4. talajszelvény fényképe és helyszíni leírása

4. Táblázat: 4. talajszelvény laboratóriumi vizsgálati eredményei

Szint cm	Váz %	pH		y ₁	y ₂	CaCO ₃ %	Mechanikai összetétel				Hu- musz %
		H ₂ O	KCl				A %	I %	FH %	DH %	
0-10	43	4,9	3,8	23	5	-	17	20	45	18	2,4
10-30	46	4,3	3,4	19	12	-	15	22	46	17	1,0
30-60	51	4,3	3,4	16	11	-	15	22	43	20	0
60-100	54	4,4	3,8	18	15	-	15	20	42	23	0

A negyedik szelvény nagyban hasonlított a harmadik szelvényhez. Az egyes szintek vizes kémhatás 4,3 és 4,9 között volt, ami erősen savanyú – savanyú kémhatásnak felel meg (4. táblázat). A KCl-es kémhatás értékei 3,4 és 3,8 között voltak, követték a vizes kémhatás értékeit. A szelvényben jelentős kilúgzást nem tudtunk kimutatni. A hidrolitos és a kicserélődési aciditás értékei közepesek voltak. A leiszapolható részek mennyisége 35 és 37 % között volt, ami vályog fizikai féleségnek felel meg, de közel van más a homokos vályog fizikai féleséghez. Az egyes szintek agyagtartalmában jelentős különbséget nem tudtunk kimutatni. A helyszíni és a laboratóriumi vizsgálatok alapján savanyú nem podzolos barna erdőtalajt írtunk le.

	<p>0 - 10 cm 10 YR 7/3-as színű, közepesen humuszos, morzsás szerkezetű. közepesen tömött, gyökerekkel erősen átszőtt, vályog fizikai féleségű, mintegy 40 %-nyi kőzet törmelék tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-</p> <p>10 - 30 cm 10 YR 7/4-es színű, gyengén humuszos, szemcsés szerkezetű. közepesen erősen, gyökerekkel közepesen, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelék tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész:-</p> <p>30 - 60 cm 10 YR 5/4-es színű, humuszmentes, szemcsés szerkezetű. tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 50 %-nyi kőzet törmelék tartalmazó szint, fokozatos átmenettel, mész: ++++.</p> <p>60 - 100 cm 10 YR 6/8-as színű, humuszmentes, szemcsés szerkezetű. közepesen tömött, gyökereket nem tartalmazó, vályog fizikai féleségű, mintegy 60 %-nyi kőzet törmelék tartalmazó szint, mész: ++++.</p>
--	---

5. ábra: A 5. talajszelvény fényképe és helyszíni leírása

5. Táblázat: 5. talajszelvény laboratóriumi vizsgálati eredményei

Szint cm	Váz %	pH		y ₁	y ₂	CaCO ₃ %	Mechanikai összetétel				Hu- musz %
		H ₂ O	KCl				A %	I %	Fh %	Dh %	
0-10	33	4,4	3,6	36	16	-	21	28	38	13	2,8
10-30	31	4,3	3,6	25	18	-	23	26	37	14	1,4
30-50	34	4,6	3,8	19	12	-	23	22	34	21	0,6
50-80	45	7,0	6,8	-	-	7,4	11	28	35	26	0,8
80-100	47	8,2	7,2	-	-	19,9	7	28	34	31	0,8

Az ötödik szelvényt a terület dél-keleti részén nyitottuk. Ebben a szelvényben a talajok mészfylliten alakultak ki. A szelvény felső szintjeinek vizes kémhatása 4,3 és 4,6 között volt, ami erősen savanyú – savanyú kémhatásra utal (5. táblázat). 50 cm alatt a szelvényben megjelent a mésztartalom is, így az alsó szintek vizes kémhatása 7,0 és 8,2 volt, ami semleges, illetve gyengén lúgos kémhatást jelent. A KCl-es kémhatás értékei 3,6 és 7,2 között voltak, követik a vizes kémhatás értékeit. A kémhatásnak megfelelően a felső szintekből hidrolitos és kicserélődési aciditást tudunk kimutatni, amelyek mennyisége közepes. Az alsó szintekből 7,4, illetve 19,9 %-os szénsavas mésztartalmat mutattunk ki, amely az alapkőzetből ered. A talaj fizikai féleségét vizsgálva megállapítható volt, hogy a felső 50 cm-es szintek leiszapolható rész tartalma 45 és 49 % közötti, ami vályog fizikai féleségre utal. Az alsó szintekben 35, illetve 39 % a leiszapolható részek aránya, ami szintén vályog fizikai féleségre utal. Ezen szintekben azonban az agyagtartalom lényegesen kisebb. Ennek oka, hogy ezen szintekben még nem történt meg a kilúgzás, illetve az agyagosodás, így elsősorban elsődleges szilikátokat (földpátok és csillámok) találhatunk a talaj finom földjében. A szelvényben a humusztartalom közepes. A helyszíni leírás és a laboratóriumi vizsgálatok alapján savanyú nem podzolos barna erdőtalajt írtunk le (SZODFRIDT, 1993). Érdekes, hogy ezen talaj képződését általában savanyú alapkőzeten írják le, de a mi esetünkben az alapkőzet meszes volt. Az erős kilúgzás, illetve az erdőállomány hatására találkozhatunk mégis ezzel a talajtípussal.

Következtetések

A területen vizsgált talajok tulajdonságait a talajképző tényezők határozzák meg. A vizsgált terület a Kőszegi-hegységhez tartozik. A területen elsősorban mészfyllit és fyllit alapkőzettel találkozhatunk (FÜLÖP, 1989). A klimatikus viszonyok lehetővé tették erdőállományok kialakulását (SZODFRIDT, 1993) és a terület nagy részét az elmúlt évszázadokban erdő borította. A vizsgált talajok felső szintjei erősen savanyú és savanyú kémhatásúak voltak, és csak az alapkőzet közelében jelent meg két (a terület keleti részén elhelyezkedő szelvényben) a közömbös, illetve a gyengén lúgos kémhatás. A vizes kémhatásnak megfelelően alakultak a minták KCl-es kémhatás, hidrolitos és kicserélődési savanyúság értékei, valamint mésztartalma is. Bár a területen található erősen savanyú kémhatás több tápelem esetén megnehezíti azok felvételét, erdők esetében tápelem utánpótlási gondokkal nem kell számolnunk. A vizsgált minták mindegyikében vályog fizikai féleséget írtunk le. Ez kedvező víztartó és vízszolgáltató talajt jelent. Ugyanakkor kedvezőtlen, hogy az összes mintában jelentős mennyiségű, 30 és 73 % közötti, váztartalmat találtunk, ami csökkenti a növények számára rendelkezésre álló víz mennyiségét. Ennek ellenére – a kedvező klimatikus és domborzati (északi lejtő) adottságok miatt vízutánpótlási gondokkal rövidtávon nem kell számolnunk (SZODFRIDT, 1993). A talajok szervesanyag tartalma megfelelt az elvártaknak.

A fentiek alapján a talajok képződése során humuszosodási, kilúgzási, agyagosodási és savanyodási folyamatokat figyelhettünk meg, illetve jelentős még az erózió szerepe az egyes

talajok képződésében. Az erdőrezervátum területén mozaikos jelleggel a sziklás-köves váz-talajokat, a ranker talajokat, a lejtőhordalék erdőtalajokat és a savanyú nem podzolos barna erdőtalajokat tudtuk megfigyelni, ami megfelel az irodalmakban leírtaknak (STEFANOVITS, 1956).

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 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.
- BABOS I. – HORVÁTHNÉ PROSZT S. – JÁRÓ Z. – KIRÁLY L. – SZODFRIDT I., TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés, Akadémiai Kiadó Budapest, 493 p.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- FÜLÖP J. (1989): Bevezetés Magyarország geológiájába, Akadémiai Kiadó, Budapest, 246 p.
- GYALOG L. (szerk.) (1996): A földtani térképek jelkulcs és a rétegtani egységek rövid leírása. A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, Budapest, 171 p.
- HORVÁTH F. – BORHIDI A. (szerk.) (2002): A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8. Természet-BÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 289 p.
- JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok, Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 152 p.
- JUHÁSZ Á. (1965): A „Cáki konglomerátum” közettani vizsgálata. Földtani Közlöny, XCV. kötet, 3. füzet, 313-319 p.
- JUHÁSZ Á. (1987): Évmilliók emlékei, Gondolat Kiadó, Budapest 562 p.
- MEZŐSI G. (2011): Magyarország természetföldrajza, Akadémiai Kiadó, Budapest, 394 p.
- ORAVECZ J. (1979): A cáki konglomerátum földtani vizsgálata. Földtani Közlöny, Bull. of the Hungarian Geol. Soc. (1979) 109. 14-45 p.
- PÁPAY L. (2006): Kristálytan, ásvány-, közettan. Szegedi Egyetemi Kiadó, JATE press, 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.
- VARRÓK K. (1960): Földtani vizsgálatok a Kőszegi-hegységben. A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1960. évről. 7-20 p.

A MAGAS-BAKONYI TÁJVÉDELMI KÖRZET HARKÁLYFAJAINAK VIZSGÁLATA

Research of woodpecker species of Magas-Bakony Landscape Protection Area

BRUCKNER ATTILA¹

¹Soproni Egyetem, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola,
Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet, PhD hallgató, levelező tagozat
brucknera@t-online.hu

Kivonat

A Dunántúl közepén elhelyezkedő Bakony hegység több ezer hektáros összefüggő erdeje mind a kilenc hazánkban előforduló harkályfajnak jelent életteret, ezért kutatási szempontból ideális. Szakirodalmi feldolgozás mellett terepi bejárásaim során vizsgáltam a fajok előfordulási adatait és óvatos állománybecslést végeztem. Az eddigi kutatás során bebizonyosodott, hogy a nagy fakopáncs a Magas-Bakony leggyakoribb harkályfaja, amit a fekete harkály, a hamvas küllő és a közép fakopáncs követ. A vizsgálati terület fehérhátú fakopáncsának állománya meglepően nagy és stabil. A következő években a kutatás folytatásával az állományadatok pontosításában, illetve az egyes harkályfajok élőhelyválasztásában várhatók további eredmények.

Abstract

The several thousand hectares of contiguous forests of the Bakony Hills, located in the middle of Transdanubia, are habitats for all nine species of woodpeckers found in Hungary, and are therefore an ideal place for research. In addition to professional literature processing, I examined the occurrence data of the species during my field visits and made a careful population estimate. During the research so far, it has been proven that the Great Spotted Woodpecker is the most common woodpecker species in Bakony Hills, followed by the Black Woodpecker, the Grey-faced Woodpecker and the Middle Spotted Woodpecker. The population of White-backed Woodpeckers in the study area is surprisingly quite large and stable. In the following years, with the continuation of the research, further results can be expected in the clarification of the population data and in the habitat selection of each woodpecker species.

Bevezetés

A Bakony gerinces faunájában legnagyobb fajszámmal képviselt madarak kutatása későn vette kezdetét. A fennálló hiányosságokra – főleg a madártan terén – már a győri bencés tanár-szerzetes, RÓMER hívta fel a figyelmet 1860-ban megjelent „A Bakony természetrajzi és régészeti vázlatára” című munkájában. Írásában annak a véleményének is hangot adott, hogy e hiányokat a hazai természetbúvárok „*nemsokára ki fogják pótolni és a Bakony érdekes faunájával is gyarapuland a természettudomány*” (RÓMER 1860). A gerincesek kutatottsága terén reményei hosszú ideig nem váltak valóra. Schenk Jakab, korának egyik neves ornitológusa az 1920-as években még mindig úgy fogalmazott, hogy többek közt Zala- és Veszprém megye is, – melyekben pedig a Bakony legnagyobb része fekszik, – madártanilag még teljesen „*terra incognita*” (BARTA 2003).

Az ornitofauna feltárásában 1930-ban következett be jelentősebb fordulat, amikor Entz Géza megszervezte a Balaton és környéke állatvilágának feltárását célzó kutatásokat, s ebből a madarak sem maradhattak ki. A vizsgálatok többek között olyan neves kutatókhoz kötődtek, mint Homonnay Nándor, Keve András, Pátkai Imre, Vertse Albert.

A Bakony vidékének madárvilágáról egészen az 1960-as évekig kevés ismeretünk volt. Kimondottan a Bakony területét megcélzó kutatások 1962-ben vették kezdetüket, mikor a veszprémi Bakonyi Múzeum – a század eleji Balaton-kutatás mintájára – megszervezte a hegység természettudományos feltárására irányuló „A Bakony természeti képe” kutatóprogramot (BARTA 2003).

1971 jelentős év a Bakony madártani kutatásának történetében, ugyanis BANKOVICS (1973a) ebben az évben találta meg elsőként a fehérhátú fakopáncsot a Bakony legmagasabb pontja, a 709 m magas Kőrös-hegy csúcsának közelében, majd a következő év tavaszán költését is bizonyította. A Bakony Múzeum szervezésében folytak további bakonyi madártani kutatások, melyekről több írást is publikáltak (BANKOVICS 1973a, 1973b, BARTA 1992, 1997, 2003, KEVE 1981, SZOLNOKY 1973). BARTA (2003) összefoglaló kötete óta azonban már nem találunk a Bakony madárvilágával foglalkozó jelentős munkát, cikket vagy szakirodalmat. 2020. őszén megkezdett kutatásom során a TK területén kívánom a harkályfajok állományát felmérni és az élőhelyválasztásukat vizsgálni.

Anyag és módszer

Vizsgálati területnek a 8732 hektár kiterjedésű Magas-bakonyi Tájvédelmi Körzetet választottam. Az összes hazai harkályféle kötődik az erdőkhöz és a vizsgálni kívánt TK 84%-át (csaknem 7300 hektár) – többségében természetközeli vagy jó természetességű – erdő borítja (HARMAT 2000). A védett terület erdeinek zömét (70%) a középhegységi gyertyános-bükkösök alkotják, melyek megőrzése a TK egyik védelmi célkitűzése.

A fent jellemzett vizsgálati területen az egyes harkályfajok előfordulását SCHMIDT (2004) módszerét követve vizsgáltam, aki a borszönyi vizsgálati területét minél alaposabban, zegzugos vonalban, több szintvonalban is átfésülte és a terepen észlelt fajokat térképen rögzítette. 2020 augusztusa és 2022 októbere között 74 terepi napon mértem fel a bakonyi harkályállományt. Az egymástól távoli észleléseket – figyelembe véve a madár mozgását – már külön adatként felvételeztem. Az adatrögzítéshez Garmin eTrex 22 típusú GPS készüléket használtam. Az adatokat a világhálón szabadon elérhető, digitális műholdképeket feldolgozó GoogleEarth programban dolgoztam fel.

Eredmények

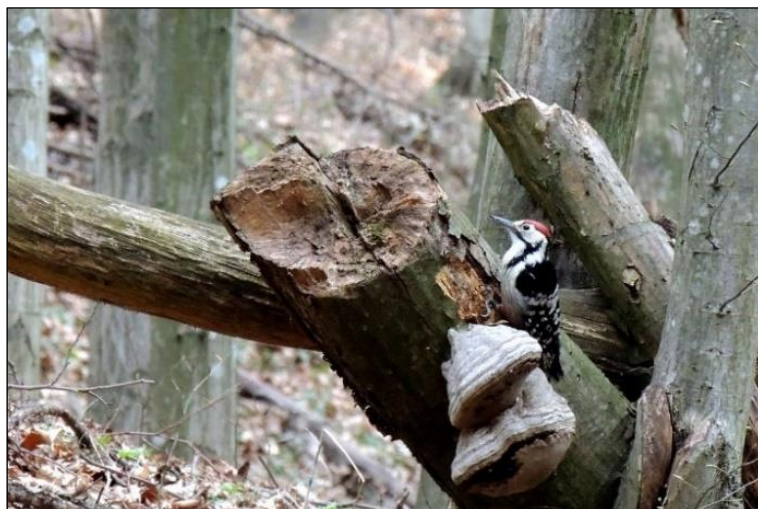
A hazánk területén található hat nem kilenc harkályfajának (MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG 2008) mindegyike előfordul a Bakony területén, melyek a következők (magyar név szerinti ABC sorrendbe rendezve): balkáni fakopáncs (*Dendrocopos syriacus*), fehérhátú fakopáncs (*Dendrocopos leucotos*), fekete harkály (*Dryocopus martius*), hamvas küllő (*Picus canus*), kis fakopáncs (*Dryobates minor*), közép fakopáncs (*Leiopicus medius*), nagy fakopáncs (*Dendrocopos major*), nyaktekercs (*Jynx torquilla*) és zöld küllő (*Picus viridis*). Az alábbiakban röviden részletezem a fenti kilenc faj hazai és bakonyi előfordulását, jelentőségét. Az állományadatokat a legfrissebb felmérés (SZÉP *et al.* 2021) szerint közlöm, melyet kiegészíték a TK-ra vonatkozó saját becslésemmel (1. táblázat).

A **balkáni fakopáncs** (*Dendrocopos syriacus*) az 1930-as években jelent meg hazánkban, majd közel 30 év alatt az egész ország területét meghódította. Terjeszkedése – a faunában új fajként – jól dokumentált a hazai szakirodalomban. Elsősorban DK- és Közép-Európa fészkelő madara, melynek európai állománya mintegy 281.500–655.000 pár. Ebből hazánkban az utóbbi évek felmérései alapján végzett becslések szerint csaknem 44.000–65.000 pár fészkel elsősorban urbánus- és agrártájakon. A zárt erdőket kerüli. Az 1950-es évek elejétől már fészkelőként figyelték meg a Keleti-Bakonyban (BARTA 2003). A hegység nyílt, mozaikolt, települési tájhasználattal érintett területein előfordul ugyan, de nem gyakori. Hazai elterjedési térképén a Bakonyban kis sűrűséggel ábrázolják. A TK területén egyelőre csupán egy alkalommal észleltem egy hím példányt a Som-hegy DK-i lábánál, a Pénzesgyőr felé

eső bükkös tölgytel és cserrel elegyes szegélyében (3. ábra). A TK lakott területein (Bakonybél és a hozzá tartozó Somhegy) előfordulását és állományát még tovább szükséges vizsgálni.

A **fehérhátú fakopáncs** (*Dendrocopos leucotos*) a hazai fajok között a legritkább, fokozottan védett harkályféle (1. ábra). Palearktikus elterjedésű, a 12 alfaj állománya a Pireneusoktól egészen a japán szigetekig terjed. Európai állománya 232.000–585.000 pár körüli, amiből hazánkban – több, egymástól távol lévő, szigetszerű populációban – mintegy 260–760 pár fészkelhet. Mátrai és Börzsönyi állománya viszonylag jól dokumentált (SCHMIDT 2004, SELMECZI KOVÁCS 2017), de bakonyi állományának nagyságáról és élőhely-preferenciájáról szinte semmit sem tudunk BANKOVICS (1973b) óta. A fajt célzottan a Bakonyban még senki nem kutatta. Mind élőhelyét, mind táplálkozását tekintve a legspeciálisabb harkályfajunk. Kedveli a természetközeli bükkös, gyertyános-bükkös és gyertyános-tölgyes állományokat, ahol sok az álló vagy a fekvő holtfa (HARASZTHY 2019). Nagy, akár több száz hektáros revírt tart (CAMPION *et al.* 2020).

Magas-bakonyi állománya az előzetes várakozással ellentétben meglehetősen nagy, min. 30–40 párra becslem. Az elmúlt két évben 75 alkalommal észleltem (3. ábra), többször, mint a kis fakopáncsot és a zöld küllőt. Klasszikus élőhelyei a hegyvidéki bükkösök és gyertyános-bükkösök, de előfordul gyertyános-tölgyesben, patak völgyek égeres állományaiban, cserrel vagy vörös fenyővel elegyes bükkösökben is. Egy alkalommal elegyetlen vörösfenyves foltban láttam táplálkozni egy példányt. A bakonyi szőlő Bécsei-árokban mohás sziklán táplálkozó hím példányt is megfigyelhettem. Előzetes teóriáimmal ellentétben nem kötődik szorosan a nagy holtfaarányú erdőkhöz, gyakran figyelhető meg közepesen holtfás vagy holtfákban kifejezetten ritka erdőállományokban is.



1. ábra: Holtfán, taplógombák közelében táplálkozó hím fehérhátú fakopáncs (*Dendrocopos leucotos*) a szentgáli Gella-patak völgyében. Forrás: Bruckner Attila, 2021.

A **fekete harkály** (*Dryocopus martius*) a legnagyobb termetű harkályfélénk (2. ábra). Állománya a XX. század közepén nem csupán hazánkban, hanem egész Európában terjeszkedésnek indult. A közel ötmillió világalállományból mintegy 1.105.000–1.815.000 pár fészkel Európában. Hazai állományát a legújabb felmérések szerint 13.500–15.500 párra becsülik. A korábban csak a magasabb hegységek bükkös erdeiből ismert, kis számú fészkelő faj, mára szinte minden fás élőhelyen megjelent és már rendszeresen költ az ártéri erdőkben, városi nagyobb parkokban, telepített nemesnyárasokban is (HARASZTHY 2019). GORMAN (2014) szerint legnagyobb állománysűrűséget középhegységi bükköseinkben produkál. A Bakonyban a nagy fakopáncs után a leggyakoribb harkályféle, de ez köszönhető annak is,

hogy dobolása akár egy km-ről, repülés közben hallatott jellegzetes hangja pedig 3–500 méterről is hallható. Magas-bakonyi állományát 40–60 párra becsülöm.



2. ábra: Álló bükk holtfán odút ácsoló hím fekete harkály (*Dryocopus martius*) a bakonyszűcsi Öreg-Szarvad-árokban. Forrás: Bruckner Attila, 2022.

A **hamvas küllő** (*Picus canus*) az előző két fajhoz hasonlóan palearktikus elterjedésű, azaz Nyugat-Európától a Távol-Keletig előfordul, 11 alfajjal. A fekete harkálynál jóval ritkább, mind világ-, mind európai állománya csupán ötöde a fekete harkályénak. Hazai állományát 1800–2300 párra becsülik. Az Alföld és Kisalföld kivételével szinte minden domb- és hegyvidéki erdőben előfordul, de a Duna és a Dráva (ritkán a Tisza) ártéri erdeiben is költhet. A középhegységeinkben viszonylag nagy az állománysűrűsége, de télen messze elköborol, városi kertekben, parkokban is előfordul. A Bakonyban állomány nagysága megközelíti a fekete harkályét, azaz a harmadik leggyakoribb harkályféle, bár téli állománya kisebb egyedsűrűséget mutat. Magas-bakonyi állománya 35–50 párra tehető.

A **kis fakopáncs** (*Dryobates minor*) a legkisebb termetű harkályfélénk. Palearktikus elterjedésű faj, 13 alfajjal. 491.500–1.055.000 páros európai állományából hazánkban mintegy 12.500–16.500 pár fészkel. Az elterjedési térkép szerint a Bakonyban viszonylag kis sűrűséggel fordul elő (ezt támasztják alá saját megfigyeléseim is). Középhegységi és domb-sági erdeink, valamint folyók és patakok ártéri erdeiben fordul elő leginkább, ahol sok álló, korhadt holtfa található, amiben táplálékát (kéregfelszíni ízeltlábúak) megtalálja, illetve odút tud ácsolni. Verébnél csupán kicsit nagyobb termete miatt a téli kóborló cinegecsapatok gyakori tagja. Kis termete élőhelyét is befolyásolja, mert előfordul és gyakran táplálkozik sűrű bükkös újulatban vagy nádasokban, egy-két cm átmérőjű gallyakon, nádszálon már meg tud kapaszkodni. Magas-bakonyi állományát 20–30 párra becsülöm.

A **közép fakopáncs** (*Leiopicus medius*) az előzőektől eltérően európai faunaelem. 300.000–700.000 páros európai állományából csupán mintegy 23.500–25.500 pár fészkel hazánkban. Jellemző élőhelye a tölgyes vagy tölgy elegyes erdők, de megtelepszik ártéri ligeterdőkben is. Mindezek ellenére a Bakonyban többször megfigyeltem már elegyetlen bükkösökben is, ahol több száz méteren belül nem volt tölgy erdőállomány vagy tölgy elegy. Télen városi madáretetőre is rendszeresen jár. Magas-bakonyi állománya közel azonos a hamvas küllőével, 35–50 párra tehető.

A **nagy fakopáncs** (*Dendrocopos major*) Európa és hazánk leggyakoribb harkályfaja. Világállományát 37–56 millió párra becsülik, melyből Európában mintegy 13–19 millió pár fordulhat elő. Becsült hazai állománya csaknem 304.000–324.000 párra tehető. Palearktikus elterjedésű faj, 24 alfajjal. Európa nagy részén egyenletesen, nagy számban van jelen, de legjelentősebb állományai Közép-Európában élnek. Generalista faj, minden hazai fás-erdős

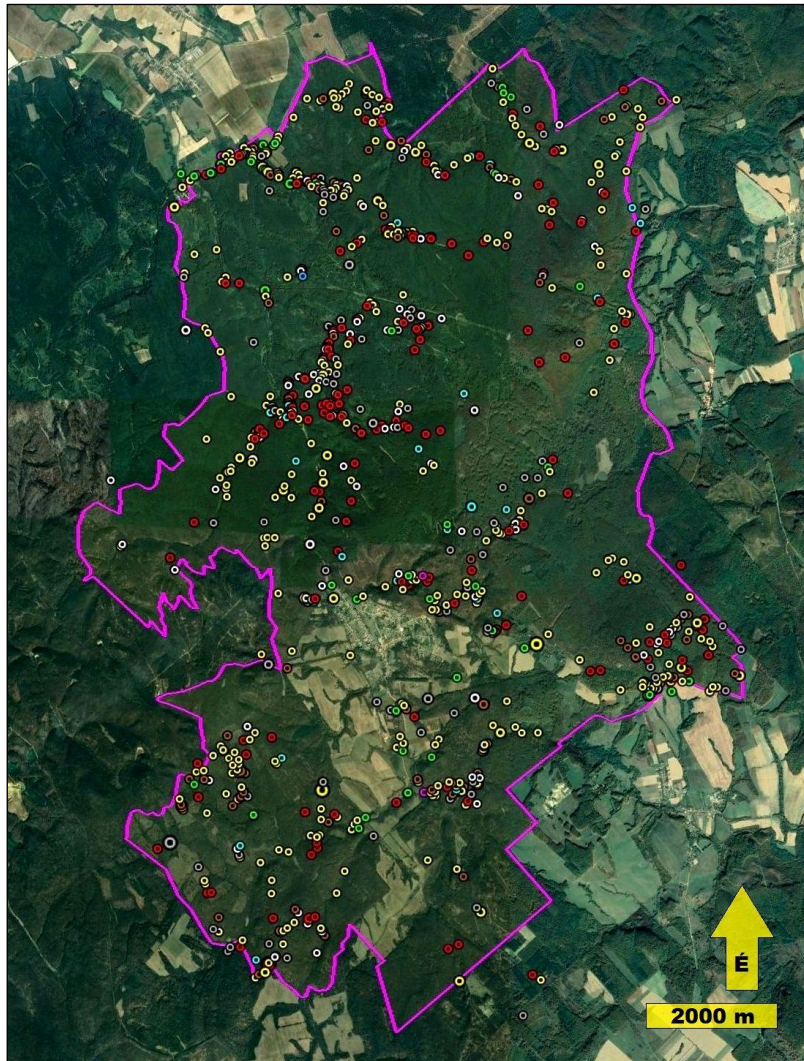
növényállományban megtalálható, ahol fészkelésre alkalmas méretű fát talál. Középhegy-ségi bükköseinktől a városi kertekig, parkokig szinte minden fás élőhelyen előfordul és re-mekül alkalmazkodott az ember által befolyásolt, lakott, urbanus tájrészletekhez is. A legal-kalmazkodóképes harkályfélénk. Legnagyobb denzitást idős, lombos erdeinkben éri el. Gyakran társul más harkályfélékhez is. Nagy állománynagysága és gyakori odúkészítése mi-att a hazai odúlakó madarak költőhelyeit, ezzel stabil állománynagyságát biztosítja. A Ba-konyban egyértelműen a leggyakoribb harkályféle, a megfigyelt példányok közel fele nagy fakopáncs. Magas-bakonyi állományát 200–300 párra becsülöm.

A **nyaktekerics** (*Jynx torquilla*) a palearktikus faunatípusba tartozó politipikus faj hat alfajjal, melynek törzsalakja fordul elő hazánkban. A 875.000–1.600.000 párra becsült eu-rópai állományból hazánkban csaknem 15.700–16.400 pár fészkel. A nyaktekerics az egyet-len vonuló hazai harkályfajunk. A többi harkálytól való eltérése abban is kifejeződik, hogy nem, vagy csupán elvétve vés odút magának, rendszerint a többi harkályféle odúját, mester-séges odúkat vagy természetes eredetű odvakat, repedéseket használ költésre. A többi har-kálytól eltérően az erdőkhöz kevésbé kötődik, nyíltabb részeken, erdőszéleken, gyümölcsös-ökben, fás legelőkön, városi kertekben, parkokban található. A Bakonyban rendszeresen költ, de annak nagy területű, gyakran zárt erdői miatt nem ez a tájrészlet a legjelentősebb fészkelőterülete hazánkban. A vizsgált TK területén elsősorban erdőszegélyeken, felújítová-gásokban, nagyobb lécek területén figyelhető meg. Magas-bakonyi állománya 10–20 pár-ra tehető.

A **zöld küllő** (*Picus viridis*) a fekete harkály után a legnagyobb termetű harkályunk. 3 alfaja Nyugat-Európától egészen Iránig fordul elő. Európai állománya mintegy 590.000–1.060.000 pár, melyből hazánkban körülbelül 15.000–17.000 pár fészkelhet. Alapvetően al-földi jellegű faj, de előfordul magasabb területeken (így a Bakonyban) is. A nyílt, lombhul-lató erdőállományokat, erdőszéleket preferálja. Kedveli az antropogén hatás alatt álló élőhe-lyeket, gyakran előfordul városi parkokban, temetőken, útszéli fasorokban. Táplálkozásá-ban a hangyákhoz kötődik, e miatt gyakran táplálkozik a földfelszínen. A TK területén első-sorban a puhafákban gazdag patak völgyeket, erdőszegélyeket kedveli, de télen gyakran je-lenik meg a hagyásfákkal rendelkező bükkös felújítóságok területén is, melyeket táplál-kozásra előszeretettel használ. Magas-bakonyi állományát 15–25 pár-ra becsülöm.

1. táblázat: A Magas-bakonyi Tájvédelmi körzet területén az eddig észlelt harkályfajok összefog-laló táblázata

Faj – Magyar név	Faj – Latin név	Észlelések száma	Észlelések aránya	Becsült állo-mány
Balkáni fakopáncs	<i>Dendrocopos syriacus</i>	1	0,08%	0–10 pár
Fehérhátú fakopáncs	<i>Dendrocopos leucotos</i>	75	6,27%	30–40 pár
Fekete harkály	<i>Dryocopus martius</i>	191	15,96%	40–60 pár
Hamvas küllő	<i>Picus canus</i>	129	10,78%	35–50 pár
Kis fakopáncs	<i>Dryobates minor</i>	43	3,59%	20–30 pár
Közép fakopáncs	<i>Leiopicus medius</i>	130	10,86%	35–50 pár
Nagy fakopáncs	<i>Dendrocopos major</i>	577	48,20%	200–300 pár
Nyaktekerics	<i>Jynx torquilla</i>	3	0,25%	10–20 pár
Zöld küllő	<i>Picus viridis</i>	48	4,01%	15–25 pár
	Összesen	1197	100,00%	



3. ábra: A Magas-bakonyi TK területén felmért harkályfajok előfordulási adatainak térképi ábrázolása. Forrás: GoogleEarth + saját szerkesztés, Bruckner Attila, 2022.

Jelmagyarázat

- magenta vonalMagas-bakonyi TK határa
- fehér pont*Dendrocopos leucotos*
- vörös pont*Dryocopus martius*
- szürke pont.....*Picus canus*
- kék pont*Dryobates minor*
- barna pont*Leiopicus medius*
- sárga pont.....*Dendrocopos major*
- magenta pont.....*Jynx torquilla*
- zöld pont*Picus viridis*

Következtetések

Az eddigi kutatásaim során bebizonyosodott, hogy – hazai arányához hasonlóan – a nagy fakopáncs a Magas-Bakony leggyakoribb harkályfaja, állománya többszöröse a többi előforduló nyolc harkályfajnak (1. táblázat, 3. ábra). A fekete harkály, a közép fakopáncs és a hamvas küllő hasonló részarányval fordulnak elő és fészkelő állományuk 35–60 pár közé tehető. A hazai legritkább és fokozottan védett harkályfélénk, a fehérhátú fakopáncs állományát 30-40 pár közé teszem. A többi négy faj (balkáni- és kis fakopáncs, nyaktekerecs, zöld küllő) állománya valószínű nem éri el a 30 párt.

A jellemzett kilenc harkályfajra vonatkoztatott további vizsgálat során az adatok száma növekszik, így a levont következtetések már pontosabbak lesznek. A hasonló ökológiai igények és a harkályfélékre jellemző főbb tulajdonságok (pl. erdei élettér-preferencia, odúlakók, esernyőfajok stb.) miatt mind az erdőgazdálkodás, mind a természetvédelem számára a kutatás folytatása során hasznos eredmények várhatók, amelyek alapján a Balaton-felvidéki Nemzeti Park, mint a TK természetvédelmi kezelője, valamint a Bakonyerdő Zrt., mint az erdőterületek gazdálkodó szervezete a védelmi intézkedésekhez és az erdőgazdálkodás ökológiai alapjaihoz konkrét, kézzel fogható, akár erdőrészlet szintjére lebontott használható adatokat kap.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Dr. Winkler Dániel András és Dr. Ónodi Gábor témavezetőimnek, a Bakonyerdő Zrt. és a Balaton-felvidéki Nemzeti Park munkatársainak, akik kutatásomban segítenek és támogatnak.

Irodalomjegyzék

- BANKOVICS A. (1973a): Adatok a Kőrös-hegy madárvilágához. Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 12: 517–524.
- BANKOVICS A. (1973b): Fehérhátú fakopács (*Dendrocopos leucotos*) a Bakonyban. Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 12: 533–538.
- BARTA Z. (1992): Újabb adatok a zirci arborétum madárvilágának ismeretéhez. Folia Musei Historico-naturalis Bakonyiensis 11: 255–266.
- BARTA Z. (1997): A Bakony-hegység új madárfaja: a holló (*Corvus corax* L.). Folia Musei Historico-naturalis Bakonyiensis 12: 199–212.
- BARTA Z. (2003): Madarak a Bakonyban I., Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc.
- CAMPION D. – PARDO I. – ELÓSEGUI M. – VILLANUA D. (2020): GPS telemetry and home range of the White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos*: results of the first experience. Acta Ornithologica 55: 77–87.
- GORMAN G. (2014): Woodpeckers of the World: The Complete Guide Helm Photographic Guides.
- HARASZTHY L. (2019): Magyarország fészkelő madarainak költésbiológiája. I-II. kötet, Pro Vértes Nonprofit Zrt., Csákvár
- HARMAT B. (szerk.) (2000): A Bakony – A természet kincsestára. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre, Zirc.
- KEVE A. (1981): Madártani adatok a Déli-Bakonyból, valamint a Bakonyaljáról. A Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 16: 233–243.
- MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG (2008): Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator avium Hungariae. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest.
- RÓMER F. (1860): A Bakony, természetrajzi és régészeti vázlata. II. kiadás, Győr.
- SCHMIDT A. (2004): Fehérhátú fakopács (*Dendrocopos leucotos*) állományfelmérése a Börzsönyben. Tűzok 5(3–4): 93–96.
- SELMECZI KOVÁCS Á. (2017): A legritkább hazai harkály. Állatvilág 4(5): 26–27.
- SZÉP T. – CSÖRGŐ T. – HALMOS G. – LOVÁSZI P. – NAGY K. – SCHMIDT A. (szerk.) (2021): Magyarország madáratlasza. Agrárminisztérium, Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest.
- SZOLNOKY K. (1973): Adatok az Északi-Bakony és a Bakonyalja madárvilágának ismertetéséhez Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei 12: 579–588.

VASÚTI KÖZLEKEDÉSBŐL SZÁRMAZÓ ZAJHATÁSOK VIZSGÁLATA A GYSEV ZRT. SOPRONI RENDEZŐPÁLYAUDVARÁNAK KÖRNYEZETÉBEN

Examination of noise effects from railway transport on the environment of GYSEV Zrt. railway marshalling yard of Sopron

CZUPY IMRE¹, ROZS RICHÁRD¹

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

Kivonat

A vasút, mint közlekedési forma zajterhelési szempontból folyamatos környezetvédelmi problémát jelent. A fellépő zajhatások egyrészt környezeti terhelést jelentenek a vasútvonalak mentén, másfelől pedig üzemi zajforrásként jelentkeznek a közlekedési csomópontokban. Jelen cikk az utóbbi hatás vizsgálatát mutatja be a vasúti zaj jellemzésével, valamint a Soproni Rendezőpályaudvar és az ahhoz legközelebb eső lakott utca, mint közvetlen hatásterület sajátos zajhatásainak feltérképezésén keresztül. A helyszín jellemzése mellett a GYSEV Zrt. hozzájárulásával és szakmai támogatásával leírásra kerültek a vontatási feladatokra alkalmazott járműtípusok és a kocsirendezéshez szükséges tolatási munka főbb lépései. A zajterhelést leíró paraméterek (L_{eq} , I_{max} és SEL) nagyságrendjének becsléséhez méréseket végeztünk nappali (6:00 – 22:00 óra között) és éjszakai (22:00 – 6:00 óra között) időszakban a különböző forgalmi helyzetek zajhatásának jövőbeli részletes elemzésében.

Abstract

Railway, as a form of traffic, represents a continuous environmental protection problem in terms of noise pollution. On one hand, the noise impacts are an environmental load along the railway lines, and on other hand, they appear as a source of operational noise in traffic junctions. This article presents an investigation of the latter effect by characterizing the railway noise and by mapping the specificities of the railway marshalling yard of the county town of Sopron and the nearest residential street as a direct impact area. In addition to the characterization of the location, with the contribution and professional support of GYSEV Zrt., the types of vehicles used for towing tasks and the main steps of marshalling work required for arranging cars were described. In parallel with the above, daytime (6:00 am to 10:00 pm) and night-time (10:00 pm to 6:00 am) measurements were also carried out to estimate the magnitude of the parameters describing the noise load (L_{eq} , I_{max} and SEL) in order to be able to analyze the noise impact of different traffic situations in the future.

Bevezetés

A vasúti személy és teherszállítás az egyik legbiztonságosabb és leginkább környezetkímélő megoldása napjaink közlekedésének, ugyanakkor a kibocsátott zajszennyezés következtében terhelést is jelent a környezet számára (SZWARC, M. et al. 2011). Megemlítendő emellett, hogy a mai hálózat elrendezése az 1800-as évek végére már kialakult, ezért az infrastruktúra a műszaki és technológiai megoldásokkal együtt sokkal kötöttebb rendszert jelent például a közúti közlekedéshez viszonyítva (TULIPÁNT, G., 2007).

Utóbbi esetben forgalomszabályozással és elterelésekkel a szintén kötött szerkezetű városok különböző pontjain lehetőség van a zajkibocsátás (emisszió) mérséklésére, míg a vasút esetében a hatások csökkentése elsősorban a járművek műszaki fejlesztésére és a passzív védekezésre korlátozódik (BOZÓKI, Z. et al., 2011). Emiatt az érintett területeken élő lakosság egészségvédelmének érdekében az Európai Unióban 2006-tól egységes zajvédelmi

irányelvet vezettek be, mely emissziós határértékeket tartalmaz a nem nagy sebességgel közlekedő szerelvényekre (STRÓBL, A. – SURI, N., 2010). Ezeket az értékeket – a légi közlekedéshez hasonlóan – időszakosan szükséges ellenőrizni és felülvizsgálni (NĚMEC, M. et al., 2015). Jelen cikk a rendezőpályaudvar és a közvetlen hatásterület terhelési viszonyainak feltérképezésével hozzájárul a jövőbeli környezeti hatásvizsgálatokhoz, valamint segítséget nyújthat a jogszabályi környezet – például a 284/2007 (X. 29) kormányrendelet előírásai – mellett a zajvédelmi hatótávolságok tervezéséhez is.

A vasúti zaj sajátosságainak jellemzése

A közlekedésből származó zajterhelés második legnagyobb forrása a vasút (STRÓBL, A. – SURI, N., 2010), de a közúti közlekedéssel szemben hatása a lakosság jelentősen kisebb részét, mindössze 8-10%-át érinti. Ezt ugyanakkor ellensúlyozza, hogy a zajesemény jellegét tekintve kellemetlenebb annak ellenére, hogy mindkét közlekedési forma vonalforrásnak tekinthető (BOZÓKI, Z. et al., 2011). TALOTTE, C. (et al., 2003) és BOZÓKI, Z. (et al., 2011) csoportosítását figyelembe véve nyíltvonali pályán a vasúti zaj alábbi rész-forrásai különíthetők el a vonó- és vontatott járművek esetén:

- hajtás (diesel- és villanymotorok, transzformátorok);
- segédberendezések (ventilátor, olajszivattyú, kompresszor, áramszedő, fékek);
- gördülés (kerékkopás, futófelület ellaposodása, gyártási pontatlanság);
- légellenállás (kocsiszekrény körüli turbulens áramlás);
- alváz és forgóváz (forgózsámoly, csapágyazás);
- másodlagos zajforrások (laza rögzítések, elkopott alkatrészek, sérült tömítések);
- nagyteljesítményű légkürt.

Megjegyzendő továbbá, hogy a Magyarországon engedélyezett sebességhatárok mellett a diesel vontatójármű által kibocsátott zaj meghaladja a kocsik zaját, míg a villamos mozdony vontatta szerelvények esetében ez a megállapítás csak a kisebb sebességek tartományában helytálló. A diesel meghajtású mozdony zaja emellett gyakorlatilag a teljes frekvenciatartományban nagyobb a villamos járművéknél.

Kockázatbecslési szempontból eltérő képet mutat a közlekedési csomópontok környezete, ahol a járó motorral vagy szellőző-ventilátorral várakozó szerelvények pontszerű zajforrásként viselkednek, kiszolgálásuk pedig például az utasforgalom, a rakodási tevékenység vagy az épületek légkondicionálása és szellőztetése következtében – különböző forráspozíciók mellett – üzemi zajjal járhat. BOZÓKI, Z. (et al., 2011) szerint a nyíltvonali pályához viszonyítva a források kiegészülnek a felsoroltakon kívül az eltérő pályaszerkezeten (hegesztett vagy hevederes sínkötés) és a váltókon való áthaladás mellett a tolatási (elegyrendezési) munkából adódó zajjal, amely a háttérzajra szuperponálódó kocsi-ütközések miatt a zajspektrumban tüskeszerű, kiugró értékeket okoz. A fentiek figyelembevételével tehát a rendezőpályaudvarok zajkibocsátása eltérő karakterisztikát mutat a nyíltvonali közlekedéshez viszonyítva, vizsgálatuk ezzel párhuzamosan a lakott területek közelségéből adódóan indokolt és kiemelt körültekintést igényel.

A mérési helyszín jellemzése

Mérési helyszínként Sopron Rendezőpályaudvar, valamint a hozzá legközelebb eső Répcefői sort, mint zajtől védendő és közvetlen hatásterületet választottuk ki, melynek műholdas képét az 1.a ábra szemlélteti. Az ábra bal szélén látható közelítőleg délkeleti tájolású, a bekötőúttól mérve mintegy 370 m hosszúságú utcához tartozó telkek a jelenleg hatályos területrendezési terv alapján – a két betorkolló utcához tartozó telkekkel együtt – kisvárosias lakóövezeti besorolásúak.

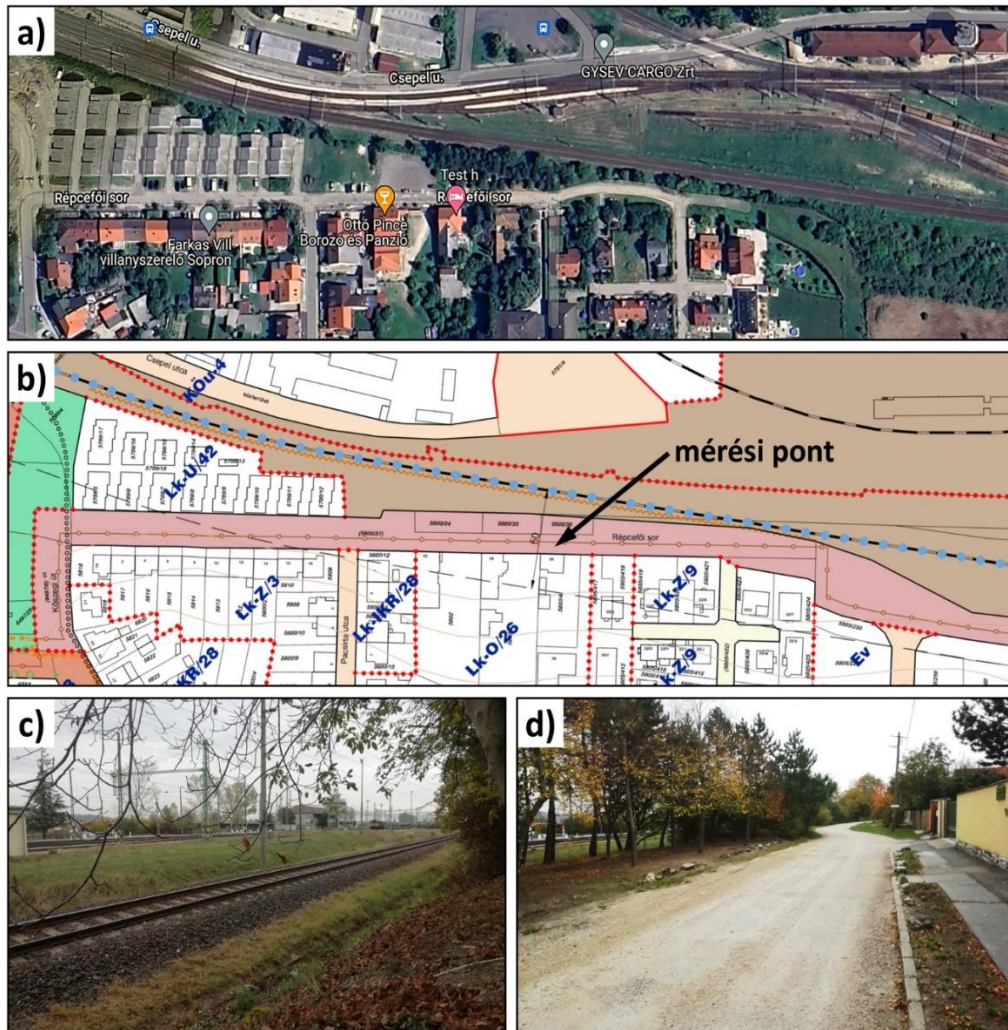
Az utcafront másik oldalán az utca tengelyéhez képest legalább 10 fokos szögben haladó, enyhén íves vágányt és az úttestet – amely a bekötő út felől nagyjából 240 méter

hosszan aszfaltozott, majd kavicsos borítású– elválasztó sávra felszíni szempontból tagoltság jellemző. A bekötőút és az első betorkolló utca között az útestre merőlegesen 8 db garázsos került kialakításra, majd az utca másik vége felé haladva – a telekhatárok vonalának meghosszabbításaként adódó sávokban – sorrendben ültetett cserjék, ültetett tujasor, gondozatlan, utána gondozott fás terület, cserjésék, végül ismételten ültetett tujasor található. Az utca tengelye merőleges a domb lejtésére (1.c ábra), ezért az elválasztósáv töltésként is funkcionál. Magassága a legközelebbi sínszálhoz viszonyítva meghaladja az 1,5 métert.

A rendezőpályaudvar egy, az utca felé eső áthaladó vágányból, egy beépített fékezőberendezés nélküli gurítódombból és az ahhoz tartozó két – a bekötőút irányában a vasútállomással összekötő – kihúzóvágányból, valamint az áthaladó vágánnyal párhuzamosan futó tárolóvágányokból áll. A pályaudvart az elválasztósávval szemben a gazdasági és ipari övezeti besorolású területek megközelítését biztosító szervízút határolja, melynek forgalma - az utcához hasonlóan – félreeső jellege és az alacsony ipari aktivitás következtében nem jelentős.

Előzetes mérések alapján megállapítható, hogy az ipari létesítmények zaja a város háttérzajától nem, vagy a hang jellemzői – például hangszín és frekvencia – alapján csak nehezen különíthető el. A vasúti szerelvények által kibocsátott zaj visszaverődése az épületek tagoltsága, a távolság és a nyílt, sík terepelrendezés miatt elhanyagolható. Az időjárási viszonyokat tekintve az enyhe, délkeleti irányú légmozgás (< 30 km/h) folyamatos.

A mérési pontot a hatályos rendezési terven 5803/4 helyrajzi számon nyilvántartott lakóingatlan előtti utcafronton jelöltük ki (1.b ábra). Az utca látképét az 1.d ábra szemlélteti. Döntésünket az indokolja, hogy a vágánykialakítás miatt egy átlagos hosszúságú kocsisor gurítással történő elegyrendezésekor a szerelvényt vontató mozdonyok közelítőleg a telekhatárok által kijelölt sávban szükséges megállnia és várakoznia. Megemlítendő emellett, hogy a kijelölt pont a jelenlegi szabályozás szerinti 50 méteres védőtávolságon belül található, vagyis a zajszint felülről becsülhető, továbbá a városfejlesztési tervben szereplő, az utca meghosszabbításával a domboldalra tervezett lakópark létesítése a mérések elvégzését indokolttá és aktuálissá teszi.



1. ábra: kiválasztott mérési helyszín: Sopron, Répcefői sor:

a) utcaterkép és a megjelölt mérési pont a területrendezési terven. Forrás: www.sopron.hu

b) utcakép műholdfelvétele. Forrás: Google Maps.

c) utcakép a mérési pontból (fotó: Rozs Richárd)

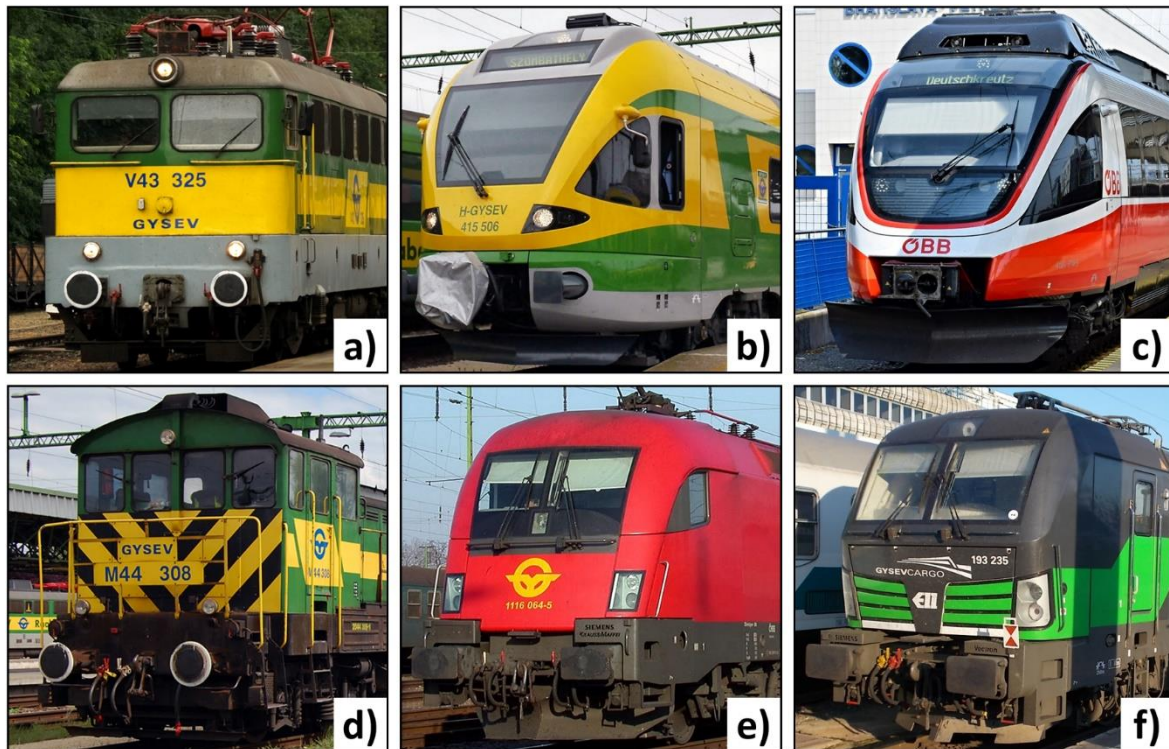
d) rendezőpályaudvar az áthaladó és kihúzó vágánnyal a töltés oldaláról (fotó: Rozs Richárd)

A járműpark és a tolatási munka jellemzése

A rendezőpályaudvaron jellemzően előforduló mozdonytípusokat a 2. ábrán mutatjuk be. A V43 sorozatú villanymozdonyok (2.a ábra) a Győr-Sopron vonal 1987-es villamosítását követően személy- és tehervonatok továbbítását biztosították. Jelenleg a típus korszerűsített és felújított mozdonyai – egyre csökkenő számban – a regionális teherforgalomban kerülnek felhasználásra, míg a GYSEV Zrt. által a 2013 és 2015 között beszerzett Stadler FLIRT csuklós motorkocsik (2.b ábra) a helyi érdekű személyszállítási feladatokat vették át. A személyforgalom – amely a Sopront Szombathellyel összekötő átmenő vágány forgalmának döntő többségét adja – emellett kiegészül az osztrák ÖBB vasúttársaság Bombardier Talent diesel-villamos meghajtású csuklós motorkocsijaival (2.c ábra), amelyek a magyar vonalszakaszon villamos üzemben Deutschkreutz irányába létesítenek kapcsolatot.

A teherszállításhoz köthető elegyrendezést két M44 („Bobó”) dieselmotordonnyal (2.d ábra) végzik, melyek egyike felújításon esett át. A belföldi távolsági teherszerelvények továbbítását a GYSEV Zrt. 2002-től egyre nagyobb számban állományaiba vett Siemens TS EuroSprinter („Taurus”) villanymozdonyai (2.e ábra) biztosítják, míg a nemzetközi szállítási

feladatokat a 2017-től beszerzett – InterCity szerelvényeket is vontató – Siemens Vectron villanymozdonyok (2.f ábra) végzik.



2. ábra: a rendezőpályaudvar környezetében jellemzően előforduló mozdonytípusok:

- a) V43 („Szili”) villanymozdony. Forrás: www.benbe.hu
 b) Stadler FLIRT villamos csuklós motorkocsi. Forrás: <http://www.regionalbahn.hu/>
 c) Bombardier Talent diesel-villamos csuklós motorkocsi (ÖBB). Forrás: www.i.ytimg.com
 d) M44 („Bobó”) dieselmotordony. Forrás: [www.http://worldofrailways.net](http://worldofrailways.net)
 e) Siemens TS EuroSprinter („Taurus”) villanymozdony. Forrás: www.regionalbahn.hu/
 f) Siemens Vectron villanymozdony. Forrás: www.upload.wikimedia.org

A járműpark és a forgalmi viszonyok ismeretében három terhelési eset különíthető el. Az első csoportba az átmenővágányt használó személyforgalmat biztosító szerelvények tartoznak, melyeknél a nagyobb sebesség növeli az egyenértékű hangnyomásszintet (L_{eq}) (KOVÁCS, Á. – CZIEGLER, M., 2009). A második csoportot alkotó teherszerelvények esetén a hosszabb szerelvények nem növelik a zajszintet, azonban KOVÁCS, Á. és CZIEGLER, M. (2009) szerint időbeli befolyásuk kedvezőtlenebb, alacsony frekvenciájú zajforrásként pedig egészségügyi kockázatot jelentenek (SMITH, M. G. et al., 2013). A harmadik csoport a jellegzetes környezeti terhelésként elkülöníthető elegyrendezés folyamata, amely az alábbi lépésekből tevődik össze:

- A szétbontandó kocsisor kihúzásakor az alacsony sebességgel haladó szerelvény vonszertű zajforrásként viselkedik. Ehhez járul a váltón való áthaladáskor kibocsátott alacsony frekvenciájú zajhatás.
- A szerelvény magas frekvenciájú zajjal járó fékezésekor a laza csavarkapcsok következtében a kocsik harmonikaszerűen egymáshoz ütődnek. Ekkor a megállítást követően a járó motor már pontszerű forrásként modellezhető a szétakasztáskor tapasztalható csavarkapocs ütődéséből származó zajjal együtt.
- A leakasztott vagonokat a gurítódombról meglökik, ekkor a szerelvény ismét összerolódik, majd megáll, miközben a váltókon lassan áthaladó kocsik féksaru

alkalmazása nélkül ütköznek a tárolóvágányon álló szerelvénynek. Ez a művelet összetett zajhatással jár.

- A folyamat ismétlődik és az utolsó kocscsoport mozdonyal történő visszatolásával zárul, amely ismét vonalforrás.

Anyag és módszer

A méréseket a 3. ábrán látható Svantek SVAN 953 zajszintmérő készülékkel végeztük a 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendeletben foglaltak szerint nappali (06:00-22:00) és éjjeli (22:00-06:00) időszakban. A műszer három akusztikai profilján az egyenértékű zajszint (egyenértékű hangnyomásszint) (L_{eq}), az impulzusmaximum (I_{max}) és a frekvencia-súlyozott zajterhelés szintje (SEL) került beállításra, amelyek MAILLARD, J. (et al., 2020) alapján mutatószámként általánosan alkalmazhatók a vonatszerelvények jellemzésére. Mindhárom paraméter mérése egységesen a környezeti és munkahelyi zajokhoz használandó A-súlyozású alkalmazásával, valamint L_{eq} esetén gyors (F), SEL-nél pedig lassú (S) jelkövetésű integrálási időállandó beállításával történt.



3. ábra: Svantek SVAN 953 zajszintmérő készülék (fotó: Rozs Richárd)

Az állapotfelméréshez végzett, nappali és éjszakai időszakban egyaránt 8-8 mérésből álló sorozatok mérési eredményeit az 1. és 2. táblázatban foglaltuk össze. Valamennyi mérés esetén a mérési időt egységesen 10 percre választottuk. A nappali mérések során két esetben FLIRT, egy esetben pedig Talent motorkocsi elhaladását rögzítettük elhanyagolható – a szél-szivacs használatát nem igénylő – szélerősség és átlagos nagyságú környezeti zaj mellett. A fővonalakon lassabban haladó teherszerelvények éjszakai menesztése és az összeállításukhoz szükséges elegyrendezés következtében a második, éjjeli méréssorozat változatos járműmozgás mérését tette lehetővé.

A 3. mérésnél egy Taurus villanymozdony tárolóvágányon való közlekedésének regisztrálására volt lehetőség, amit két összekapcsolt Talent, majd egy FLIRT motorkocsi kihaladása követett. A kihúzó vágányok irányából érkező két Taurus mozdony által vontatott, több mint 30 tehervagonból álló szerelvény tárolóvágányra történő lassú behaladásánál mért zajszintet a 7., a szintén lassan behaladó összekapcsolt két Vectron mozdony paraméterértékeit pedig a 8. mérés adatsora mutatja. Megjegyzendő még, hogy a szélmozgás ekkor sem volt számottevő, továbbá a környezeti zaj is szokványos értékeket mutatott.

Eredmények

Az 1. és 2. táblázat adatai alapján az alábbi megállapításokat tehetjük. A háttérterhelés egyenértékű hangnyomásszintje járműmozgás nélkül közelítőleg 4 dB-lel kisebb az éjjeli időszakban, ami energetikai feleződést jelent. Az impulzusmaximum járműmozgás nélkül mért átlagtól való eltérése ekkor 1,5 és 2,5 dB közé tehető. Az elhaladó motorkocsik nagyságrendileg 2 dB-lel emelték meg a hangnyomásszintet. A lassan behaladó Vectron mozdonypár 1,5 dB hangnyomásszint-emelkedést okozott. A dupla Talent szerelvény az egy

egységből álló motorkocsihoz viszonyítva ugyanolyan sebességtartományban nem növelte jobban a paraméterek értékét éjjeli mérés esetén. A tehervonat 10 dB hangnyomásszint-növekedéssel energetikai háromszorozódást jelent, az impulzusmaximumot pedig majdnem 20 dB-lel emelte meg. A tárolóvágányon történő gépmozgás a távolság következtében hasonló műszaki paraméterekkel rendelkező mozdonyokat feltételezve 0,5 dB-lel kisebb.

1. táblázat: *Nappali (06:00-22:00) zajmérési adatok*

Mérés száma	L_{eq} (A, S) [dB]	I_{max} (A) [dB]	SEL (A, F) [dB]	Járműtípus
1.	54,2	70,5	78,7	FLIRT
2.	51,7	68,9	73,7	-
3.	51,4	67,8	78,1	-
4.	52,5	68,3	76,7	-
5.	54,1	71,5	78,4	FLIRT
6.	51,9	69,2	77,5	-
7.	53,8	70,3	77,9	Talent
8.	51,2	68,2	75,4	-

2. táblázat: *Éjjeli (22:00-06:00) zajmérési adatok*

Mérés száma	L_{eq} (A, S) [dB]	I_{max} (A) [dB]	SEL (A, F) [dB]	Járműtípus
1.	46,8	59,3	47,2	-
2.	47,1	59,2	47,5	-
3.	47,9	62,6	49,1	Taurus
4.	50,5	63,4	56,3	dupla Talent
5.	47,8	62,2	46,8	FLIRT
6.	58,8	81,5	46,2	dupla Taurus
7.	46,5	59,7	47,3	-
8.	48,4	64,7	49,3	dupla Vectron

Következtetések

Megállapítható tehát a fentiek alapján, hogy a járműforgalom és a pályaudvari tevékenység karakterisztikája változatos, a mozgó szerelvények leírása alapján az elegyrendezés zajkibocsátása összetett, melynek jellemzése további vizsgálatokat igényel. A környezeti hatótényezők azonosítása, feltárása és értékelése hozzájárul a környezetközpontú irányítási rendszerek (KIR) fejlesztéséhez.

A továbbiakban célunk a zajforrások forrásjellemzőinek (hangteljesítmény, zajspektrum, időfüggvény) meghatározása, továbbá a terhelési előfordulások hatásának és valószínűségének elemzése. A károsodások és terhelési viszonyok kapcsolata alapján tudományosan megalapozott károsodás kockázat becslési eljárás dolgozható ki, valamint a jellegzetes terhelési esetek és a károsodás mértékének áttekintésével és értékelésével javaslat tehető az alkalmazható zajcsökkentési módok hatásosságára nézve.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a GYSEV Zrt. hozzájárulásával és szakmai támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BOZÓKI, Z. – CZUPY, I. – DOMOKOS, E. – HORVÁTH, B. – HORVÁTH, R. – KOREN, E. – KOSCSÓ, G. – KOVÁTS, A. – MUNTÁG, A. (2011): Környezetvédelmi Tudástár, 13. kötet: Zaj- és rezgésvédelem. Pannon Egyetem, Veszprém.
- KOVÁCS, Á. – CZIEGLER, M. (2009): Vezetői tájékoztató: A zaj elleni védekezés a vasúti közlekedésben. MÁV Zrt. Ügykezelési és Dokumentációs Szolgáltató Szervezet, Budapest.

- MAILLARD, J. – VAN-MAERCKE, D. – POISSON, F. – REGAIRAZ, J.-P. – DUFOUR, J.-B. (2020): Comparison of pass-by railway noise indicators obtained from standard engineering methods with measured values. *Forum Acusticum*, Lyon, Franciaország. HAL-03233667: 2477-2483.
- NĚMEC, M. – DANIHELOVÁ, A. – GEJDOŠ, M. – GERGEL, T. – DANIHELOVÁ, Z. – SUCHOMEL, J. – ČULÍK, M. (2015): Train Noise - Comparison of Prediction Methods. *Acta Physica Polonica* 127(1): 125-127.
- SMITH, M. G. – CROY, I. – ÖGREN, M. – PERSSON WAYE, K. (2013): On the Influence of Freight Trains on Humans: A Laboratory Investigation of the Impact of Nocturnal Low Frequency Vibration and Noise on Sleep and Heart Rate. *PLOS ONE* 8(2): e55829.
- STRÓBL, A. – SURI, N. (2010): Ipari és közlekedési zajforrások megelőzésének, csökkentésének jogi, műszaki és gazdasági eszköztárája. EMLA Alapítvány a Környezeti Oktatás Támogatására, Budapest.
- SZWARC, M. – KOSTEK, B. – KOTUS, J. – SZCZODRAK, M. – CZYŻEWSKI, A. (2011): Problems of Railway Noise – A Case Study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 17(3): 309-325.
- TULIPÁNT, G. (2007): A közúti és vasúti áruszállítás zajkibocsátásának elemzése és a zajterhelés csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Phd disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest.
- TALOTTE, C. – GAUTIERA, P.-E. – THOMPSON, D. J. – HANSON, C. (2003): Identification, modelling and reduction potential of railway noise sources: a critical survey. *Journal of Sound and Vibration* 267: 447-468.

UTAK ÉGHAJLATVÉDELMI KOCKÁZATELEMZÉSE

Módszertani helyzetértékelés és fejlesztési lehetőségek

Climate protection risk analysis of roads
State-of-the-art methods and development potentials

CSÓKA GERGELY

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
VIKÖTI Mérnök Iroda Kft.
csokag@vikoti.hu

Kivonat

Az eddigi kutatások alátámasztják, hogy az utak területfoglalásukkal és üvegházhatású gázok kibocsátásával hatnak az éghajlatváltozásra, illetve az utak sérülékenyek lehetnek az éghajlatváltozás következményeivel szemben. Magyarországon a hatályos jogszabályok, valamint érvényes szabványok és útmutatók kizárólag általános, nem részletes módszertani előírásokat és ajánlásokat tartalmaznak ezen hatásfolyamatok vizsgálatára, amelyeket a cikk feltár és összefoglal. Az elvégzett módszertani helyzetértékelés alapján megállapítható, hogy a jelenlegi jogi szabályozás, valamint az elérhető általános útmutatók javaslatai legtöbbször nem elegendők ahhoz, hogy az utak várható éghajlatvédelmi kockázatai a kellő alapossággal feltárássra kerülhessenek. Ezért a cikk fejlesztési javaslatokat is megfogalmaz, amelyek összefoglalóan arra mutatnak rá, hogy nélkülözhetetlen és sürgető a részletes módszertani vizsgálatok kidolgozása.

Abstract

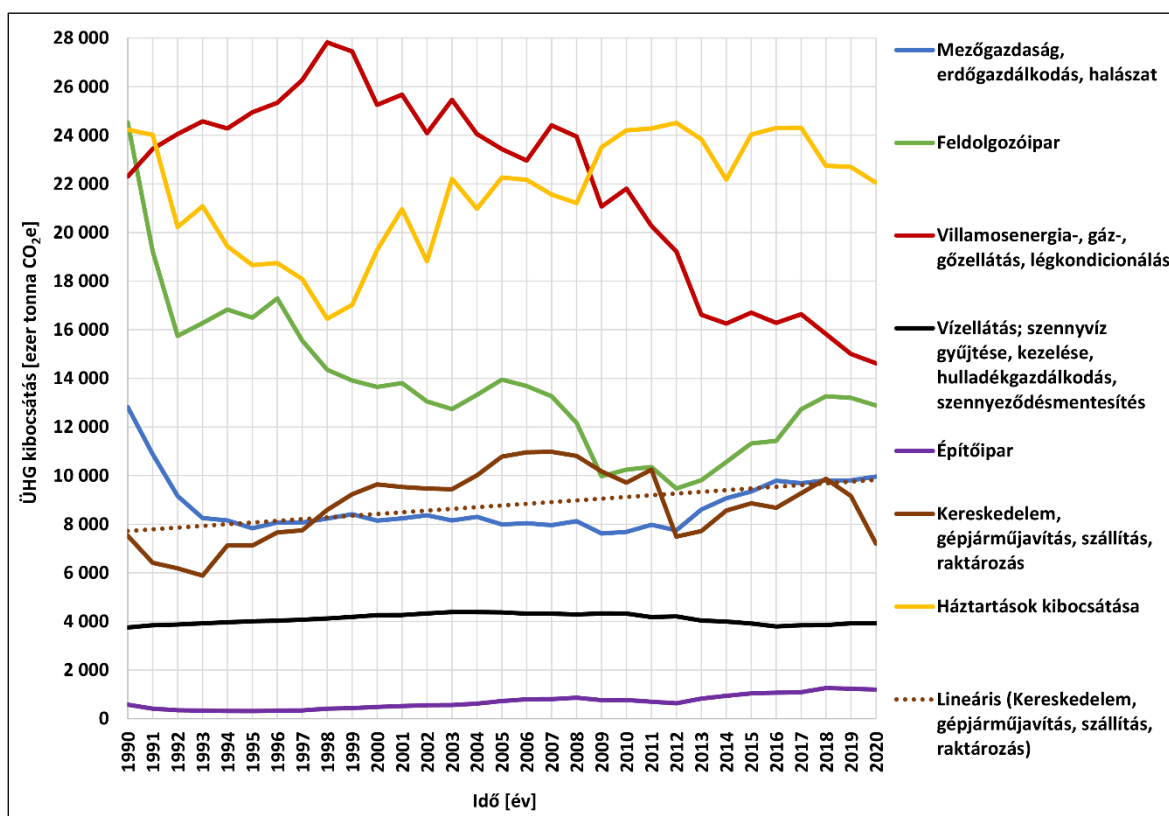
Research and practice confirm that roads affect climate change by occupying land and emitting greenhouse gases, furthermore, roads can be vulnerable to the consequences of climate change. In Hungary, the legislation in force, as well as valid standards and guidelines, contain only general, non-detailed methodological specifications and recommendations for the investigations of these impacts and processes. This paper overviews and summarizes the state-of-the-art methodology of these investigations. It can be concluded that in most cases the current legal regulations and the recommendations of the available general guidelines are not sufficient for the detailed climate risk analysis of roads. Therefore, further recommendations will also be formulated, which in summary show that the development of detailed methodological guidelines and studies is necessary and urgent.

Bevezetés és elméleti háttér

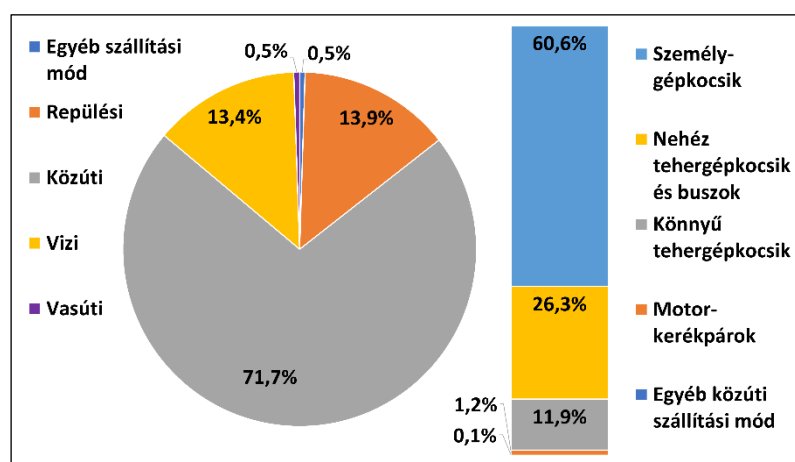
A hazai vonatkozó hatályos jogszabályok alapján az előzetes vizsgálati és a környezeti hatásvizsgálati eljárások során többek között éghajlatvédelmi szempontok szerint is vizsgálni szükséges az utak környezeti hatásait, azaz terheléseit (314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Rendelet) 1. sz. melléklet 37. sor, 3. sz. melléklet 87. sor).

A Rendelet és az útmutatók következőkben bemutatásra kerülő előírásai és javaslatai azért foglalkoznak az utak hatásaival az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok és kockázatelemzések során, mivel általános jelleggel kijelenthető, hogy egyrészt az utak területfoglalása, építése és üzemelése gyakran jelentős mértékben hatnak az éghajlatváltozásra (az adott terület felszínborításának megváltozásával, üvegházhatású gázok (ÜHG-k) kibocsátásával), másrészt az éghajlatváltozás, valamint az azzal összefüggésbe hozható jelenségek (pl. árvíz, belvíz, stb.) is gyakran jelentős mértékben hatnak az utakra, vagy az általuk nyújtott szolgáltatásra, vagy az utakat használókra (pl. csökkentik a fizikai infrastruktúra élettartamát,

baleseteket, káreseményeket okoznak, stb.) (CsÓKA 2021). Az utak üzemelésének éghajlat-változásra kifejtett hatását jól szemlélteti az 1. és a 2. ábra.



1. ábra: A nagyobb kibocsátásokkal rendelkező nemzetgazdasági ágak ÜHG kibocsátásai 1990 és 2020 között (Saját ábra, adatok forrása: KSH 15.1.1.19. sz. összefoglaló táblája)



2. ábra: Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA – European Environment Agency) által 2019-ben közzétett, 2017-es tényadatokra támaszkodó ÜHG kibocsátások megoszlási szállítási módok között (bal oldalon), és a közúti gépjárműtípusok között (jobb oldalon) az EU(28) tagországainak kibocsátásai szerint (Saját ábra, adatok forrása: [1])

Az 1. ábra alapján látható, hogy a „Kereskedelem, gépjárműjavítás, szállítás, raktározás” ágazat (a KSH összefoglaló táblában a „Kereskedelem, gépjárműjavítás” és a „Szállítás, raktározás” ágazatok külön szerepelnek) ÜHG kibocsátása 1990 és 2020 között kissé emelkedő tendenciát mutat, amely azért figyelemre méltó, mert a belsőégésű motorok folyamatosan fejlődnek, egyre alacsonyabb károsanyag kibocsátásokat eredményezve, továbbá

egyre nagyobb arányban közlekednek olyan közúti gépjárművek, amelyek nem okoznak közvetlen ÜHG kibocsátást. Látható, hogy mindezek ellenére jelentős kibocsátási hányaddal rendelkezik a közlekedési szektor, illetve mindezek ellenére is növekedtek az utóbbi 30 évben az innét származó kibocsátások. A 2. ábra azt mutatja, hogy az EU tagországi esetében a szállítási módok 2017-es ÜHG kibocsátás-megoszlásainak közel háromnegyede közúti szállítás, illetve ezen közúti szállítás közel kétharmadát a személygépkocsikkal való közlekedés adja.

Összefoglalva megállapítható, hogy az éghajlatváltozás az utakra a létesítményben keletkező fizikai károk, a létesítmény által biztosított szolgáltatásban történő negatív változások és a létesítményt használók körében egészségügyi kockázatok növekedése által hat; míg az utak az éghajlatváltozásra az ÜHG kibocsátásaik (építés és üzemelés alatt egyaránt), a területfoglalásuk (a felszínborítás megváltoztatásával csökken a terület CO₂ megkötési képessége, valamint a felszín albedójának változásával növekszik a felszínközeli léghőmérséklet) és a szállítási módok közötti kedvezőtlen megoszlásaik által hatnak. Ezen negatív hatások már jelenleg is tetten érhetők. Gazdasági, valamint közegészségügyi szempontok alapján cselekedni szükséges, amely egyszerre kell legyen alkalmazkodás, valamint hatáscsökkentés (CSÓKA 2021).

Az utak környezeti hatásai, az éghajlatváltozás és a kockázatelemzések kapcsolatrendszere igen összetett. Az ezekkel kapcsolatos vizsgálatok magasabb szakmai színvonalra emelése kiemelt országos gazdasági, műszaki és egészségügyi érdek is egyben. Ezért a cikk célja, hogy (1) áttekintést adjon az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok és kockázatelemzések általánosabb jogszabályi előírásairól és útmutatóiról, (2) javaslatokat tegyen arra, hogy milyen részletesebb vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy az utak éghajlatvédelmi hatásvizsgálatai és kockázatelemzéseik megfelelő minőségben legyenek elvégezve, (3) ezekhez néhány gyakorlati példát és javaslatot adjon.

Anyag és módszer

A cikk az alábbi legfőbb hazai módszertanokat és az ezekben leírt lépéseket vizsgálja és értékeli, a legrégebitől a legújabbig haladva időrendben.

- 1.) Klímapolitika Kft. által készített
 - a. *Útmutató projektek klímakockázatának becsléséhez és csökkentéséhez* c. kiadvány (KELEMEN et al. 2017a);
 - b. *Részletes módszertani leírás a klímakockázati útmutatóhoz* c. kiadvány (KELEMEN et al. 2017b);
- 2.) Rendelet előírásai;
- 3.) Klímabarát Települések Szövetsége által gondozott útmutatók (Forrás: [2]);
- 4.) Magyar Mérnöki Kamara Környezetvédelmi Tagozata által készített
 - a. *Éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás Módszertani útmutató az éghajlatváltozás hatásainak érzékenységvizsgálatához és kitettség elemzéséhez* c. útmutató (Forrás: [3]);
 - b. *Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására* c. útmutató (GERGELY – BEZEGH 2019);
 - c. *Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt megalapozó adatbázisok alkalmazása* c. útmutató 3. sz. fejezete (CSÓKA 2021);
- 5.) MEGÉRTI Kft. által kiadott *Útmutató az infrastrukturális projektek éghajlatváltozási rezilienciavizsgálatának elvégzéséhez 2021-2027 c. útmutató* (KUKELY – DOBOZI 2022).

Eredmények

1. Klímapolitika Kft. útmutatói

Ezen útmutatók alapján az alábbi lépések mentén kell elvégezni az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatokat és kockázatelemzéseket.

- 1.) A klímaváltozás várható hatásai a tervezett beruházásra;
 - a.) Érzékenység meghatározása;
 - b.) Kitettség meghatározása (figyelembe véve a tervezett hasznos élettartamokat is);
 - c.) Sérülékenység meghatározása;
 - d.) Kockázatok feltárása;
 - e.) Releváns kockázatok elemzése (figyelembe véve a tervezett intézkedéseket);
 - f.) Adaptációs intézkedések meghatározása (azon releváns kockázatoknál, ahol elemzésünk alapján ez lehetséges, egyben szükséges) – tervezés, kivitelezés, üzemeltetés fázisokra;
- 2.) A tervezett beruházás várható hatásai a klímaváltozásra;
 - a.) ÜHG kibocsátások meghatározása (kivitelezés és üzemelés/üzemeltetés fázisokra egyaránt);
 - b.) Mitigációs intézkedések meghatározása.

Az útmutatók segítségével színes és jól átlátható mátrixok képezhetők az érzékenység-, a kitettség- és a sérülékenységvizsgálatokra, valamint a kockázatok értékelésére is. További előnye az útmutatóknak, hogy a részletes változatának (KELEMEN et al. 2017b) 7. sz. melléklete számos, az elvégzendő vizsgálatokhoz hasznos térképet mutat be. Az útmutatók az utak hatásmechanizmusaival részletesen nem, kizárólag általánosan foglalkoznak.

2. Rendelet előírásai

A Rendelet 2017. júniusi módosítása alapján az alábbi vizsgálatokkal egészültek ki az előzetes vizsgálati dokumentációk (EVD-k), valamint a környezeti hatástanulmányok (KHT-k) kötelező tartalmi elemei:

- érzékenységelemzés – részletes adatokkal alátámasztottan;
- telepítési hely és a feltételezhető hatásterület kitettségének értékelése (távlati 30-30 év vonatkozásában);
- az egyes éghajlati tényezőkre vonatkozóan a lehetséges hatások elemzése;
- a hatások vonatkozásában készített kockázatértékelés;
- az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás bemutatása, és ezek nyomon követése;
- annak bemutatása, hogy a tevékenység miként hat a feltételezhető hatásterület éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási képességére;
- az egyes üvegházhatású gázok várható éves kibocsátásának számszerűsítése (csak KHT-k esetén);
- lehetséges csökkentést, illetve ellentételezést szolgáló intézkedések bemutatása;
- üvegházhatású gázok megkötésére vagy növényzet általi elnyelésére való hatás vizsgálata (csak KHT-k esetén);

Látható, hogy az ÜHG-k kibocsátására és elnyelésére vonatkozóan csak a KHT-k során szükséges kitérni, illetve részletesen nem ír elő szabályokat a jogszabály a tervezett létesítmény hasznos élettartamival kapcsolatban a vizsgálandó időtartamokra, továbbá nem kötelezi a környezethasználót szigorú ellentételezésre, illetve az elvégzendő vizsgálatok lépéseit sem részletezi. Összefoglalva az EVD-ket és KHT-kat készítő szakértőknek, illetve a környezethasználóknak nagy szabadságot hagy a jogszabály.

3. Klímabarát Települések Szövetségének útmutatói

A Klímabarát Települések Szövetsége által gondozott útmutatók itt nem kerülnek bemutatásra (Forrás: [2]). Megjegyzendő, hogy ezen útmutatók sem foglalkoznak az utakkal a szükséges részletettséggel.

4. Magyar Mérnöki Kamara Környezetvédelmi Tagozatának útmutatói

A Kamara három különböző útmutatója közül az első a 2018-ban kiadott *Éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás Módszertani útmutató az éghajlatváltozás hatásainak érzékenységvizsgálatához és kitettség elemzéséhez* című (Forrás: [3]) kiadványa, amely a Rendelet által előírtakat veti össze a Klímapolitika Kft. által készített útmutatókkal olyan módon, hogy mely esetekben lehet kevésbé részletes vizsgálatot elvégezni egy EVD, vagy egy KHT köteles létesítmény esetében, anélkül, hogy a készítők szakmai hibát vétsenek. Az útmutató nem foglalkozik részletesen az utak hatásaival.

A 2019-ben kiadott *Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására* című útmutatója (GERGELY – BEZEGH 2019) kizárólag az ÜHG kibocsátások meghatározásával foglalkozik, az utak ÜHG kibocsátásának részletes meghatározása nélkül.

A 2021-ben kiadott *Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt megalapozó adatbázisok alkalmazása* című útmutató 3. sz. fejezete részletesen foglalkozik a közlekedési infrastruktúra létesítményekkel (CSÓKA 2021). Az itt leírtakat, valamint az azokból levonható következtetéseket az *Összefoglalás és következtetések* c. fejezet mutatja be.

5. MEGÉRTI Kft. útmutatója

A MEGÉRTI Kft. által 2022-ben kiadott *Útmutató az infrastrukturális projektek éghajlatváltozási rezilienciavizsgálatának elvégzéséhez 2021-2027 (Röviden: Klímareziliencia Útmutató)* c. útmutató (KUKELY – DOBOZI 2022) a korábbi részletes módszertani útmutatót (KELEMEN et al. 2017b) egészíti ki olyan módon, hogy a hazánkban a 2021-2027-es EU-s pénzügyi ciklus alatt pályázati pénzeket kérvényező projekteknek ezen új útmutató alapján kell bemutatni klímarezilienciájukat. Az útmutató részletesen nem foglalkozik az utakkal, ugyanakkor az üzemelésük vizsgálatánál megjegyzi, hogy nem abszolút, hanem relatív értékekkel szükséges dolgozni, amely előremutató és helyes megállapítás.

Összefoglalás és következtetések

Az elvégzett módszertani helyzetértékelés alapján megállapítható, hogy jelenleg Magyarországon számos, körülbelül 20-25 segédlet foglalkozik éghajlatvédelmi hatásvizsgálatokkal és kockázatelemzésekkel. Ezek közül kizárólag CSÓKA 2021-es munkája foglalkozik az utakkal kapcsolatos hatásfolyamatokkal részletekbe menően. A többi útmutató vagy nem foglalkozik az utakkal, vagy csak általános jelleggel. Ennek egyik oka, hogy maguk az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok és kockázatelemzések egy újfajta vizsgálatot jelentenek a szakmában.

Annak érdekében, hogy a különböző éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok és kockázatelemzések egymással összehasonlíthatók legyenek, illetve megfelelő szakmai minőségben vizsgálják az utakkal kapcsolatos hatásfolyamatokat, ki kell dolgozni részletes módszertani útmutatót a különböző típusú létesítményekhez, így az utakhoz, valamint az egyéb közlekedési infrastruktúra létesítményekhez egyaránt. Az utak részletes vizsgálatainál az alábbi lépések/feladatok szükségesek a Szerző javaslatai alapján.

- A tervezett létesítmény/tevékenység beható ismerete elengedhetetlen.
- Fontos az éghajlati, időjárási paraméterek, mint bemenő adatok ismerete.
- Az érzékenységi és kitettségi vizsgálatokkal kapcsolatban fontos kiemelni, hogy ezek komplexitása (éghajlati modellek kiválasztása, különböző foratókönyvek alkalmazása, adatszolgáltatás módja, bizonytalanságok kezelése, adatigények és lehetőségek

összehangolása, stb.) miatt érdemes (vagy elengedhetetlen) bevonni a vizsgálatokba éghajlati modellekkel foglalkozó szakembereket.

- Szintén fontos a tervezés folyamatának megismerése (jelenlegi folyamat elismerése).
- Minden szaktervező, projektvezető ismerje a feladatait, szerepét (környezetvédelmi szakértőnek ebben mediátor szerepe is van).
- Egyeztetések kezdeményezésének fontossága (folyamatos, nem egyszeri kommunikáció).
- Az éghajlatvédelmi vizsgálatokat és kockázatelemzéseket szakértői és/vagy szaktervezői csapatnak kell készíteni.
- Fontos a folyamatos, minden fázisra kiterjedő klímatudatos műszaki tervezés.
- Mellőzni kell a sablonokat és sémákat.
- Fel kell tárnai az adott létesítmény/tevékenység üvegházhatás fokozását is (ha van neki).
- Ahova csak lehetséges, oda integrálni szükséges az adaptációs és mitigációs intézkedéseket.
- Adaptációs és mitigációs intézkedéseket a tervezés, az építés és az üzemelés fázisaihoz egyaránt szükséges megfogalmazni, továbbá javaslatokat kell tenni a monitoringra is.
- Szükséges megvizsgálni, hogy adódnak-e az adott vizsgálandó létesítménynél olyan speciális klímaindikátorok az érzékenység- és kitértségvizsgálatnál, amelyek az általános útmutatókban, illetve az ingyenesen hozzáférhető adatbázisokban nem szerepelnek. Példa erre aszfalt pályaszerkezetű utak esetében az a klímaindikátor, amely azt mutatja meg, hogy hogyan változik azon napok éves száma, amikor a napi minimumhőmérséklet fagypont alatti, a napi maximumhőmérséklet fagypont feletti; másik példa az olyan csapadékintenzitás értékek alkalmazása, amelyekkel méretezik az utak vízelvezető rendszereit, például a 4 éves gyakoriságú 10 perces csapadék.
- Minden esetben úgy szükséges elvégezni a kitértségvizsgálatot, majd pedig a kockázatelemzést, hogy figyelembe kell venni az adott infrastruktúra létesítmények, hasznos élettartamait, például egy 2025-ben egy átadásra kerülő, 15 éves élettartamra tervezett aszfalt pályaszerkezet ellenállóképességét nem szükséges vizsgálni az évszázad végi klímaindikátorokkal szemben, elegendő csak az évszázad középiekkel.
- Utak üzemelés alatti ÜHG kibocsátásait úgy szükséges vizsgálni, hogy a távlati, tervezett fejlesztés megvalósulása melletti állapot futásteljesítmény adataiból ki kell vonni a távlati, tervezett fejlesztés megvalósulása nélküli állapot futásteljesítmény adatait. A futásteljesítmény adatok dimenziója [járműkilométer/nap], vagy [járműkilométer/év]. Szükséges megkülönböztetni többféle út- és járműtípust, mivel a különböző úttípusokon (pl. autópálya, belterületi gyűjtőút, stb.), a különböző járműtípusoknak (pl. személygépkocsi, nehéz tehergépkocsi, stb.) más-más a fajlagos kibocsátása. A fajlagos kibocsátásokat három üvegházhatású gázra szükséges vizsgálni, a CO₂-re, a CH₄-re és az N₂O-ra, amelyeket a megfelelő súlyozásokkal CO₂-ben kell kifejezni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm doktori témavezetőmnek, Pájer-Gálos Borbála egyetemi docensnek iránymutatásait és segítségét.

Irodalomjegyzék

Nyomtatott irodalom:

CSÓKA G. (2021): Közlekedési létesítmények éghajlati kockázatelemzése és az erdők klimatikus hatása. In: BALOGHNÉ GAÁL ZSÓFIA szerk.: Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt megalapozó adatbázisok alkalmazása : Szakmai útmutató. Budapest, Magyar Mérnöki Kamara, pp 59-102.

GERGELY E. – BEZEGH A. (2019): Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására. Magyar Mérnöki Kamara, Budapest

KELEMEN Á. – MALATINSZKY É. – BUZÁS K. – KISGYÖRGY L. – MÁTYÁS L. (2017a): Útmutató projektek klímakockázatának becsléséhez és csökkentéséhez. Klímapolitika Kft, Budapest

KELEMEN Á. – MALATINSZKY É. – BUZÁS K. – KISGYÖRGY L. – MÁTYÁS L. (2017b): Részletes módszertani leírás a klímakockázati útmutatóhoz. Klímapolitika Kft, Budapest

KUKELY GY. – DOBOZI E. (2022): Útmutató az infrastrukturális projektek éghajlatváltozási rezilienciavizsgálatának elvégzéséhez 2021-2027 (Röviden: Klímareziliencia Útmutató). MEGÉRTI Kft., Budapest

Jogszabályi források:

A környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet

Internetes források:

- [1] Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA – European Environment Agency) által 2019-ben közzétett, 2017-es tényadatokra támaszkodó ÜHG kibocsátás megoszlások az EU tagországainak kibocsátásai szerint <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/share-of-transport-ghg-emissions-2#tab-googlechartid_chart_13> (letöltés dátuma: 2022.11.02.)
- [2] Klímabarát Települések Szövetsége által gondozott útmutatók <<http://www.klimabarat.hu/tudastar-dokumentumtar>> (letöltés dátuma: 2022.11.02.)
- [3] Éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás Módszertani útmutató az éghajlatváltozás hatásainak érzékenységvizsgálatához és kitettség elemzéséhez <https://www.mmkkornyeztvedelem.hu/images/%C3%89ghajlatv%C3%A1ltoz%C3%A1s_hat%C3%A1saihoz_val%C3%B3_alkalmazkod%C3%A1s_2018.pdf> (letöltés dátuma: 2022.11.02.)

MAKADÁMDIÓ-ARABKÁVÉ KÖZTESMŰVELÉSÉNEK KORAI ÖKONÓMIAI EREDMÉNYEI, ZAMBIA

The Early Economic Results of Intercropped Macadam Nut-Arab Coffee, Zambia

DEÁK ISTVÁN GYÖRGY¹, HORVÁTH SÁNDOR²

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

Deak.Istvan.Gyorgy@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

Zambia északi részén található makadámdió (*Macadamia integrifolia*)-arabkávé (*Coffea arabica* L.) köztesültetésének a kezdeti években jelentősek a kiadásai, ami magasabb kezdő befektetést igényel az ültetvény létrehozásához. Látható, hogy az élőmunkaigény költsége alacsony a zambiai olcsó munkaerőnek köszönhetően, és tápanyagutánpótlása is kedvező, a farm erőforrásainak felhasználásával. Az egy helyen lévő két faj kezelése történhet egyidejűleg, ebből következően élőmunkaigény, és további kezelési ráfordítások is alacsonyak. Az arabkávénak köszönhetően korán, már a második évben lett bevétele az ültetvénynek. A pozitív ökonómiai hatások még nem érvényesülnek az ültetvényről, azonban a negyedik évtől a költségek csökkenése, és drasztikus bevétel emelkedésre lehet számítani.

Abstract

Northern part of Zambia, the intercropped planted macadamia nut (*Macadamia integrifolia*)-Arabic coffee (*Coffea arabica* L.) has high expenses in the initial years, which requires a higher initial investment to establish the plantation. It can be seen that the cost of labor is low thanks to the cheap labor in Zambia, and its nutrient supply is also favorable, because of using the farm's resources. The managing of two species in the same place can be done at the same time, hence the need for labor and additional management are also low. Thanks to Arabica coffee, the plantation has already earned income in the second year. The positive economic effects of the plantation have not yet taken effect, however, from the fourth year onwards, a reduction in costs and a drastic increase in income can be expected.

Bevezetés

A makadámdió (*Macadamia integrifolia*) és arabkávé (*Coffea arabica* L.) köztesművelése kölcsönösen előnyös lehet mindkét faj ökológiájára, mindamellet, hogy gazdaságilag is magasabb értéket generálhat (PERDONÁ – SORATTO, 2015). A 2019-es évek végén arabkávé, míg a 2020-as évek elején makadámdió került elültetésre a zambiai Pamo Mangala farmon. A farm területe ~5500 ha, és az állattartás mellett fontos eleme a farmnak a növénytermesztés (DEÁK, 2020). Magántulajdonban van, ebből kifolyólag, magas gazdasági elvárásokat támasztanak az ültetvények felé, emiatt lett megfogalmazva a cél, hogy a lehető legrövidebb idő alatt a legmagasabb ökonómiai értéket érjen el az adott területet. A két faj különböző ültetési hálózatban került kiültetésre, hogy jobb összehasonlítást adjon a kutatás. Az ültetések óta több mint két év eltelt, mely idő alatt folyamatos volt a terület kiadásainak elemzése, illetve a bevételek vizsgálata. A mintaterület kezdeti költségei, illetve élőmunkaigénye feljegyzésre kerültek, amiből a második év végére lehetővé vált egy eredményszámítás, amelyből képet kapunk az ültetvény kezdeti helyzetéről.

Anyag és módszer

Az ültetvény kezelése folyamatos volt, a költségek rögzítése 2020 áprilisáig általam történt. Az ezutáni időszakban a méréseket a Covid19 pandémia következtében a farmon maradt helyi manager végezte el. 2020 áprilisa után legközelebb 2021 júliusában tudtam

meglátogatni a mintaterületemet. A köztes időszakban az ültetvény kezelése, adatfelvétele heti riportokban valósult meg. 2021 júliusától körülbelül havi rendszerességgel tudok személyesen is ellátogatni a területre, mindamelllett a heti kutatási riportok az én felügyeletem mellett megérkeznek.

Arabkávét, makadám-dió csemeték megvásárlása:

Az arabkávét esetében a közeli Kasama-ból történt a csemeték vásárlása 2019 novemberében. Egy éves csemeték kerültek megvételre, melyeket a farmra szállítottak. A makadám-dió esetében 2020 márciusában történt a vásárlás.

Munkaköltség:

Európától, és hazánktól eltérően az afrikai, pontosabban a zambiai munkaerő ára alacsony. Egy ember napi fizetése a zambiai kwacha értékétől függően 1.6-2 USA dollár között változik (ZAMBIAN PARLIAMENT, 2021). Mindenképpen megjegyzendő, hogy az elérhető munkaerő rendszerint tanulatlan, sok esetben írástudatlan. Az angol nyelvet (amely Zambia hivatalos nyelve), nem beszélik, csak törzsi nyelveket. A fentiekből következően sok betanítást, és állandó felügyeletet, kontrollt igényelnek. Az országban több mint 14%-os a munkanélküliségi ráta, amely a fiatalok körében (15-25 év közötti generáció) eléri a 25%-ot (WORLD BANK, 2021). Vidéken ez a szám jóval magasabb is lehet, amely következtében szinte korlátlan a munkaerő, és bármikor, bármennyi kézi munkaerő elérhető. A farmon alkalmazott fizikai dolgozók lettek betanítva az ültetvény kezelésére, akik napi szintű felügyeletet jelentenek az ültetvénynek.

Gépesítés:

A terület kialakítása, ültetési hálózata élőmunkára készült, ám a jövőben némi átalakítással (kávécserjék szelektálása) lehetséges a gépesítésre való átállás. A jelenlegi energetikai válság Zambiát is elérte, ebből kifolyólag, nem valószínű, hogy szükséges a gépesített kezelésre való átállás.

Gyomirtás, permetezés:

Esősévszak idején fokozottan, de ezen időszakon kívül is fontos a rendszeres monitorozása a terület egészségügyi helyzetének. Legnagyobb gondot a levélrozsa (*Hemileia vastatrix*), és kávé levélaknázó (*Leucoptera coffeella*) okozza az arabkávét kezelésében.

Tápanyagutánpótlás:

A gyenge minőségű termőtalaj miatt, amit az évtizedes égetéses gazdálkodás, illetve a nagy csapadékmennyiség okozott a kilúgozódás erőteljes, és ennek következtében a terület műtrágya igénye magas. Az ültetvény számára havi rendszerességgel került kiadagolásra a műtrágya. Mindezekon kívül a farmon található 100-120 szarvasmarha, trágyáját felhasználtuk tápanyagutánpótlásra, miután komposztáltuk azt zöld szerves anyagokkal.

Öntözés:

A hosszú közel hét hónapos szárazévszak ideje alatt nélkülözhetetlen a terület öntözése. Ehhez napelemes szivattyúkat használtunk fűrt kutakból.

Termény betakarítása, és feldolgozása:

Arabkávét esetében már 2 év után, vagyis a 2021-es években is volt számottevő termés. A kézi szüretelés merül fel alternatívaként, hiszen az érett piros kávécseresznyéket folyamatosan szüretelni kell. A feldolgozáshoz két lehetőség adott. Az egyik a hagyományos száraz eljárás, amely kisebb gépigényt igényel, illetve a vizes eljárás, amelyhez magasabb gépesítés szükséges. A mintaterületen a szárazeljárás került alkalmazásra, amelyet részletesen bemutatok.

Eredmények

Az első két év legnagyobb részben az ültetvény kialakításáról szólt, amelynek magas költségvonzata van. Bár az ültetvényen köztesművelést alkalmazunk az első években kizárólag az arabkávénak van számottevő termése. Korábbi kutatások előrevetítik, hogy a köztesművelés igazi ökonómiai haszna, csak anegyedik évtől számottevő (Perdoná-Soratto, 2015). Elmondható, hogy magasabbak a köztesműveléssel ültetett ültetvény kezdeti kiadásai, mint a homogén kávéültetvénynek, hiszen a makadám-dió esetében is megvásárlásra kerül a szaporítóanyag, amelyet utána kezelni is kell.

Az arabkávécsemetek megvásárlása \$1 dollár/csemete áron történt 2019-ben, amely összesen \$1300 volt. A makadám-dió suhángok megvásárlása 2020-ban történt, melyek ára szignifikánsan magasabb, hiszen a 300 darab suháng egyenként \$5-ba került, vagyis összesen \$1500-ba. Elmondható, hogy magasán a fiatal növények megvásárlása adta a legmagasabb költséget az első két évben.

Az élők munkáigénye, és annak költsége a területnek nem számottevő, ez főleg köszönhető a juhok általi legeltetésnek, illetve a megfelelő tápanyagutánpótlásnak, amely következtében az ültetvény kevésbé kitett a kártevőknek, kórokozónak. A két évben \$620.6x2év, vagyis \$1240-ba került az élők munkája az ültetvényen. Amely elhanyagolható, ha figyelembe vesszük, hogy az ültetés, a terület kezelése, mind kézi munkával valósult meg.

A kártevők, kórokozók elleni védelem alapeleme volt a megfelelő tápanyagutánpótlás, amelyet főleg szarvasmarha trágyával oldottunk meg a farm erőforrásainak kihasználásával. Mindemellett szükséges volt, műtrágyát adagolni az ültetvénynek, amelyhez *D-compound* nevű műtrágyát alkalmaztunk, amely *nátriumot, káliumot, és foszfort* tartalmaz fő összetevőként. Ennek ára \$32x22/zsák, vagyis \$704. Főleg az esősévszakban rézgáliccal, és más helyben elérhető rovarirtóval történt a védekezés, amelynek a két évben \$165 dollár volt a kiadása.

Az öntözés nappelemes szivattyúkkal történt, amely öntözőhálózat már kialakításra került korábban. Csöpögtető öntözést használtunk, amely hálózat kizárólag a szárazévszakban került kihelyezésre, és annak végével, a nap és kártevők elleni védekezés gyanánt beszedtünk.

A második évben az arabkávéc értékelhető termést hozott, amelyet kézi erővel szüreteltünk le a cseresznyék érettségétől függően. Ezt a folyamatot 4 ember végezte. A feldolgozás a száraz eljárás által történt, mikor is a napon kiterítve száradt a termés, állandó forgatás mellett 3 hétig. Ennek a feldolgozásnak a hátránya, hogy a kávébabokról a külső héjat még el kell távolítani a pörkölés előtt. A farmnak nem áll rendelkezésére ilyen berendezés, emiatt mint száraz cseresznye lett értékesítve a kávé. A második év 800 kg héjban szárított kávé babtermést hozott, amelyet helyben értékesítettünk \$1.5/kg áron. Ez az ár nyomottnak, mondható, melynek oka a nem teljes feldolgozás.

Fontos megjegyezni, hogy a második év költség igénye, a csemeteárakat leszámítva 1.6 szorosára (\$1504) nőtt az első évnek (\$940). Ez a költség emelkedés a növények növekedése, több tápanyagigény, és a termésbetakarítás kiadása okozta.

A két év összes költsége tehát \$5358.4, (*1. táblázat*), míg az összes bevétel a kávéértékesítésből \$1200. Érdekes megnéznünk, hogy ha csak a második év kiadásait, és a kávéból származó bevételt vesszük figyelembe akkor a második év, tehát a kávé első termést hozó évében \$1200-\$1504 vagyis -\$304 az eredmény. Ezek a számok azt vetítik előre, hogy a következő évre körülbelül 2 tonnás termésre lehet számítani, tehát már a második termést évében, az ültetvény harmadik évében pozitív lehet a próbaterület mérlege.

1. Táblázat: arabkávė-makadám-dió őrltetvény első évének költségei

Dátum	Tevékenység megnevezés	Mennyiség	Őlőmunka igény (fő)	Nap	Egyéb	Költség
2019.10.05-2019.10.8.	Terület előkészítés	1.2 hektár	8	3	-	8*3*1.6= \$38.4
2019.11.04	Kávė csemeték megvásárlása	1300 db	-	-	\$1/csemete	1300*1= \$1300
2019.11.07-2019.11.09	Kávėcserjék kiűltetése	1300 db	14	3	\$1.6/fő/nap	14*3*1.6= \$67.2
2019.11.10-2019.11.29	Kézi őntözés	1300 db	2	20	\$1.6/fő/nap	2*20*1.6= \$64
2019.11.30-2020.04.19	Időszakos gyomtalanítás, felűgyelet	1.2 hektár	1	70	\$1.6/fő/nap	1*70*1.6= \$112
2019.11.30-2020.04.19	Gyomirtó, és gombaírtó	6x	1	6	vegyszer ára: \$10.4	6*1*1.6+6*11= \$72
2019.11.30-2020.03.22.	Tápanyagutánpótlás D-comp.	4zsák (50kg)	2	8	műtrágya ára: \$32	4*32+2*8*1.6= \$153,6
2020.03.14	Makadám-dió megvásárlása	300 db	-	-	\$5/suháng	300*5= \$1500
2020.03.21-2020.03.22	Makadám-dió kiűltetése	300 db	8	2	\$1.6/fő/nap	8*2*1.6= \$25,6
2020.04.20-2020.11.16.	Őntözőrendszer működtetése	1.2 hektár	1	134	\$1.6/fő/nap	1*134*1.6= \$214,4
2020.03.23-2020.11.04	Tápanyagutánpótlás D-comp.	8 zsák	2	16	műtrágya ára: \$32	8*32+2*16*1.6= \$307.2
						Ősszesen: \$3854.4

A költségek-kiadások a termőre fordulás évéig beruházásnak számítanak, amelyet majd értékcsökkenéssel számolunk el (a közvetett költségek terhelik az eredményt).

Ősszegzés, jövőbeni ajánlások

Őkonómia: A köztesműveléssel őrltetett őrltetvényen nem várható a jövőben sem szignifikáns eredménykülönbség, a homogén hálózathoz képest. Hiszen ilyen kis területen, nem lehet számítani nagy különbségekre. Elmondható, hogy egy kiterjedtebb, 100-200 hektár közötti területen domborodna ki igazán a köztesművelés haszna.

Őkológia, társadalom: Ami viszont már ezen a kis próbaterületen is megmutatkozik, hogy lehetséges egy összetettebb őrltetvény létrehozása, melynek, őrlőmunka igénye, és őrsszes kiadása alacsony, tehát alkalmassá teheti az őrltetvényt kisgazdák számára is. A helyi lakosok is képesek kialakítani hasonló őrltetvényeket, ahol több lábön állva, biztos jövedelemforrást érhetnek el maguknak.

Arabkávė: Mindenképpen érdemes létrehozni saját csemetekertet, amelyre az első termésből lehetőség adódik. Ez megtörtént, és elmondható, hogy 2022 év végére (november, december) kialakításra kerülhet, egy újabb terület. Mindemellet hasznos beruházás lehetne a kávė további feldolgozásához szükséges berendezések, mint kávė bogyzó, pörkölő megvásárlása, amellyel nagy értéknövekedés érhető el. Mindenképpen hozzá kell tenni, hogy

egy ilyen nagyobb beruházás, csak akkor lehet nyereséges, ha növelnénk a kávéterületet, és jóval nagyobb mennyiségű kávé kerülne feldolgozásra.

Makadámdió: A kávé csemetéket 2023-ban követheti a makadámdió csemetekert, hiszen várhatóan ekkora begyűjthető lesz megfelelő mennyiségű termés a tovább szaporítás érdekében. Ebben az esetben az új terület költség igénye jelentősen lecsökken, és az eredeti ültetvény további hasznosulását eredményezi. A makadámdió esetében is javasolt a jövőben feldolgozó berendezések megvásárlása, ám mindezen beruházások, csak az első jelentősebb dió termés idejében lesznek relevánsok.

Irodalomjegyzék

DEÁK, ISTVÁN GYÖRGY (2020): Ültetési hálózati kísérlet Zambiában makadámdió-arabkávé ültetvényeken In: Lett, Béla; Gál, J.; Horváth, S.; Molnár, K.; Schiberna, E.; Stark, M. (szerk.) Tanulmánykötet Mészáros Károly Tiszteletére

PERDONÁ- SORATTO (2015): a higher yield and economic benefits are achieved in the macadamia crop by irrigation and intercropping with coffee. *Sci. Hortic.* (Amsterdam) 185:59–67. doi:10.1016/j.scienta.2015.01.007

WORLD BANK (2020): Population of Zambia, Forrás: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=ZM>

ZAMBIAN PARLIAMENT (2021): Forrás: <https://www.parliament.gov.zm/>

MÉZEK AROMAKOMPONENSEINEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Comparative study of the aroma components of honeys

DOMINKÓ EMESE, RÉTFALVI TAMÁS

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

Kivonat

Az élelmiszervizsgálatok egyik legfontosabb minőségi paramétere az aroma. Kutatásunk során különböző magyarországi területekről származó mono- és poliflórás mézek aromaösszetételét (VOC) vizsgáltuk gázkromatográfiás módszerrel, amely során összehasonlítottunk két oldószermentes mintaelőkészítési technikát a Head Space-t (HS) és a Solid Phase Microextraction-t (SPME). Az általunk vizsgált mézminták mindegyikében a SPME bizonyult hatékonyabbnak.

Összességében elmondható, hogy poliflórás eredetű mézek több aromakomponenst tartalmaznak, a monoflórás mézek aromaprofilját pedig döntően meghatározza az eredet.

Abstract

One of the most important quality parameters of food tests is aroma. During our research, we investigated the aroma composition (VOC) of mono- and polyfloral honeys from different areas of Hungary using the gas chromatography method, during which we compared two solvent-free sample preparation techniques, Head Space (HS) and Solid Phase Microextraction (SPME). In all of the honey samples we examined, SPME proved to be more effective.

Overall, it can be said that honeys of polyfloral origin contain more aroma components, while the aroma profile of monofloral honeys is largely determined by the origin.

Bevezetés

Méznek nevezzük a növényi nektárból, vagy élő növényi részek nedvéből, illetve növényi nedveket szívó rovarok által az élő növényi részek kiválasztott anyagából az *Apis mellifera* méhek által gyűjtött, saját anyagaik hozzáadásával átalakított, raktározott, dehidratált, lépekben érlelt természetes édes anyagot (ROBERTS et al. 2002).

Az élelmiszerek esetében az aromaprofil az egyik legjellemzőbb tulajdonság, meghatározza az adott termék minőséget, az eredetet és hitelességet (CARERI et al. 1993). A méz minősége érzékszervi tulajdonságaitól függ. A különböző növényekről, illetve területekről származó mézek általában más-más aromájúak és ízűek. Az összetevők úgy jellemzik az egyes fajtamézeket, mint egy ujjlenyomat, mivel az érzékszervi tulajdonságokat leginkább a növényi eredet, a virágforrás, valamint a földrajzi eredet határozza meg (MANYI-LOH et al. 2011). A méz aromájának és táplálkozásélettani értékének kialakításában illó és nem illó anyagok egyaránt szerepet játszanak. Az aromakép kialakításában elsődleges szerepet kapnak az illat- és a szaganyagok, így az aromakutatások célja ezen illó komponensek meghatározása (RADOVIC et al. 2001).

Az érzékszerveink által identifikált kellemes (vagy kellemetlen) illatot általában 60-120 komponens egyidejű, bonyolult, szinergikus kölcsönhatásokkal is kombinált egymásra hatása okozza. A méz aromáját több vegyület komplex rendszere adja, melyek száma 50-250 között van. Az egyes illatanyagok egymáshoz viszonyított aránya sok esetben fontosabb az illatkialakításban, mint az egyes komponensek hatása (AMTMANN, 2009). Az identifikált aromaanyagok között megtalálhatók az alkoholok (aromás és terpén alkoholok), a fenolok és származékaik (egyértékű, kétértékű fenolok), az aldehidek (aromás, fenol-, terpén-, telített

és telítetlen alifás aldehidek), a ketonok (alifás, aromás és terpén ketonok), a szerves savak és származékaik, észterek, valamint a terpének (mono-, di- és triterpének) (BARRA et al. 2010).

Az aromaanyagok beazonosítására a gázkromatográfia a legalkalmasabb, mivel kellően érzékeny. A tömegspektrometriás detektálással pedig minőségi információt nyújt a kimutatott vegyületekről. A mézek esetében bonyolulttá teszi a VOC tartalom meghatározását, hogy a kismolekulájú illó komponenseket izolálni kell. Ez azzal magyarázható, hogy a méz lényegében tömény cukoroldat, így a szénhidrátok nehezítik az extrakcióját, ezért többféle módszert is alkalmaznak a méz-aromakutatásban (AMTMANN, 2009).

Az extrakcióval járó nehézségek elkerülésére szolgál a Headspace (HS) és a Solid Phase Microextraction (SPME) minta-előkészítési eljárás. A HS technika esetében folyadékfázis feletti gőztérből történik a mintavétel, miközben a zárt rendszerben állandó hőmérsékleten tartjuk. Az SPME szállal végzett extrakciónál pedig a gőztérbe, vagy a folyadékfázisba mérülő polidimetilsziloxán szálon történik a megkötés (POLI et al. 2005).

Anyag és módszertan

Mintavétel:

- Vizsgálatainkhoz különféle 2021-ben pergetett mono- és poliflorás mézeket használtunk fel, melyek mindegyike magyarországi területekről származott. A minták között szerepeltek agroerdészeti területekről származó vegyes virágmézek (2 db), valamint konvencionális termelésből származó fajtamézek (napraforgóméz (5 db), akácméz (5 db), repceméz (6 db), hársméz (5 db)). A kapott mézmintákat lezárva, sötét helyen tároltuk a vizsgálatok megkezdéséig. Összesen 23 mézmintát dolgoztunk fel.

Mintaelőkészítés:

- A mézminták előkészítéséhez 20 ml térfogatú mágneses kupakú gőzteres üvegbe 5 g méz mintát mértünk be, ezt feloldottuk 3 g desztillált vízben és a kisózás céljából 1 g NaCl-t adtunk hozzá.

Mérési paraméterek leírása:

- A méréshez alkalmazott készülék: SHIMADZU GCMS TQ8040
- Amintabevitelhez felhasznált eszköz: AOC 6000

HS (Head Space) paraméterei:

- 20 perces inkubációs idő 80 °C-on, injektálás 90 °C-os fűtött tűvel, 2500 µl mintatérfogat

SPME (Solid Phase Micro Extraction) paraméterei:

- 15 perces inkubációs idő, 10 perc adszorpciós idő, 80 °C-on, injektálás, állófázis típusa:

DVB/Carbon WR/PDMS (80 mikrométer)

A gázkromatográf paraméterei:

- injektor adatai: 280 °C-os hőmérséklet, splitless injektor, mintázási idő 3 perc 35 °C-os

oszlophőmérséklet mellett

- az alkalmazott oszlop paraméterei: TG-5MS (Thermo Scientific Co.) közepes polaritású kolonna

Az alkalmazott analizátor:

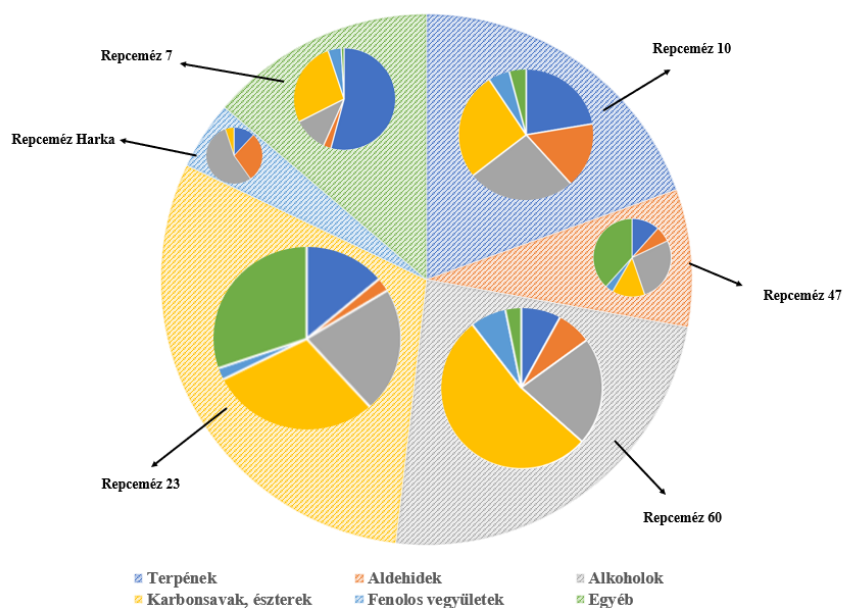
- egyszeres kvadrupól SCAN módban

A kromatogramokon megjelenő csúcsok beazonosítását az általános eljárásnak megfelelően a WILEY 229 és a NIST 107 spektrumkönyvtárak segítségével a molekulaion ellenőrzésével és a legjellemzőbb fragmensek vizsgálatával végeztük. Tekintettel a sok beazonosított komponensre a megfelelő sztenderdek hiánya miatt mennyiségi meghatározást nem végeztünk, ugyanakkor a különböző minták mérési paramétereinek sztenderdizálásával lehetőség nyílt a beazonosított komponensek csúcs alatti területeinek összehasonlítására, ún. relatív mennyiségi meghatározásra.

Eredmények

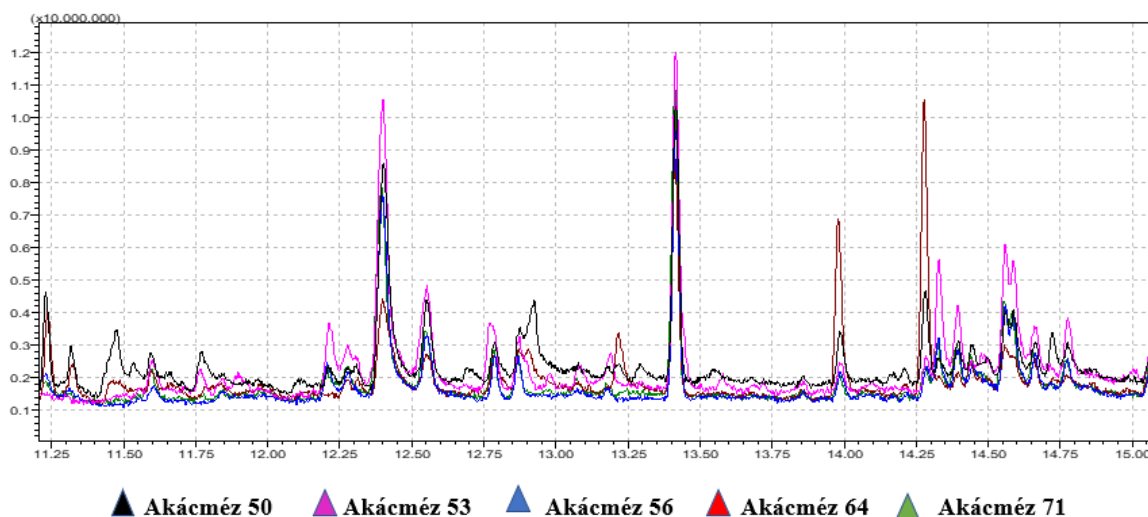
A hatalmas számú és nagyon különböző mennyiségű vegyület kvantitatív meghatározása nagy kihívást jelent, ezért az illatanalitikai gyakorlatban általános, hogy a gázkromatográfiásan detektált komponensek jellemzésére a csúcsterületek alapján úgynevezett relatív mennyiségi meghatározást hajtanak végre. Vizsgálatainkban az összes szerves illékony komponens (VOC) vizsgálatok közül az aldehidekre, terpénekre, alkoholokra, karbonsavakra, észterekre és fenolokra koncentráltunk. Ezek a vegyületek a minták túlnyomó részében kimutathatóak voltak. A csúcsterületek nagysága alapján elmondható, hogy a nonspecifikus biomarkerek dominálnak a különböző méztípusokban (linalool, lilak alkohol, lilak aldehid). Hasonló következtetésre jutott Jerkovic és Kus 2014-ben publikált tanulmányában.

Általánosságban elmondható az általunk vizsgált mintákról, hogy a legtöbb összes szerves illékony komponens (VOC) a vegyes virágmézekben, a legkevesebb pedig a repce-és akácmézben volt. A vizsgált minták (repceméz, napraforgóméz, hársmez, vegyes virágméz) VOC összetételében még az azonosnak tekinthető fajtamézek esetében is jelentős eltéréseket tapasztaltunk (1. ábra).



1. ábra: A repcemézek összes VOC tartalmának egymáshoz viszonyított aránya (nagy kördiagram), illetve a mérés szempontjából fontos vegyületek eloszlása az egyes mintákban (kis kördiagramok)

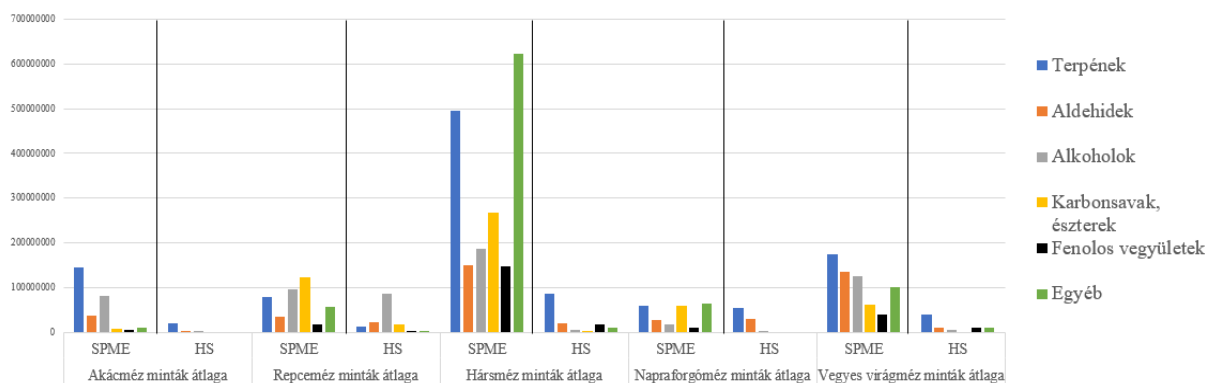
Ez alól az akácméz jelentett kivételt, amelyben ugyanazok a komponensek, mint egy ujjlenyomat voltak kimutathatóak a vizsgált mintákban (2. ábra). Azonban az alacsony min-taszám miatt megbízható következtetéseket nehéz levonni.



2. ábra Különböző akácméz minták SPME mintaelőkészítéssel mért kromatogramjainak összehasonlítása

Nagy különbségeket mutatott a beazonosított vegyületek összetételében, illetve arányában a két különböző mintaelőkészítési módszer (SPME, HS). A vizsgált minták mindegyikében a SPME hatékonyabbnak bizonyult (3. ábra).

Az egyes mintákban a jellemző komponensek (markerek) utalhatnak az eredetre. Ilyen pl.: az összes vizsgált napraforgómézben megtalált alfa-pinén, valamint az akácmintákra jellemző alifás aldehidek jelenléte.



3. ábra: A két mintaelőkészítési módszer (SPME, HS) eredményeinek összehasonlítása a különböző fajtamézek átlagára nézve a legfontosabb beazonosított aromakomponensek, illetve a csúcsterületek nagysága alapján

A mézben lévő beazonosított vegyületek közül néhány a virágforrásra jellemző, különösen a levendula (hexanal, heptanal), eukaliptusz (diketonok, kénvegyületek, alkánok), valamint a pitypang és repce mézekben. Vannak azonban olyan vegyületek is, mint az alkoholok, elágazó láncú aldehidek és furánzarmazékok, amelyek a méz mikrobiológiai tisztaságát, valamint a feldolgozási és tárolási körülményeket tükrözik (BOUSETA et al. 1992).

Ugyanakkor a vizsgált minták túlnyomó többségében megjelenik a hotrienol vegyület, amely a gőztér analízissel együtt járó hőterhelés következtében alakulhat ki.

Következtetések

A mérések során a legalacsonyabb értékeket az akác- és repcemézek mutatták, amelyek a legvilágosabb mézeink közé tartoznak. Alapvetően elmondható, hogy minél világosabb a méz annál kisebb mennyiségben tartalmaz biológiailag aktív komponenseket, így az emberi szervezet számára kevésbé értékesek.

A vizsgált értékek figyelembevételével a leggazdagabbak a vegyes virágmézek, amelyek színüket tekintve is a legsötétebbek voltak.

A vizsgált mérési módszerek (HS, SPME) legfontosabb előnye, hogy jelentősen kevesebb oldószert használnak fel, mint a régebben alkalmazott eljárások (oldószeres extrakció, oszlopkromatográfiás kinyerés, szimultán extrakció-desztilláció, ultrahanggal segített oldószeres extrakció). Így elmondható, hogy mindkét általunk alkalmazott eljárás gazdaságosnak, illetve környezetbarátnak tekinthető.

Ugyanakkor a beazonosított vegyületek összetételében és arányában minden esetben az SPME bizonyult hatékonyabbnak.

Irodalomjegyzék

- AMTMANN, M. (2009): különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék: Doktori disszertáció
- BARRA, M. P. G. – PONCE – DÍAZ, M. C. – VENEGAS – GALLEGOS, C. (2010): Volatile compounds in honey produced in the central valley of ñuble province, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70: 75-84
- BOUSETA, A. – COLLIN, S. – DOFOUR, J – P. (1992): Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with a dynamic headspace GC-MS system. *J. of Apicul. Res.* 31: 96-109
- CARERI, M. – MANGIA, A. – BARBIERI, G. – BOLZONI, L. – VIRGILI, R. – PAROLARI, G. (1993): Sensory property relationships to chemical data of italian-type dry-cured ham. *Journal of Food Science*, 58: 968-972.
- JERKOVIĆ, I. – KUŠ, P.M. (2014): Terpenes in honey: occurrence, origin and their role as chemical biomarkers. *RSC Advan.* 60. (4): 31710-31728
- MANYI – LOH, CH.E. – NDIP, R.N. – CLARKE, A.M. (2011): Volatile compounds in honey: A review on their involvement in aroma, botanical origin, determination and potential biomedical activities. *Int J Mol Sci.*, 12(12): 9514-9532
- POLI, D. – MANINI, D. – ANDREOLI, R. – FRANCHINI, I. – MUTTI, A. (2005): Determination of dichloromethane, trichloroethylene and perchloroethylene in urine samples by headspace solid phase microextraction gas chromatography - mass spectrometry. *Journal of Chromatography B.* 820: 95-102
- RADOVIC, B. S. – CARERI, M. – MANGIA, A. – MUSCI, M. – GERBOLES, M. – ANKLAM, E. (2001): Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chemistry*, 72(4): 511-520.
- ROBERTS, T. A. – AURELI, P. – FLAMINI, C. – YNDESTAD, M. (2002): Honey and microbiological hazards. In *Proceedings of the scientific committee on veterinary measures relating to public health*.

BIOLÓGIAI ENZIMES TECHNOLÓGIA HATÉKONYSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Comparative Examination of the Efficiency of Biological Enzyme Technology

ELEKNÉ FODOR VERONIKA, SZILI MÁTYÁS

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
elekne.fodor.veronika@uni-sopron.hu

Kivonat

A környezetszennyezés a környezeti elemek és rendszerek növekvő terhelésével és sérülésével egyre súlyosabb méreteket ölt hazánkban is. A károkozást követően az eredeti, vagy az azt megközelítő állapot helyreállításához hatékony, gyors és gazdaságilag kedvező technológiák kifejlesztésére van szükség. A bioremediációs eljárások közül a biológiai enzimes kezelés ígéretesnek tűnik. Három hazai esettanulmány összehasonlításával megvizsgáltuk, hogy a technológia alkalmazásával milyen hatékonyság érhető el a különböző adottságokkal rendelkező területeken, illetve feltérképeztük a hatékonyságot befolyásoló tényezőket. Az eredmények alapján a hatékonyság mértéke egyértelmű összefüggést mutat a területen található szennyezés korával. Összességében az eredmények rámutatnak a vizsgálat komplexitására, mivel a kifejezetten területspecifikus tényezőket nehéz feladat egyben vizsgálni.

Abstract

Pollution is becoming more and more serious (also in Hungary) with the increasing load and damage of environmental elements and systems. After the damage, effective, rapid and economically beneficial technologies are needed to restore the original or approaching state. Among bioremediation procedures, biological enzymatic treatment looks promising. By comparing three domestic case studies, we examined the efficiency that can be achieved by applying the technology in areas with different characteristics and mapped the factors affecting efficiency. Based on the results, the degree of efficiency is clearly correlated with the age of pollution in the area. Overall, the results highlight the complexity of the study, as it is difficult to examine specific factors specific to one area at the same time.

Bevezetés

A szennyezett talajok helyreállításának (remediálásának) szükségessége egyre égetőbb probléma, mivel gyakran másodlagos forrásai a talajvíz, illetve rétegvíz elszennyeződésének. „A bioremediáció olyan technológiai eljárás, mely biológiai rendszereket alkalmaz a környezeti kockázat redukálását végző technológiában a szennyezőanyagok koncentrációjának és káros hatásának elfogadható szintre csökkentése céljából.” (PEREI et al., 2012). A biológiai talajtisztítás során a veszélyes anyagok mikroorganizmusok kémiai anyagcsere-folyamatain keresztül alakulnak át kevésbé veszélyes anyagokká. A katalizátorként működő mikroorganizmus leggyakrabban baktérium, de találtak már az eljárást elősegítő gombafajt is (CHAPARIAN, 1996).

A kármentesítési technológiák közül a bioremediáció a legelőnyösebb, mivel nem terhel a környezetet káros vegyszerekkel, környezetbarát, és általában olcsóbb, mint a különböző fizikai-kémiai eljárások. A bioremediációnak számos technikája ismert, melyek nagy részét már a 80-as és 90-es években alkalmazták (SIMS, 1990; LAPINSKAS, 1989; WILLIAMS – MYLER, 1990; FAN – KRISHNAMURTHY, 1995).

Amennyiben a tisztítást szennyezett, de zavartalan helyszínen végzik, in situ tisztításról beszélünk. Előnye, hogy nagy kiterjedésű területeket viszonylag alacsony költséggel lehet

kármentesíteni, illetve a terület felszíne a mélyebb rétegek kezelése során használható marad. Hátránya, hogy nem minden talajtípusra alkalmazható, illetve a klimatikus viszonyoktól erősen függő, és ezáltal nehezen kontrollálható környezeti tényezők (hőmérséklet, pH, stb.) miatt nehéz elérni a szennyezőanyag teljes lebomlását, továbbá erős szennyezés esetén alacsony a hatékonysága (EIBES et al., 2015). Az in situ enzimes bioremediációs eljárások hatékonyságáról a külföldi szakirodalomban csak elvétve találhatók tanulmányok.

Ex situ eljárás során a szennyezett közeget megbontják, melyet, ha a helyszínen, vagy ahhoz közel kezelnek on site, ha elszállítják és más helyen kezelik, akkor off site módszernek hívunk. Előnye, hogy a kezelési idő rövidebb, kevésbé függ a helyi talajszerkezettől és a hidrológiai adottságoktól, és viszonylag kicsi az energiaigénye (PEREI et al., 2012). Azonban nagy kezelőterületet igényel, melynek sok idő az előkészítése és feldolgozása, így magasabb költségekkel jár.

Az enzimes kármentesítési eljárás, alapvetően nagyon egyszerű progresszív módszerrel történik. A talajkezelés első lépéseként a kezelőágyba helyezett talajréteg enyhe fellazítása történik. A katalizátort (koenzim) és az enzimes mosóvizet a felületre permetezik. A szennyezettségtől függően 0,1-0,2 V%-os koncentrációban bekevert enzimes mosóvízzel heti rendszerességgel, egy órán keresztül kell a kezelést végezni. Az enzimek fokozatosan szétbontják a szénhidrogén láncokat. A szénhidrogén szennyezettség mértékétől függően az oldat mennyisége változó lehet (1-3 m³), illetve a mentesítés szükség szerint több fázisban 1-2 hónapnyi kezelési időszükséglettel elvégezhető, melyet a szennyezettséghez kötötten előre lehet tervezni. A dekontamináció gyorsasága függ a szennyeződés koncentrációjának mértékétől, a kezelendő talaj porozitásától és vízáteresztő képességétől. A nedvességtartalmat, pH-t, hőmérsékletet, tápanyagellátást és az oxigénellátást kontrollálni szükséges, ugyanis magas kármentesítési értékeket lehet elérni a bioremediációs folyamatok környezeti paramétereinek optimalizációjával (HUANG, 2013; TOMEI – DAUGULIS, 2013; TANAKA et al., 2001; DAI et al. 2011). A talajkezelés ideje alatt esetlegesen jelentkező csurgalékvíz visszalocsolható a kezelt talajtest felületére (PEREI et al., 2012), illetőleg elszikkasztható a kezelőtéren, amennyiben a TPH tartalma nem haladja meg a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet szerinti „B”-határértéket, azaz a 100 µg/l TPH koncentrációt. A bakteriális eljárással szemben itt nem fordul elő másodlagos szennyeződés. Az eljárás utolsó lépéseként szükséges ellenőrző akkreditált mintavételek és laboratóriumi mérések elvégzése, mivel a mérési eredmények ismeretében születik döntés a talaj munkagödörbe való visszatöltéséről, vagy az enzimes kezelés folytatásáról.

Anyag és módszer

Kutatásunkban olyan esettanulmányok összehasonlítását végeztük el, ahol az „ENZIMIX” márkanévű enzimek készítményt alkalmazták *ex situ on site* eljárással. Az „ENZIMIX” vörös trágyagilisztával (*Eisenia foetida*) és a kárpáti kék meztelen csigával (*Bielzia coeruleans*) termeltetett baktérium-mentes hidrokarbonáz enzim-keverékből áll össze. Ezek az élőlények enzimeik segítségével képesek a környezetükben előforduló legkülönbözőbb szerves anyagokat a maguk számára hasznosíthatóvá tenni. Enzimikus spektrumuk rendkívül széles. Az általuk termelt biokatalizátorok lehetővé teszik, hogy számos állati, növényi, ásványi és szintetikus olaj, zsír, aromás vegyület, fehérje és szénhidrát szétesését elindítsa, lebontsa, így többek között kiválóan alkalmas alifás (TPH), aromás (BTEX) és policiklusos aromás (PAH) szénhidrogénekkal szennyezett talaj és talajvíz mentesítésére (ELMAJER, 2016).

A vizsgálatba bevont három esettanulmány közül az első (I.) kármentesítési helyszínen 2011-ben két helyen megfúrtak egy úgynevezett nyerskondenzátum vezetékét. Kárenyhítés keretében a két vezeték sérülés környezetében az érzékszervi úton szennyezettnek minősülő talaj azonnal kitermelésre és elszállításra került (összesen 457,540 t szennyezett talaj). A talajcsere után a laboratórium mindkét helyszínen talaj és talajvíz mintavételezést végzett.

A vizsgálat szempontjából releváns területet érintő laborvizsgálati eredmények (B) szennyezettségi szint feletti talajszennyezést nem mutattak, viszont a munkagödör mellett mélyített fúrások a talajvíz felszínén szabad szénhidrogén fázist tártak fel. A hatóság elrendelte a műszaki beavatkozási terv végrehajtását és a kármentesítési monitoring rendszer üzemeltetését (FLANEK – TÖRÖK, 2019).

A második (II.) vizsgált területen 1950–80-as évek katonai tevékenysége következtében szénhidrogén származékok kerültek a talajba és a felszín alatti vízbe. A laktanya területén a katonai működés időszaka alatt több helyen is végeztek üzemanyag tárolást és kiszolgáltatást összesen 16 db földalatti, valamint 3 db földfeletti tartályban. A karbantartás elmulasztása, a technikai eszközök nem megfelelően történő használata, a kezelőszemélyzet hozzá nem értése 4 gócpontban eredményezett környezeti károsodást. A 2001-ben elkészült tényfeltárás rögzítette, hogy a volt laktanya területén mind a talaj, mind a talajvíz különböző szénhidrogén komponensekkel (TPH, PAH és BTEX származékokkal) szennyezett. Tulajdonosváltás miatt 2012-ben újabb tényfeltárást végeztek, melynek keretében megtörtént a talaj- és talajvíz szennyezettségének lehatárolása. A hatóság megállapította, hogy a tartályok nem feleltek meg az előírásoknak, ezért azok megszüntetésére volt szükség (ELMAJER, 2016).

A harmadik (III.) esettanulmány során a gyálai Holt-Tisza holtág mintegy 15 km hosszú rehabilitációját tűzték ki célul. A beruházás előkészítési munkálatai során azonban – a korábbi évtizedek városi, illetve az ipari szennyvíz/csurgalékvíz terheléseiből fakadó – jelentős szénhidrogén szennyezettségre derült fény. A beavatkozáshoz kapcsolódó tényfeltárási, és a műszaki beavatkozás elkészítésére, valamint a szennyezettség felszámolása céljából az optimális műszaki beavatkozási technológiájának meghatározására (PILOT tesztek), az Országos Vízügyi Főigazgatóság közbeszerzést folytatott le. A nyertes Vállalkozót a hatóság tényfeltárási dokumentáció beadására kötelezte (VAMOSI, 2021).

Kutatásunk során célunk azon specifikus tényezők meghatározása volt az egyes területeken, amelyek növelhetik az enzimes eljárás hatékonyságát. A tényfeltárási, illetve műszaki beavatkozási tervek és záródokumentációk áttanulmányozásával megvizsgáltuk a szennyezett terület kiterjedését, a szennyező komponenseket és azok koncentrációit, a műszaki beavatkozás lépéseit, körülményeit. Az eredményeinket összegeztük és összefoglaló táblázatok formájában rögzítettük, majd következtetéseket fogalmaztunk meg a technológia sikerességével kapcsolatban.

Eredmények

A szennyező anyagok közül mind a három területen az alifás szénhidrogén (TPH) volt a domináns, de emellett előfordultak további szennyező komponensek is (benzol, PAH). Az összefoglaló táblázatoknál és a diagramoknál az eljárási hatékonyságot a TPH komponens koncentrációjának csökkenése alapján vizsgáltuk.

Az I. esettanulmány területén található kezelt talajprizmákból talajmintákat vettünk, melyek eredményeit a 1. táblázat szemlélteti. A BTEX vegyületek közül más komponenseket nem mértünk, mert a benzol koncentrációja nagyfokú horizontális kiterjedtsége miatt volt számunkra releváns. A PAH vegyületek tekintetében hasonló okok miatt tekintettünk el a vizsgálatról. A benzol mellett az összes alifás szénhidrogén (TPH) komponenseket vizsgáltunk.

A táblázat csak azokat a depókat tartalmazza, ahol detektálható (D) határérték feletti TPH vagy benzolszennyezés volt. Mindegyik mintavételi helyhez 2-4 db minta tartozik, melyek eltérő időpontból, de ugyanarról a helyről származnak. A kezelés időtartama változó volt, a lerövidebb 14 napig, a leghosszabb 10 hónapig tartott. A (D) határértéket meghaladó értékeket piros színnel, míg a határérték alatti értékek háttérét zöld színnel jelöltük. A sárga színű oszlopok a depókból vett első talajminta eredményéhez képest bekövetkezett %-os csökkenést mutatják. A depókon belüli mintavételi hely sorszámai és a százalékos

eredmények közül zölddel jelöltük a TPH és benzol komponensek tekintetében %-osan legnagyobb csökkenést produkáló mintákat.

1. táblázat: A bioprizmákból vett talajminták eredményei enzimes kezelés és forgatás hatására az I. mintaterületen

Depón belüli mintavételi hely sorszáma	Mintajel	Dátum	Időtartam	Mértékegység	TPH (C ₅ -C ₄₀)	%-os csökkenés	Benzol	%-os csökkenés
9.	TD-9-1	2016.11.11	6 hónap	mg/kg	529	90%	4,68	98%
	TD-9-2	2016.01.16			67		-	
	TD-9-3	2017.04.19			< 50		< 0,05	
	TD-9-5	2017.05.29			< 50		< 0,05	
10.	TD-10-1	2017.05.15	14 nap		6450	98%	66,9	~100%
	TD-10-2	2017.05.29			82		< 0,05	
11.	TD-11-1	2017.05.15	14 nap		650	92%	17,7	~100%
	TD-11-2	2017.05.29			< 50		< 0,05	
12.	TD-12-1	2017.05.15	14 nap		556	91%	< 0,05	-
	TD-12-2	2017.05.29			< 50		< 0,05	
13.	TD-13-1	2017.05.15	14 nap		1580	95%	4,65	99%
	TD-13-2	2017.05.29			69		< 0,05	
19.	TD-19-1	2017.07.18	10 hónap		2810	97%	< 0,05	-
	TD-19-2	2017.07.27			2140		< 0,05	
	TD-19-3	2018.05.02			76		< 0,05	
20.	TD-20-1	2017.07.18	10 hónap		1410	96%	< 0,05	-
	TD-20-2	2017.07.27		1140	< 0,05			
	TD-20-3	2018.05.02		< 50	< 0,05			
22.	TD-22-1	2017.07.18	10 hónap	689	93%	< 0,05	-	
	TD-22-2	2018.05.02		< 50		< 0,05		
24.	TD-24-1	2018.06.08	21 nap	425	69%	1,48	96%	
	TD-24-2	2018.06.18		51		< 0,05		
	TD-24-3	2018.06.29		130		< 0,05		
25.	TD-25-1	2018.06.08	21 nap	974	81%	6,45	99%	
	TD-25-2	2018.06.18		545		< 0,05		
	TD-25-3	2018.06.29		177		< 0,05		
28.	TD-28-1	2018.07.09	1 hónap	5730	99%	54,8	~100%	
	TD-28-2	2018.08.02		< 50		< 0,05		
„D” határérték: TPH	150 [mg/kg]							
„D” határérték: Benzol	10 [mg/kg]							

A vizsgálati eredmények alapján az alapállapot TPH koncentrációk 425-6450 mg/kg között szórtak (átlagérték ~1980 mg/kg). A kezelés időtartamai alatt a záróvizsgálatok szerint a TPH esetében az átlagérték ~107 mg/kg-ra csökkent <50-177 mg/kg szórással. Az elért átlagos hatékonyság TPH esetében 91% volt, tehát kijelenthető, hogy az alkalmazott eljárás a célállapotú határértékek elérését biztosította és ezzel a szennyezés ökológiai és egészségügyi kockázata megszűnt.

Az előzőhöz hasonlóan a II. vizsgálati területen történt kezelés eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az egy depóhoz tartozó két sorban a kezelés előtti (világos rózsaszín), és utáni (világoszöld) értékek találhatók. A II. depónia esetében két kezelés történt, ez indokolja a három értéket. A kezelési előtti értékeket két darab átlagminta átlagolásával határoztuk meg. A többi depónia esetében is ezt az eljárást alkalmaztuk kiegészítve a PAH koncentrációkkal. A határérték túllépéseket piros színnel jelöltük. Az eredmények mellett feltüntettük az eredeti koncentrációhoz képest történt %-os csökkenést is (sárga oszlop), zöld színnel kiemelve a két komponens koncentrációiban bekövetkezett arányosan legnagyobb változást. A táblázatban a nem határozott értékkel, hanem tartománnyal jelölt laboreredmények esetében a legmagasabb lehetséges értékkel számoltunk.

2. táblázat: A biodegradációs kezelőterületekről származó talaj átlagminták értékei a kezelés előtt és után

DEPÓ	Mintajel	Dátum	Időtartam	Komponens	TPH (C ₅ -C ₄₀)	%-os csökkenés	Összes PAH Naftalinok nélkül	%-os csökkenés
I.	SZD-I-1	2015.12.16	2 hónap (április-június)	mg/kg	552,5	14%	2,26	33%
		2016.05.25			476		1,52	
II.	SZD-II-2	2015.12.16			1608	93%	5,52	24%
		2016.05.25			1320		2,57	
		2016.06.21			106		<4,21	
III.	SZD-III-1	2015.12.16			509	85%	<0,67	-
		2016.05.25			78		-	
IV.	SZD-IV-3	2015.12.16			686	88%	1,16	100%
		2016.05.25			80		-	
V.	SZD-V-1	2015.12.16			692	91%	0,82	100%
		2016.05.25			63		-	
VI.	SZD-VI-3	2015.12.16			1535	75%	3,9	93%
		2016.05.25			380		<0,29	
VII.	SZD-VII-1	2015.12.16			520	83%	<1,2	-
		2016.05.25	91	-				
„D” határérték: TPH				532 [mg/kg]				
„D” határérték: összes PAH				5,84 [mg/kg]				

A vizsgálati eredmények alapján az alapállapot TPH átlagkoncentrációk 509-1608 mg/kg között változtak (átlagérték ~871 mg/kg). A mintegy 2 hónapos kezelés időtartama alatt a záróvizsgálatok szerint a TPH esetében az átlagérték 182 mg/kg-ra csökkent 63-476 mg/kg közötti szórással. Az átlagos %-os TPH koncentráció csökkenés 75,6% volt, ami megtevesztő lehet, mert a minimális 14%, a maximális 98% volt. Ha viszont az átlagból kivesszük a torzító 14%-os értéket (amely alacsony érték mellett is teljesült a „D” érték alá csökkenés követelménye), 85%-os hatékonyságot kapunk, ami a terület viszonylag alacsony szennyezettségét, illetve alacsony kockázati besorolását tekintve, megfelelő érték. Összességében az elért környezeti állapot talaj és talajvíz esetében (D) kármentesítési célállapot határérték alá csökkent. A terület alacsony kockázati besoroltsága miatt további beavatkozásra nem volt szükség.

A III. kármentesítési területen (PILOT tesztelés) kialakított kilenc prizmánál is látható a TPH és a PAH szennyező komponensek koncentrációjának különböző mértékű csökkenése. A vizsgálati eredmények alapján az alapállapot TPH koncentrációk 800-9000 mg/kg között (átlagérték ~4800 mg/kg), míg a PAH koncentrációk 0,3-7,5 mg/kg között szórtak (átlagérték: ~3,3 mg/kg). A mintegy 2 hónapos kezelés időtartama alatt a záróvizsgálatok szerint a TPH esetében az átlagérték 1830 mg/kg-ra, míg a PAH esetében 1,18 mg/kg-ra csökkentek (3. táblázat).

A 2, 3, 5, 6, 7-es kezelő prizma esetében egy rövid ideig tartó kezdeti emelkedést követően a szénhidrogén koncentrációk csökkenése mutatkozott. A kezdeti emelkedés magyarázata, hogy az enzim a hosszúláncú alifás szénhidrogéneket „feldarabolta”, melynek következtében a rövidebb szénláncú alifás szénhidrogének koncentrációja megnövekedett. A kezelt mederüledékben lévő szennyezőanyag koncentrációja TPH tekintetében 74%-al (5-ös prizma), illetve 79%-al (6-os prizma), a PAH tekintetében 69%-al (5-ös prizma), illetve 70%-al (6-os prizma) csökkent.

3. táblázat: A biodegradációs prizmákból származó iszap átlagminták értékei a kezelés előtt és után

Prizma sorszáma	Dátum	Időtartam	Komponens	TPH (C ₅ -C ₄₀)	%-os csökkenés	PAH	%-os csökkenés
1.	2021.04.08	2 hónap (április-június)	mg/kg	7 040	61%	4,9	63%
	2021.05.06			6 667		3,49	
	2021.05.25			6 287		5,77	
	2021.06.03			2 713		1,80	
2.	2021.04.08			3 607	41%	1,7	12%
	2021.05.06			4 700		3,01	
	2021.05.25			3 593		2,79	
	2021.06.03			2 130		1,50	
3.	2021.04.08			4 317	62%	3,39	63%
	2021.05.06			5 217		2,56	
	2021.05.25			4 667		2,06	
	2021.06.03			1 652		1,27	
4.	2021.04.08			5 393	55%	3,77	63%
	2021.05.06			5 187		2,44	
	2021.05.25			4 227		2,69	
	2021.06.03			2 423		1,38	
5.	2021.04.08			2 038	74%	1,37	69%
	2021.05.06			2 573		1,33	
	2021.05.25			792		0,47	
	2021.06.03			521		0,42	
6.	2021.04.08			4 730	79%	3,11	70%
	2021.05.06			4 790		2,37	
	2021.05.25			3 573		1,94	
	2021.06.03			980		0,92	
7.	2021.04.08			4 790	60%	3,31	66%
	2021.05.06			6 053		2,98	
	2021.05.25			3 630		2	
	2021.06.03			1 907		1,14	
8.	2021.04.08			5 660	67%	3,37	70%
	2021.05.06			5 227		3,08	
	2021.05.25			3 640		1,85	
	2021.06.03			1 853		1,01	
9.	2021.04.08			6 133	63%	4,43	73%
	2021.05.06			5 773		3,51	
	2021.05.25			4 003		2,36	
	2021.06.03			2 277		1,20	
„D” határérték: TPH		250 [mg/kg]					
„D” határérték: PAH		0,90 [mg/kg]					

A három terület szennyezésének %-os csökkenése alapján a technológia hatékonysága az I. számú esettanulmány területén volt a legszámottevőbb 91%-kal. Összességében a három területen alkalmazott enzimes technológia kiváló eredményei (91%-os, 85%-os, és ~62%-os csökkenés), illetve annak nemzetközi szakirodalomban megjelent referenciái meggyőzően mutatnak, ami igazolja a bioremediációs kezelés nagyfokú eredményességét.

Következtetések

A vizsgálati területek eredményeinek pontos összehasonlítása a különböző tényezők és körülmények komplexitása miatt kihívást jelentett. A szennyezés forrásától a földtani közegegen át egészen a mintavételezésig számos faktort kellett figyelembe venni.

A szennyezés ideje, forrása, illetve kiterjedtsége és koncentrációja eltérő volt mind a három területen. Az I. esettanulmányban egy friss, időben észlelt szennyezést sikerült a hatóság által elfogadható szintre csökkenteni, míg a II. és III. kármentesítésnél több évtizedes, már bomlásban lévő, és sokkal erősebb, kiterjedtebb környezeti kár lett elhárítva. Ez magyarázat lehet az I. területen történt kezelés kiemelkedő hatékonyságára, ugyanis itt a szennyezőanyagok még nem alakíthattak ki szoros fizikai és kémiai kötéseket a talajszemcsék szilárd

felületével, azaz gyenge adszorpció állt fenn, így az enzim könnyebben hozzáfért a szennyező komponensek teljes spektrumához.

Meghatározó tényező lehet a szennyezett közeg fizikai, kémiai összetétele. Földtani közegeknél a lazább, homokos, kevésbé kötött talajok szemcséi között könnyebben jut el az enzim a szennyeződésig, illetve könnyebben hozzáfér a talajszemcsékhez adszorbeálódott szénhidrogén egységekhez. Ugyanakkor az I. esettanulmány eredményei alapján látható, hogy a kötöttebb talajoknál is nagy hatékonyságot lehet elérni a technológiával. A kulcs a megfelelő homogenizálás, illetve a talaj nedvesen tartása, melyet talajforgatással, levegőztetéssel és folyamatos locsolással lehet elérni.

További fizikai-kémiai tényezők, mint például a hőmérséklet, a pH, nedvességtartalom, és a tápanyagtartalom befolyásolhatják az enzim aktivitását, és ezáltal a hatékonyságát is. Erre jó példa a III. esettanulmány, melyben kiderült, hogy annál a prizánál volt leghatékonyabb a kérmentesítés, ahol enzim és baktériumszuszpenzió keveréket (tápanyag utánpótlással) adtunk a talajhoz. Ennek oka, hogy az enzim a kémiai kötések felbontásával feldarabolta a nagyobb alifás és policiklusos aromás szénhidrogén egységeket, így biztosítva a biológiai hozzáférhetőséget az optimális környezetben tartott, baktériumoknak, melyek könnyebben tudták tovább bontani zsírsavakra, alkoholokra, majd CO₂-re és vízre. Az eredmény kiváló referencia lehet a további kármentesítési projektek tervezésében.

Összességében, ha megnézzük az eredményeket, az enzimes eljárás technológia hatékonysága kiváló, ezért további fejlesztési javaslatok megfogalmazása kihívást jelent. Emellett nehézség, hogy a körülmények minden egyes területen változnak, és nem áll rendelkezésre annyi információ, hogy biztosan meg lehessen állapítani a hatékonyságot fejlesztő tényezőket. Vízgazdálkodási szempontból egy lehetséges fejlesztés lehetne a prizmákhoz organikus talajkondicionáló anyagok (pl.: Water Retainer VízŐr®) hozzáadása, melyek a talaj nedvességének visszatartásával csökkentenék a vízfelhasználást, és a felszín alatti vizek kiaknázását, ami gazdaságilag is ideális lenne.

Irodalomjegyzék

- CHAPARIAN M. (1996): *Successful bioremediation: The importance of the biofeasibility study*. Waste Age, 27(2): 123-129.
- DAI Y. – YIN L. – NIU J. (2011): Laccase-carrying electrospun fibrous membranes for adsorption and degradation of PAHs in shoal soils. Environ. Sci. Technol. 45(24): 10611–10618
- EIBES et al. (2015): Enzymatic technologies for remediation of hydrophobic organic pollutants in soil. Appl. Microbiol. Biotechnol.
- FAN CH. Y. – KRISHNAMURTHY S. (1995): Enzymes for enhancing bioremediation of petroleum-contaminated soils: a brief review. Journal of Air and Waste Management Association, 45(6): 453-460.
- HUANG Q. (2013): Enzyme composition and methods to transform perfluoroalkyl compounds in soil and/or groundwater. US, Google Patents
- LAPINSKAS J. (1989): Bacterial degradation of hydrocarbon contamination in soil, and groundwater. Chemistry and Industry, 12: 784-789.
- MA T. et al. (2011): Enhancement of atrazine degradation by crude and immobilized enzymes in two agricultural soils. Environ Earth Sci 64(3): 861–867
- PEREI K. – PERNYESZI T. – LAKATOS GY. (2012): Bioremediáció, Szegedi Tudományegyetem, p. 4
- SIMS R. C. (1990): Soil remediation techniques at uncontrolled hazardous waste site: a critical review. Journal of Air and Waste Management Association, 40(5): 704-732.
- TANAKA T. – NOSE M. – ENDO A. – FUJII T. – TANIGUCHI M. (2003): Treatment of nonylphenol with laccase in a rotating reactor. J Biosci Bioeng 96(6): 541–546
- TOMEI M.C. – DAUGULIS A.J. (2013): Ex situ bioremediation of contaminated soils: an overview of conventional and innovative technologies. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 43(20): 2107–2139
- WILLIAMS, R. T. – MYLER, C. A. (1990): Bioremediation using composting. Biocycle, p. 78-82

VAN-E ELÉG ÍZELTLÁBÚ TÁPLÁLÉKA A TÚZOKNAK A MOSONI-SÍKON?

Is there enough Arthropod food for the Great Bustard on the Mosoni Plain?

FARAGÓ SÁNDOR

Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet
farago.sandor@uni-sopron.hu

Kivonat

A tűzok (*Otis tarda*) számára fontos az ízeltlábú táplálékforrás kínálat, így kulcskérdés, hogy az rendelkezésre áll-e a Mosoni-sík tűzokos élőhelyein. A tanulmány BARBER-csapdák több évtizedes, évenként május–július hónapokban történő működtetésével kereste a kérdésre adandó választ. A vizsgálatok eredményei megerősítettek bennünket abban, hogy a Mosoni-síkon a tűzok számára rendelkezésre áll a szükséges mennyiségű és minőségű táplálék, azaz az nem jelent számára ökológiailag szűk keresztmetszetet, ezáltal nem veszélyezteti a populáció fennmaradását.

Abstract

The supply of Arthropod food sources is important for Great Bustard (*Otis tarda*), so the key question is whether it is available in the Great Bustard habitats of the Mosoni Plain. The study looked for the answer to the question by operating BARBER pitfall traps for several decades, in the months of May, June and July each year. The results of the tests confirmed us that the necessary quantity and quality of Arthropod food is available on the Mosoni Plain, i.e., it does not constitute an ecological bottleneck for the Great Bustard, and therefore does not threaten the survival of the population.

Bevezetés

A globálisan veszélyeztetett tűzok (*Otis tarda*) megfogyatkozott állományainak védelme során megkerülhetetlen a faj-környezet interakció egyik legfontosabb szegmensének a trofikus viszonyoknak az ismerete.

Az átfogó ornitológiai monográfiák (GLUTZ *et al.* 1973; CRAMP – SIMMONS 1980 MORALES – MARTÍN 2002) foglalkoznak a tűzok táplálkozásával. Egy korábbi feldolgozásban FARAGÓ (1986) 114 növényi és 155 állati taxont állapított meg, mint tűzoktáplálékot, amely lista az *Otis tarda tarda* areájának területén – főként az egykori vadászat által lehetővé tett bromatológiai vizsgálatok alapján született. Egy második feldolgozás (FARAGÓ 2019) szerint már 259 növényi és 198 állati, összesen 457 taxont mutattunk ki.

Régóta felmerülő és folyamatosan feltett kérdés a vadbiológiai kutatásban (POTTS 1986, 2012), hogy a mezőgazdasági technológia intenzívvé válása után vajon rendelkezésre áll-e a főleg csibe korban esszenciális fontosságú ízeltlábú táplálék a mezei szárnyasvad fajok, köztük a tűzok számára. POTTS (1986, 2012) a fogoly esetében a kis testméretű ízeltlábúak jelenlétét limitáló tényezőnek tartotta, igaz a napos fogolycsibe testtömege mindössze **8,5–9,5** gramm. Az ilyen kis csibék – egészen 4 hetes korukig, – amikor áttérnek a dominánsan növényi táplálékra –, csak néhány mm-es ízeltlábúakat (imágókat, hernyókat) fogyasztanak. Ez a zsákmányállat méret valóban hiányzik a mezei területek nagy részén. A tűzok esetében a kikelt csibék testtömege **82-92** gramm, azaz a tízszerese a fogolycsibéének. Jogos a kérdés, hogy a természetes módon nagyobb ízeltlábúak felvételére is képes tűzokcsibéknek, illetve a felnőtt madaraknak is elégtelen állati táplálékmennyiséggel kell-e szembenézniük, avagy ez a tényező a tűzok számára nem jelent limitáló faktort. Ezt a magyar tűzok elterjedési területén belül több helyütt (Mosoni-sík, Hanság, Kiskunság, Dél-Borsod, Hortobágy, Nagykunság) korábban megvalósított táplálékforrás kínálat vizsgálattal igyekeztünk kimutatni

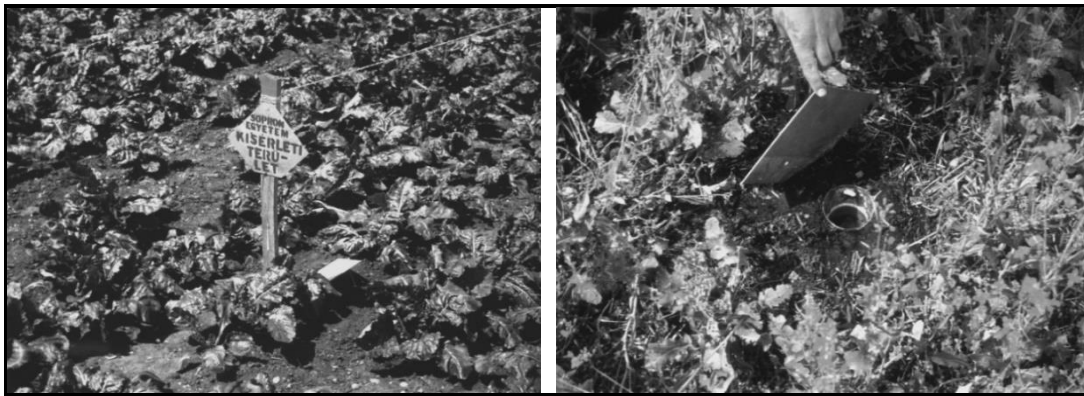
(FARAGÓ 1988, 1990b, 1992). Kiemelkednek e sorból a Mosoni-síkon végzett kutatások (FARAGÓ *et al.* 2012), amelyek 1984-től napjainkig folynak a LAJTA Project (FARAGÓ 2012) és a MOSON Project (FARAGÓ *et al.* 2014) területén. A dolgozat e vizsgálatok alapján válaszol a címben feltett kérdésre.

Anyag és módszer

A táplálékforrásként szóba jöhető ízeltlábúak gyűjtés módszere a **talajcsapdázás** volt (FARAGÓ, 1990a). A BARBER-féle talajcsapda a talaj felszínén mozgó rovarok vizsgálatának jól bevált eszköze. Előnye az eljárásnak, hogy a csapdázott bogáranyag feldolgozásával, nagy biztonsággal vonhatunk le következtetéseket a vizsgálni kívánt terület faunájáról, hiszen a példányok túlnyomó többsége a ténylegesen ott élő fajokat képviseli.

Az 1984-től napjainkig évente telepített BARBER-csapdák 3 dl űrtartalmú, 8 cm-es szájátmérőjű és 8,5 cm mélységű műanyagpoharak voltak, amelyeket alumínium-tetővel láttunk el, hogy elkerüljék a kisebb gerinces állatok (gyíkok, pockok, cickányok) bejutását, valamint védjék a csapadék ellen. A poharakba konzerváló folyadék gyanánt kezdetben 5%-os formaldehid oldat, később etilén-glikol került, amelynek vonzó hatása kismértékű, ezáltal elérhető volt, hogy zömében csak a területen élő példányok jussanak a csapdádba.

Az évente kiválasztott élőhelyek mindegyikében 5-5 talajcsapda üzemelt, amelyeket vonal mentén, egymástól 5 m távolságban helyeztünk el a táblában. A csapdák májustól júliusig, esetenként augusztusig üzemeltek. Ürítésüket kéthetes (14-14 nap) intervallumokban végeztük. Az ürítések során minden élőhelyen minden csapda tartalmát külön-külön vászonzacskóba töltöttük, megcéduláztuk, gumigyűrűvel lezártuk és az 5 csapda tartalmát tartalmazó 5 vászonzacskót ugyancsak megcédulázott üvegedénybe helyeztük, s formalin /etilén-glikol) oldattal töltöttük fel. Egy-egy üvegedény tehát, egy-egy élőhelyről 2 hét során, 5 csapdával fogott ízeltlábúakat (más megközelítésben állati eredetű táplálékforrást) tartalmazott.



1. ábra: BARBER-csapdák répafieldön a LAJTA Projectben (Fotó: FARAGÓ S.)

A laboratóriumi feldolgozás során a zacskók anyagát cédulájukkal együtt alapos kimosás után Petri-csészékbe helyeztük, majd szárítószekrényben 80 °C-on 24-36 óráig szárítottuk. Ezután 48 órán keresztül szobahőmérsékleten tartottuk, s taxononként szétválogattuk azokat. A válogatás során csapdánként felírtuk az egyedszámot és periódusonként mértük az egyes taxonok egyedeinek összes tömegét. A méréseket analitikai mérleggel 0,01 g pontossággal végeztük, az ennél kisebb értékeket felfelé kerekítettük. Az egyedi és tömeg adatokat mérésenként (= 2-2 hetes időszakonként) táblázatokban rögzítettük és számoltuk a dominanciaviszonyokat, majd az alapadatokat a különféle közösségi-ökológiai mutatók számításához fölhasználtuk (FARAGÓ, 1990a).

A feldolgozás során mind az egyedszámra, mind tömegre vonatkoztatva elvégeztük a diverzitás- és kiegyenlítettség-számításokat. A diverzitás esetében az ilyen jellegű

feldolgozásnál szokásos, már korábban alkalmazott (FARAGÓ, 1988, 1990a) SHANNON–WIENER-diverzitás képletet használtuk.

Az egyes habitatok összehasonlítására klaszteranalízist alkalmaztunk, hierarchikus, agglomeratív módszerrel, hasonlósági indexként a változó vektorok cosinusát, továbbá teljes lánc fúziós stratégiát választva (PODANI 1988).

Eredmények

Az eredményeket – esettanulmányként – a 2002-es vizsgálati év alapján mutatjuk be, amelynek során tavaszi árpa, őszi búza, mézontófü (facélia), repce, kukorica, vadföld, árokpárt, erdősáv és ruderalia élőhelyekben végeztük el az ízeltlábú állomány vizsgálatát. Egy élőhelyre vonatkozóan a *vadföld* példáján ismertetjük a kapott eredményeket, a vizsgált hat-szor 2 hetes periódusra, a magasabb taxonok szintjén történt egyedszám és egyed% (1. táblázat, 2. ábra), valamint tömeg és tömeg% értékek (2. táblázat, 2. ábra) megadásával. Ha valamennyi vizsgált élőhelytípus táplálékforrás kínálatának értékeit összevetjük, akkor kialakul az az adatbázis, amelyek az összehasonlítás alapjául szolgálhatnak (3. táblázat, 3. ábra), s amely alapján sorrendiséget határozhatunk meg (4. táblázat).

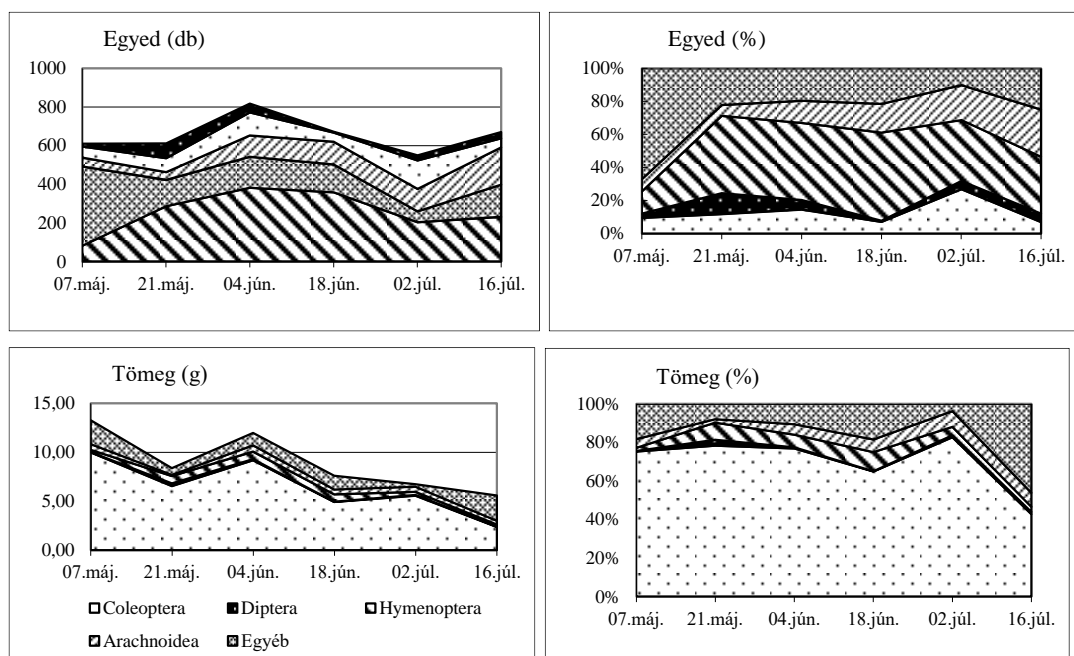
1. táblázat: *Ízeltlábúak egyed- és egyedi dominancia viszonyai vadföldön, a LAJTA Projektben, 2002-ben (FARAGÓ et al. 2012)*

EGYEDSZÁM	1		2		3		4		5		6	
	05.07. – 05.21.		05.21. – 06.04.		06.04. – 06.18.		06.18. – 07.02.		07.02. – 07.16.		07.16. – 07.30.	
	pd	%	pd	%	pd	%	pd	%	pd	%	pd	%
Isopoda	278	45,57	30	4,91	63	7,71	73	10,88	18	3,27	58	8,66
Lumbricidae	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,36	0	0,00
Diplopoda	17	2,79	1	0,16	2	0,24	3	0,45	19	3,45	26	3,88
Chilopoda	12	1,97	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,36	0	0,00
Orthoptera	11	1,80	21	3,44	10	1,22	2	0,30	7	1,27	10	1,49
Heteroptera	6	0,98	72	11,78	56	6,85	1	0,15	1	0,18	10	1,49
Homoptera	3	0,49	9	1,47	8	0,98	48	7,15	0	0,00	38	5,67
Dermatoptera	79	12,95	0	0,00	2	0,24	2	0,30	2	0,36	0	0,00
Collembola	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Coleoptera im.	58	9,51	72	11,78	119	14,57	48	7,15	148	26,91	47	7,01
Lepidoptera im.	2	0,33	0	0,00	7	0,86	0	0,00	5	0,91	0	0,00
Lepidoptera h.	2	0,33	0	0,00	8	0,98	2	0,30	0	0,00	8	1,19
Blattidea	0	0,00	0	0,00	1	0,12	13	1,94	0	0,00	5	0,75
Gastropoda	0	0,00	3	0,49	3	0,37	0	0,00	0	0,00	12	1,79
Diptera	15	2,46	77	12,60	46	5,63	4	0,60	27	4,91	33	4,93
Hymenoptera	82	13,44	286	46,81	382	46,76	358	53,35	203	36,91	231	34,48
Arachnoidea	45	7,38	40	6,55	110	13,46	117	17,44	116	21,09	192	28,66
Összesen	610	100,00	611	100,00	817	100,00	671	100,00	550	100,00	670	100,00
H	1,758		1,661		1,693		1,451		1,597		1,848	
J	0,686		0,722		0,641		0,584		0,642		0,744	

Ugyanezt a célt szolgálják az ízeltlábú közösségi paraméterek közül a diverzitás és a kiegyenlítettség értékei, amelyek mind egyedszám (5. táblázat), mind tömegértékek alapján (6. táblázat) kiszámításra kerültek.

2. táblázat: Ízeltlábúak tömeg- és tömegdominancia-viszonyai vadföldön, a LAJTA Projectben, 2002-ben (FARAGÓ et al. 2012)

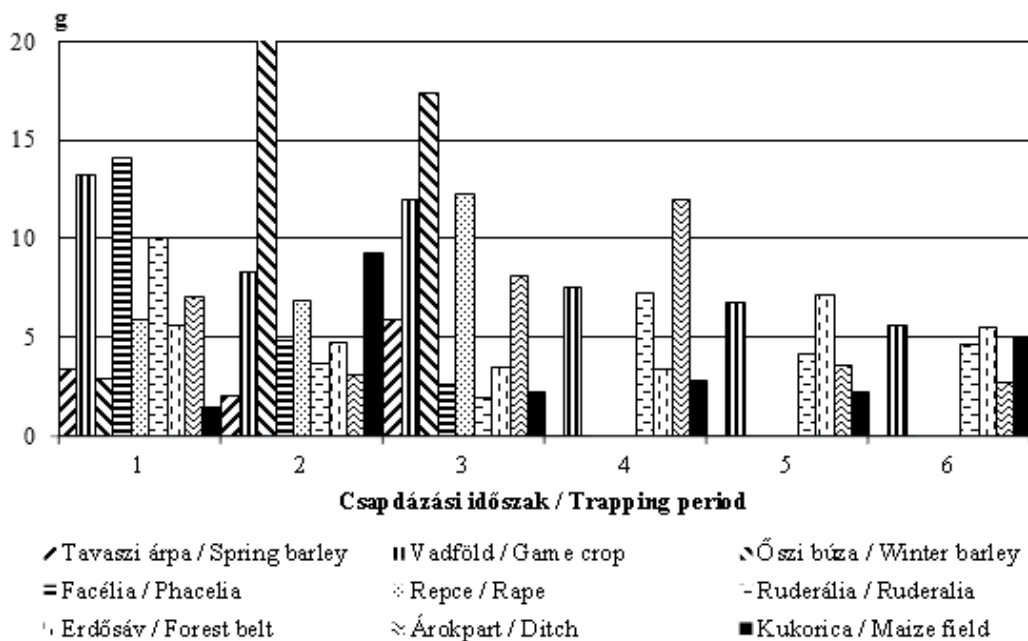
TÖMEG	1		2		3		4		5		6	
Taxonok	05.07. – 05.21.		05.21. – 06.04.		06.04. – 06.18.		06.18. – 07.02.		07.02. – 07.16.		07.16. – 07.30.	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Isopoda	1,70	12,80	0,10	1,19	0,20	1,67	0,66	8,67	0,02	0,30	0,90	16,07
Lumbricidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	0,00	0,00
Diplopoda	0,20	1,51	0,01	0,12	0,01	0,08	0,01	0,13	0,02	0,30	0,20	3,57
Chilopoda	0,09	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	0,00	0,00
Orthoptera	0,09	0,68	0,10	1,19	0,25	2,09	0,01	0,13	0,11	1,63	0,04	0,71
Heteroptera	0,03	0,23	0,35	4,18	0,44	3,67	0,01	0,13	0,01	0,15	0,05	0,89
Homoptera	0,01	0,08	0,08	0,95	0,04	0,33	0,40	5,26	0,00	0,00	0,40	7,14
Dermatop- tera	0,25	1,88	0,00	0,00	0,01	0,08	0,01	0,13	0,03	0,44	0,00	0,00
Collembola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleoptera im.	10,00	75,30	6,56	78,28	9,20	76,79	4,94	64,91	5,58	82,67	2,39	42,68
Lepidoptera im.	0,07	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,74	0,00	0,00
Lepidoptera h.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,67	0,01	0,13	0,00	0,00	0,30	5,36
Blattidea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,17	0,30	3,94	0,00	0,00	0,10	1,79
Gastropoda	0,00	0,00	0,03	0,36	0,10	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	10,71
Diptera	0,02	0,15	0,25	2,98	0,08	0,67	0,01	0,13	0,07	1,04	0,07	1,25
Hymenop- tera	0,22	1,66	0,75	8,95	0,77	6,43	0,75	9,86	0,29	4,30	0,15	2,68
Arachnoidea	0,60	4,52	0,15	1,79	0,66	5,51	0,50	6,57	0,55	8,15	0,40	7,14
Összesen	13,28	100,00	8,38	100,00	11,98	100,00	7,61	100,00	6,75	100,00	5,60	100,00
H	0,947		0,895		0,993		1,234		0,735		1,850	
J	0,381		0,389		0,387		0,497		0,296		0,745	



2. ábra: Ízeltlábúak egyedi és tömeg, illetve dominanciaviszonyai vadföldön, a LAJTA Projectben, 2002-ben (FARAGÓ et al. 2012)

3. táblázat: Az ízeltlábúak tömegviszonyainak (gramm) alakulása, 2002-ben a LAJTA Projektben (FARAGÓ et al. 2012)

	Habitat	1	2	3	4	5	6	Összes tömeg
Összes ízeltlábú	Tavaszi árpa	3,44	2,03	5,92	–	–	–	11,39
	Vadföld	13,28	8,38	11,98	7,61	6,75	5,60	53,60
	Őszi búza	2,91	20,71	17,47	–	–	–	41,09
	Facélia	14,14	4,84	2,64	–	–	–	21,62
	Repce	5,96	6,88	12,26	–	–	–	25,10
	Ruderália	10,09	3,69	1,96	7,29	4,19	4,68	31,90
	Erdősáv	5,65	4,75	3,49	3,38	7,14	5,58	29,99
	Árokpart	7,10	3,12	8,13	11,99	3,65	2,72	36,71
	Kukorica	1,45	9,27	2,24	2,83	2,22	5,02	23,03
Coleoptera	Tavaszi árpa	2,70	1,60	5,25	–	–	–	9,55
	Vadföld	10,00	6,56	9,20	4,94	5,58	2,39	38,67
	Őszi búza	1,80	20,04	15,93	–	–	–	37,77
	Facélia	11,96	4,40	2,17	–	–	–	18,53
	Repce	3,50	5,37	8,60	–	–	–	17,47
	Ruderália	3,88	0,45	0,02	2,40	1,60	0,50	8,85
	Erdősáv	2,57	2,14	1,70	1,85	5,32	2,41	15,99
	Árokpart	4,18	1,32	7,01	9,38	2,10	1,07	25,06
	Kukorica	1,30	8,65	1,89	2,60	2,00	4,60	21,04



3. ábra: Az összes állati eredetű táplálék tömegviszonyainak összehasonlító ábrázolása, 2002 (FARAGÓ et al. 2012)

4. táblázat: A habitatok rangsora az összes tömeg és a mérésenkénti rangsorok átlaga alapján, 2002

	Habitat	Összes tömeg		Átlagos rangsor	Abszolút rangsor
		gramm	Rangsorszám		
Összes ízeltlábú	Tavaszi árpa	11,39	6	4,50	5
	Vadföld	53,60	5	5,83	4
	Őszi búza	41,09	7	6,83	2
	Facélia	21,62	8	6,83	3
	Repcé	25,10	9	7,67	1
	Ruderália	31,90	2	3,17	8
	Erdősáv	29,99	4	3,83	6
	Árokpart	36,71	1	3,67	7
	Kukorica	23,03	3	2,67	9
Coleoptera	Tavaszi árpa	9,55	6	5,00	5
	Vadföld	38,67	3	5,83	4
	Őszi búza	37,77	7	6,83	3
	Facélia	18,53	8	7,00	2
	Repcé	17,47	9	7,50	1
	Ruderália	8,85	1	2,00	9
	Erdősáv	15,99	4	3,00	8
	Árokpart	25,06	2	4,17	6
	Kukorica	21,04	5	3,67	7

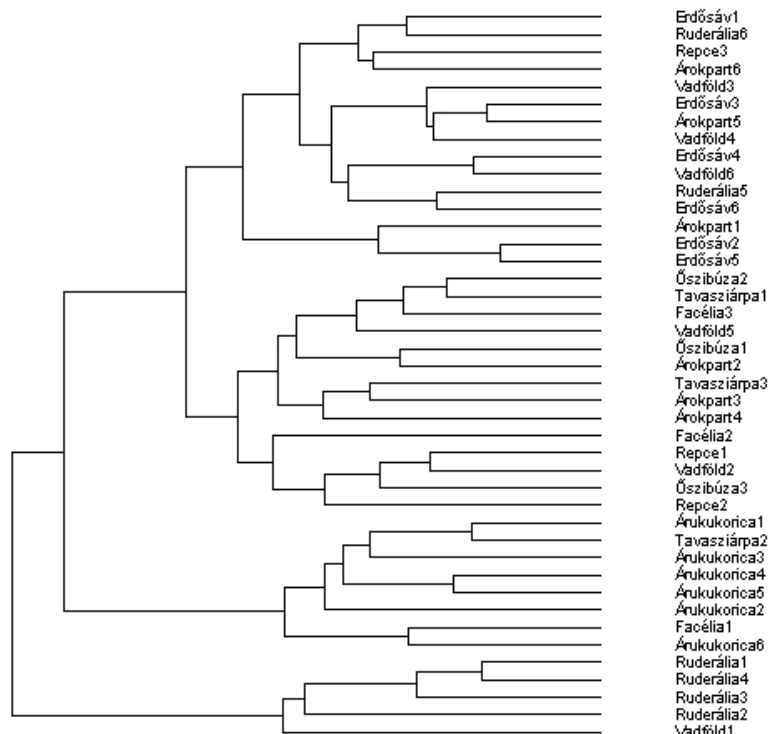
5. táblázat: Az Arthropoda egyedi diverzitás (H_i) és kiegyenlítettség (J_i) habitatok szerinti változása 2002-ben (Faragó et al. 2012)

	LAJTA 2002	Őszi búza	Repcé	Kukorica	Tavaszi árpa	Mézon- tőfű	Vadföld	Erdősáv	Árokpart	Ruderá- lia	
		Diverzitás (H _i)									
1	05.07. – 05.21.	1,740	1,823	1,352	1,259	1,718	1,758	1,610	1,040	1,283	
2	05.21. – 06.04.	1,457	1,551	1,456	1,545	1,493	1,661	1,372	1,889	1,328	
3	06.04. – 06.18.	1,800	1,715	1,670	1,536	1,391	1,693	1,641	1,623	1,003	
4	06.18. – 07.02.	–	–	1,434	–	–	1,451	1,635	1,938	1,481	
5	07.02. – 07.16.	–	–	1,353	–	–	1,597	1,441	1,411	1,396	
6	07.16. – 07.30.	–	–	1,330	–	–	1,848	1,415	1,690	1,555	
		Kiegyenlítettség (J _i)									
1	05.07. – 05.21.	0,756	0,734	0,650	0,573	0,746	0,686	0,672	0,434	0,516	
2	05.21. – 06.04.	0,663	0,706	0,700	0,743	0,679	0,722	0,520	0,788	0,518	
3	06.04. – 06.18.	0,819	0,781	0,760	0,739	0,604	0,641	0,622	0,739	0,456	
4	06.18. – 07.02.	–	–	0,623	–	–	0,584	0,658	0,808	0,577	
5	07.02. – 07.16.	–	–	0,651	–	–	0,642	0,601	0,568	0,562	
6	07.16. – 07.30.	–	–	0,605	–	–	0,744	0,615	0,705	0,675	

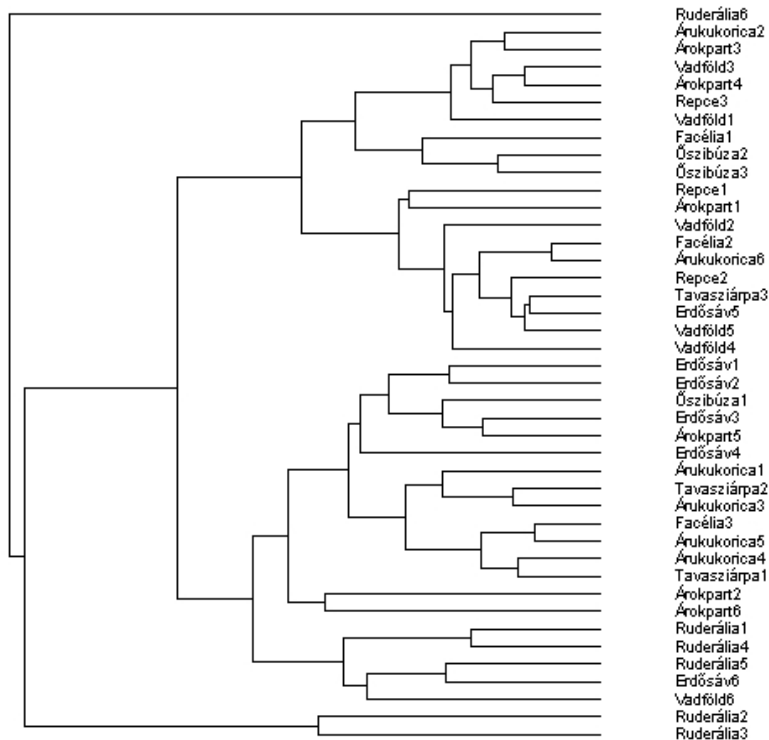
6. táblázat: Az Arthropoda tömeg diverzitás (H_G) és kiegyenlítettség (J_G) habitatok szerinti változása 2002-ben (FARAGÓ et al. 2012)

	LAJTA 2002	Őszi búza	Repc e	Kukorica	Tavaszi árpa	Mézon- tőfü	Vadföld	Erdősáv	Árokpart	Ruderá- lia
Diverzitás (H_G)										
1	05.07. – 05.21.	1,335	1,472	0,509	0,852	0,692	0,947	1,651	1,237	1,405
2	05.21. – 06.04.	0,181	0,893	0,296	0,796	0,450	0,895	1,696	1,672	1,620
3	06.04. – 06.18.	0,459	1,104	0,660	0,511	0,761	0,993	1,699	0,577	1,052
4	06.18. – 07.02.	–	–	0,419	–	–	1,234	1,366	0,876	1,529
5	07.02. – 07.16.	–	–	0,440	–	–	0,735	1,083	1,414	1,465
6	07.16. – 07.30.	–	–	0,418	–	–	1,850	1,336	1,773	0,963
Kiegyenlítettség (J_G)										
1	05.07. – 05.21.	0,607	0,614	0,245	0,388	0,300	0,381	0,688	0,516	0,566
2	05.21. – 06.04.	0,083	0,407	0,142	0,383	0,205	0,389	0,642	0,697	0,632
3	06.04. – 06.18.	0,209	0,503	0,300	0,246	0,330	0,387	0,644	0,263	0,479
4	06.18. – 07.02.	–	–	0,182	–	–	0,497	0,570	0,365	0,596
5	07.02. – 07.16.	–	–	0,212	–	–	0,296	0,452	0,569	0,590
6	07.16. – 07.30.	–	–	0,190	–	–	0,745	0,580	0,739	0,418

Végül 2-2 hetes periódusonként és teljes vizsgálati időszak 6-6 periódusát is figyelembe vevő egyedszám alapú (4. ábra) és tömegviszonyok szerint elvégzett (5. ábra) klaszter analízissel az élőhelytípusok periódusokon belüli hasonlóságait, illetve a teljes vizsgálat folyamán az élőhelytípusok periódusonkénti hasonlóságaira kerestük a megfelelő válaszokat.



4. ábra: A táplálékbázis egyedszám szerinti dendrogramja valamennyi vizsgált élőhely valamennyi vizsgálati periódusának összevetésével, 2002 (FARAGÓ et al. 2012)



5. ábra: A táplálékbázis tömeg dendrogramja valamennyi vizsgált élőhely valamennyi vizsgálati periódusának összevetésével, 2002 (FARAGÓ et al. 2012)

7. táblázat: A lucerna évenként csapdázott összes izeltlábú állománya – gramm – a LAJTA Projectben, 1984-2021

Év	Május		Június		Július	
	1 pe-riódus	2 pe-riódus	3 pe-riódus	4 pe-riódus	5 pe-riódus	6 pe-riódus
1984	7,59	5,36	2,85	2,86	4,55	2,31
1986	16,5	1,65	2,56	19,87	12,94	6,88
1988	45,17	8,06	3,39	1,04	2,99	1,78
1989	3,74	1,57	0,67	0,68	0,85	–
1990	4,05	3,29	1,87	3,94	11,49	22,23
1991	1,41	2,58	5,15	4,64	9,45	3,15
1992	3,43	3,06	2,63	1,76	1,95	1,56
1993	5,39	12,09	6,19	2,63	7,79	7,43
1994	2,24	1,08	5,55	1,3	1,78	0,77
1996	–	14,79	13,26	17,43	10,26	16,17
1998	4,96	2,19	1,55	5,12	4,31	7,14
1999	8,7	3,73	3,6	–	7,6	3,65
2000	–	8,52	6,24	5,5	3,7	5,31
2004	1,85	1,9	11,25	11,19	25,01	20,65
2005	28,23	24,48	5,22	34	–	5,18
2006	–	3,37	6,05	5	12,94	–
2007	–	24,68	34,68	4,35	47,44	10,34
2008	3,49	6,07	14,66	18,28	15,28	17,59
2011	19,34	17,55	11,77	34,96	19,67	10,23
2012	57,82	9,31	31,75	99,75	169,25	40,30
2013	11,56	26,91	15,43	15,20	6,64	60,33
2014	6,02	12,65	7,05	–	–	–
2015	8,1	9,8	8,5	13,3	48,0	55,5
2016	–	–	3,7	24,6	34,8	16,9
2017	–	12,1	3,2	56,8	55,1	7,5
2018	18,8	60,5	53,3	31,0	44,3	54,9
2019	2,8	1,9	22,4	19	6,9	5,4
2020	5,5	29,3	11,1	31,8	6,4	46,4
2021	2,9	6,9	36,9	27,2	14,6	16,5

Fontos következtetésekre ad módot, ha az egyes élőhelytípusok egymást követő években kimutatható izeltlábú táplálékforrás kínálatát tekinthetjük át. Mintaként a lucerna táplálékforrás kínálatának eredményeit mutatjuk be tömegviszonyai (gramm) alapján (7. táblázat), az 1984–2021-es időszakra vonatkoztatva. Jól látható, hogy nemcsak egy szezonon belül, de évek között is lényeges különbségek figyelhetők meg, amely részben megerősíti azt a vélekedést, hogy nem lehet általában jó, vagy rossz táplálékkínálatról beszélni, illetve, hogy számtalan külső faktor befolyásolhatja egy-egy élőhely izeltlábú táplálékkínálatát.

Következtetések

Vizsgálataink alapján az alábbi megállapításokat, következtetéseket tehetjük a mezei élettérben a Mosoni-síkon kimutatható izeltlábú táplálékforrás-kínálatról.

- (1) A táplálékforrás-készletet igazán jellemző tömeg- és energiaviszonyok a szántóföldi agrár élőhelyek feltétlen előnyét, kedvezőbb voltát igazolták a természetes gyepekkel összevetve.
- (2) Az egyes élőhelytípusok táplálékkínálata a szaporodási időszakban részint biológiai (az egyes taxonok évszakos dinamikája), részint termesztés-technológiai (kaszálás, aratás) okokból, illetve a növényekérésével (zöld fitomassza eltűnése) változik, hullámozást mutat, csökken vagy növekszik. A csökkenés az őszi gabonafélékre, repcére és a

kezeletlen ősgyepekre, a ciklikus változás a kaszált gyepekre, a lucernára és az erdősávokra jellemző. Növekedést a tavaszi vetésű (tavaszi árpa, kukorica, egyéb kapások) növények esetében tapasztaltunk.

- (3) Az átlagértékekkel jellemezhetjük ugyan egy terület élőhely-típusai ízeltlábú táplálékforrás-kínálatának egyedszám- és tömegviszonyait, de az aktuális, tényleges állapot ehhez képest hol hiányt, hol többletet mutat. Ha a szaporodási ciklus során egy esetleges táplálékhiányos – vagy éppen javuló adottságú – periódust akarunk kimutatni, akkor átlagértékek helyett az egyes időszakaszok kínálatát is ismerni és elemezni kell. Ezért alkalmaztuk a 2-2 hetes vizsgálati időszakokat.
- (4) Ha egy reprodukciós ciklusban vizsgált élőhelyek valamennyi 2 hetes időszakban gyűjtött mintáit együtt értékeljük, akkor kitűnik, hogy egy élőhely, adott időszakban jellemző táplálékkínálati mennyiségi és minőségi értékei esetleg közelebb állnak egy másik élőhely ugyanakkor észlelt hasonló értékeihez, mint ugyanazon habitat más időszakban nyert eredményeihez.
- (5) Mindezek alapján azonos éven belül *nem* beszélhetünk általában búza, lucerna, gypstb. kínálat táplálékforrás-jóságról, a táplálékkínálatot adott időszakban kell meghatározni és rangsorolni.
- (6) Az sem kétséges, hogy a táplálékforrás-kínálat egy régió vagy az area topográfiailag eltérő helyein is különböző.
- (7) Ha az ugyanazon helyen több éven át végzett, ugyanazon élőhelyeket érintő vizsgálatokat értékeljük, további megállapítást tehetünk. Az egymást követő években ugyancsak lényeges különbség adódik ugyanazon élőhelytípusok táplálékkínálata között. E jelenség sok tényezőre vezethető vissza, úgymint: az egyes taxonok többéves dinamikájának alakulására, a vizsgálatot megelőző telek időjárási viszonyaira (áttelelés sikeressége), az egyes években eltérő mértékű kemikália-felhasználásra, az elővetemény-növény fajára/fajtájára, esetleg technológiai váltásra.

Az ízeltlábú táplálékkínálat és a gyomortartalom vizsgálatok eredményei együttesen megerősítenek bennünket abban, hogy a *Mosoni-síkon a túzok számára rendelkezésre áll a szükséges mennyiségű és minőségű táplálék*, azaz az *nem* jelent számára szűk keresztmetszetet, ezáltal nem veszélyezteti a populáció fennmaradását.

Köszönetnyilvánítás

Mind a LAJTA Project, mind a MOSON Project területén végzett kutatásainkat évtizedek óta a *Lajta-Hanság Zrt.* támogatja. Köszönjük NAGY FRIGYES, NAGY JENŐ (†), NAGY ZSOLT, PREINER JÓZSEF (†), SÓTONYI LÁSZLÓ, BAKOS ISTVÁN és PURGAI FERENC vezérigazgató urak hathatós támogatását.

Irodalomjegyzék

- CRAMP, S. – SIMMONS, K. E. L. (1980) (eds.): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol.2. Hawks to bustards. Oxford University Press, Oxford, pp. 636–668.
- FARAGÓ S. (1986): Az európai túzok (*Otis tarda* Linné, 1758) növényi és állati eredetű táplálékának fajspektruma az area területén. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények 1985 (1-2): 121–130.
- FARAGÓ S. (1988): Investigations on breeding ecology of Great Bustard (*Otis tarda*) in the Dévaványa Nature Conservation District. II. Comparative study of food availability. *Aquila* **95**: 123-141.
- FARAGÓ S. (1990a): Vizsgálatok a szárnyasvad állati eredetű táplálékbázisáról mezőgazdasági környezetben Magyarországon I. A szárnyasvad tápláléka, a táplálékbázis

- vizsgálatok anyaga és módszere. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények 1989 (2): 153–192.
- FARAGÓ S. (1990b): Vizsgálatok a szárnyasvad állati eredetű táplálékbázisáról mezőgazdasági környezetben Magyarországon II. Mosonszolnok (Kisalföld). Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények 1989 (2): 193–308.
- FARAGÓ S. (1992): A túzok (*Otis tarda* L.) -állomány fenntartásának ökológiai alapjai Magyarországon. Kandidátusi értekezés, MTA, Budapest/Sopron. 130 + 215 p.
- FARAGÓ, S. (szerk.) (2012): A LAJTA Project. Egy tartamos mezei vad és ökoszisztéma vizsgálat 20 éve. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. 636 p.
- FARAGÓ S. (2019): Spectrum of plant and animal diet of European Great Bustard (*Otis tarda tarda*) – an overview. *Ornis Hungarica* **27** (1): 62–84.
- FARAGÓ S. – DITTRICH G. – HORVÁTH-HANGYA K. (2012): A LAJTA Projectben végzett talajcsapdázások eredményei. In: FARAGÓ, S. (szerk.): A LAJTA Project. Egy tartamos mezei vad és ökoszisztéma vizsgálat 20 éve. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. pp. 189-243.
- FARAGÓ S. – SPAKOVSKY P. – RAAB, R. (2014): Conservation of Great Bustard (*Otis tarda*) population of the Mosoni-Plain – A success story. *Ornis Hungarica* **22** (2): 14-31.
- GLUTZ, U. – BAUER, K. – BEZZEL, E. (1973): *Otis tarda* Linné 1758 – Grosstrappe. – Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 5. Galliiformes–Gruiformes. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden. 2. durchgesehene Auflage. pp. 649–688.
- MORALES, M. B. – MARTÍN, C. A. (2002): *Otis tarda* – Great Bustard. BWP Update The Western Palearctic 4 (3): 217–232.
- PODANI J. (1988): SYN-TAX III. User's manual. *Abstracta Botanica* **12**. Suppl. 1. 183 p.
- POTTS, G. R. (1986): The Partridge. Pesticides, Predation and Conservation. HarperCollins Publishers, London, 274 p.
- POTTS, G. R. (2012): Partridges. Countryside Barometer – HarperCollins Publishers, London, 465 p.

ÉLŐHELYEK ÉS NÖVÉNYTANI ÉRTÉKEK FELMÉRÉSE A FERTŐDI LÉS-ERDŐBEN

Survey of habitats and botanical values in Lés-forest (Fertőd)

FEJES RICHÁRD¹, ZAGYVAI GERGELY²

^{1,2}Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
fejesr1996@gmail.com

Kivonat

Kutatásunk során felmértük a védett ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*) előfordulását a Lés-erdő területén. Az erdőtömbben felmértük és térképen ábrázoltuk az élőhelytípusokat Á-NÉR kategóriák szerint. Az élőhely típusok azonosítása a lombkoronaszint, cserjeszint és gyepszint szerkezeti és összetételi jellemzői alapján történt, élőhelyenként fajlistát készítettünk szintenként. Értékeljük az élőhelyek természetességét és kezelésükre vonatkozó javaslatokat fogalmaztunk meg, figyelembe véve a felmért védett faj diszperziós jellemzőit.

Abstract

Distribution of protected *Scilla vindobonensis* were surveyed in Lés Forest using a GIS method. Habitat types were surveyed according to General National Habitat Classification System (Á-NÉR), based on compositional and structural properties of herb, shrub and canopy layer. Species list were made for all habitat patches, naturalness of habitats were evaluated. Advices were taken for management of surveyed habitats considering distribution of individuals of surveyed protected plant.

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 nagytáján 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 vissza szorítására is. A megvalósított munkák hozzájárulnak a KAEG Zrt. közcélú fejlesztési elképzeléseinek megvalósításához és lehetőséget biztosítanak a kertrégészeti kutatásokon alapuló további fejlesztésekhez. (URL.1.)

A Lés-erdő jövőbeli kezeléséhez és a közjóléti funkció támogatásához szükséges általános képet kapunk az erdőt alkotó faállományok szerkezeti és összetételi jellemzőiről. A jellemző élőhelytípusok feltérképezése, fajösszetételük felmérése segít körülhatárolni az inváziós fafajokat és védett növénytani értékeket, melyeknél részletesebb egyedszintű felvételezés szükséges az újbóli beavatkozások tervezéséhez.

Kutatásunk jelen tanulmányban ismertetett részének célja a Lés-erdő területén előforduló élőhelytípusok felmérése, természetességük értékelése és kezelésükre vonatkozó

javaslatok megfogalmazása, figyelembe véve a védett növényfajként a területen élő ligeti csillagvirág népes populációjának eloszlási sajátosságait.

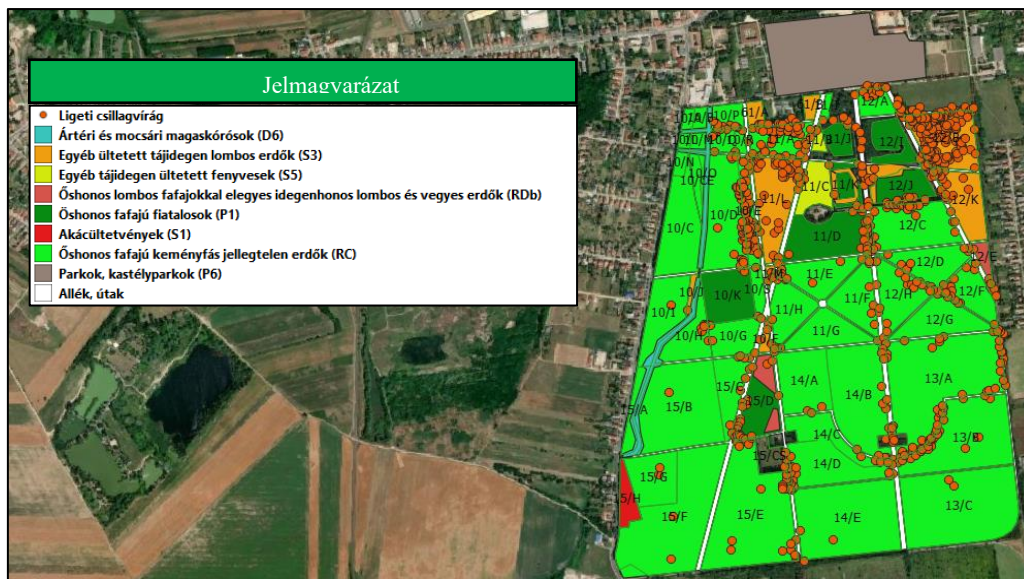
Anyag és módszer

Az élőhelyek felmérésére 2022 márciusában és júliusában került sor. Az élőhelyek kategorizálására a természetvédelmi gyakorlatban általánosan alkalmazott Á-NÉR rendszert használtuk (BÖLÖNI et al. 2011). Az élőhely típusok azonosítása a lombkoronaszint, cserjeszint és gyepszint szerkezeti és összetételi jellemzői alapján történt. A terep bejárások során minden esetben fajlistát készítettünk az élőhelyeken jelenlévő fajokról.

A ligeti csillagvirág Lés-erdei felmérésre 2020 márciusában került sor 4 alkalommal. A felmérés során először az erdőrészleteket jártuk be szisztematikusan keletről-nyugatfelé haladva, majd az allék mentén rögzítettük a növény előfordulását. Az előfordulási adatok rögzítése egyenként az Epicollect5 nevű mobilalkalmazás segítségével történt. Az élőhelyi és fajszintű adatok feldolgozását és térképen történő megjelenítését egyaránt a QGIS program 3.4.13.-as verziójának segítségével végeztük.

Eredmények

Az erdő területén 7 élőhely típust tudunk elkülöníteni, amelyek között főként erdei élőhelyek szerepelnek (1. ábra). Az erdőrészletek élőhely besorolás szempontjából homogének voltak. Az erdőrészletek élőhelytípusának megállapításához a terepi megfigyeléseket, az Á-NÉR 2011 rendszer leírásait és a NÉBIH erdőterképét (URL₂.) vettük alapul.



1. Ábra: A Lés-erdő élőhelytérképe a ligeti csillagvirág előfordulásaival

Őshonos fafajú fiatalosok - Á-NÉR kategória: P1, Terület: 13,29 ha

Ezek az élőhelyet fakitermelést, erdőtüzet vagy egyéb természeti katasztrófát követően mesterségesen telepített vagy természetesen felújult, őshonos fafajú fiatal faállományok. Minden esetben korábbi erdőterület helyén jön létre. A fák átlagos magassága 0.5-2 m (BÖLÖNI et al. 2011). A Lés-erdőben fakitermelést követően mesterségesen telepített állományok találhatóak.

Lés-erdei őshonos fafajú fiatalosok kocsányos tölgyből (*Quercus robur*) állnak. Megjelennek bennük olyan fafajok is, amelyek nem az erdőtelepítés révén kerültek oda, hanem spontán módon jelentek meg, ilyen fajok a zöld juhar (*Acer negundo*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) és a bugás csörgőfa (*Koelreuteria*

paniculata). Gyepszintjükben jellemző a siska nádtippán (*Calamagrostis epigeios*), az egy-nyári seprence (*Erigeron annuus*), a földi szeder (*Rubus fruticosus*), a földi bodza (*Sambucus ebulus*), parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), közönséges vadszőlő (*Parthenocissus inserta*), a közönséges borsfű (*Clinopodium vulgare*), a gilisztaüző varádics (*Tanacetum vulgare*), a fakó muhar (*Setaria pumila*), a réti imola (*Centaurea jacea*), a pelyhes kenderkefű (*Galeopsis pubescens*), a nagy csalán (*Urtica dioica*), valamint nagyszámban a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*).

Őshonos fafajú keményfás jellegtelen erdők - Á-NÉR kategória: RC, Terület: 122,7 ha

A Lés-erdő területének legnagyobb részét az őshonos fafajú keményfás jellegtelen erdők teszik ki. Az őshonos fafajú keményfás olyan keményfás, hazánkban őshonos fajok uralta, többnyire elegyetlen, erdei lágyszárúakban szegényes erdők gyűjtőcsoportja, amelyek más csoportba nem sorolhatók be biztosan (BÖLÖNI et al. 2011).

A lombkoronaszint jellemző fajai a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*), kislevelű hárs (*Tilia cordata*), magas köris (*Fraxinus excelsior*), valamint a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) és korai juhar (*Acer platanoides*). A cserjeszintben megjelenik a vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare*), mezei juhar (*Acer campestre*), mezei szil (*Ulmus minor*), korai juhar (*Acer platanoides*) kétbibés galagonya (*Crataegus laevigata*), varjútövis benge (*Rhamnus catharticus*) és a fekete bodza (*Sambucus nigra*). A gyepszint jellemző fajai közé tartozik a medvehagyma (*Allium ursinum*), a ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*), a sárga tyúktarj (*Gagea lutea*), a valódi sárgaárvacsalán (*Galeobdolon luteum*), a baracklevelű harangvirág (*Campanula persicifolia*) és az orvosi tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*). Az állományok gyepszintjei tartalmazzák az erdei tisztessfüvet (*Stachys sylvatica*), az erdei gyömbérgyökért (*Geum urbanum*), a közönséges vadszőlőt (*Parthenocissus inserta*), a szagos mügét (*Galium odoratum*), a hagymaszagú kányaszombort (*Alliaria petiolata*), a nehézszagú gólyaorrt (*Geranium robertianum*), az illatos ibolyát (*Viola odorata*), és a közönséges borostyánt (*Hedera helix*).

Egyéb ültetett tájidegen fenyvesek - Á-NÉR kategória: S5, Terület: 1,8 ha

Az élőhelyhez közönséges lucfenyővel (*Picea abies*), közönséges jegenyefenyővel (*Abies alba*), erdei vörösfenyővel (*Larix decidua*), közönséges duglászfenyővel (*Pseudotsuga menziesii*) vagy simafenyővel (*Pinus strobus*) létesített többnyire elegyetlen, általában cserjeszint nélküli, többnyire üde termőhelyeken álló, ültetvénytartó állományok tartoznak (BÖLÖNI et al. 2011). Ebbe az élőhelytípusba 2 erdőrészletet a Fertőd 11/B-t és a 11/C-t soroltunk, amelyek a Bagatelle-től északra találhatók.

A Lés-erdei egyéb ültetett tájidegen fenyvesek jellemző fajai a lombkoronaszintben a közönséges lucfenyő (*Picea abies*), a simafenyő (*Pinus strobus*) és az európai vörösfenyő (*Larix decidua*), valamint hazai lombosok közül a nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) is megtalálható bennük. Cserjeszintjükben megtalálható kisszámban a vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare*), nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*), vörösgyűrű-som (*Cornus sanguinea*) valamint a csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus*), nagyobb számban pedig a fekete bodza (*Sambucus nigra*) képviselteti magát. A gyepszint jellemző fajai közé tartozik a nagy csalán (*Urtica dioica*), a közönséges borostyán (*Hedera helix*), az orvosi tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*) valamint az erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*).

Egyéb ültetett tájidegen lombos erdők - Á-NÉR kategória: S3, Terület: 12,1 ha

Az élőhelykategória általános jellemzője, hogy elsősorban vörös tölgygel (*Quercus rubra*), illetve fekete dióval (*Juglans regia*), ritkábban egyéb fafajokkal mesterségesen létesített, ültetvénytartó, többnyire cserjeszint nélküli állományok, melyek gyepszintje fajsze- gény (BÖLÖNI et al. 2011).

A Lés-erdei egyéb ültetett tájidegen lombos erdők lombkoronaszintjének leggyakoribb fajai a fekete dió (*Juglans nigra*) és a vörös tölgy (*Quercus rubra*). Cserjeszintjükben megtalálható a vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare*), a mezei juhar (*Acer campestre*), a mezei szil (*Ulmus minor*), az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a húsos som (*Cornus mas*), és a fekete bodza (*Sambucus nigra*). A gyepszintben található fajok között jellemző a medvehagym (*Allium ursinum*), az odvas keltike (*Corydalis cava*), a nehézszagú gólyaorr (*Geranium robertianum*), a hagymaszagú kányazsombor (*Alliaria petiolata*), az erdei tisztessű (*Stachys sylvatica*), a közönséges vadszőlő (*Parthenocissus inserta*) és a közönséges borostyán (*Hedera helix*).

Őshonos lombos fafajokkal elegyes idegenhonos lombos és vegyes erdők - Á-NÉR kategória: RDb, Terület: 1,3 ha

Ezekre az élőhelyekre általánosan jellemző, hogy idegenhonos lombos fafajok vagy idegenhonos lombos és tűlevelű fák uralta (50-75%), de 25- 50% őshonos lombos fafajt is tartalmazó erdők (BÖLÖNI et al. 2011). A Lés-erdőben a Fertőd 12/E erdőrészletet az őshonos lombos fafajokkal elegyes idegenhonos lombos és vegyes erdők kategóriájába soroltuk.

Az erdőrészlet faállományának nagyobb részét fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) alkotja kisebb részét pedig kislevelű hárs (*Tilia cordata*). A cserjeszintet a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), a vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare*), a mezei juhar (*Acer campestre*), a csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus*), valamint az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*) alkotja. De a cserjeszintben megtalálható a fekete dió (*Juglans nigra*) és a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) is. A gyepszint jellemző fajai az odvas keltike (*Corydalis cava*), a medvehagyma (*Allium ursinum*), a közönséges borostyán (*Hedera helix*) amely az erdőrészlet talajának nagyrésztét borítja, valamint az élőhely szélein a ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*)

Akácültetvények - Á-NÉR kategória: S1, Terület: 0,96 ha

Fehér akáccal (*Robinia pseudoacacia*) létesített, többnyire egyetlen, ültetvényeszerű állományok, amelyek gyepszintje nagyrészt nem erdei, gyakran nitrogénkedvelő fajokból áll. Az akác elegyaránya 75% feletti (BÖLÖNI et al. 2011). Akácültetvény a Lés-erdőben csak a Fertőd 15/H erdőrészletben található.

A Fertőd 15/H erdőrészlet lombkoronaszintjének egyetlen faja a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a cserjeszintet a nagyobb számban előforduló fekete bodza (*Sambucus nigra*) alkotja, a gyepszintet alkotó fajok között meghatározó a nagy csalán (*Urtica dioica*), valamint megtalálható a hagymaszagú kányazsombor (*Alliaria petiolata*), az erdei gyömbérgyökér (*Geum urbanum*), a piros árvacsalán (*Lamium purpureum*), a meddő rozsnok (*Bromus sterilis*), a zöldes sás (*Carex divulsa*) és a talajt nagyobb részen borító közönséges borostyán (*Hedera helix*).

Ártéri és mocsári magaskórósok, árnyas-nyirkos szegélynövényzet - Á-NÉR kategória: D6, Terület: 2,7 ha

Hullámtéri, ártéri és mocsári élőhelyeken, valamint üde erdőszegélyeken kialakuló, magas 1,5–2m növéssű kétszikű fajok által uralt, kezelés alatt nem álló, gyakran ökotonikus jellegű magaskórós élőhely (BÖLÖNI et al. 2011). Főként a Lés-erdő észak-nyugati részén a Kelemence-csatorna mentén a nyitott allék mentén jelenik meg a 10/NY1 és a 10/NY3 kódú allékon.

Az élőhelyen megfigyelt fajok között lehet említeni a nagyszámban megjelenő ligeti sédkendert (*Eupatorium cannabinum*), nagy csalánt (*Urtica dioica*) és a Lés-erdőben jóformán csak itt előforduló közönséges zsidócserezsnyét (*Physalis alkekengi*). Megjelent még a területen az erdei fejrág (*Dipsacus pilosus*), a héjakút mácsonya (*Dipsacus laciniatus*), a

hamvas szeder (*Rubus caesius*), a földi bodza (*Sambucus ebulus*), a foltos árvacsalán (*Lamium maculatum*) és a közönséges falgyom (*Parietaria officinalis*). A területen zöld juhar (*Acer negundo*), illatos császárfa (*Paulownia tomentosa*), közönséges nád (*Phragmites australis*) és az amerikai tulipánfa (*Liriodendron tulipifera*) is megjelent.

Allék

Külön jellemezzük az allék és az erdőrészetek közötti területek növényzetét. Ezeket a területeket meglehetősen heterogén faji összetételük miatt nem soroltuk az Á-NÉR rendszer egyik élőhely kategóriájába sem. Jellemző fajai a ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*), sárga tyúktaréj (*Gagea lutea*), orvosi tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*), piros árvacsalán (*Lamium purpurem*) és az illatos ibolya (*Viola odorata*). Nyáron megjelenő fajai az egynyári seprence (*Erigeron annuus*), az ürömlevelű parlagnő (*Ambrosia artemisiifolia*). A nyugati erdőrészetek közötti területen még egy kisebb nádas (*Phragmites australis*) is kialakult, valamint a közönséges zsidócsereesznye (*Physalis alkekengi*) előfordulása is megfigyelhető volt.

Ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*) felmérése

A ligeti csillagvirág felmérése során összesen 935 pontot rögzítettünk (1. ábra). Egy pont több egyed is jelölhet (1-től akár 20 egyedig) ezért a ligeti csillagvirág állománya a területen 1000 egyed felettire becsülhető. A csillagvirág egyedek nem egyenletesen oszlanak meg a területen, elfordulásának súlypontja a Lés-erdő északi részén található, az erdő déli részén szinte csak az allék mentén fordul elő a faj, az erdőrészetekben viszont egyáltalán nem. A ligeti csillagvirág a legnagyobb tömegben a Fertőd 10/E erdőrészletben fordult elő, amelyet kocsányos tölgy és magas kőris alkot, valamint a Fertőd 12/B erdőrészletben, amelyet vörös tölgy és nagylevelű hárs alkot. Az erdőrészetekben a faj főként csak tisztásokon és az erdőrészetek szélein figyelhető meg. Az allék mentén tömeges megjelenést mutatott a ligeti csillagvirág. A faj diszperziós jellemzője, hogy általában nagyobb csoportokban jelent meg néha egymástól távolabb, a csoportokat általában 20-30 egyed alkotja, de előfordultak 40 egyedes csoportok is. Tipikus előfordulási helyei a vaddisznó túrásokat, bolygatott felszínek, valamint az allék mentén lévő füves szegélyek.

A ligeti csillagvirág a Lés-erdőben főleg olyan állományokban jelent meg ahol a magas kőris vagy a kocsányos tölgy jelen volt, mivel ezek még az eredeti vegetációhoz tartoznak. Ellenben a csertölgyes állományokban a faj előfordulása nem volt jellemző. Összességében a felmért pontok által kirajzolt elfordulási mintázat alapján megállapítható, hogy a Lés-erdőben a ligeti csillagvirág a szegély élőhelyeket részesíti előnyben, míg az erdő belsőben megjelenése nem jellemző. A ligeti csillagvirág ritka megjelenése az erdőrészetek belsőjében valószínűleg azzal hozható összefüggésbe, hogy a medvehagyma nagyszámú elfordulásával kiszorítja a fajt a területről. A faj felmérése közben módunk nyílt egy másik védett faj a madárfészek kosbor (*Neottia nidus-avis*) megfigyelésére is a Fertőd 10/B kódú erdőrészlet területén.

Következtetések

A védett ligeti csillagvirág jelentős populációval bír a fertődi Lés-erdő területén. A faj egyedei jellemzően az őshonos fafajú állományok szegélyében és az allék mentén koncentrálnak. A csillagvirág jelentős egyedszáma és diszperziós jellemzői alkalmasak arra, hogy kora tavaszi virágzása idején a kastélyt látogató közönség számára is bemutatható legyen, mint védett növényzeti érték. A látványos ligeti csillagvirág jó apropót kínálhat arra, hogy egy könnyen megközelíthető tanösvényre felfűzve, az erdőállományok aljnövényzetét kímélve, ismertetésre kerüljenek a Lés-erdő egyéb természeti értékei is (KOLLARICS 2015)).

Az élőhelyek felmérésének általános tapasztalata az eltérő mértékű inváziós veszélyeztetettség, ami megerősíti azt a gyakran tapasztalt jelenséget, hogy a projektek keretében végrehajtott önönnövény irtások (ebben az esetben 6 évvel korábban) csak folyamatos utókezelésekkel őrizhetik meg eredményeiket (CSISZÁR - KORDA 2015).

A Kisalföld ember által jelentősen átalakított területén a Lés-erdő tömbjének eredeti erdőborítást megidéző fragmentuma önmagában is értéket jelent őshonos fafajú állományával. Annak érdekében, hogy a védett természeti értékek megőrzése biztosított legyen és az erdőtömb összesített természetessége növekedjen, az alábbiakra teszünk javaslatot.

- **Az inváziós fafajok irtása** (P1, RC, S3, RDb, D6) minden olyan élőhelytípusnál aktuális feladat, melyeknél a gyors fafajcsere nem javasolt. Az irtási munkálatok feltétele a legveszélyesebb fafajok, a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), zöld juhar (*Acer negundo*) és fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) egyedszintű felmérése (ld. másik cikkünk e tanulmánykötetben).
- **Fafajcsere** javasolható **véghasználatot követően** az akácos 15/H erdőrészlet (S1) esetében, mely inváziós gócpontot jelent és az ültetvényszerű fenyvesekre (S5) vonatkozóan is. A Lés-erdő természeti adottságai nem megfelelőek fenyves állományok létrehozásához és hosszútávú fenntartásához, valamint a napjainkban tapasztalt egyre nagyobb mértékű fenyőpusztulást is figyelembe véve a jövőben ezeket a fenyves állományokat őshonos fafajokkal kell majd helyettesíteni (SZÉP 2010).
- **Fokozatos fafajcsere** javasolt azokban a feketediós, vörös tölgyes állományokban (S3) (12/B-K), melyekben a gyeperes és cserjeszint magasabb természetességű és/vagy aljnövényzetükben a védett ligeti csillagvirág is megtalálható. Fafajcserek esetében a Lés-erdő termőhelyi adottságainak megfelelő őshonos fafajokat javasolt alkalmazni első sorban kocsányos tölgyet (*Quercus robur*), kislevelű hársat (*Tilia cordata*) és nagylevelű hársat (*Tilia platyphyllos*).
- **Rendszeres monitoring** az inváziós fafajok és védett növényfajok előfordulására vonatkozóan.

Irodalomjegyzék

- BÖLÖNI J., MOLNÁR ZS., KUN A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, 314-379 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.
- KOLLARICS T. (2015): A tanösvények szerepe a környezeti szemléletformálásban – tervezés, hatékonyságvizsgálat és módszertani vonatkozások. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron. 170 p.
- SZÉP T. (2010): A klímaváltozás erdészeti ökonómiai vonatkozásai. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron. 174 p.
- ZELNIK B. (szerk.) (2015): Az Esterházy kastélypark csodái, A Fertődi Lés-erdő évszázadai, Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. Győr. 6-96 pp.

URL. 1: https://www.kaeg.hu/les_erdo_palyazat_II.html

URL. 2: <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/>

AZ ORVVADÁSZAT JOGI SZABÁLYOZÁSÁNAK TÖRTÉNETE A 2012. ÉVI C. TÖRVÉNY HATÁLYBALÉPÉSÉIG

The History of Legal Regulation of Poaching up to Entry into Effect of the Law of C. 2012

FRANK NORBERT¹, MAKAI LAJOS²

¹Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

²Pécsi Ítéltábla

frank.norbert@uni-sopron.hu

Kivonat

Az orvvadászat, mind gazdasági, mind etikai szempontból sokszor és sokat bíralt cselekedet. Sajnos, mint ahogy az dolgozatunkból is – remélhetőleg – jól kitűnik, évezredek problémáiról, és annak szabályozási nehézségeiről van szó. A vadászati jog büntetőjogi vetületét tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy a magyar jogfejlődésben sem a II. világháborút megelőzően, sem azt követően a büntető törvénykönyvek – a 2012. évi C. törvény a Büntető Törvénykönyvről hatálybalépéséig – nem tartalmazták önálló tényállásként az orvvadászatot. Az ilyen jogellenes magatartást kihágásként, majd e jogintézmény megszűnését követően szabálysértésként szankcionálták.

Abstract

Poaching, both from an economic and ethical point of view, is an act that has been criticized many times. Unfortunately, as it is - hopefully - clearly evident from our thesis, it is a problem that has been around for thousands of years and its difficulties of regulating. Studying the criminal law aspect of hunting law, we can conclude that in Hungarian legal development, neither before II WW nor after, until the entry into force of Act C of 2012 on the Criminal Code, poaching was never included as an independent fact. Such illegal behavior was sanctioned as a petty offense, and after the termination of this legal institution, as an infringement.

Bevezetés

A Wikipediában az orvvadászatról többek között az alábbiak olvashatók: „*Orvvadászatnak vagy vadászásnak azt a cselekedetet nevezik, amikor valaki törvényellenesen, nem a megengedett feltételek szerint vadászik. A szó jogi értelmében vadászatnak csak a vadfajok törvénynek megfelelő elfogása és elejtése minősül. Az orvvadászat nem a vadászat egy ága, hanem a vadászatra vonatkozó jogi előírások egy vagy több formában való megsértése. Orvvadászatot elkövetni csak vadon élő állatok ellen lehet. Háziállatok vadászati eszközökkel való megölése sem vadászatnak, és nem is orvvadászatnak, hanem lopásnak minősül.*¹” Kutatásunk elsődleges célja, hogy összegyűjtsük és részben elemezzük a hatályos jogszabály hatálybalépéséig² az orvvadászattal kapcsolatos hazai jogi szabályozás történetét.

Anyag és módszer

A témakörben releváns szabályozás kutatási alapja a *Corpus Juris Hungarici* jogi adatbázis tette lehetővé, amely 1036-1948 közötti törvényeket (korabeli elnevezéssel: törvénycikkeket, dekrétumokat), és miniszter indoklásokat tartalmaz, továbbá felhasználtuk az ORAC Kiadó Jogkódex adatbázisát is (<https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torvenyei>).

¹ Wikipedia, letöltés: 2022.október 17.

² 2012. C. törvény a Büntető Törvénykönyvről; hatálybalépés: 2013. július 1.

Eredmények

A vadászat a honfoglalást követően, az államalapítás idején minden fegyverforgató számára biztosított volt, a vad ősi szokásjog alapján szabad prédának számított. A letelepedett magyarság körében a törzsek minden tagja szabadon vadászhatott, tehát mindenkit megillető általános, és mindenki által egyenlően gyakorolható valódi közjogosultság volt. Ebben a korszakban éppen a vadászat szabad gyakorlásából, annak szabályozatlanságából adódóan szabályellenes (orv) vadászatról nem beszélhetünk. Ebben próbált rendet teremteni **Szent László Király 1092-ben, Dekrétomainak Első Könyve 12. Fejezetében**, amelyben a ló és a kutya elkobzásával büntette a vasárnapi, illetve ünnepnapos vadászatot. *„Ha valaki e napokon vadászni talál, vegyék el ebeit és a lovát; de lovát ökrön válthassa meg. Ha pedig pap vagy egyházi személy vadászna, vesztse el egyházi rendjét, miglen eleget teend vétkeért.”*

A feudális rend kialakulásával a vadászat mindinkább privilégium lett, a főurak, majd a nemesség a vadászati jog megszerzésére törekedtek.

II. Ulászló 1504. évi V. Dekrétuma – mint a magyar vadászati jog „alaptörvénye” – jelentős változást hozott e téren: megszüntette a szabad vadászatot és a vadászat jogából a nem nemeseket kizárta. A decretum 18. cikke tiltotta meg először a jobbágyoknak és a parasztoknak a szarvasok, az erdeiek (vaddisznó), az őzek, nyulak, fácánok, fürjek és császármadarak vadászatát. A rendelkezés megszegőinek három forint bírságot rótt ki. Az indoklásból kitűnik, hogy a tiltás oka az volt, hogy a mindennapos vadászat és madarászat elvonja a jobbágyokat a földesúr számára elvégzendő mezőgazdasági munkáktól, és még az egyházi ünnepeket sem tartják meg.

A III. Károly által kiadott, **a vadászat és madarászat szabályozásáról szóló 1729. évi XXII. törvénycikk** fordulatot hozott a vadászati tevékenység szabályozásában, tulajdonképpen az első magyar vadászati törvénynek tekinthető. Megerősítette II. Ulászló decretumának 18. cikkében foglalt kizárólagos nemesi vadászati jogot, emellett bevezette a vadászati kíméleti időt, szabályozta a vadászat során keletkezett károk megtérítését. A tilalmak megszegőit a szolgabíró előtt indítandó perben három nehéz súlyú márkával kellett büntetni, a lelőtt vadért kárpótlásra kellett kötelezni, és a perköltségben marasztalni.³

Az orvvadászat elleni határozott fellépés először **II. József 1786-ban kiadott vadászati szabályzatában** jelent meg. Már a szabályzat preambulumból kiderül, hogy kiadásának célja, hogy a vadászat terén időről-időre megjelenő visszaéléseknek elejét vegye. A 17. § ban pedig egyértelműen leszögezi, hogy a vadászatra jogosultak „*jogaik minden csorbitása ellen megvédendő*”, míg „*az orvvadászatnak, mivel az sok tekintetben a közbiztonságot is veszélyezteti minden módon elejét kell venni.*” A 20. § az orvvadászatot – a jogosulatlanul elfogott vagy lelőtt vad – lopásként értékelte, és a bíróságoknak a büntető törvények alapján kellett eljárnia az orvvadással szemben. A cselekmény megítélésében a vad értékének, és annak volt jelentősége, hogy az elkövető ismételten követett-e el ilyen cselekményt. Enyhébb elbírálás alá estek az alkalmi vadászok. Azokkal a vadászokkal szemben, akik „*csak hébe-korban éretnek rajta és csak csekélyebb vadat lőnek, a községi előjáróság testi büntetést szabjon ki.*” Az orvvadással azonos megítélés alá esett, aki az általa ismert orvvadász személyét eltitkolta, vagy elbújtatta, ugyanígy, aki orvvadásztól vadat vett. Az orvvadászat felderítését segítő a szabályzat 12 forint jutalom kifizetését rendelte – a vadászatra jogosult részéről – annak, aki az orvvadászt felfedezi, aki pedig bekíséri, 25 forint jutalomban

³ 11. § Hogyha pedig valaki, az előző rendelkezés ellenére, a tilos részbe vadászás okából bemenne, s azt ott, akár egyedül, akár másokat is maga mellé véve s vadászkuttyákat alkalmazva, gyakorolni merészelné, annyiszor, a mennyiszor ezt tenni megkísérli; vagy pedig a szaporodás fentebb felsorolt időhatárait, a tiltott időn kívül is, idegen birtokon kihágást követne el, ez iránt a szolgabíró előtt indítandó perrel három nehéz súlyú márkában, a lelőtt vadért járó kárpótlásban, s a perre teendő költségek megtérítésében kell elmarasztalni s a végrehajtást az ily kihágónak javaiból legott foganatosítani: a fellebbvitel a megyei törvényszékhez birtokon kívül épen maradván.

részesült. A tetten ért fegyveres orvvadászsal szemben, aki nem adta meg magát, megengedte a fegyverhasználatot (25. §). Az orvvadászat elleni eredményes fellépés érdekében a szabályzat 27. §-a vadászatra jogosultak kötelezettségévé tette, hogy ha orvvadászat alapos gyanúja merül fel, „*a községi elöljárókhöz, vagy bírákhoz*” kellett fordulniuk, akik a „*corpus delicti*” megtalálása végett a szükséges házkutatást fogantatosítják. Összességében megállapítható, hogy a szabályozás, a korábbiakhoz képest, sokkal határozottabb fellépést jelentett az orvvadászattal szemben.

A törvényalkotás következő jelentős mérföldköve az **1872. évi VI. törvénycikk**, amely egyértelművé tette, hogy a vadászati jog a földtulajdonnak elválaszthatatlan tartozéka és ezzel megszüntette a vadászati jog nemesi privilégium jellegét. Külön fejezetben rendelkezett a vadászati kihágásokról és azok büntetéséről is. Tulajdonképpen ebben a törvényben találkozzunk először külön fejezetben az orvvadászatra vonatkozó *anyagi és eljárásjogi szabályokkal*. A törvény IV. Fejezete határozza meg a vadászati kihágásokat és a kiszabható büntetéseket. Orvvadászat alatt általános érvennyel azt a magatartást tekinti, ha valaki *a vadászatra jogosult területén engedély nélkül vadászik*.⁴ Ennek szankciója pénzbírság, amely ismételt esetben súlyosabb. A törvény tehát magát a jogszerűtlen vadászati tevékenységet rendeli büntetni, függetlenül attól, hogy az elkövető ejtett-e el vadat. Súlyosabb a pénzbírság, ha az orvvadászat éjjel, bekerített helyen, tiltott eszközzel történik, illetve az orvvadász magát álcázva, vagy másképp ismeretlenné téve, nevének eltagadásával, álnévvel követi el a cselekményt, a tetten éرت félrevezeti, veszélyesen megfenyegeti, ellene fegyvert fog. Ha az elkövető magatartása a büntető törvényben is tiltott cselekményt valósít meg, ellene büntetőeljárást is indítani kell. Büntetendő a tilalmi időben történő vadászat, a vadászatra jogosult akadályozása a vadászatban, a tilalmi időben elejtett vad birtoklása, annak eladása. A kiszabott pénzbírságot részben a vadászatra jogosultnak, részben a község szegényei javára kell megfizetni. Meg nem fizetése esetén a pénzbírságot fogházra kell átváltoztatni. Az eljárást az elkövetés helye szerint illetékes királyi járásbíróóság folytatja le, a kihágás elévülési ideje az elkövetéstől számított három hónap.

A vadászatról szóló 1883. évi XX. törvénycikk rendelkezései alapvetően nem változtak az előzőekben ismertetett törvény szabályozáshoz képest. Az orvvadászat elleni eredményesebb fellépés érdekében – azokon a területeken, ahol az orvvadászat elszaporodott – a törvény előírta a vad szállítása, eladása, vásárlása során a vad származásának igazolását.⁵

A II. világháborút követő jogalkotás eredményeként módosultak a vadászat jogi, szervezeti feltételei. A vadászat jogrendjében döntő változást hozott a **4640/1945.(VII.17.) M.E. számú miniszterelnöki rendelet** (a továbbiakban: R.), amely alapján a vad és a vadászati jog az államot illette meg. A rendelet nem kodifikálta újra a vadászati jogot, de azt alapjaiban megváltoztatta, amikor a vadászati jognak a földtulajdontól való elválasztásáról rendelkezett. A R. a vadászatra jogosultság feltételét vadásztársasági tagsághoz kötötte. A 12. § (2) bekezdésében meghatározta a tiltott vadászati módokat: a fényszóró alkalmazásával történő vadászatot, nagyvadra – szarvas, dämvad, vaddisznó, őz – söréttel, postával, vágott ólommal, vagy 6,5 mm-nél kisebb öb nagyságú golyós fegyverrel való vadászatát. Tiltotta a

⁴ 21. § A ki a tulajdonosnak, vagy ha a vadászat bérbe van adva, a haszonbérlónek engedélye nélkül vadász: 10 frttól 50 frtig, és ha a vadászat lóháton történt, 20 frttól 100 frtig terjedhető pénzbírsággal sujtandó. Ismétlés eseteiben a bírság 100 frtig, illetőleg 200 frtig terjedhet.

⁵ 38. § Ha valamely vidéken az orvvadászat, s a vadnak tilalmi időben való lövetése igen gyakoriakká válnak, a belügyminiszter a közigazgatási bizottság által, az érdekelt vadászterület tulajdonosa vagy bérlője kérelmére, vagy a nélkül is saját kezdeményezéséből felterjesztett indokolt javaslat folytán elrendelheti, hogy azon vidéken, valamint azokon is, a hol az orozva lött vad eladatni szokott: a vadak eladása, szállítása, vagy vásárlása, a vad jogos szerzését bizonyító igazolványok előmutatása mellett történjék.

Ily igazolványul szolgálnak: az eladóra vagy szállítóra nézve azon vadászati terület tulajdonosának, vagy bérlőjének, vagy ezek megbízottjának az illetékes községi elöljáróság által láttamozandó bizonyítványa, a kitől a vad szereztetett. A bizonyítványon vagy szállító-levélen megjelölendő a vad faja, neme és mennyisége.

vadászatot repülőgépről, gépkocsiról, motoros járműről, 6 mm-nél nagyobb öbnagyságú önműködő automata golyós fegyverrel, vízi vad kivételével hasznos vadra lesgödörből, továbbá kopóval vagy más hajtóebekkel.

A szabályozás az 1956-os forradalmi eseményekig volt hatályban; a forradalmat követően nagyon sok fegyver került a lakosság birtokába, aminek részbeni következménye az orvvadászat nagyarányú térnyerése. Ilyen helyzetben született meg a vadászatról és a vadgazdálkodásról szóló **1957. évi 43. törvényerejű rendelet** (a továbbiakban: Tvr.), amely kimondta, hogy a vad a nép vagyónaként az állam tulajdona és a vadászati jog az ország területén a magyar államot illeti meg. A vadászati jog gyakorlását továbbra is vadásztársasági tagsághoz kötötte⁶, lehetővé tette azonban a terület nélküli, bérkilövő vadásztársaságok alapítását⁷. A tvr. a vadászati tilalmi idők megállapítását miniszteri rendeletre bízta, ugyanakkor meghatározta a tiltott vadászati módokat és a tiltott vadászati eszközöket⁸. A Tvr. IX. Fejezetében büntető anyagi jogi szabályozást is tartalmazott, meghatározva a 43. § (1) bekezdésében az *orvvadászat büntettének* tényállását, és azt egy évig terjedő börtönnel rendelte büntetni. A Tvr. értelmében orvvadászat büntettét követi el, aki – amennyiben a cselekmény súlyosabb büntetőrendelkezés alá nem esik – *idegen vadászterületen a vadászatra jogosult engedélye nélkül, vadászati tilalmi időben engedély nélkül, saját nevére szóló vadászjegy nélkül, védett vadra engedély nélkül vadászik*. A 43. § (2) bekezdése minősített esetként súlyosabb – hat hónaptól két évig terjedő börtön – büntetéssel fenyegeti azt az elkövetőt, aki saját nevére szóló vadászjegy nélkül vadászik és munkaviszonyánál vagy fegyveres, illetőleg rendészeti testülethez való tartozásánál fogva rendelkezik lőfegyverrel. További joghatárnyként határozta meg a Tvr. az orvvadászat miatt jogerősen elítélt személlyel szemben fegyvertartási engedélyének és vadászjegyének bevonását.⁹ A Tvr. 44 – 45. §-ai vadászati szabálysértéseket is megállapítottak, pénzbírsággal szankcionálva az elkövetőket; ezek elbírálását a közigazgatási hatóság hatáskörébe utalta. A Tvr. az orvvadászat sértettjének a vadászatra jogosultat tekintette, a kárigény elbírálása során az élővad árat tekintette irányadónak.¹⁰

Ebben az időszakban büntető anyagi jogszabályként a büntetőtörvénykönyv általános részéről szóló **1950. évi II. törvény (Btá)** és az **1878. évi V. tv** (Csemegi kódex) különös része voltak hatályban. Az orvvadászat törvényi tényállásának a büntető törvényen kívül más

⁶Tvr. 7. § (2) Vadászjegyet csak az a 18. életévét betöltött magyar állampolgár kaphat, aki valamely jóváhagyott alapszabállyal működő vadásztársaság tagja

⁷Tvr. 13. § (1) Vadásztársaság a 11. §-ban meghatározott feltételek mellett bérkilövésre is alakulhat, vadászterület haszonbérbevétele nélkül.

⁸Tvr. 42. § (1) Tilos a vadászat

a) nagyvadra (szarvas, dám, őz, muflon, vaddisznó, túzok, siketfajd) söréttel, postával, vágott ólommal, vagy 6,5 mm-nél kisebb öbnagyságú golyós fegyverrel;

b) repülőgépről, gépkocsiról, általában motoros járműről;

c) a 6 mm-nél nagyobb öbnagyságú önműködő (automata) golyós fegyverrel;

d) fényszóró alkalmazásával, kivéve vaddisznóra a nyári vadkárrelhárítás során;

e) vízi vad kivételével hasznosvadra lesgödörből;

f) kopóval vagy más hajtóebekkel. A vaddisznó vadászatához hajtókutyát szabad használni.

(2) A vad fiait elfogni, elpusztítani, madarakat fészkelésükben zavarni, vagy tojásaikat, fiókáikat elszedni, elpusztítani - kivéve a kártékony vadét és madárét - tilos.

(3) Nagyvadra - a vaddisznó kivételével - hajtó vadászatot tartani tilos.

(4) A hasznos vad elejtése, illetőleg elfogása légpuskával, csapdával, törrel, hálóval, hurokkal, veremmel, méreggel vagy más módon - a 41. § (2) bekezdésében foglaltak kivételével - minden időben tilos.

(5) Leshelyet (magaslest) a szomszédos vadászterület határától számított 300 m-es területsávon belül felállítani tilos.

(6) Belterületen, továbbá külterületi lakott helyek, valamint járművek, szabadon hajtott állatok közelében vadászni tilos.

⁹ Tvr. 47. §

¹⁰ Tvr. 48. § (1) (2)

jogszabályban történő kodifikálásának okát abban lehet keresni, hogy a büntető törvénykönyv (Csemegi kódex) átfogó kodifikációja 1954-ben kezdődött és az új büntető törvény 1961-ben került elfogadásra.

Az orvvadászat körében a Tvr. szabályozásáról – eltekintve az akkori társadalmi viszonyoktól és a politikai rendszertől – összességében elmondható, hogy az korát megelőzte, a szabályok nagy része ma is érvényes. A magyar jogtörténetben első ízben kodifikálta a Tvr. az orvvadászatot, mint bűncselekményt – igaz nem a büntető törvényben –, ennek egyes elemei napjaink szabályozásában is visszaköszönnek.

A Tvr. azonban csak néhány évig volt hatályban, azt hatályon kívül helyezte az **erdők-ről és a vadgazdálkodásról szóló 1961. évi VII. törvény**. A törvény a IX. Fejezetében a 32. § - 36. §-aiban (mindössze öt szakaszban!) foglalkozik a vadgazdálkodással és a vadászattal, azzal, hogy a vadgazdálkodás és a vadászat irányítását az országos erdészeti hatóság vezetőjére bízta. A Tvr. hatályon kívül helyezésével évtizedekre megszűnt az orvvadászat elleni büntetőjogi védelem is. A törvénymódosításokkal az 1996. évi LV. törvény elfogadásig hatályban volt. A törvény végrehajtására kiadott 1/1962. (II. 9.) Korm. rendelet a Tvr -hez hasonlóan meghatározta a tiltott vadászati módokat, tiltott vadászati eszközöket¹¹, míg 53. – 57. §-aiban a tilalmak megszegőivel szemben szabálysértési bírság kiszabását helyezte kilátásba.

Időrendben a fenti szabályozást a szabálysértésekről szóló 1968. évi I. törvény megalkotása követte, melynek felhatalmazása alapján született meg az **egyes szabálysértésekről szóló 17/1968. (IV. 14.) Korm. rendelet**. Ennek 94. § -a rendelkezett a jogosulatlan vadászatról és annak szankcionálásáról.¹²

A vadászati jog szabályozásában áttörést a **vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadászatról szóló 1996. évi LV. törvény** (Vtv.) hozott, amely 1997. március 1. napján lépett hatályba. A leglényegesebb változás a vadászati jognak, mint vagyoneértékű jognak a földtulajdonhoz kötése volt, az élővad állami tulajdona mellett.

A szabálysértésekről szóló 1968. évi I. törvényt az **1999. évi LXIX. törvény**, majd a **2012. évi II. törvény** váltotta fel, amelyek a jogosulatlan vadászat szabálysértési alakzatát tartalmazták.

Az orvvadászat jogi szabályozásában elhibázott törvényhozói döntésnek tekinthető az 1978. évi Btk. 266/B.§ (2) bekezdésének megalkotása is – a 2004. évi X. törvény 2. §-a módosította az 1978. évi IV. törvényt –, amely az állatkínzás speciális eseteként kívánta értékelni az orvvadászatot és az orvhalászatot.¹³ Ez a megoldás azt a látszatot keltette, hogy

¹¹ Korm. rendelet 40.§

¹² 17/1968.(IV.14.) Korm. rendelet 94. §-a „Jogosulatlan vadászat” címmel a következőket tartalmazta:

(1) Aki a vadászjegy nélkül vagy pedig úgy vadászik, hogy nem felel meg a vadászat gyakorlására megállapított feltételeknek, háromezer forintig terjedő pénzbírsággal sújtható,

(2) Az a vadász, aki tiltott helyen vagy időben, továbbá tiltott vadra vagy tiltott módon vadászik, háromezer forintig terjedő pénzbírsággal sújtható.

A tényállás 1993. május 15-től az alábbi (3) bekezdéssel egészült ki: Aki a vadászatról szóló jogszabályok megszegésével vadásztat, tízezer forintig terjedő pénzbírsággal sújtható.

A későbbiekben a pénzbírság összege háromezer forintról ötezer-, majd húszezer forintra, míg a (3) bekezdésben szabályozott esetben harmincezer forintra növekedett.

¹³ 1978. évi IV. törvény 266/B. §

(1) Aki

a) gerinces állatot indokolatlanul oly módon bántalmaz, vagy gerinces állattal szemben olyan bánásmódot alkalmaz, amely alkalmas arra, hogy annak maradandó egészségkárosodását vagy pusztulását okozza,

b) állattartóként, háziasított emlősállatot vagy az ember környezetében tartott veszélyes állatot elűzi, elhagyja vagy kiteszi, vétséget követ el, és két évig terjedő szabadságvesztéssel, közérdekű munkával vagy pénzbüntetéssel büntetendő.

(2) Az (1) bekezdés szerint büntetendő, aki a vadászatról szóló törvény által tiltott vadászati eszközzel vagy tiltott vadászati módon vadászik, illetőleg a halászatról szóló törvény által tiltott halfogási eszközzel vagy módon halászik vagy horgászik.”

a két jogellenes magatartás szükségszerűen összekapcsolódik, holott ez természetesen nem igaz. A két jogellenes magatartás különbözősége a módosító törvény indokolásából is kiderül: „Az állatkínzás speciális esetének tekinthető, ha valaki úgy folytat orrvadászatot vagy orvhalászatot, hogy tiltott eszköz vagy mód alkalmazása során az állatnak fizikai fájdalmat okoz. Az állatok bántalmazásának, kínzásának általános tilalmát az Ávt. tartalmazza, amely tilalom alól a jogalkotó rendkívüli esetekben - akár az állat érdekében, akár más fontos érdekből - kivételt enged, amelyet akár az Ávt.-ben, akár más jogszabályban szabályoz. Így nem minősül az állat bántalmazásának, kínzásának a vadászat és a halászat, ha az megengedett eszközzel vagy módon történik. A törvény ezért büntetni rendeli az orrvadászatot és az orvhalászatot abban az esetben, ha valaki a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadászatról szóló 1996. évi LV. törvény által tiltott vadászati eszközzel vagy tiltott vadászati módon vadászik, illetőleg a halászatról és a horgászatról szóló 1997. évi XLI. törvény által tiltott halfogási eszközzel vagy módon halászik vagy horgászik.”

Nyilvánvaló, hogy a vad elejtése, megölése, függetlenül a használt eszköztől, fizikai fájdalmat okoz akkor is, ha megengedett eszközzel ejtik el, akkor is, ha tiltott eszközzel, ugyanez vonatkozik a tiltott vadászati módra is. További hibája a tényállásnak az volt, hogy a vad védelméről, a vadgazdálkodásról és a vadászatról szóló 1996. évi LV. törvénynek (Vtv.) nem valamennyi vadászati tilalomra vonatkozó szabálya megsértését szankcionálta. A Vtv. 37. §-a ugyanis a vadászati tilalmak között nem csupán a tiltott vadászati eszközt és tiltott vadászati módot sorolta fel, hanem a tilalmi időt, a kíméleti területen történő vadászatot és a vadászati tilalom hatósági elrendelése esetén történő vadászatot is. Nem volt tehát büncselekmény e tényállás alapján a tilalmi időben, kíméleti területen, illetve vadászati tilalom hatósági elrendelése esetén folytatott vadászat, annak ellenére, hogy ezek a magatartások is az orrvadászat fogalomkörébe tartoznak. Az állatkínzás tényállásában büntetni rendelt magatartások tehát nem illeszkedtek a vadászat és halászat rendjét meghatározó háttérjogszabályokhoz, de tartalmilag sem feleltek meg az állatkínzás elkövetési magatartásainak (Balogh et al, 2014).

Az ellentmondásos szabályozást a jogalkotás még tudta fokozni. A Büntető Törvénykönyvről szóló 1978. évi IV. törvény és a hozzá kapcsolódó jogszabályok módosításáról szóló 2008. évi LXXXIV. törvény 1. §-a kiegészítette az állatkínzás tényállását a (3) bekezdéssel, mely szerint „a büntetés büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztés, ha az (1)-(2) bekezdésben írt büncselekményt olyan módon követik el, hogy az az állatnak különös szenvedést okoz.”

A jogszabályi rendelkezések a büntető törvénykönyv fenti módosítását követően sem nyújthattak kielégítő védelmet az orrvadászattal szemben, „e tekintetben tehát maradt minden a régiben, akkor, amikor az észlelhető társadalmi nyomásra is figyelemmel éppen az orrvadászatot kellett volna büncselekménnyé nyilvánítani.” (Zoltán, 2005).

Következtetések

Az orrvadászat, mind gazdasági, mind etikai szempontból sokszor és sokat bíralt cselekedet. Sajnos, mint ahogy az dolgozatunkból is – remélhetőleg – jól kitűnik, évezredek problémáiról, és annak szabályozási nehézségeiről van szó. A vadászati jog büntetőjogi vetületét tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy a magyar jogfejlődésben sem a II. világháborút megelőzően, sem azt követően a büntető törvénykönyvek – 2012. évi C. törvény a Büntető Törvénykönyvről hatálybelépéséig – soha nem tartalmazták önálló tényállásként az orrvadászatot. Az ilyen jogellenes magatartást kihágásként, majd e jogintézmény megszűnését követően szabálysértésként szankcionálták.

Irodalomjegyzék

BALOGH Á. – HORNYÁK SZ. – MAKAI L. (2014): *Az új Büntető Törvénykönyv Magyarázata*. Kommentár az 2012. évi C. törvényhez. Menedzser Praxis Szakkiadó és Tanácsadó Kft. Budapest, 339-342.

ZOLTÁN Ö. (2005): *Az orvvadászatról és szankcionálásának változásairól*. Jogtudományi Közlöny 3: 96.

<https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torvenyei?keyword=Szent%20L%C3%A1szl%C3%B3>

MONITORING OF FOREST RECOVERY UNDER TAUNGYA AGROFORESTRY PROGRAM IN SUDAN

Taungya agrárerdészeti program erdőborításra gyakorolt hatásának vizsgálata Szudánban

MOHAMED HEMIDA^{1,2*}, ANDREA VITYI¹, ZEINAB HAMMAD²

¹ University of Sopron, Institute of Environmental Protection and Nature Conservation, Hungary

² University of Khartoum, Faculty of Forestry, Sudan

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

Kivonat

A szudáni száraz övezet erdőtakarója hatalmas változáson ment keresztül az erdőirtás, a mezőgazdasági terjeszkedés és az erdőt körülvevő vidéki közösségek túlzott fakitermelése miatt. Az erdőirtás megállítása, valamint a leromlott erdők helyreállítása érdekében a The Forest National Corporation in Sudan (FNC) számos beavatkozási rendszert dolgozott ki és vezetett be. Az egyik ilyen konstrukció a Taungya agrárerdészeti rendszer, ahol a gazdálkodók a védett erdőterületen az erdőtelepítés korai szakaszában a fákkal együtt létfenntartást szolgáló növényeket is termesztnek. Esettanulmányunkban a szudáni Dél-Kordofan állam erdőrezervátumában végeztük el az erdőterület helyreállításának monitoringját. A kutatás célja az erdőborítás Taungya agrárerdészeti program eredményeként bekövetkezett változásának a kimutatása és elemzése 30 éves időszakra (1991-2021), távérzékelési és térinformatikai technikák, valamint terepi felmérés segítségével. A Landsat 5 Thematic Mapper (TM) és a Landsat 8 Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) négy műholdfelvételét választottuk ki 1991-ből, 2001-ből, 2011-ből és 2021-ből. Az 1991-es és 2001-es felvételekkel a Taungya agrárerdészeti program elindítása előtt, míg a 2011-es és 2021-es felvételekkel a program utáni állapotot utó-osztályozásos összehasonlító technika segítségével határoztuk meg. A kutatás várhatóan olyan tudományosan megalapozott információkkal szolgál a Taungya agroerdészeti rendszerről, melyek alapján értékelhető lesz alkalmazása a szudáni száraz övezet erdeinek helyreállítására.

Abstract

Forest cover in the dryland of Sudan has witnessed a massive change due to deforestation, agricultural expansion, and forest overexploitation caused by rural communities surrounding the forest. To halt deforestation as well as to recover the degraded forest, many interventions and schemes have been developed and introduced by The Forest National Corporation in Sudan (FNC). One of these schemes is the Taungya agroforestry system, where the farmers can cultivate their subsistence crops with forest trees simultaneously at the early stage of tree establishment inside the forest reserve. Monitoring of forest recovery has been elaborated in the forest reserve in South Kordofan State of Sudan as a case study. The research aims at the detection and analysis of the forest cover changes under Taungya agroforestry program over the period of 30 years (1991-2021) by using remote sensing and GIS techniques as well as a ground-truth survey. Four satellite images of Landsat 5 Thematic Mapper (TM), and Landsat 8 Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) from the years 1991, 2001, 2011, and 2021 were selected respectively. The images of 1991 and 2001 were used to detect the status of the forest cover before starting of Taungya agroforestry program while images of 2011 and 2021 is used to detect the status after the program by applying a post-classification comparison technique. The findings of the study are expected to provide scientifically based information for the assessment of the suitability of Taungya agroforestry system as a feasible land-use alternative for forest recovery in the dry land of Sudan.

Introduction

Forests around the world play a vital role in providing ecosystem services, climate change mitigation and livelihood improvement for rural people (SHARMA et al. 2020). Despite the role that forests play in maintaining the essential functioning of ecosystems and human needs, the rate of deforestation and forest degradation is persistent (KEENAN et al. 2015). However, Forest cover has been declined significantly, going from about 6 billion ha to 4 billion ha in the last millennia (HUMPHREY et al. 2016). According to the last Forest Resources Assessment (FRA) provided by Food and Agricultural Organization of the United Nation (FAO), about 420 million ha of the world forests has been lost through deforestation with the rate estimated at 10 million ha in the period of 2015-2020 and Africa had the highest annual rate of net loss at 3.9 million ha (FAO 2020). This affected 1.5 billion people around the world, being losses of 2 billion hectares of deforested and degraded lands (SANZ et al. 2017), resulted in biodiversity loss, conflicts and food insecurity and hence affected on human livelihood (VÁSQUEZ-GRANDÓN et al. 2018, GILBEY et al. 2019).

Sudan's forest resources play an essential role in providing livelihood needs. Particularly in the rural areas, the majority depend on wood and non-wood forest products as the main sources of income and daily food consumption (MOHAMED et al. 2021). Nonetheless, Sudan's forest cover has witnessed massive changes during the last decade. It has substantially declined from 40% to 10.3% with an annual rate of deforestation 1.6% due mainly to agricultural expansion and forest overexploitation (SULIEMAN 2018, 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.

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 19th century and has been widely used.

It can be mentioned as a matter of interest that agroforestry systems similar to the *Taungya* exist all over the world and can also be found in Hungary. (MENZIES 1988, CHAMSHAMA et al. 1992, NAIR 1993, WATANABE et al. 1998, KOVÁCS et al. 2019) According to documents from the early 19th century, this practice in Hungary has its roots in the long past. While in the past the cultivation of the land between the trees served to reduce the costs of afforestation and ensure livelihoods, nowadays this practice is primarily aimed at the survival and optimal growth of seedlings, thus improving the efficiency of afforestation. Since these systems have now lost their original purpose, the way of life typical of the old days has ceased to exist, but the practice has survived scatteredly and is sometimes used in the early years of afforestation. (KOVÁCS et al. 2019).

In Sudan, however, *Taungya* system is considered as one of the strategies implemented by the Forest National Cooperation (FNC) in Sudan to halt deforestation and forest degradation and as a means of livelihood improvement for the communities surrounding the forest reserves. In the program, the FNC allocated a predetermined area inside the reserved forests and provided the farmers with tree seeds/seedling and technical assistance. The farmers are responsible for planting specific crops allowed by FNC such as sesame (*Sesamum indicum* L.), cowpea (*Vigna guiculata* L.), groundnut (*Arachis hypogaea*), and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) (EL TAHIR et al. 2015). It is noteworthy that the study site has witnessed severe climatic extremes such as erratic rainfall, illegal felling, overgrazing and continued land-use conflicts and there was visible degradation in the forest. Accordingly, the FNC introduced

the *Taungya* agroforestry program for the rehabilitation of forest area by establishing *Acacia Senegal* plantation for gum Arabic production as main objective besides forest reclamation and environmental conservation (MOHAMEDAIN et al. 2012).

Unlike in Ghana, Ethiopia, Kenya, Nigeria where numerous studies have been published on the *Taungya* system (APPIAH 2020, FOLI et al. 2018, WONDIE – MEKURIA 2018, RENNER 2017, FATOKI et al. 2020, AZZEZ ET AL. 2017), little is known about *Taungya* system for forest recovery in Sudan. Particularly in the dryland of Sudan, where the study area is located. Thus, to bridge this gap in the body of literature, such information is needed to inform decision-makers with empirical evidence about the potentiality of *Taungya* agroforestry system as a viable land-use practice for dryland forests recovery. This could be the first step towards formulation future intervention of agroforestry projects that target forest cover rehabilitation. Therefore, the main objective of this study was to detect and analyse the forest cover changes under *Taungya* agroforestry program over the period of 30 years (1991-2021). The aim of the article is to present the material, methods and progress of the research.

Research material and method

Study area

The study was conducted in South Kordofan State, Dilling district. Nabag Forest Reserve (NFR) was taken as a case study. It lies between the latitude $12^{\circ} 30' 0''$ N to $12^{\circ} 36' 0''$ N and the longitudes $29^{\circ} 36' 0''$ E to $29^{\circ} 58' 0''$ E (Figure 1). NFR was reserved in 1961 as a state forest and managed by FNC. It covers an area of 4174.2 hectares. The dominant tree species are *Acacia senegal*. The other natural tree species include *Azadirachta indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, *Guiera senegalensis*, and *Ziziphus-spina Christi*. The FNC has introduced the *Taungya* agroforestry program to rehabilitate the forest cover and improve the livelihood of the communities around the forest (MOHAMEDAIN et al. 2012). The program was started in 2005 and is still ongoing so far as a contract between the FNC and farmers, where the FNC is responsible for dividing the farmers inside the forest and providing them with the seedlings of *Acacia senegal* for planting, while the farmers plant their crops between tree spacing.

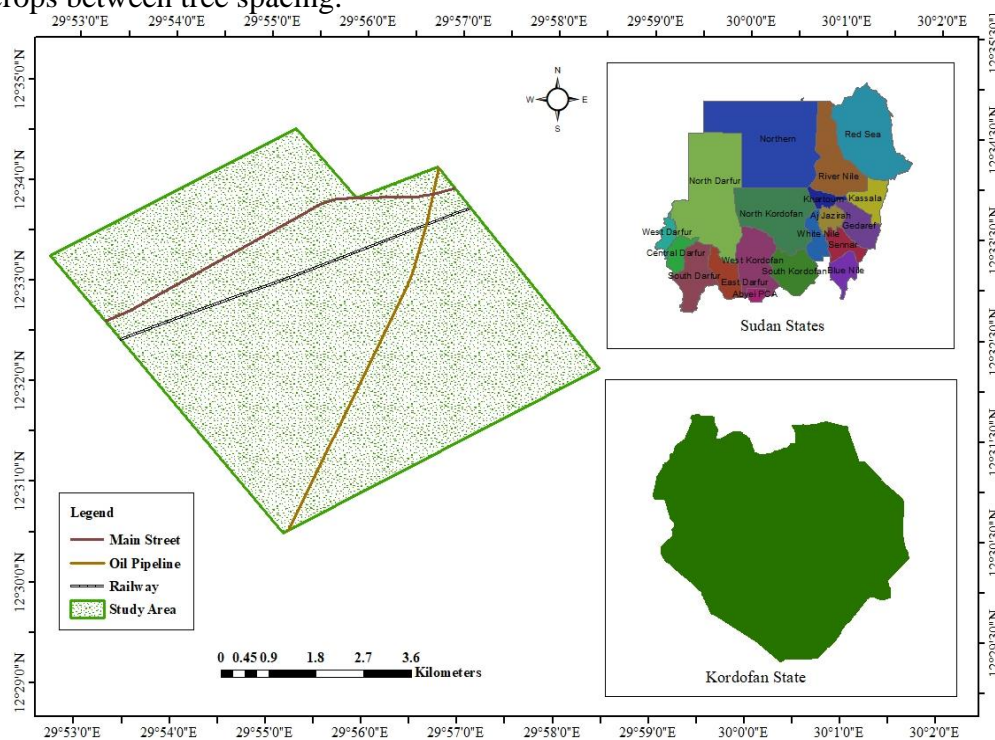


Figure 1: Map of the study area. Source: Author, 2022

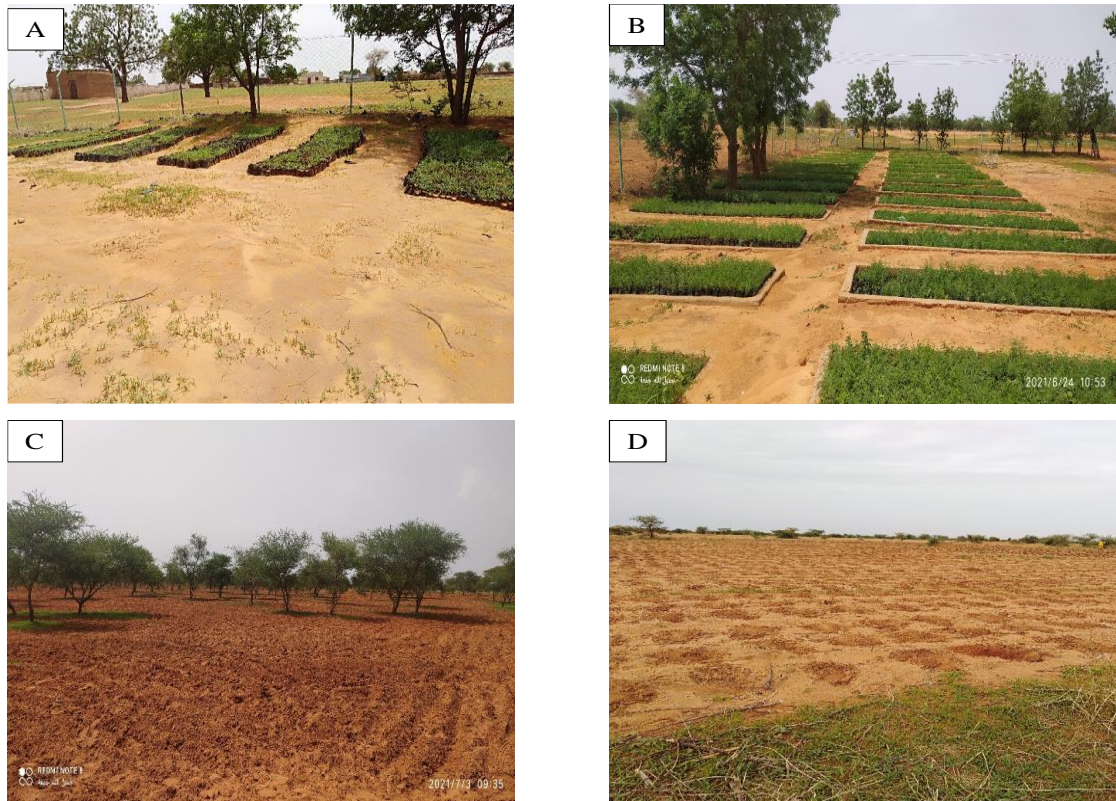


Figure 2: Illustrative photograph of different stage of Taungya rehabilitation program in the Study area A&B: Seedling production in NFR Nursery; C&D: Targeted area for rehabilitation with Taungya system. Source: Author, 2022

Research methodology

Satellite images of Landsat 5 Thematic Mapper (TM), and Landsat 8 Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor (OLI/TIRS) from the years 1991, 2001, 2011, and 2021 were selected respectively (Table 1). The selection of images was based on the availability of free cloud cover (>10%) satellites data. The purpose is to investigate the forest cover change before and after the implementation of *Taungya* agroforestry program. The images of 1991 and 2001 were used to detect the status of the forest cover before starting of *Taungya* agroforestry program. The images of 2011 and 2021 were used to detect the status after the program by applying a supervised image classification technique.

The coordinate of the study area was specified, and the boundary of the forest was delineated and reviewed in the Google Earth Pro Engine Platform (earthengine.google.com). Afterward, the images of the study area were downloaded from the free website of the United States Geological Survey (USGS, earthexplorer.usgs.gov). Images of the study area were acquired during the dry season (January) for creating the training and classification. The dry period was suitable for getting free cloud cover satellite images to facilitate the differentiation between the different land cover classes.

The preprocessing of satellite images was performed on all acquired images by using geospatial analysis software (Open-source software). All images were projected to the Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 35N with WGS 84 Projection Coordinate System.

Images classification was performed using both Unsupervised and supervised. Unsupervised classification was used to discriminate various land use categories in the study area and to avoid the mixed pixels between different classes. Then, supervised image classification was applied. At first, a set of training signatures were created for each predetermined land cover class by using Polygon delineated (ROI). This was done based on the visual

interpretation (False-color composite interpretation), prior knowledge of the study area, focus group discussion with forestry officials implementing the *Taungya* agroforestry program, and google earth time-series images.

Accuracy assessment is being performed for land cover maps by following an approach suggested by CONGALTON – GREEN (2019). User’s Accuracy (UA), Producer’s Accuracies (PA), Overall Accuracy (OA), and Kappa coefficients will be determined, and then the error matrix of the land cover classification will be produced by applying an approach used by (BERHANU et al. 2021). Finally, The Post-classification comparison method (PCC) will be adopted to detect the forest cover change under *Taungya* agroforestry rehabilitation program. It is by computing the magnitude and the percentages of change between different classes during the four years using the trajectory change matrix approach (WU et al. 2015).

Table 1: Source of the satellite images used in this study

Satellite name	Sensors	Resolution	Acquisition date	Path/Raw	Band used
Landsat 5	TM	30m	1991-01-20	175/051	B1 - B7
Landsat 5	TM	30m	2001-01-15	175/051	B1 - B7
Landsat 5	TM	30m	2011-01-11	175/051	B1 - B7
Landsat 8	OLI/TRIS	30m	2021-01-06	175/051	B1 - B7

Source: USGS, earthexplorer.usgs.gov 2021

Land cover changes will be analyzed for different periods of satellite images between 1991-2001 and 2011-2021 using different geospatial analysis software. Percentage changes of land cover categories are planned to be calculated for the period times before and after the implementation of *Taungya* program in the study area.

Summary

The research aims at the detection and analysis of the forest cover changes under *Taungya* agroforestry program over the period of 30 years (1991-2021) in South Kordofan State of Sudan. Authors used literature data, remote sensing and GIS techniques as well as a ground-truth survey for the assessment of landuse changes. The research is being completed recently and the results are planned to be published in 2023. This paper summarizes the goals of research and the ongoing investigations. The results will support the policy decisions aimed at the evaluation of *Taungya* agroforestry as land-use option for forest recovery in the dryland of Sudan with scientifically supported data.

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
- 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.
- APPIAH JO – AGYEMANG-DUAH W. – SOBENG AK. – KPIENBAAREH D. (2021): Analysing patterns of forest cover change and related land uses in the Tano-Offin forest reserve in Ghana: Implications for forest policy and land management. *Trees, Forests and People* 5:100105. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100105>
- APPIAH M. – YEBOAH B. – YEBOAH MA. – DANQUAH JA. (2020): Community Experiences in the use of Modified *Taungya* System for Restoring Degraded Forests and Improving Livelihoods in Ghana. *Environmental Management and Sustainable Development* 9:1-17.

- AZEEZ IO. – POPOOLA L. – SHULAMITE IO. (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.
- BERHANU M. – SURYABHAGAVAN KV. – KORME T. (2021): Wetland mapping and evaluating the impacts on hydrology, using geospatial techniques: a case of Geba Watershed, Southwest Ethiopia. *Geology, Ecology, and Landscapes* 1-18.
- CHAMSHAMA SAO. – MONELA GC. – SEKIETE KEA. – PERSSON A. (1992): Suitability of the taungya system at North Kilimanjaro Forest Plantation, Tanzania. In: *Agroforestry Systems*. 17:1-11. <https://doi.org/10.1007/BF00122924>
- CONGALTON RG. – GREEN K. (2019): Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices (third ed). CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL. 347 pp
- FANA. – CHEN X. – LIZ. (2006): Effects of intercropping systems of trees with soybean on soil physicochemical properties in juvenile plantations. In: *Journal of Forestry Research* 17 :226-230. <https://doi.org/10.1007/s11676-006-0052-y>
- EL TAHIR BA. (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.
- FATOKI OA. – OGUNTOYE TO. – ABIOLA OM. – AROWOLO OV. – KOLADE RI. (2020): Positive Externalities of Agro- forestry Driven Green Growth and Implication on Poverty Profile. *International Journal for Forestry and plantation* 3: 1–8.
- FOLI S. – ROS-TONEN MAF. – REED J. – SUNDERLAND T. (2018): Natural Resource Management Schemes as Entry Points for Integrated Landscape Approaches: Evidence from Ghana and Burkina Faso. *Environmental Management* 62: 82-97. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0866-8>
- GILBEY B. – DAVIES J. – METTERNICHT G. – MAGERO C. (2019): Taking Land Degradation Neutrality from concept to practice: Early reflections on LDN target setting and planning. *Environmental Science and Policy* 100: 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.007>
- HUMPHREY A. – ADAMBA MK. – KOROS H. – MULINYA C. – KAWAWA R. (2016): PELIS Forestry Programme as a Strategy for Increasing Forest Cover and Improving Community Livelihoods: Case of Malava Forest, Western Kenya. *American Journal of Agriculture and Forestry* 4: 128-135.
- KEENAN RJ. – REAMS GA. – ACHARD F. – DE FREITAS JV. – GRAINGER A. – LINDQUIST E. (2015): Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.014>
- KOVÁCS K. – SZIGETI N. – VITYI A. (2019): Results of Soil Microclimate Research in Forestry Intercropping Systems in Hungary. *Regional and Business Studies* 11: 13-19.
- MENZIES N. (1988): Three Hundred Years of Taungya: A Sustainable System of Forestry in South China. *Human Ecology* 16: 361-376.
- MOHAMEDAIN MS. – CSAPLOVICS E. – MOHAMED AA. – MOHAME AD. (2012): Estimation of Forest Variables using Remote Sensing and GIS: Case Study of Nabag Forest-South Kordofan, Sudan. *Journal of Agriculture & Social Sciences* 8: 62-64.
- MUWAMBA A. – AMATYA DM. – SSEGANE H. – CHESCHEIR GM. – APPELBOOM T. – TOLLNER EW – NETTLES JE. – YOUSSEF MA. – BIRGAND F. – SKAGGS RW. – TIAN S. (2015): Effects of Site Preparation for Pine Forest/Switchgrass Intercropping on Water Quality. *Journal of Environmental Quality* 44: 1263-1272.
- NAIR PK. (1993): An introduction to Agroforestry. Springer. ISBN 9780792321347

- RENNER M. (2017): Alienation in Agriculture: How the Shamba System Promotes the Degradation of Kenyan Montane Forests. *Aisthesis: Honors Student Journal* 8:1-6.
- SANZ MJ – DE VENETE J. – CHOTTE J. – BERNOUX M. – KUST G. – RUIZ I. – ALMAGRO M. – ALLOZA JA – VALLEJO R. – CASTILLO V. – HEBEL A. – AKHTAR-SCHUSTER M. (2017): Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany
- SHARMA P.–THAPA RB – MATIN MA (2020): Examining forest cover change and deforestation drivers in Taunggyi District, Shan State, Myanmar. *Environment, Development and Sustainability* 22: 5521-5538. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00436-y>
- SULIEMAN HM (2018): Exploring drivers of forest degradation and fragmentation in Sudan: The case of Erawashda Forest and its surrounding community. *Science of the Total Environment* 621: 895-904. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.210>
- VÁSQUEZ-GRANDÓN A. – DONOSO PJ. – GERDING V. (2018): Forest degradation: When is a forest degraded? *Forests* 9: 1-13. <https://doi.org/10.3390/f9110726>
- WATANABE H. – SAHUNALU P. – KHEMNARK C. (1998): Combinations of trees and crops in the taungya method as applied in Thailand. *Agroforestry Systems* 6: 169-177
- WONDIE M. – MEKURIA W. (2018): Planting of acacia decurrens and dynamics of land cover change in fagita lekoma district in the Northwestern Highlands of Ethiopia. *Mountain Research and Development* 38: 230-239. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-16-00082.1>
- WU G. – GAO Y. – WANG Y. – WANG Y. – XU D. (2015): Land-use/land cover changes and their driving forces around wetlands in Shangri-La County, Yunnan Province, China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 22 110-116.

VÍZPÓTLÁSI BEAVATKOZÁSOK HATÁSA AZ ERDŐK TALAJVÍZSZINTJÉRE, ESETTANULMÁNY A NYUGAT-BELSŐ-SOMOGYI KISTÁJON

Impact of water supply interventions on forest groundwater levels: a case study in West Inner-Somogy micro-region

HERCEG ANDRÁS¹, KALICZ PÉTER¹, HORVÁTH LÁSZLÓ², GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet

²Kaszó zrt.

herceg.andras@uni-sopron.hu

Kivonat

Európában az éghajlatváltozás statisztikailag szignifikáns felmelegedési tendenciával jellemezhető, de a legjelentősebb hatása a vízkörforgalmat érinti. A jövőben, az emelkedő hőmérséklet hatására fokozódó transzspirációs kényszer révén a növényekre valószínűleg jelentősebb talajvízfelvétel lesz a jellemző, vagyis a talajvízfüggő erdőközösségek megújulása ezeken a területeken kérdésessé válhat.

A Szentai-erdő vízellátásának javítását célzó, tőrehabilitációval és mederbordákkal megvalósított Kaszó LIFE projekt pozitív példa a vízpótlásra.

Jelen cikk célja a vízpótlási beavatkozások talajvízszintet érintő hidrológiai hatásainak elemzése. Következtetésként elmondható, hogy míg a tavak létesítése jelentősen befolyásolja a talajvízszinteket, addig a mederbordák esetében jelentős hatás nem volt kimutatható.

Abstract

The current climate change over Europe can be characterized by statistically significant warming trend, while its most significant effect is on water cycle. Driven by rising temperatures, increasing transpiration demand in the future will likely induce an enhanced groundwater (GW) uptake by plants, thus the regeneration of GW-dependent forest communities in these areas will be questioned.

Positive water supply interventions were applied in frame of Kaszó LIFE project aiming to improve water supply of the Szentai forest applying lake rehabilitation and log weirs.

The goal of this study is analysis of the hydrological impacts of water supply interventions to the GW level. The conclusion is while the constructed lakes significantly affect the GW levels, but significant rising effect was not found in the case of the log weir.

Bevezetés

Az éghajlatváltozás elsődlegesen az átlaghőmérséklet globális emelkedésével és annak hidrológiai körforgásra gyakorolt hatásaival jellemezhető. (IPCC 2019; 2022). Európában az 1971-2000-es referenciaidőszakhoz képest előrejelzett, 21. század végén várható felmelegedés 2 °C-kal lesz magasabb, mint a globális átlag (A1B éghajlati forgatókönyv) (VAUTARD et al. 2013). Magyarországon a század végére valószínűsíthető a nyári csapadékok jelentősebb csökkenése, de ugyanakkor a telek csapadékosabbá válhatnak (GÁLOS et al. 2014). Hazánkban a szabálytalan csapadékeloszlás következménye a heves csapadékesemények és a súlyos szárazság előfordulásának megegyező valószínűsége (GÁLOS et al. 2015, NOVÁKY-BÁLINT 2013). Emellett az 1980-as évek óta a vegetációs időszakban gyakrabban fordul elő aszály (GÁLOS et al. 2007; MÁTYÁS et al. 2018).

A csapadék eloszlásának és mennyiségének előre jelzett változásai a folyamatosan növekvő hőmérséklettel a növények jelentősebb vízfelhasználásához vezethetnek (fokozódó transzspirációs kényszer a hosszabb vegetációs időszak és a nagyobb levélfelület miatt (ABER et al. 2009)). Mindez változásokat idéz elő a talajnedvességben, talajvízben (MAS-

PLA-MENCIÓ 2019), ezeken keresztül a vízkörforgásban (KEVE-NOVÁKY 2010). A talajvíz-függő erdőközösségek megújulása ezért ezeken a területeken kérdésessé válhat (GRIBOVSKI et al. 2017). A folyamat tehát a fafajok változásában is tükröződhet (FÜHRER et al. 2011), vagyis a Kárpát-medence síkságain megkérdőjelezhető egyes, elsősorban nagy vízigényű, magas biológiai produkcióval rendelkező erdőtársulások léte (STOJANOVIC et al. 2015).

Nagy a bizonytalanság azonban az erdők éghajlati stresszreakcióira vonatkozó általános tendenciák kvantitatív meghatározása tekintetében, ami határozottan indokolja a regionális és helyi ökológiai feltételek kiemelt kezelését (MÁTYÁS et al. 2018).

A hosszú távú megőrzés érdekében a természeti területek kedvező ökológiai állapotának stabilizálásával a folyórendszer rehabilitációja és a vízpótlás javítása pozitív hatást fejt ki a talajvíz szintjére és a mikroklímára, ami a vízvisszatartással érhető el. A pozitív vízpótlási beavatkozásokra jó példa a Kaszó LIFE projekt. A projekt célja volt a Nyugat-Belső-Somogyi kistérségben, a Szentai erdőben (Natura 2000) található erdők, kislápok és gyepek vízellátásának javítása, a terület csapadékvíz visszatartásának javítása, amely a leromlott állapotú élőhelyek rehabilitációját biztosítja.

A cikk célja a beavatkozások utáni, talajvízszintre gyakorolt hidrológiai hatások kiértékelése.

Anyag és módszer

Kutatási terület

A Nyugat-Belső-Somogyi kistájat nyugatról a Zalaapáti-hát, délről a Dráva völgye, keletről a Marcali-hát, északról a Kis-Balaton veszi körül. Átlagos tengerszint feletti magassága 130-170 m. A leggyakoribb az agyagbemosódásos barna erdőtalaj (83%), a domboldalakon kialakult homokos területeken a homokos váztalajok (DÖVÉNYI et al. 2010).

A terület éghajlata mérsékelt meleg, mérsékelt nedves. Az évi középhőmérséklet 9,8-10,2 °C. A vegetációs időszakban az éves középhőmérséklet 16,5-17 °C. Az átlagos évi csapadékmennyiség 750 mm, amiből 430-450 mm nyáron esik (DÖVÉNYI et al. 2010).

A meteorológiai adatokat, alapvetően hőmérséklet és csapadékadatok, 10 perces gyakorisággal rögzítették Kaszópusztán egy helyszíni automata meteorológiai állomás segítségével. A vizsgálat időszaka 4 hidrológiai év, 2014. október 1-től 2018. szeptember 30-ig.

A területet domborzati adottságai miatt észak-déli irányú völgyek jellemzik, ahol gyakoriak a zárt vízelvezetésű területek. A völgyek alján lévő víztelenített területek többnyire nem kapcsolódnak egymáshoz, kis tavak, lápos, mocsaras területek alakultak ki, amelyek vízellátását csak csapadék biztosítja. Emellett az éghajlatváltozás dehidratáló hatásai erősen érintik az erdei vizes élőhelyeket. Ha a változások hosszabb ideig fennállnak, ezeknek a vízigényes erdőknek a fafajösszetétele megváltozik (FÜHRER et al. 2011), ami hatással lesz azok általános ökológiai funkciójára.

A talajvíz átlagos mélysége 2-4 méter és a harminc éves adatsorok alapján megállapítható, hogy a víz szintje csökken (DÉDUVIZIG 2014).

Talajvízmonitoring kiépítése

A Kaszói projektterületen a KASZÓ-LIFE projekt keretében 2015 júliusában új tározók és mederbordák épültek, amelyek a korábbi vízszabályozások (lecsapolás) hatásainak visszafordítását szolgálják. A beavatkozások hatásainak figyelembevétele érdekében a kontroll időszak a 2014-2015-ös és a 2015-2016-os hidrológiai év, míg a beavatkozások által érintett időszak a 2016-2017 és 2017-2018 volt.

15 km-en 3 szakaszos vízfolyás medrébe 123 db mederborda került beépítésre, melyek a jelentős csapadékos időszakokban, majd hóolvadáskor mintegy 30 cm-rel emelik meg a vízfolyások vízszintjét. A meglévő tavak regenerálásával és újak építésével a vízfelület 7,13

ha-ról 16,57 ha-ra nőtt, a víztároló kapacitás pedig csaknem megkétszereződött. A műtárgyak felújításával a régi tavakban az üzemi vízszint 30 cm volt, az új tavakban a vízszintek 110-210 cm-re emelkedtek.

A talajvízszint monitorozása révén a vízvisszatartás közvetlen hatásai nyomon követhetőek a növény- és állatvilágot érintő közvetett hatásokon túl. 2014 májusában a talajvízszint monitorozására 14 minta- és 4 kontrollterületen létesítettek monitoring kutakat.

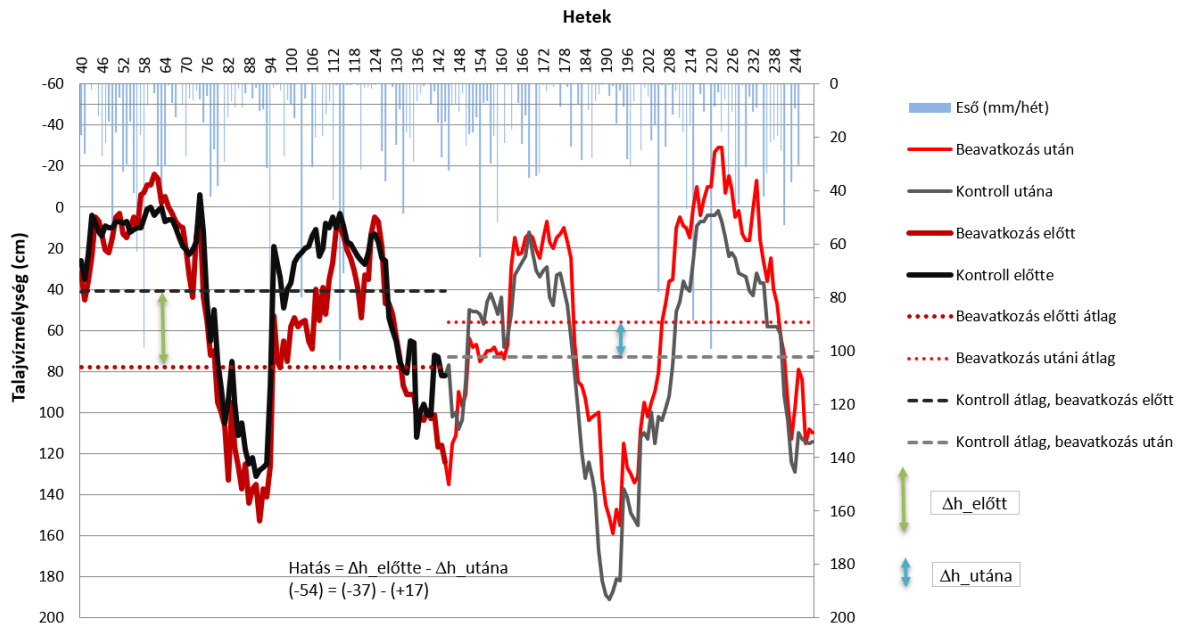
1. Táblázat: Talajvízkutak alapvető adatai

Erdőrészlet	Terület	Domináns faj	Szám	Talajvízmélység*	Beavatkozás
Szenta 46 B	Kontroll	KTS**	3.	241	Mederborda
Kaszó 1 S	Kontroll	KTS	2.	338	Mederborda
Szenta 36 C	Kontroll	MÉ***	4.	208	Mederborda
Kaszó 38 J	Kontroll	MÉ	18.	58	Mederborda
Kaszó 27 C	Vizsgálóter.	KTS	12.	152	Mederborda
Somogyszob 30 B	Vizsgálóter.	KTS	8.	117	Rezervoár
Kaszó 12 D	Vizsgálóter.	KTS	15.	170	Mederborda
Somogyszob 32 C	Vizsgálóter.	KTS	7.	130	Rezervoár
Somogyszob 25 E	Vizsgálóter.	MÉ	11.	79	Mederborda
Somogyszob 31 A	Vizsgálóter.	MÉ	10.	36	Mederborda
Kaszó 39 C	Vizsgálóter.	MÉ	6.	-12	Mederborda
Kaszó 9 I	Vizsgálóter.	MÉ	16.	67	Mederborda
Kaszó 16 C	Vizsgálóter.	MÉ	14.	70	Mederborda
Kaszó 39 L	Vizsgálóter.	MÉ	5.	158	Mederborda
Szenta 2 K	Vizsgálóter.	MÉ	1.	70	Mederborda
Kaszó 20 F	Vizsgálóter.	MÉ	13.	48	Mederborda
Somogyszob 30 J	Vizsgálóter.	MÉ	9.	55	Rezervoár
Kaszó 18 C	Vizsgálóter.	MÉ	17.	78	Mederborda

*: centiméterben kifejezve; **: Kocsányos tölgy; ***: Mézgas éger

Tér és időbeli különbségképzés

A beavatkozások hatásának vizsgálatára térbeli és időbeli különbségeket képeztünk (1. ábra). A térbeli különbség kiszámítása volt az első lépés a beavatkozási és kontrollkutak idősorai közötti különbség meghatározásával. Az időkülönbség pedig a beavatkozás előtti és utáni idősorok térbeli különbségeinek a különbséget jelentette. Nagyobb valószínűséggel beszélhetünk szignifikáns hatásról a vízellátásra, amennyiben a kiszámított időkülönbségek jelentősek. A teljes hidrológiai évek összehasonlítása mellett a beavatkozásoknak, kifejezetten a vegetációs időszakot érintő hatása is elemzésre került, ami inkább a felszín alatti víztartókkal szemléltethető, mert általában tavasszal telítettek, nyugalmi időszakra pedig kiürülnek (1. ábra).



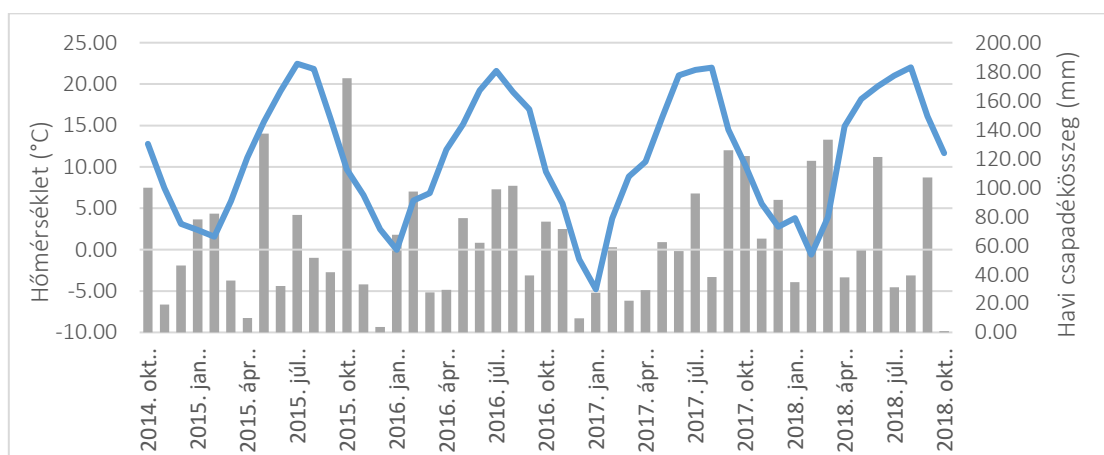
1. ábra: A talajvízszint változása, és csapadék a 9. számú (vizsgálati) és a 18. számú (kontroll) talajvízszakok esetén.

Az 1. ábrán is láthatjuk, hogy a kontrollkút (18. számú) átlagos talajvízszintje a beavatkozást követően csökkent (fekete szaggatott vonal vs szürke hegyes vonal), míg a mintakút átlagos talajvízszintje (9.) emelkedett. (vörös és piros szaggatott vonalak). A „ $\Delta h_{\text{előtte}}$ ” a kontroll és a mintakút közötti különbséget jelenti a beavatkozás előtt, az „ $\Delta h_{\text{utána}}$ ” pedig a kontroll és a mintakút közötti különbséget a beavatkozás után. A mintakút talajvízszintje a vízpótlást követően magasabb volt, mint a kontrollkút talajvízszintje, ezért a beavatkozás hatásának számszerűsítéséhez a két értéket összegezni kell.

Eredmények

A négy hidrológiai év átlaghőmérséklete $11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. A hőmérsékleti minimumok decemberben, januárban és februárban $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alattiak voltak. Ugyanezen hónapokban a legmagasabb hőmérséklet $4\text{--}7\text{ }^{\circ}\text{C}$ között volt. A nyári hónapokban a legalacsonyabb hőmérséklet $14\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$, a legmagasabb hőmérsékletek pedig $27\text{--}29\text{ }^{\circ}\text{C}$ között alakultak.

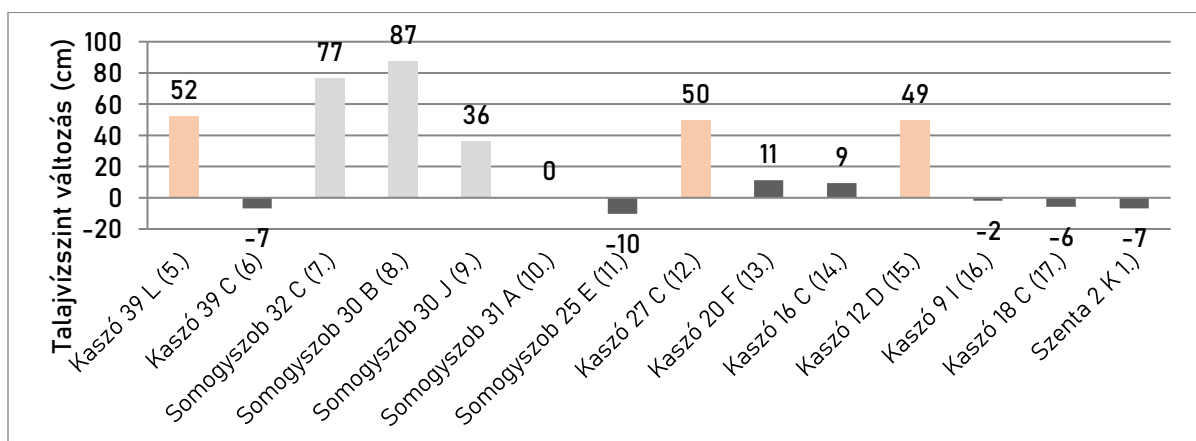
A havi átlaghőmérsékletet és csapadékmennyiséget a 2. ábra szemlélteti a vizsgált évekre vonatkozóan. Az átlagos évi csapadékmennyiség 852 mm volt, ebből 436 mm a vegetációs időszakban hullott.



2. ábra: Havi csapadékösszegek és havi átlaghőmérséklet trendjei a vizsgálati időszakban (2014. október 01. – 2018. szeptember 30.). Vertikális szaggatott vonal a beavatkozások kezdetét jelenti.

A 2014-2015-ös hidrológiai évben az éves csapadékmennyiség 807 mm volt, ebből 442 mm a vegetációs időszakban (2. ábra). A következő évben valamivel több csapadék, 858 mm hullott, ebből 420 mm a vegetációs időszakban. A 2016-2017-es hidrológiai évben (a beavatkozások éve) jóval kevesebb csapadék, összesen 727 mm esett, ebből a vegetációs időszakban 461 mm, ami ennek ellenére a legmagasabb érték a négy vizsgált vegetációs időszakon belül. A legtöbb éves csapadék 2017-2018-ban hullott 1028 mm-rel, amelyből 428 mm a vegetációs időszakban. A beavatkozásokat megelőző években kiegyenlítettebb csapadékvizonyok figyelhetők meg (kétéves átlagos évi csapadékmennyiség 833 mm, a vegetációs időszakokban 431 mm). A második két év csapadéka erősen ingadozó volt (az éves átlagos csapadékmennyiség 877 mm, vegetációs időszakos átlagértékként 445 mm). Összességében a második két évben átlagosan 44 mm-rel (kb. +5%-kal) több, a vegetációs időszakban 14 mm-rel (3%-kal) több csapadék esett, de a beavatkozás évében 100 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint a korábbi évek átlagában. A negyedik évben pedig közel 200 mm-rel több csapadék hullott, mint a beavatkozást megelőző években.

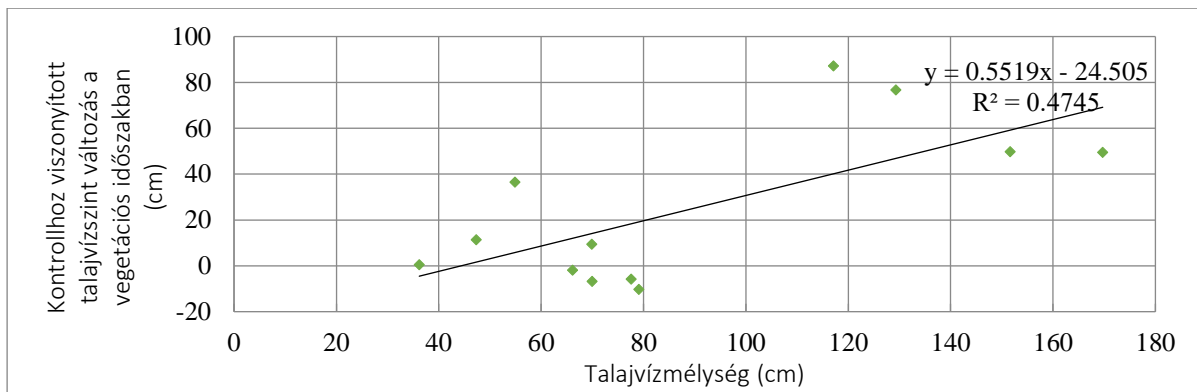
Aszályos hónap volt 2015 áprilisában - a beavatkozás előtti időszakban -, 2018 augusztusa szerint pedig az intervenció utáni időszakban.



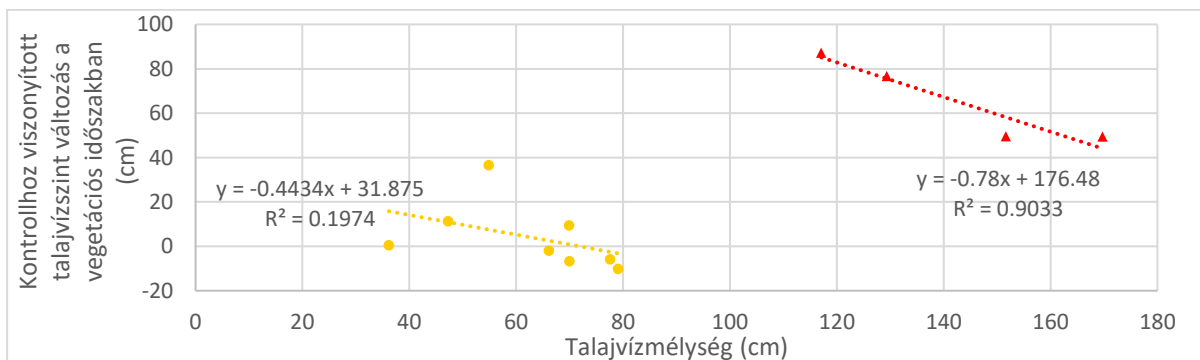
3. ábra: Talajvízszint időbeli változása a beavatkozás hatására (vegetációs időszak).

A 39C; 31A; 2K; 18C; 9L és a 25E talajvízkutaknál negatív értékek figyelhetők meg. A 25E talajvízkút esete azért is érdekes, mert egy vízfolyás mentén helyezkedik el, ahol több mederbordát is telepítettek. Világoszürke színnel jelöltük azokat a kutakat, amelyeket a Kúvölgyi-tavak építése a tavaktól való távolságuk miatt egyértelműen érinthet. A 39L, 27C és 12D kutak esetében a magasabb értékek a mederbordák mögött felgyülemlett fás uszadékok következményei, ami átmeneti kis tározók spontán kialakulásához vezetett.

A kapott adatokat összehasonlítottuk a talajvíz kutak átlagos vízszintadataival is (3. ábra). Az így kapott eredmények alapján a mélyebb talajvízszintű kutaknál szignifikánsan jelentősebb emelkedés tapasztalható, mint a felszínhez közelebbi szinttel rendelkező kutaknál. A korreláció szignifikancia szintje $p < 0,01$.



4. ábra: A vegetációs időszak talajvízszint-változása és az átlagos talajvízmélység kapcsolata.



5. ábra: A vegetációs időszak talajvízszint-változása és az átlagos talajvízmélység kapcsolata, a vizsgált fafajok alapján elkülönítve.

Ha nem vesszük külön a két növénytársulást (éger és közönséges tölgy), a beavatkozások hatása egyre jelentősebbnek tűnik a mélyebb talajvízszintek mellett (4. ábra). Ha a hatásokat a szárazabb területeken a közönséges tölgyek (mélyebb talajvízszint) és az égeres esetében a nedvesebb területeken (sekélyebb, közelebbi talajvízszint) külön vizsgáljuk, ellenkező konklúzióra jutunk (5. ábra). Ebben az esetben minél közelebb volt az eredeti talajvízszint a felszínhez, annál jelentősebb a vízpótlás hatása. Ez azért is igaz, mert ezek a helyek közelebb voltak a vízpótlást biztosító vízfelületekhez.

Következtetések

Összegezve a Kaszó LIFE projekt keretében történt vízpótlást megcélzó beavatkozások eredményességét, konklúzióként elmondható, hogy míg a tavak építése jelentősen befolyásolja a környező talajvízkutak vízszintjét, addig a mederbordák esetében nincs ilyen kimutatható hatás.

Az alkalmazott módszer a tér és időbeli különbségképzés volt, amivel abszolút értékben mutatható ki a vízpótlást megcélzó beavatkozások hatása. A kutatási területen a jövőben, a vízpótlási beavatkozások hatásainak komplex elemzése céljából, a vízviszonyokat, egy átfogó biológiai tanulmánnyal együtt lenne javallott elvégezni.

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

- ABER J. – NEILSON R. – MCNULTY S. – LENIHAN J. – BACHELET D. – DRAPEK R. (2009): Forest processes and global environmental change: predicting the effects of individual and multiple stressors. *BioScience* 51: 735-751. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0735:FPA-GEC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0735:FPA-GEC]2.0.CO;2)
- DÉL-DUNÁNTÚLI VÍZÜGYI IGAZGATÓSÁG (2014): Vízvisszatartó Mederbordák és Tiltós Átereszépitése a Kaszói Erdőgazdaság Területén – Kiviteli Dokumentáció
- DÖVÉNYI Z. (ed.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest, Hungary. 345-353 ps.
- FÜHRER E. – MAROSI G. – JAGODICS A. (2011): A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban, *Erdészettudományi Közlemények*, 1(1), pp. 17–28.
- GÁLOS B. – LORENZ PH. – JACOB D. (2007): Will dry events occur more often in Hungary in the future? *Environ. Res. Lett.*, 2, 034006 (9pp), <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/3/034006>
- GÁLOS B. – ANTAL V. – CZIMBER K. – MÁTYÁS CS. (2014): Forest ecosystems, sewage works and droughts – possibilities for climate change adaptation. In: Santamarta J.C., Hernandez-Gutiérrez L.E., Arraiza M.P. (eds) 2014. *Natural Hazards and Climate Change/Riesgos Naturales y Cambio Climático*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Montes. ISBN 978-84-617-1060-7, D.L. TF 565-2014, 91-104
- GÁLOS B. – FÜHRER E. – CZIMBER K. – GULYÁS K. – BIDLÓ A. – HÄNSLER A. – JACOB D. – MÁTYÁS CS. (2015): Climatic threats determining future adaptive forest management – a case study of Zala County, IDŐJÁRÁS, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service Vol. 119, No. 4, October – December, 2015, pp. 425–441
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – BALOG K. – SZABÓ A. – TÓTH T. – METWALY M. – SZALAI, S. (2017): Groundwater uptake of different surface cover and its consequences in great Hungarian plain. *Ecological Processes* 2017, 6, 39-47. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13717-017-0106-4>
- IPCC (2019): Technical Summary, 2019. In: “Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems” (Shukla PR, Skea J, Calvo Buendia E, Masson-Delmotte V, Portner H-O, Roberts DC, Zhai P, Slade R, Connors S, van Diemen R, Ferrat M, Haughey E, Luz S, Neogi S, Pathak M, Petzold J, Portugal Pereira J,
- IPCC 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- KEVE G. – NOVÁKY B. (2010): Klímaváltozás hatásának vizsgálata a Bácsbokodi-Kígyós csatorna vízgyűjtőjén Budyko-modell alkalmazásával. A Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlése. Sopron 2010. július 7-9. ISBN 978-963-8172-25-9.
- MÁTYÁS C. – BERKI I. – BIDLÓ A. – CSÓKA G. – CZIMBER K. – FÜHRER E. – GÁLOS B. – GRIBOVSZKI Z. – ILLÉS G. – HIRKA A. – SOMOGYI Z. (2019): Sustainability of Forest Cover under Climate Change on the Temperate-Continental Xeric Limits. *Forests* 9, 489. <https://doi.org/10.3390/f9080489>
- MAS-PLA J, MENCIO A (2019): Groundwater nitrate pollution and climate change: learnings from a water balance-based analysis of several aquifers in a western Mediterranean region (Catalonia). *Environmental Science and Pollution Research* 26: 2184-2202. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1859-8>
- NOVÁKY B. – BÁLINT G (2013): Shifts and modification of the hydrological regime under climate change in Hungary. In: “Climate Change - Realities, Impacts Over Ice Cap, Sea Level and Risks” (Bharat Raj Singh ed). IntechOpen Ltd, London, UK, web site. <https://doi.org/10.5772/54768>
- STOJANOVIĆ D. - LEVANIC T. - MATOVIĆ B. - ORLOVIĆ S. (2015): Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research*. 134. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0871-5>

VAUTARD R. – GOBIET A. – JACOB D. et 25 coauthors (2013): The simulation of European heat waves from an ensemble of regional climate models within the EURO-CORDEX project 41: 2555. <https://doi.org/10.1007/s00382-013-1714-z>

POLIFENOLOK SZEREPE A BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) ÁLGESZTESEDÉSÉBEN

On the role of polyphenols in the red heartwood formation of beech (*Fagus sylvatica* L.)

HOFMANN TAMÁS¹, ROMAN GURAN², ONDREJ ZITKA²,
ALBERT LEVENTE¹, VISINÉ RAJCZI ESZTER¹

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

² Kémia és Biokémiai Intézet, Mendel Egyetem, Brno, Csehország

hofmann.tamas@uni-sopron.hu

Kivonat

Jelen kutatás az európai bükk (*Fagus sylvatica* L.) fa polifenoljainak elemzésére irányult az álgeszt kialakulása szempontjából, amely a faj jelentős szín- és technológiai hibája. A polifenolok szerkezetének és sugárirányú eloszlásának vizsgálatára először alkalmaztunk nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiát/tandem tömegspektrometriát és mátrix-asszisztált lézer deszorpciós/ionizációs repülési idő tömegspektrometriát (MALDI-TOF). Összesen 125 vegyületet dokumentáltunk MSⁿ-spektrum alapján, ebből 71-et azonosítottunk: procianidinek (dimer-pentamer), a flavonoidok (taxifolin, naringenin, izoramnetin, (epi)afzelecin), (+)-katechin, (-)-epikatechin) és glikozid konjugátumaik, fenolsavak (galluszsav, vanillinsav, sziringinsav) és glikozidjaik, valamint galluszsav származékok, amelyek közül több vegyületet elsőként azonosítottunk bükkben. Több vegyület koncentrációja nőtt a színhatáron. Az *in situ* polifenol szintézis és metabolizmus egyértelműen kimutatható volt a színhatáron. A vörös geszt csak szabad aglikonokat tartalmazott (taxifolin, naringenin, izoramnetin, naringenin, sziringinsav). A korábbi feltételezésekkel ellentétben a MALDI-TOF eredmények nem jelezték az oxidált, nagy molekulatömegű polimer polifenolok jelenlétét a vörösgeszt szöveiben.

Abstract

The present research focused on the analysis of European beech (*Fagus sylvatica* L.) wood polyphenols in respect to red heartwood formation, which is a significant color and technological defect of the species. For the first time, high-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF) were applied for the investigation of the structure and the radial distribution of polyphenols. Altogether 125 compounds were characterized by their MSⁿ spectra, of which 71 were tentatively identified, including procyanidins (dimers to pentamers), flavonoids (taxifolin, naringenin, isoramnetin, (epi)afzelechin), (+)-catechin, (-)-epicatechin) and their glycoside conjugates, phenolic acids (gallic acid, vanillic acid, syringic acid) and their glycosides as well as gallic acid derivatives, many of which were identified for the first time in beech wood. It was found that the concentration of many compounds increased at the color boundary. *In situ* polyphenol synthesis and metabolism were clearly evidenced at the color boundary. Red heartwood contained only free aglycones (syringic acid, taxifolin, naringenin, isoramnetin, naringenin, syringic acid). Contrary to earlier assumptions, the MALDI-TOF analysis did not indicate the presence of oxidized high-molecular-weight polymeric polyphenols in the red heartwood tissues.

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. Faanyagának minél szélesebb körű

hasznosítását, piaci értékét jelentősen korlátozza legfontosabb szerkezeti és szín anomáliája, az álgesztesedés.

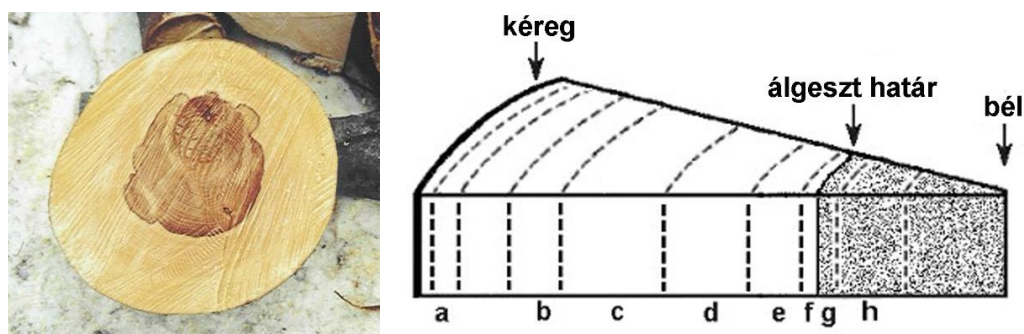
Az álgesztmentes és álgesztes bükk hasznosításának egyik ígéretes területét nyitja meg a szöveteiben előforduló antioxidánsok (elsősorban polifenolok) kivonása és azonosítása. Erre alkalmasak a feldolgozás során keletkező melléktermékek is (levél, ággöcs, kéreg, fűrészpor, stb.). Ebben a tekintetben a bükkre vonatkozóan hiányosak az ismereteink, csak néhány kutatás foglalkozott a bükk faanyag polifenolos összetételének feltérképezésével (HOFMANN et al. 2004, VEK et al. 2013, 2015). Nagy hatékonyságú folyadék-kromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálatot (mely a legbővebb információt szolgáltatná ezen a területen) csak egy alkalommal végeztek, ez azonban részleges információt szolgáltatott (MÄMMELÄ 2001).

Jelen kutatás célja a bükk polifenolok azonosítása és szerkezetük vizsgálata nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás/tandem tömegspektrometriás (LC-MS/MS) eljárással. Külön vizsgáltuk a polifenol készletet a szíjácsban, a szíjács/álgeszt határon (színhatár) és az álgesztes szövetben. A nagy molekulatömegű vegyületeket MALDI-TOF eljárással vizsgáltuk. Az eredmények nem csak a bükk faanyag jobb kémiai hasznosításához járulhatnak hozzá, hanem az álgesztesedés jelenségének jobb megértéséhez is.

Anyag és módszer

Mintavétel és feldolgozás

Kettő álgesztes törzsből származó korongot vizsgáltunk. A törzseket 2017. decemberében döntötték a Tanulmányi Erdőgazdaság Soproni Erdészete területén. A törzsből egy korongot vágunk ki 1,5 méter magasságból. A korongból a mintákat az 1. ábrán feltüntetett felosztásban jelöltük ki. A kijelölt minták közül csak a „b”, „f” és a „h” jelűeket vizsgáltuk, ezek rendre a szíjács, a szíjács/álgeszt határ és az álgeszt belseje. A mintákat kivágás után ráspollyal dolgoztuk fel, és a kapott faport extraháltuk: 40 mg fapor + 20 ml 4:1 metil-alkohol:víz elegy; 30 perc; ultrahangos extrakció. Az extraktumokból 10 ml-t nitrogéngázzal 40 °C-on szárazra pároltunk, majd tiszta oldószerrel 1 ml-re oldottuk vissza. A kapott oldatokat vizsgáltuk LC-MS/MS eljárással. Az extraktumokból 10 ml-t szárazra párolva a száraz extraktumot gyűjtöttük és ezt használtuk fel MALDI-TOF analízisre.



1. ábra: Az álgesztes korong és a mintavételi helyek a korongon belül.

Az LC-MS/MS és a MALDI-TOF analízis körülményei

A kromatográfiás elválasztást Shimadzu LC-20 folyadékkromatográfal végeztük el. Állófázis: Phenomenex, Kinetex C18, 2,6 µm, 150 mm x 4,6 mm, 40 °C. Mozgófázis: A (víz + 0,1% hangyasav), B (acetonitril + 0,1% hangyasav), gradiens elúció (5%B → 100%B, 36 min.), 1,2 ml/min áramlással. Minta injektálás: 6 µl. Detektálás: UV detektálás 250-300 nm tartományon, valamint tömegspektrometriás detektálás AB Sciex 3200 QTRAP® LC/MS/MS, negatív elektroporlasztásos ionizációval. Polifenolok azonosítása: IDA

(Information Dependent Analysis) segítségével a 160-1200 m/z tartományon. Gázellátás: Mistral EVO 35 L nitrogéngenerátor segítségével. A MALDI-TOF vizsgálathoz 2,5-dihid-robenzoesav (DHB) mátrixot alkalmaztunk melyet 50% acetonitril + 2.5% trifluorecetsav elegyben oldottunk fel. A száraz extraktumot 1 mg/ml koncentrációban készítettük el 50:50 (v/v) acetonitril:víz elegyben. Mind a mintából, mind a mátrixoldatból 1 μ l-t cseppentettünk fel a MALDI lapokra. A méréseket pozitív módban végeztük 0-2600 Da tartományon.

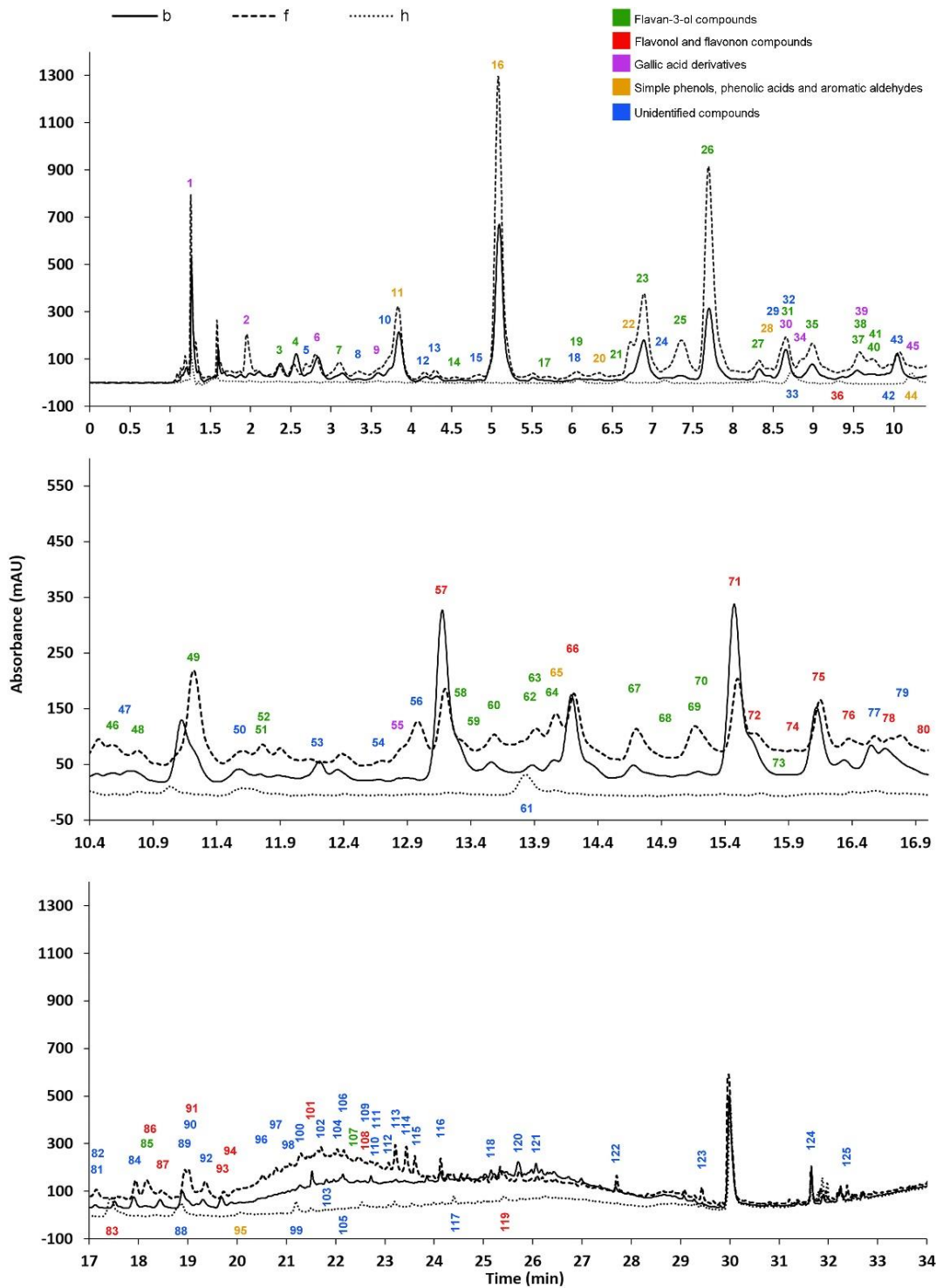
Eredmények

A bükk kivonatok jellemző kromatogramját a 2. ábra szemlélteti. Az azonosított vegyületek listája az 1. Táblázatban található.

1. Táblázat: Azonosított polifenolos vegyületek bükk faanyag kivonatából

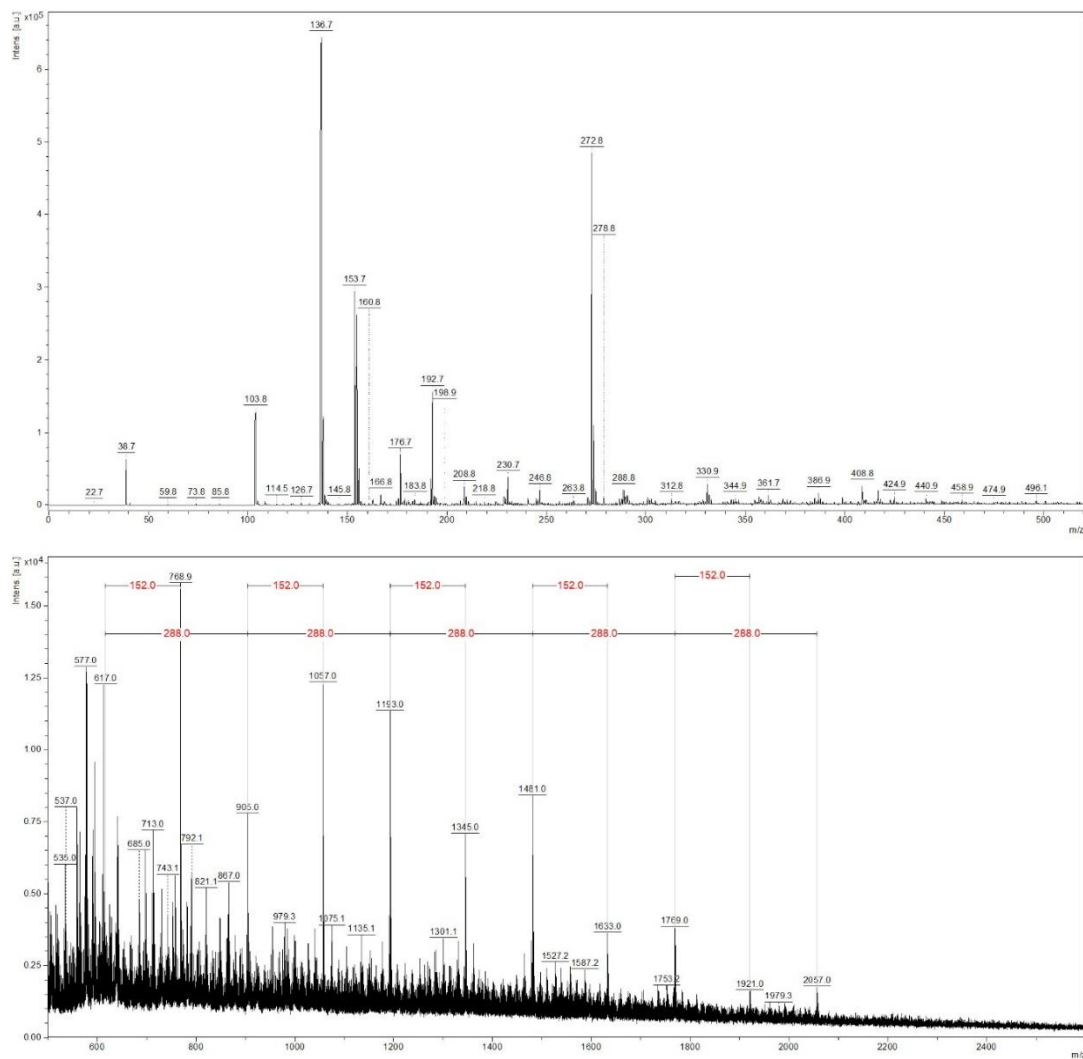
Flavan-3-ol vegyületek		
Csúcs	Név	[M-H] ⁻ m/z
26	(+)-Katechin	289
49	(-)-Epikatechin	289
21, 23, 25, 38, 46, 52, 67	Procianidin B dimer	577
3, 4, 7, 27, 35, 40, 58, 60, 62, 73	Procianidin C trimer	865
31, 37, 63, 70	Procianidin D tetramer	1153
41, 48, 51, 68	Procianidin E pentamer	1441
59, 64, 69	Procianidin dimer monogallát	729
85	(epi)katechin monogallát	441
14, 17, 19	(epi)katechin- <i>O</i> -hexozid	451
107	(epi)afzelechin- <i>O</i> -hexozid	435
Flavonol és flavonon vegyületek		
Csúcs	Név	[M-H] ⁻ m/z
91	Izoramnetin	315
101	Izoramnetin- <i>O</i> -pentozid	447
74, 86, 108	Izoramnetin- <i>O</i> -hexozid	477
83	Taxifolin	303
71, 75, 87, 93	Taxifolin- <i>O</i> -pentozid	435
57, 66, 78	Taxifolin- <i>O</i> -hexozid	465
36	Kvercetin	301
94	Kvercetin- <i>O</i> -hexozid	463
119	Naringenin	271
72, 76, 80	Naringenin- <i>C</i> -hexozid	433
Galluszsav származékok		
Csúcs	Név	[M-H] ⁻ m/z
1, 2, 6, 9	Monogalloil glükóz	331
34	Ismeretlen gallillglükóz származék	511
30, 45, 55	Digalloil glükóz	483
39	Galluszsav + taxifolin származék	453
Egyszerű fenolok, fenolos savak és aromás aldehidek		
Csúcs	Név	[M-H] ⁻

		m/z
11	Vanillinsav- <i>O</i> -hexozid	397
22	Dihidro-kumársav- <i>O</i> -hexozid	327
16, 20	Sziringinsav- <i>O</i> -hexozid	359
28, 65	Koniferin izomer	387
44	Sziringinsav	197
95	Szinapaldehid	207
Azonosítatlan vegyületek		
Csúcs	Név	[M-H] ⁻ m/z
5, 8, 10, 12-13, 15, 18, 24, 29, 32, 33, 42, 43, 47, 50, 53, 54, 56, 61, 77, 79, 81, 82, 84, 88-90, 92, 96-125	Ismeretlen	191



2. ábra: A „b“, „f“ és „h“ bükk szövet-extraktumok HPLC-PDA (250-300 nm) kromatogramjai.

A „b” szövet extraktum MALDI-TOF spektruma a 3. ábrán látható, az álgesztes „h” szövet kivonat MALDI-TOF spektruma a 4. ábrán.

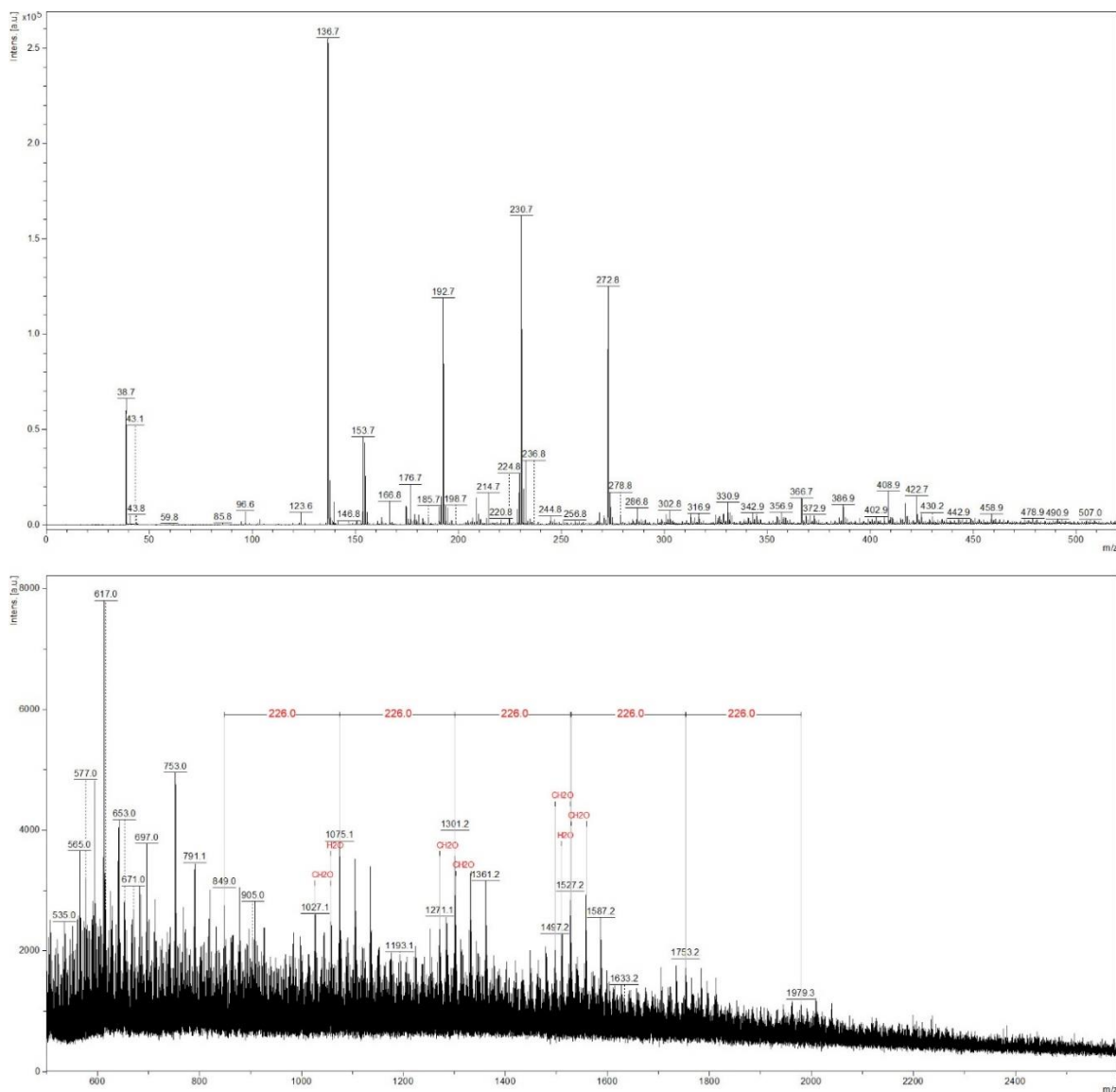


3. ábra: A „b“ bükk szövet-extraktum MALDI-TOF spektruma.

A 3. ábrán a procianidin trimerek, tetramerek, pentamerek, hexamerek és heptamerek 905, 1193, 1481, 1769 és 2057 m/z -nél jelennek meg. 2057 m/z felett nem lehetett csúcspot azonosítani; így a heptamerek jelentették a bükk szíjácsban a katechin egységek legmagasabb fokú kondenzációját. Az m/z 769-es csúcs a procianidin-dimer-monogallát K^+ -adduktjának felelt meg (59, 64, 69). Ezen kívül a többi procianidin galluszsav konjugátumait is megtaláltuk; szerkezetüket a 152 amu tömegkülönbség (galloil rész) (RICCI et al. 2017, ROCKENBACH et al. 2012) igazolta a megfelelő procianidin oligomerekhez képest (m/z 1057: [procianidin trimer monogallát + K] $^+$, m/z : 1345: [procianidin tetramer monogallát + K] $^+$, m/z 1633: [procianidin-pentamer monogallát + K] $^+$, m/z 1921: [procianidin-hexamer monogallát + K] $^+$).

Az álgesztes minta esetében (4. ábra) a csúcsok általában kevésbé voltak intenzívek, és a nagy molekulatömegű vegyületek (m/z 1300 felett) alig voltak kimutathatók, annak ellenére, hogy a vörösgeszt kivonat barna színű volt; így a kivonatban bizonyíthatóan jelen voltak a vörös geszt kromofórijai. A MALDI-TOF spektrumban ismétlődő m/z 226 egységeket mutattunk ki a 849, 1075, 1301, 1527, 1753 és 1979 m/z értékeknél. Ezt valószínűleg a minta-előkészítésből származó poliamid 66-os szennyeződés okozta (TRAN – DOUCETTE 2006). A szennyeződés lehetőségét az is igazolta, hogy a szíjács minta spektrumában is hasonló intenzitással mutatkoztak ezek a csúcsok (3. ábra). Így ezek a vegyületek nem lehetnek az álgesztre jellemző extraktanyagok. Az m/z 30-al eltérő csúcsokat semleges vesztésként értelmeztük (CH_2O egységek).

Ezen eredmények alapján két lehetséges magyarázat adható a polifenolos vegyületek szerepére és átalakulására a bükk vörösgeszt-képződési folyamatai során. Az egyik magyarázat, hogy a vörös geszt kromofórai többnyire nem nagy molekulatömegű vegyületek, mint korábban feltételezték, hanem a vörös geszthatáron hidrolízissel képződő kisebb molekulák (kvercetin, taxifolin, izoramnetin, naringenin, sziringinsav) és azok átalakult (pl. oxidált) keverékéből állnak, valamint azon vegyületekből, amelyek többnyire vagy kizárólag a vörös gesztben mutathatók ki (pl. 33, 61, 88, 99, 113, 114, 117).



4. ábra: A „,b“ bükk szövet-extraktum MALDI-TOF spektruma.

A másik magyarázat az, hogy a kromofóros anyagok valóban nagy molekulatömegű molekulák, azonban kémiaailag kötődnek a sejtfal szerkezeti polimerjeihez, mint nem extrahálható polifenolok (PÉREZ-JIMNEZ et al. 2014). Így hozzájárulnak a vörös geszt színéhez, de semleges oldószerekkel nem, vagy csak kis mértékben extrahálhatók. Ezt az elméletet támasztja alá az a megfigyelés, hogy a szíjács sokféle flavonoid-, flavan-3-ol- és fenolsavszármazékot tartalmaz, amelyek a koncentráció növekedése és az azt követő átalakulás (hidrolízis) után az átmeneti zónában (f) úgy tűnik, hogy „eltűnnek”, vagy csak viszonylag kis mennyiségben észlelhetők a megfelelő glikozidokhoz képest. Feltehetően reagálnak, és

beépülnek a vörös geszt szöveteinek sejtfalszerkezetébe. Ezt a hipotézist azonban a jelen kutatási adatok nem igazolták, és további vizsgálatokat igényel (HOFMANN et al. 2022).

Következtetések

A polifenol koncentrációk radiális változása azt jelezte, hogy a legtöbb vegyület koncentrációja a színhatár előtti átmeneti zónában nőtt, mögötte pedig erősen csökkent. A vörös gesztben csak szabad aglikon volt kimutatható kis mennyiségben. Az eredmények szerint a különböző bükk szíjács polifenolok eltérően viselkednek a vörösgeszt kialakulási folyamata során. Szerkezetük, funkciójuk és reakcióképességük alapján egyes polifenolok hidrolízisen mennek keresztül, és szabad aglikonokként vagy metabolitjaikként halmozódnak fel a vörös geszt szöveteiben, míg más vegyületek nem extrahálható polifenolokként kötődnek a sejtfal szerkezetéhez, és hozzájárulnak a vörös geszt szöveteinek színéhez és ellenálló képességéhez. Az eredmények hozzájárulnak a bükk vörösgeszt-képződésének élettani folyamatainak, valamint a vörösgeszt bükk fa színtabilitásának megértéséhez. Jelen tanulmány alapján a bükk vörös geszt további elemzése szükséges más műszeres analitikai technikák felhasználásával, hogy minél több és részletesebb információt nyerjünk a kromofórokról.

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

- HOFMANN T. – ALBERT L. – RÉTFALVI T. (2004): Quantitative TLC analysis of (+)-catechin and (-)-epicatechin from *Fagus sylvatica* L. with and without red heartwood. *Journal of Planar Chromatography* 17, 350–354.
- HOFMANN T. – GURAN R. – ZITKA O. – VISI-RAJCSI E. – ALBERT L. (2022): Liquid chromatographic/mass spectrometric study on the role of beech (*Fagus sylvatica* L.) wood polyphenols in red heartwood formation. *Forests* 13 (1):10.
- MÄMMELÄ P. (2001): Phenolics in selected European hardwood species by liquid chromatography–electrospray ionisation mass spectrometry. *The Analyst* 126 (9), 1535–1538.
- MOLNÁR S. (szerk.) (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- PÉREZ-JIMNEZ J. – DÍAZ-RUBIO M. – SAURA-CALIXTO F. (2014): Non-extractable polyphenols in plant foods: Nature, isolation and analysis. In *Polyphenols in Plants*, 2nd ed.; Watson, R.R. Ed.; Academic Press: London, UK, pp. 203–218.
- RICCI A. – PARPINELLO G. P. – PALMA A. S. – TESLIĆ N. – BRILLI C. – PIZZI A. – VERSARI A. (2017): Analytical profiling of food-grade extracts from grape (*Vitis vinifera* sp.) seeds and skins, green tea (*Camellia sinensis*) leaves and Limousin oak (*Quercus robur*) heartwood using MALDI-TOF-MS, ICP-MS and spectrophotometric methods. *J. Food Compos. Anal.* 59, 95–104.
- ROCKENBACH I. I. – JUNGFER E. – RITTER C. – SANTIAGO-SCHÜBEL B. – THIELE B. – FETT R. – GALENSA R. (2012): Characterization of flavan-3-ols in seeds of grape pomace by CE, HPLC-DAD-MSⁿ and LC-ESI-FTICR-MS. *Food Res. Int.* 48, 848–855.
- TRAN J. C. – DOUCETTE A. A. (2006): Cyclic polyamide oligomers extracted from nylon 66 membrane filter disks as a source of contamination in liquid chromatography/mass spectrometry. *Am. Soc. Mass. Spectrom.* 17, 652–656.
- VEK V. – OVEN P. – HUMAR M. (2013): Phenolic extractives of wound-associated wood of beech and their fungicidal effect. *International Biodeterioration & Biodegradation* 77, 91–97.
- VEK V. – OVEN P. – POLJANŠEK I. – TERS T. (2015): Contribution to understanding the occurrence of extractives in red heart of beech. *BioResources* 10 (1), 970–985.

BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) LEVÉL POLIFENONOK ÉS A KLIMATIKUS ALKALMAZKODÓKÉPESSÉG KÖZTI KAPCSOLAT BECSLÉSE

Relationships between polyphenol levels of beech (*Fagus sylvatica* L.) leaves and climatic adaptation traits

HOFMANN TAMÁS¹, VISINÉ RAJCSI ESZTER¹, NÉMETH LÁSZLÓ², ALBERT LEVENTE¹

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

² Informatikai és Matematikai Intézet, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Soproni Egyetem

hofmann.tamas@uni-sopron.hu

Kivonat

A jelen munka célja, hogy különböző bükk származások esetében a levelek polifenolos összetételét mérve és felhasználva, kapcsolatot keressünk a származások átlagos törzsátmérőjével, a klímaindexszel (EQ) illetve az ABTS (2,2'-azino-di-(3-etilbenzotiazolin)-6-szulfonsav) antioxidáns kapacitással. A kiértékeléshez többváltozós statisztikai elemzést (faktoranalízist) alkalmaztunk. A kutatásunkban megállapítottuk, hogy az egyes vegyületek és faktorok a klimatikus adaptáció kémiai indikátorai lehetnek, és hasznosíthatók a klímaváltozás jövőbeli hatásainak előrejelzésében és a bükk szaporítóanyag jövőbeli kiválasztásánál.

Abstract

The aim of this work is to measure and use the polyphenolic composition in the leaf extracts of different beech provenances to find a relationship with the average trunk diameter of the provenances, the climate index (EQ) and the ABTS (2,2'-azino-di-(3-ethylbenzotiazoline)-6-sulfonic acid) antioxidant capacity. We used multivariate statistical analysis (factor analysis) for the evaluation. In our research, we established that individual compounds and factors can be chemical indicators of climatic adaptation and can be used in predicting the future effects of climate change and in the future selection of beech propagating material.

Bevezetés

A bükk (*Fagus sylvatica* L.) ökológiai és gazdasági szempontból is Európa egyik legjelentősebb kemény lombos fafaja (MOLNÁR 2004). Különösen érzékeny a klíma szárazodására, a stresszre, ezért jövőbeli fenntarthatósága sok kérdést vet fel. A stresszfaktorok túlnyomó többsége oxidatív stresszt vált ki, amely a prooxidánsok és az antioxidánsok közt fellépő, a prooxidánsok javára történő egyensúly eltolódás (SIES 1991). Válaszként a növény aktiválja a reaktív oxigénformákat elimináló enzimes és nem-enzimes antioxidáns rendszereit. A glutation rendszer (TAUSZ et al. 2004) és más specifikus stressz fehérjék, az oxidáz enzimek, illetve izoenzimjeik, és egyes polifenolok minőségi és mennyiségi spektrumaik változásain keresztül közvetve jellemzik a növényi stresszt, élettani markernek (biomarker) tekinthetők.

Célunk volt az áttelepítéssel szimulált klímaváltozással összefüggő stressztűrő képesség (akklímáció, alkalmazkodás) jellemzése, és az alkalmazkodási teljesítmény minősítése. A bucsutai származási kísérlet területéről választott *kísérleti alanyainkat egyszerre több stresszhatás is érheti, melyek befolyásolhatják a sejt és az egész szervezet működését a génektől a növényi metabolitokig*. A 2013 év során a bucsutai származási kísérletben kiválasztott hat bükk származás (Farchau, Pidkamin, Torup, Gråsten, Bánokszentgyörgy, Magyar-egregy) antioxidáns rendszerének általános állapotát mértük fel a polifenolos komponensek mennyiségi kiértékelése és az ABTS antioxidáns kapacitás meghatározásán keresztül (VISI-RAJCSI et al. 2021). A polifenolok jelentős szerepe a stressz elleni védekezésben bizonyított (DÜBELER et al. 1997).

A különböző bükk származások esetében a levelek polifenolos összetételét mérve és felhasználva, kapcsolatot kerestünk a származások átlagos törzsátmérőjével, a klímaindexszel (EQ) illetve az ABTS antioxidáns kapacitással. A kiértékeléshez többváltozós statisztikai elemzést (faktoranalízist) alkalmaztunk. A feltárt összefüggések az alábbi kérdések megválaszolását célozták:

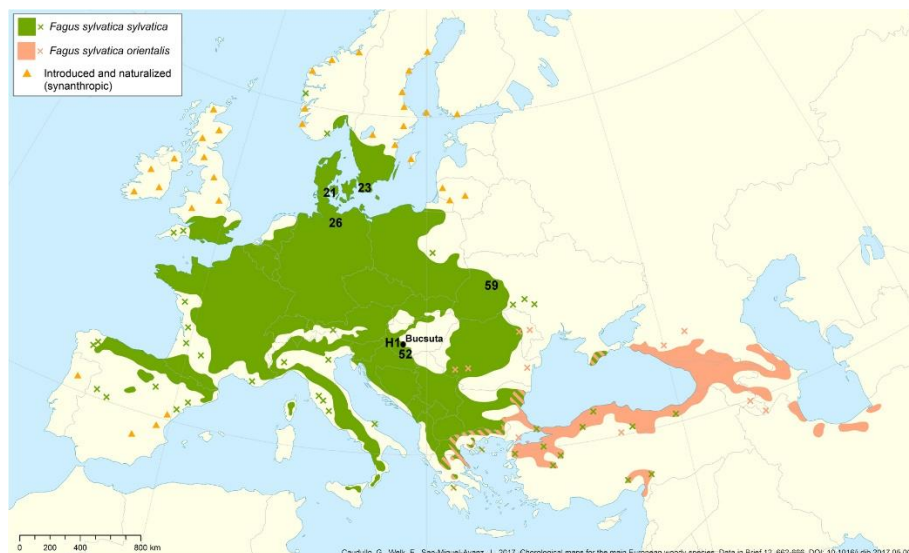
1. Mely vegyületek felelősek leginkább az antioxidáns kapacitás kialakításért, t.i. mely levél polifenolok vesznek részt leghatékonyabban biotikus és abiotikus stressz esetén a védekezési reakciókban bükk esetében?
2. Hogyan befolyásolja a benapozottság (fénynek való kitettség) a levelek polifenol tartalmát ill. összes antioxidáns képességét, ezáltal a védekezőképességét (reszilienciáját)?
3. Mely vegyületek használhatók fel a fa növekedési/teljesítmény indikátoraként?
4. Vannak-e olyan vegyületek melyek a klíma-alkalmazkodással állnak összefüggésben?

Kutatásainkkal bizonyítani kívántuk, hogy a különböző bükk származások stresszválászai metabolitjaik kémiai vizsgálatával jellemezhetők és a metabolitok között létezhetnek sztrezz-indikátorok, melyek molekuláris szinten karakterizálják az akklimációt, ill. adaptációt.

Anyag és módszer

Mintavétel és feldolgozás

Minták: 8 fáról vettünk mintát 6 kiválasztott származás esetében (21, 23, 26, 52, 59 és H1) 2013. júniusában (1. ábra, VISI-RAJCSI et al. 2021). Minden fáról 30 levelet gyűjtöttünk a lombkorona különböző részéről melyet szárazjégben tároltunk az extrakciós folyamatig. A leveleket kezeltük, hogy inaktiváljuk polifenol-oxidáló enzimeiket (2 min, 750 W), ezután a leveleket daráltuk és a polifenolokat kivontuk (0,15 g levél + 15 ml 4:1 (v/v) MeOH:H₂O, 24 órás kevertetés sötétben) majd a kivonatot szűrtük 0,45 µm-es cellulóz-acetát szűrőn, majd kétszeresére hígítottuk.



1. ábra: A Bucșuta-i kísérlet populációi és a kiválasztott származási helyek 21: Gråsten (DK), 23: Torup (S), 52: Magyaregregy (H), H1: Bánokszentgyörgy (H), 59: Pidkamin (UA), 26: Farchau (D).

Kromatográfias analízis

A kromatográfias mérés és kiértékelés részletes menetét HOFMANN et al. (2017) írja le.

Antioxidáns kapacitás meghatározás

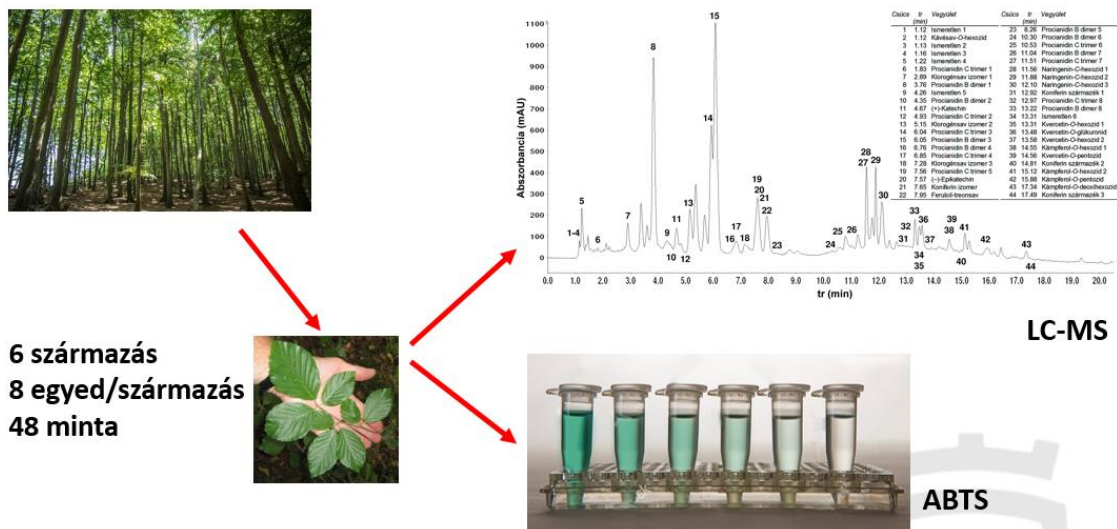
Az ABTS antioxidáns kapacitást STRATIL et al. (2007) módszerével határoztuk meg.

Statisztikai kiértékelés

A faktoranalízist a Statistica 12 szoftver segítségével végeztük el (StatSoft Inc, Tulsa, USA).

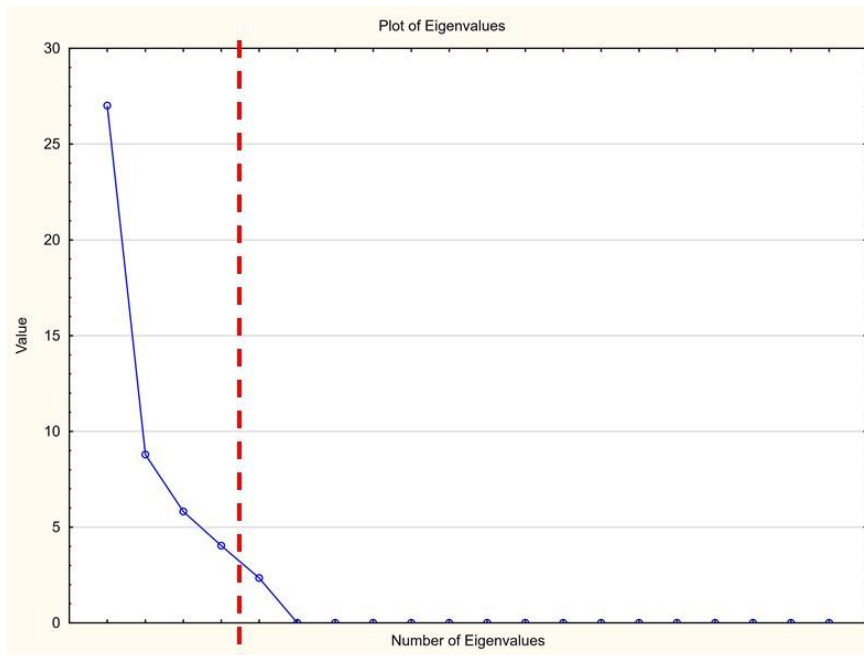
Eredmények

Korábbi vizsgálatainkban 44 polifenolos összetevőt azonosítottunk bükk levélből (HOFMANN et al. 2017). Ezek mennyiségi meghatározását elvégeztük a kiválasztott származások (6) egyedeinek (8) levélmintáiból mely összesen 48 mintát eredményezett. Ezen kívül mér-tük a 48 minta ABTS antioxidáns kapacitását is, valamint a származások átlagos mellma-gassági átmérőjét (ASD) és átlagos benapozottságát (Sun) és megállapítottuk az egyes szár-mazások klímaindexét (EQ) (2. ábra).



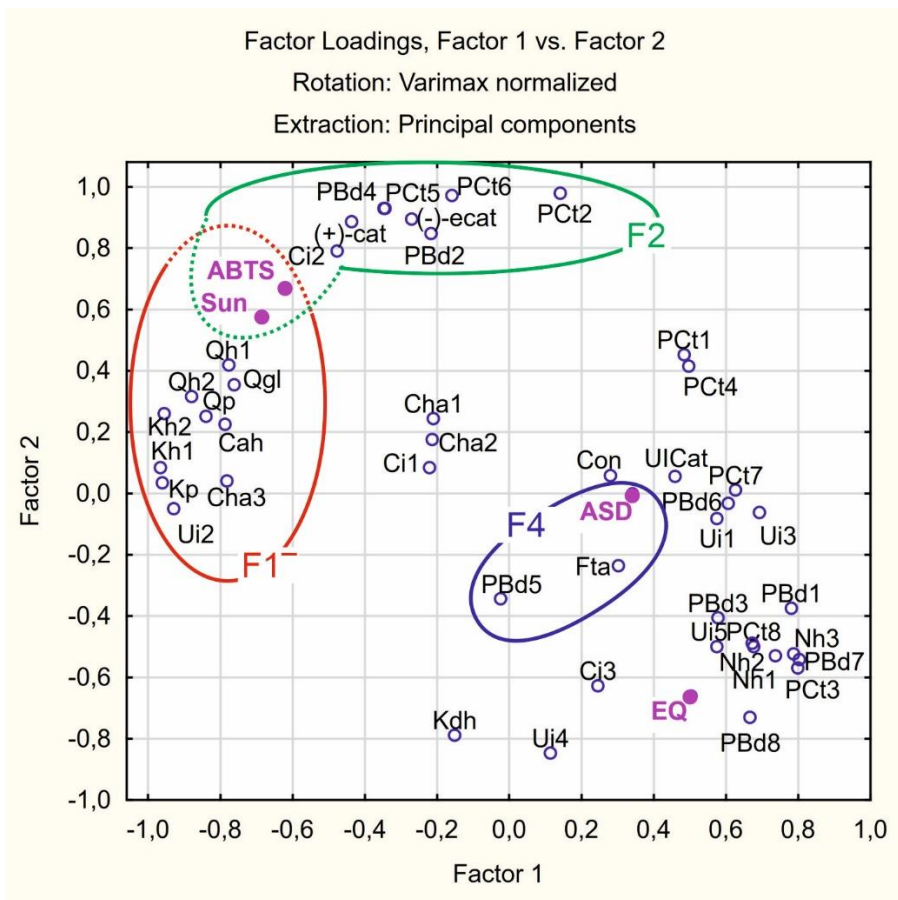
2. ábra: A kémiai analízis menete.

A faktoranalízis során először meghatároztuk a hegyomlás, vagy könyök diagramot (scree-plot) mely segít eldönteni, hogy az összesen 48 változót variancia alapján hány változóba (faktorba) érdemes csoportosítani (3. ábra). Ennek értelmében a 48 változót (44 polifenol koncentráció + antioxidáns kapacitás (ABTS) + klímaindex (EQ) + átlagos törzsát-mérő (ASD) + benapozottsági faktor (Sun)) összesen 4 faktorba lehet csoportosítani, mely 4 faktor az összevariancia több mint 95%-át magyarázza.

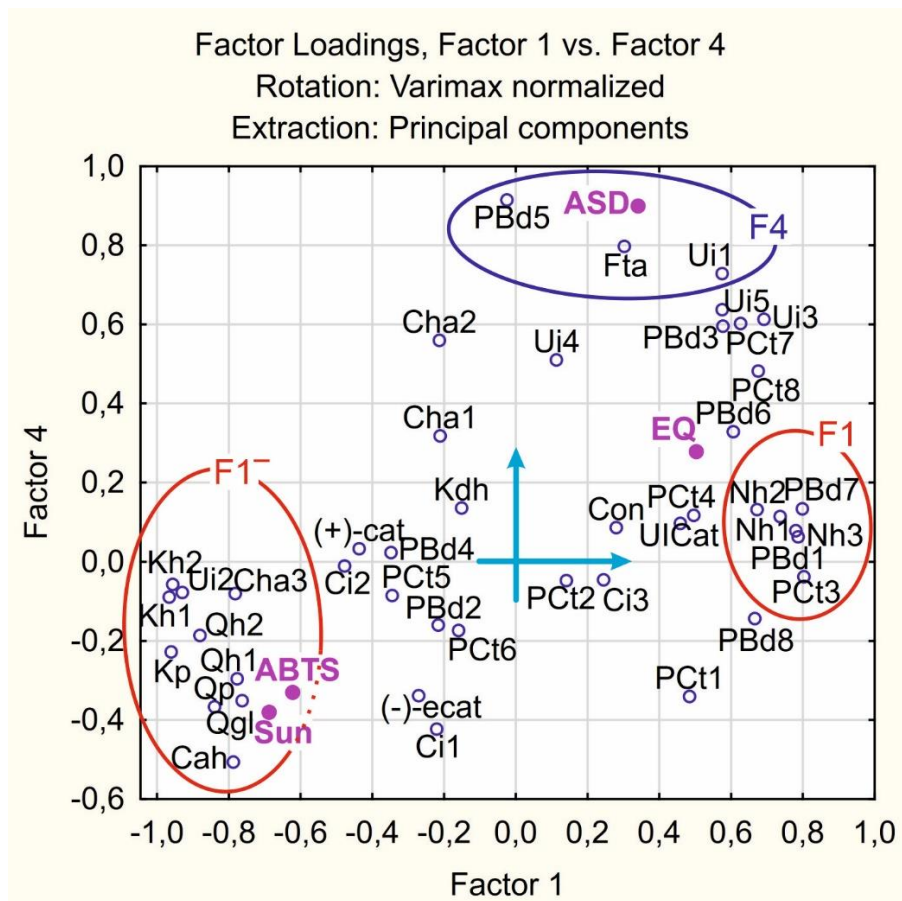


3. ábra: A hegyomlás diagram (scree plot).

A 4 faktor egymás függvényében ábrázolva az egyes vektorok (változók) faktorkoordinátái megjeleníthetők, és az egymással összefüggésben álló vektorok szemléltethetők.



4. ábra: A vektorok reprezentációja az F1 vs. F2 faktortérben.



5. ábra: A vektorok reprezentációja az F1 vs. F4 faktortérben.

A 4. ábra alapján kijelenthető, hogy az ABTS antioxidáns kapacitás az F1 és F2 faktorokkal van legszorosabb összefüggésben. A benapozottság (Sun) és az ABTS antioxidáns kapacitás között erős kapcsolat van, ami feltételezhetőleg azzal magyarázható, hogy az erős benapozottság fokozza a polifenolos antioxidánsok szintézisét. Az F1 faktor a flavonoid (kvercetin, kempferol) glikozidokkal, míg az F2 faktor a katechinekkel, prociandinekkel van erős szignifikáns kapcsolatban (loading > |0,7|). Ennek értelmében mind az F1, mind az F2 faktor „antioxidáns faktor” mivel az ABTS az F1 és F2 faktorról erős kapcsolatban áll. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a polifenolok tekintetében kétféle antioxidáns mechanizmus létezik a bükk levelekben, ti. az F1-be és az F2-be sorolható vegyületek ugyanúgy erős antioxidánsok, csak máshogy fejtik ki hatásukat.

Az 5. ábra szerint az átlagos törzsátmérő (ASD) az F4-gyel mutatta a legerősebb korrelációt (loading > 0,9). Az ASD-hez közel lévő vektorok (PBd5: 0,915, Fta: 0,798, Ui1: 0,729) indikátorai lehetnek a törzs növekedésnek, ezáltal az adott származás (egyed) jövőbeli alkalmazkodó képességének.

Következtetések

Bükk levél antioxidáns rendszerében a flavonoid (kvercetin, kempferol) glikozidok és a flavan-3-ol vegyületek a legerősebb antioxidánsok (ABTS). A két vegyülettípus valószínűleg másképp vesz részt az antioxidáns védekezőrendszerben, de mindkettő meghatározó. Mint azt korábbi kutatásainkban már feltártuk az egyes konkrét vegyületek és a növekedési tulajdonságok (átmérő) között erős kapcsolat mutatható ki. Ennek gyakorlati alkalmazhatósága további vizsgálatokat igényel.

Irodalomjegyzék

- DÜBELER A. – VOLTMER G. – GORA V. – LUNDERSTÄDT J. – ZEECK A. (1997): Phenols from *Fagus sylvatica* and their role in defence against *Cryptococcus fagisuga*. *Phytochemistry* 45, 51–57.
- HOFMANN T. – TÁLOS-NEBEHAJ E. – ALBERT L. (2017): Leaf polyphenols as indicators of climatic adaptation of Beech (*Fagus sylvatica* L.) – an HPLC-MS/MS via MRM approach. *International Labmate* 42 (3), 12–14.
- MOLNÁR S. (szerk.) (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- SIES H. (1991): Oxidative stress: from basic research to clinical application. *American Journal of Medicine* 91 (3C), 31–38.
- STRATIL P. – KLEJDUS B. – KUBAN V. (2007): Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. *Talanta* 71, 1741–1751.
- TAUSZ M. – ŠIRCELEJ H. – GRILL D. (2004): The glutathione system as a stress marker in plant ecophysiology: is a stressresponse concept valid? *Journal of Experimental Botany* 55 (404), 1955–1962.
- VISI-RAJCSI E. – HOFMANN T. – ALBERT L. – MÁTYÁS Cs. (2021): Tracing the acclimation of European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations to climatic stress by analyzing the antioxidant system. *iForest* 14, 95-103.

FENYVES ÁLLOMÁNYOK HARVESZTERES FAKITERMELÉSÉNEK IDŐSZÜKSÉGLETE

Time requirement for logging with harvesters in pine stands

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ¹

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

Kivonat

A gallyazás, mint a legidőigényesebb fakitermelési művelet indította el a többműveletes fakitermelő gépek fejlesztését a skandináv régióban. Harveszterrel végrehajtott fakitermelés időtartamának és fajlagos időszükségletének alakulását taglalja jelen mű a nettó fatérfogat csoportok vonatkozásában. Fenyő 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

Debranching, as the most time-consuming part of the logging, initiated the development of multi-operation logging machines in the Scandinavian region. 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 pine 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 fejlesztését a gallyazás – mint a legidőigényesebb fakitermelési művelet – indította el a skandináv régióban. Az elmúlt hat évtizedben rengeteg harveszterek és processzorok (többműveletes fakitermelő gép) került kifejlesztésre és legyártásra Európa és világszerte. 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 körül van.

Anyag és módszer

Kutatásunk arra irányult, hogy a folyamatgépesített technikai szinten végrehajtott fakitermelési munka időtartama és fajlagos időszükséglete milyen mértékben változik fenyő állományok esetében nettó fatérfogatra vetítve. A vizsgálatokra elegyes és elegyetlen

állományokban került sor, melynek során jellemzően a következő fenyő fajok kerültek kitermelésre: lucfenyő, erdei és fekete fenyő. 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.

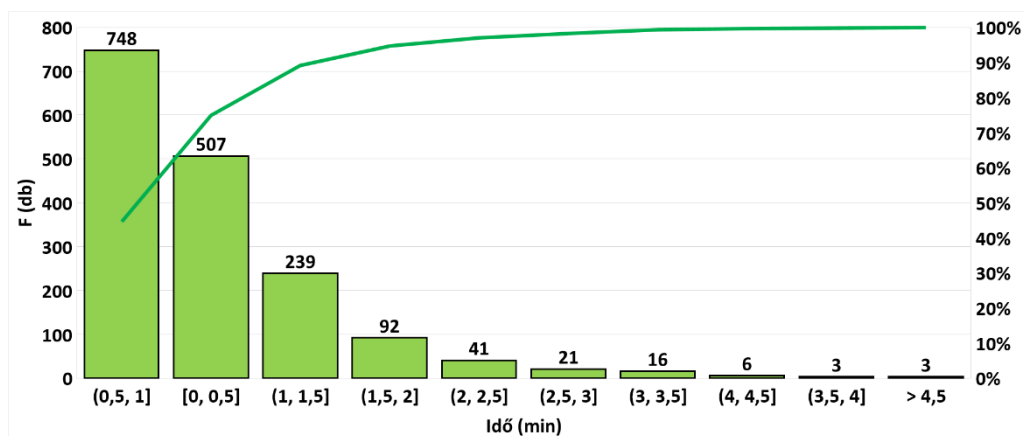
Harveszterrel végzett munka során, jelen kutatás szempontjából az alábbi műveletelemek a fontosak:

- 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 fajok morfológiai tulajdonságai eltérők, 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.

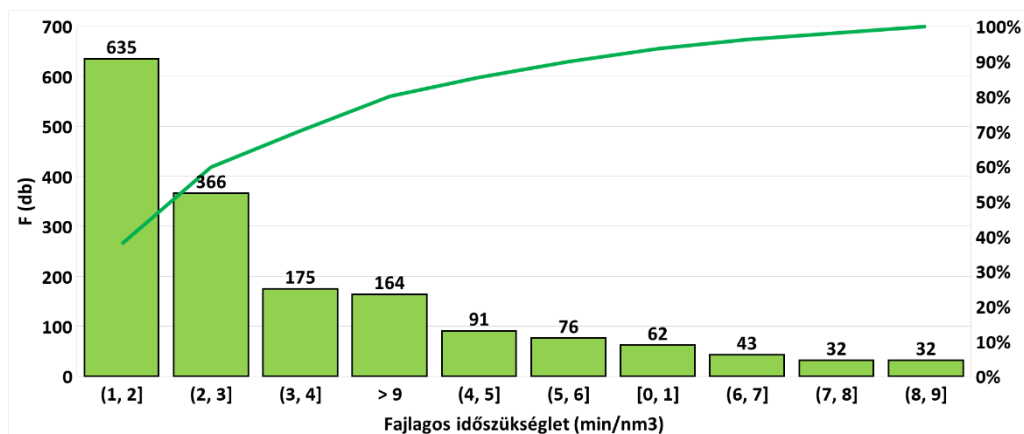
Eredmények

A kitermelt faegyedek esetében meghatároztuk a kitermelésre fordított időt (min) és a fajlagos időszükségleteket (min/nm^3). A 1. ábrán harveszterrel kitermelt fenyő egyedek kitermelési időtartamának eloszlása látható. A kitermelt faegyedek 45%-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 75%-a 1,0 percen belül került kitermelésre. Az ábra alapján megállapítható, hogy fenyő állományok esetében jellemzően – a vizsgált faegyedek 89%-nál – 1,5 percen belül megtörténik egy-egy faegyed kitermelése.



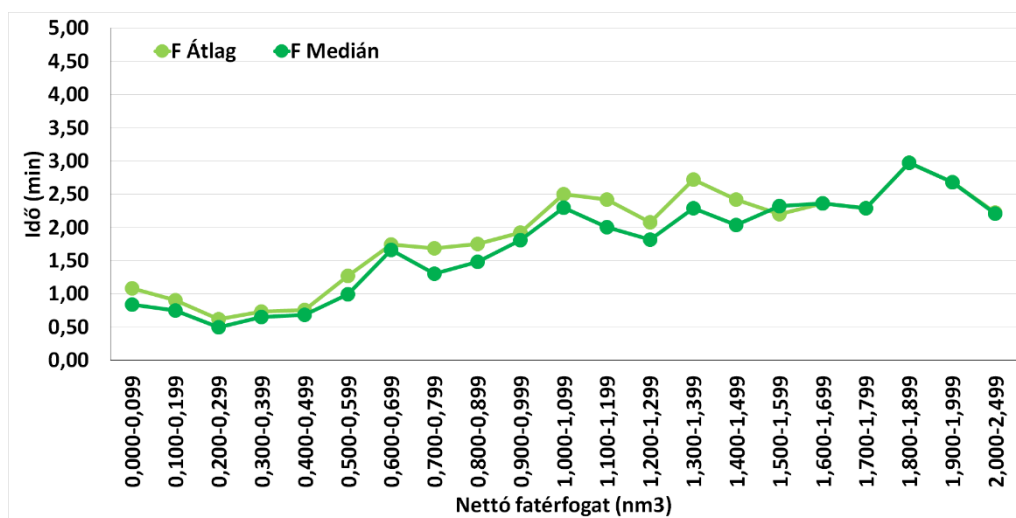
1. ábra: Fenyő faegyedek kitermelési időtartamának eloszlása. Forrás: Saját szerkesztés.

A 2. ábrán harveszteres fakitermelés egyes fákra vonatkoztatott, fajlagos időszükségleteinek eloszlásai láthatók. A kitermelt keménylombos faegyedek 38%-ban 1 nm^3 faanyag kitermelése 1,0-2,0 percet, míg a faegyedek 60%-ban 1,0-3,0 percet vett igénybe. Látható, hogy a kitermelt faegyedek 70%-ban a fajlagos időszükséglet $1,0-4,0 \text{ min}/\text{nm}^3$.



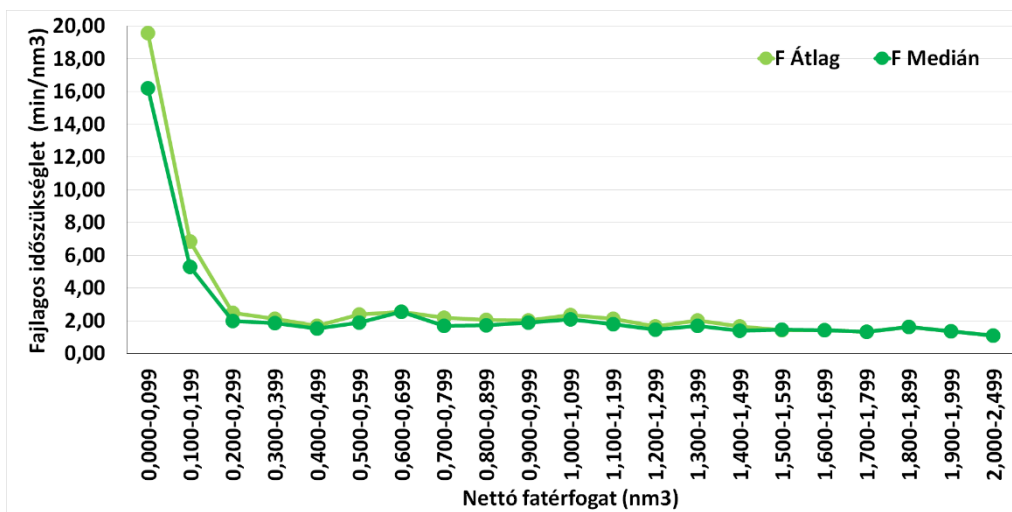
2. ábra: Fajlagos időszükségletek eloszlása a kitermelt fenyő faegyedek függvényében.
Forrás: Saját szerkesztés.

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 kisebb kiugrások ellenére is egyenletes az emelkedés a vizsgált átmérőtartomány teljes egészében. Ez többnyire az egyenes, sudarlós törzsszel, a vékony oldalágakkal magyarázható. A kiugró értékek az erdei és fekete fenyők koronájában található vastagabb ágakra vezethetők vissza, ugyanis ezek feldolgozása a térgörbeség miatt időigényes.



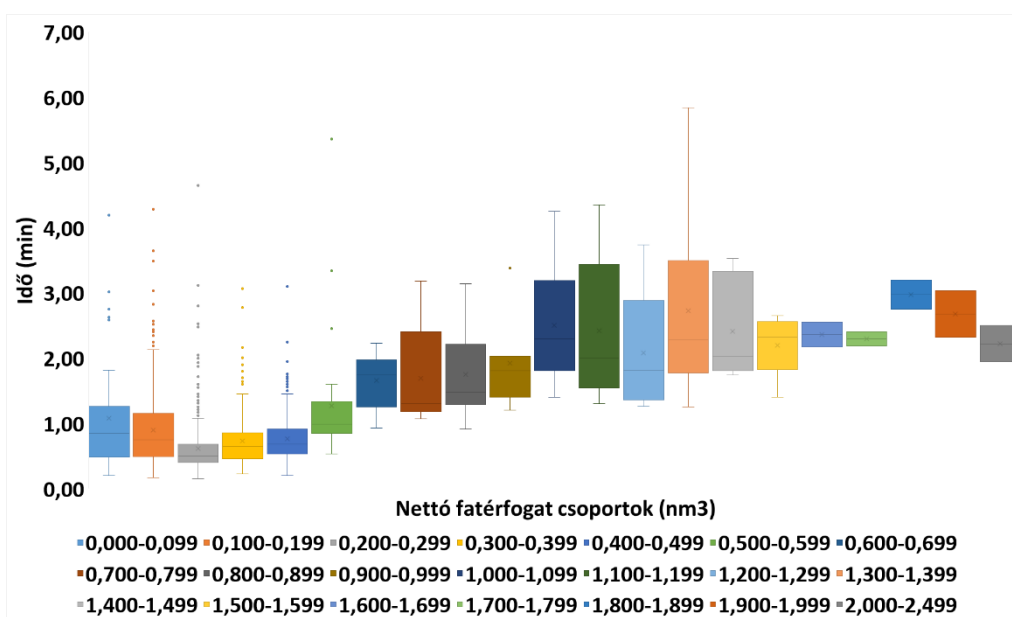
3. ábra Átlag és medián értékek alakulása: időtartam esetében nettó fatérfogat csoportonként. Forrás: Saját szerkesztés.

A 4. ábrán a nettó fatérfogat csoportonkénti fajlagos időszükséglet értékek találhatóak meg. Az ábrán jól megmutatkozik, hogy a harveszterfej optimumához képest vékonyabb, ennek következtében kisebb köbtartalmú faegyedek kitermelése magas fajlagos időszükséglettel jár, így gazdaságtalan. Látható, hogy az optimum esetében 2 perc környéki időt vesz igénybe fenyő fafajok esetében 1 m³ faanyag kitermelése.



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

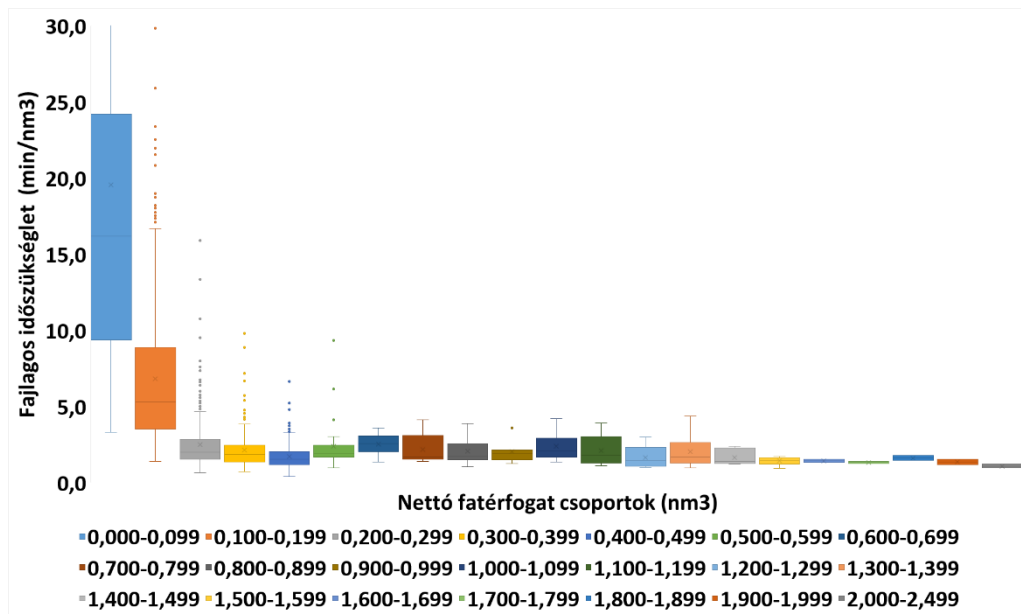
Az egyes fák kitermelésére fordított időadatok és fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata mélyebb összefüggéseket mutat meg az átlagidőknél. A 5-7. ábrákon megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutatják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a középén 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).



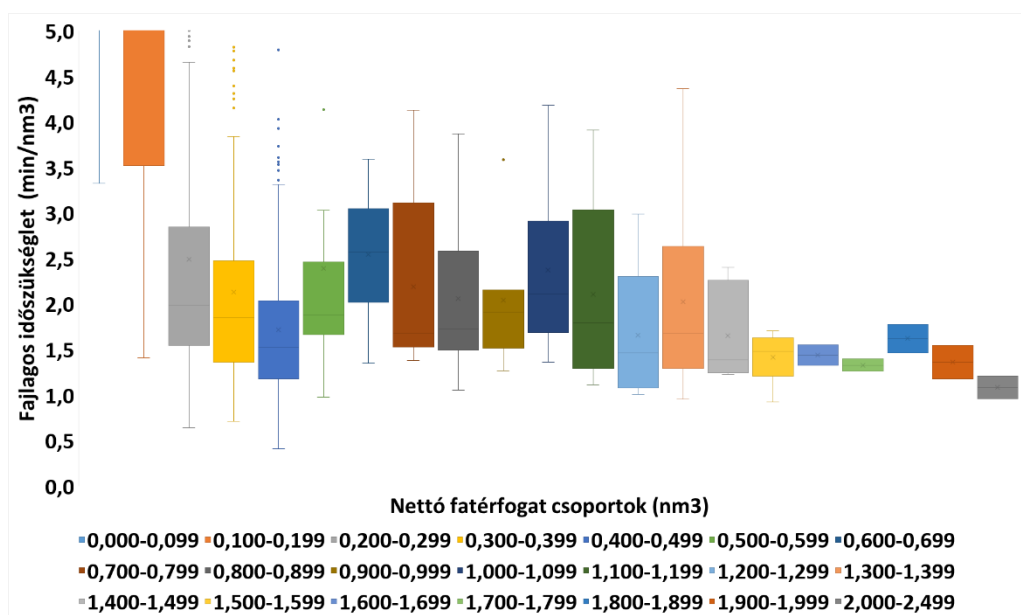
5. ábra: Fenyő állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés időtartamának eloszlása nettó fatérfogat csoportonként. Forrás: Saját szerkesztés.

Időadatok és fajlagos időszükségleti adatok nettó fatérfogat csoportonkénti eloszlásának vizsgálata alapján megállapítható, hogy az 3-4. ábrákon megfigyelhető tendenciák helytállóak. Az 5-7. ábrákon látható nettó fatérfogat csoportonkénti dobozok az interkvartiliseket tartalmazzák, 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 és fajlagos időszükségletének eloszlásánál látható, hogy a kvartilisen belüli adatok akár 1 perc, ill. 1,5-2 min/nm³

értéken belül is mozognak. Ez a kitermelésre került faegyedek fafaji különbözőségeire vezethető vissza. A nagyobb fatérfoga csoportok esetében nem tapasztalható a fajlagos időszükséglet értékeinek az emelkedése, az arra enged következtetni hogy a kitermelt faegyedek jellemzően a harveszterfej optimumában voltak.



6. ábra: Fenyő állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként 1. Forrás: Saját szerkesztés.



7. ábra: Fenyő állományokban harveszterrel végrehajtott fakitermelés fajlagos időszükségletének eloszlása nettó fatérfogat csoportonként 2. Forrás: Saját szerkesztés.

Következtetések

A kutatás eredményei alapján megállapítható hogy fenyő esetében a nettó fatérfogat növekedésével egyenletesen nő a kitermelésre fordítandó idő, de számottevően nem változik a fajlagos időszükséglet, feltételezve hogy a harveszter optimumának megfelelő a

kitermelendő fenyő állomány. Ideális esetben hazai fenyő állományokban 1 percen belül kitermelhető egy-egy faegyed, illetve 1-3 perc alatt termelhető 1 nm³ 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 9-20.

HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok felhasználásában. 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.

NOVOTNY ÉS TIMBERJACK FORWARDER ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Comparative study of Novotny and Timberjack forwarder

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ¹, FITOS KORNÉL, SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS KATALIN¹

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

Kivonat

Vizsgálatainkat a Tanulmány Erdőgazdaság Síkvidéki Erdészeténél hajtottuk végre, ahol két kihordót vizsgáltunk hat mérési napon keresztül. Méréseink kiértékelése során meghatároztuk a gépek munkaidőszerkezetét és teljesítményét.

Abstract

Our research was carried out in the Tanulmány Erdőgazdaság Síkvidéki forestry, where we examined two forwarder during a six-day period of examination. Based on our measurements we defined the working day structure and performance of the machines.

Bevezetés

A mai erdőgazdálkodásban a fahasználattal kapcsolatos tevékenységeket döntő többségben vállalkozók végzik. A vállalkozók a tulajdonukban lévő anyagi és szellemi javakat és/vagy egzisztenciájukat kockáztatva kísérelnek meg haszonra szert tenni. Minden forintnak meg kell térülni ahhoz, hogy fent tudják tartani vállalkozásukat, ehhez pedig megfelelő döntéseket kell hozni gazdálkodásuk során.

Anyag és módszer

A vizsgálat helyszínéül szolgált erdőrészek mindegyike a Tanulmányi Erdőgazdaság Síkvidéki erdőszetének területén helyezkedik el. A Fertőszentmiklós 11/B erdőrészlet Ikva-Répcse síkon fekszik, területe 8,03 hektár. Elsődleges rendeltetését tekintve a részlet faanyagtermelő, a Natura 2000 hálózatnak nem része. A részletben két állományalkotó fafaj található a felső lombkorona szintben, az egyik az akác a másik pedig az erdeifenyő. A 3,27 hektár területű Újkér 2/E erdőrészlet is az Ikva-Répcse erdőszeti tájon helyezkedik el. A terület nem élvez védelmet, elsődleges rendeltetését tekintve faanyagtermelő állomány. Az erdőállományt öt fafaj alkotja, ezek a feketefenyő, erdeifenyő, csertölgy, kocsánytalan tölgy, és a gyertyán. Utóbbi az alsó lombkorona szintben fordul elő. A fafajok főbb adatait a 1. táblázat foglalja össze.

A fakitermelés mindkét esetben Sampo 1066 harveszterrel valósult meg. A gép pásztákban haladt, így kialakítva egyidejűleg a forwarderek (Novotny LVS 520, Timberjack 810C) számára a közelítő nyomokat. Fertőszentmiklós 11/B esetében növedékfokozó gyérités, Újkér 2/E erdőrészletben pedig tarvágás történt. A harveszter mindkét esetben elvégezte a döntését, gallyazását, választékolást, darabolását és a faanyag közelítőnyom mellé történő választékonkénti rakásolását. Az első terület esetében a közelítőnyomok igazodtak a visszamaradó állományhoz, a terepalakulatokhoz, terepviszonyokhoz, ennek következtében nem mindig haladtak egyenesen és egymással párhuzamosan. A másik erdőrészlet esetében a tarvágás következtében a közelítőnyomok párhuzamosan haladtak a területen.

Mérések elkezdése előtt megállapításra kerültek a munkaműveletek, melyek a következők voltak: felterhelés, leterhelés, átállás, rakodón történő átállás, gallyanyag rendezése, faanyag rendezése, üresmenet, tehermenet, pihenőidő, hibaelhárítás, karbantartás, várakozás. A mérések során folyamatos időméréses módszer került alkalmazásra, amelynek lényege,

hogy az időmérő eszközt műszak elején elindítjuk és csak a munka végeztével állítjuk meg. Minden egyes munkaművelet végeztével rögzítésre kerül jegyzőkönyvben az éppen leolvasott óraállás. Az adatok feldolgozásánál az adott elem idejét ki kell vonni az előzőből, így kapjuk meg a kérdéses műveletelem idejét. A kapott adatokból határozható meg a munkaidőszerkezet. Feljegyzésre került darumozgásonként a rakfelületre fel és lekerülő választékok száma, amelyek összege eredményezi a tehermenetenként közelített választékok mennyiségét. Minden mérési nap végén rögzítésre került választéktípusonként megközelítőleg 100 db választék csúcsátmérője. Ezek átlagának és a hossz ismeretében a rönkköböző táblázatával segítségével meghatározásra került az átlagos választék köbtartalma. A választék szám és az átlagos köbtartalom szorzata pedig eredményezte a fordulónként közelített faanyag mennyiségét. A két vizsgált forvarder teljesítménye az általuk kiszállított fa mennyisége és a meghatározott időszerkezet adatokból számítható.

1. táblázat: Erdőrészetek fafaj adatai

Erdőrészlet	Fertőszentmiklós 11/B		Újkér 2/E				
	A	EF	FF	EF	CS	KTT	GY
Fafaj	A	EF	FF	EF	CS	KTT	GY
Lombkorona szint	felső	felső	felső				
Eredet	gy.sarj	mag	mag				
Elegyarány [%]	5	95	56	24	24	6	100
Elegyedés módja	cso-	fő- fa-	fő- fa-	szórt	szórt	szórt	fő- fa-
Átlag életkor (év)	38	48	65	65	65	65	35
Átlag magasság (m)	16	18	22	24	24	21	9
Átlag átmérő (cm)	16	19	30	27	31	31	11
Fatermési osztály	4	5	3	3	2	4	5
Zárodás (%)	93	93	77	77	77	77	9
Körlap (m ² /ha/év)	0,9	35,4	19,2	8,8	4,5	1,4	1,4
Folyó növedék (m ² /ha/év)	0,2	7,2	2,9	1,3	0,9	0,4	0,4
Fakészlet (m ³ /ha)	8	344	248	106	54	16	8

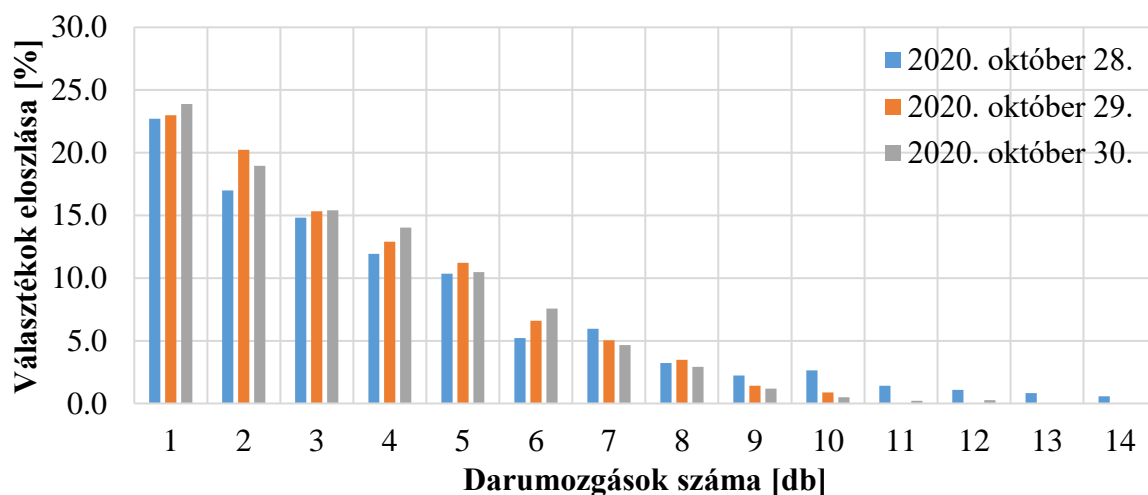
Eredmények

Novotny LVS 520 forvarder:

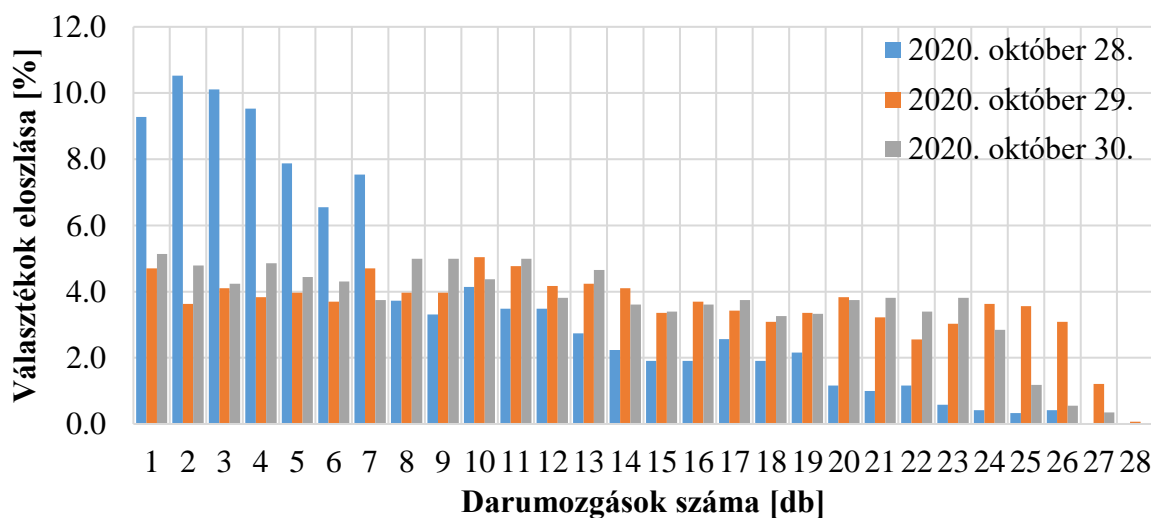
Felterheléseknél kevés darumozgás elegendő volt a gép gépjének kinyúlási sugarában elhelyezkedő faanyag rakfelületre történő felhelyezéséhez. A felterhelt választékok több mint 80% az első 5 db, míg 23%-a az első darumozgás során került fel a rakfelületre (1. ábra). Átlagosan darumozgásonként 5 db választék felterhelése valósult meg. Ez annak köszönhető, hogy a faanyag ugyan a közelítőnyom mellé koncentrálna, de nagy területen helyezkedett el a vágásterületen, így a kezelő kénytelen volt megszakítani a felterhelés munkaműveletét és át kellett állnia a soron következő rakathoz. Az átállás sokszor csupán pár métert jelentet, azonban a nehéz terep, valamint a növedékfokozó gyérítés során visszamaradó állomány nagyban megnehezítette a gép mozgását, így ezen átállások időtartama jelentősnek mondható.

Leterhelések százalékos megoszlását vizsgálva (2. ábra) kiugró adatokra lehetünk figyelmesek. A 2020. október 28-ai mérési nap ugyanis a kezelő többször megszakította a leterhelést rakodói átállással, így a rakodás folytatása következő műveletelemként lett rögzítve. A többi mérési napon már nem történt rakodói átállás. A grafikonon jól látszik, hogy egyes darumozgásokkal leterhelt faanyag mennyisége egyenletesebben oszlik el, mint a felterhelések esetében (1. ábra). Míg felterheléseknél az első 5 db darumozgás során került fel a választékok 80%, addig a leterheléseknél ezen érték eléréséhez az első 17 db darumozgást

kell figyelembe vennünk. Ennek oka, hogy a leterheléseknél a rakfelületen lévő faanyagot nem kell keresnie a kezelőnek, annyit tudott leszedni amennyit a daru, illetve a kanál teherbírása megengedett, ez átlagosan 8 db választékot jelentett. Drasztikus visszaesést nem is lehet tapasztalni egyes darumozgásokkal leterhelt faanyag mennyiségében csak az utolsó, 26-28. darumozgások esetén. Ekkor már a rakfelületen csak pár darab rostfa helyezkedett el, így azok leterhelésénél sokkal inkább a kezelő ügyessége kerül előtérben, mint sem a daru teherbírása.



1. ábra: A felterhelt választékok százalékos megoszlása a darumozgások száma szerint, Novotny LVS 520 esetében. Szereksztette: Fitos Kornél.



2. ábra: A leterhelt választékok százalékos megoszlása a darumozgások száma szerint, Novotny LVS 520 esetében. Szereksztette: Fitos Kornél.

Az időszerkezetet vizsgálva is észrevehető (2. táblázat), amiről már a darumozgások elemzésénél is szó esett, még pedig a felterhelések nehézsége. A felterhelés munkaművelete a műszak 40,41% tette ki, köszönhető ez főként a faanyag szétszórtságának és rendezetlenségének. Sokszor a kezelő nem tudta megfogni a kanál maximális kihasználtságához szükséges faanyag mennyiséget, így a gép rakfelületének megtöltéséhez több darumozgásra volt szükség, ezáltal több időre. Valamint a visszamaradó faállomány miatt a kezelő sokszor nem tudott közvetlen a gép mellől felterhelni, így a gémmel nagyobb úton kellett a választékot a gép rakfelületére helyeznie, ami ugyancsak idővesztést eredményezett.

Jelentősebb továbbá az üres, illetve tehermenet időigénye, mely ugyancsak a megmaradó faegyedek okozta akadálynak és a nehéz terepnek tudhatók be. A forvarder kezelője rendszertelenül tartotta pihenőit, melyek átlagosan 8,16 percet vettek igénybe. Az étkezést jellemzően az üresmenetek alatt oldotta meg, illetve csak indokolt esetekben állt meg, ennek köszönhetően a műszak csupán 8,84%-át tette ki a pihenőidő.

2. táblázat: Novotny LVS 520 összesített időszerkezete

Művelet		Σidő	Arány	Elem	Átl.idő
		min	%	db	min
F	Felterhelés	522,29	40,41	178,0	2,93
L	Leterhelés	424,51	32,84	33,0	12,86
Á	Átállás	57,50	4,45	155,0	0,37
Ár	Átállás rakodón	1,56	0,12	7,0	0,22
G	Gallyanyag rendezése	0,00	0,00	0,0	
R	Faanyag rendezése	5,50	0,43	4,0	1,38
Ü	Üresmenet	61,88	4,79	20,0	3,09
T	Tehermenet	66,32	5,13	20,0	3,32
P	Pihenőidő	114,24	8,84	14,0	8,16
H	Hibaelhárítás	0,00	0,00	0,0	
K	Karbantartás	26,31	2,04	2,0	13,16
V	Várakozás	12,51	0,97	1,0	12,51
Összesen		1292,62	100,0		

Az általam vizsgált három nap alapján a Novotny kihordó a Fertőszentmiklós 11/B erdő részletben történt fahasználat során 52 m³ faanyag közelítését végezte el műszakonként. A összesített átlagos teljesítménye 6,5 m³/h lett (3. táblázat). A Magyarországra jellemző gépkihasznátsági tényező (P = 60%) figyelembevételével meghatározásra került a vizsgált gép várható teljesítménye, ennek alapján a Novotny LVS 520 kihordótól elvárható, hogy erdőfenyő állományban történő növedékfokozó gyérités során legalább óránként 4,4 m³ faanyagot közelítsen óránként, ami egy teljes 8 órás műszakra vetítve 35,4 m³ jelent.

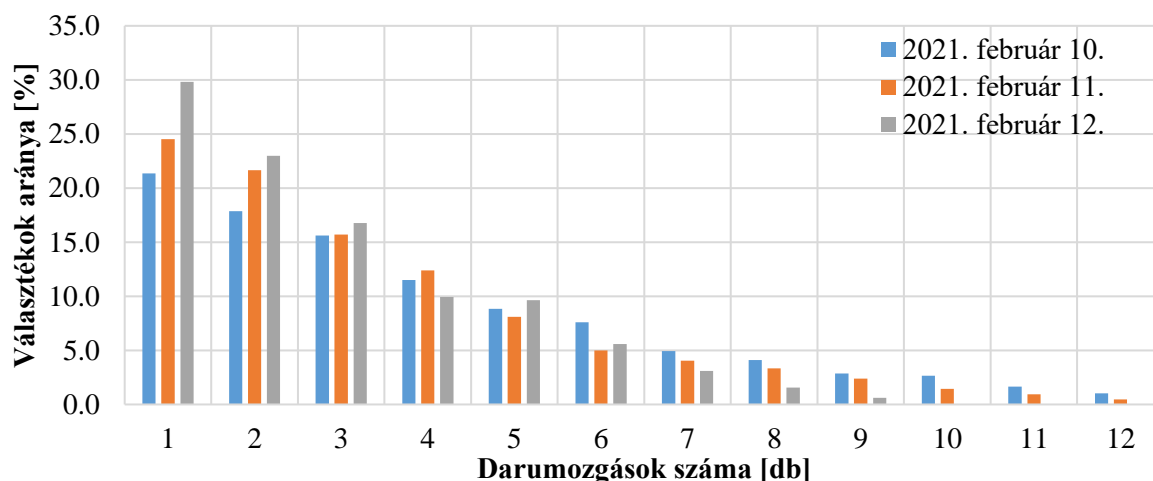
3. táblázat: A Novotny LVS 520 összesített teljesítmény adatai

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Közelítési időben	(t _k =F+L+Á+Ár+Ü+T)	7,4	59,2
Köz. produktív időben	(t _{pr} =F+L+Á+Ár+Ü+T+G+R)	7,4	58,9
Várakozás nélk. időben	(t _v =Ü-V)	6,6	52,5
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	6,5	52,0

A számított gépkihasznátsági tényezők átlaga egészen magas 88,2% lett. Ez köszönhető a jó szervezésnek, hiszen a forvardernek sem a felterheléseknél, sem a leterheléseknél nem kellett várakoznia. Valamint annak, hogy a kezelő ritkán tartott szünetet, idejét jól osztotta be. Egyedüli jelentősebb kiesést a géplánc másik tagjának – egy Sampo 1066 – harveszternek javítása miatt kiesett idő jelentette. Azonban a kihordó még így is messze a magyar átlag felett teljesített a vizsgált időszakban.

Timberjack 810C forwarder:

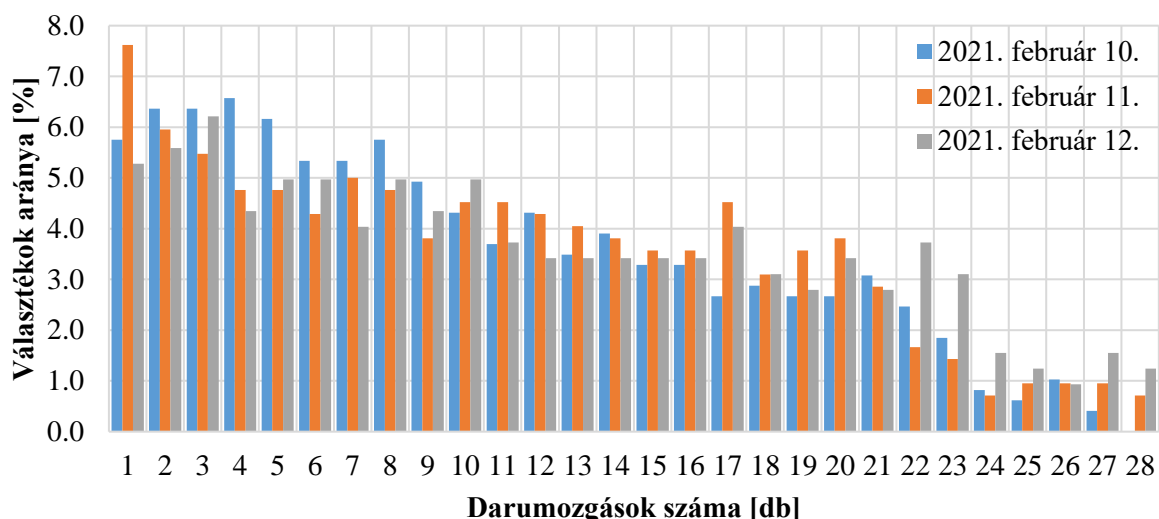
A Timberjack esetében a felterhelt választékok 46%-a az első két darumozgás valamelyikeként kerül a rakfelületére (3. ábra). A daru kinyúlási sugarában lévő faanyag felrakodásához elegendő volt legtöbbször két darab darumozgás, hiszen utána a faanyag szétszórtságának köszönhetően át kellett állni. A harveszter kezelője ugyan próbálta összekészíteni a faanyagot, de mivel az állomány idős volt a kivágandó faegyedek távolabb helyezkedtek el egymástól. Így ő is sűrűbben kényszerült átállásra, ezáltal máshol folytatva a készletezést. Ebből következően egy helyen nem tudott nagy mennyiségű faanyagot felrakodni. Kevés olyan alkalom volt, hogy egy felterhelési munkaműveleten belül szükség volt 8., 9. vagy előtti darumozgásra.



3. ábra: A felterhelt választékok százalékos megoszlása a darumozgások száma szerint, Timberjack 810 C esetében.

A leterheléseknél, jóval egyenletesebb eloszlás tapasztalható a darumozgások számában, azonban itt is észre vehető a fokozatos visszaesés (4. ábra). A választékok 46%-át mint láthattuk a 3. ábrán az első két darumozgás valamelyike során terhelték fel, azonban leterhelésnél ilyen arányú választék megmozgatása csupán az első 9 db darumozgás alatt történt meg. Az egyenletes eloszlás annak köszönhető, hogy a faanyagot nem kellett keresni, esetleg a jobb megfogás érdekében rendezgetni a kezelőnek, mivel a választékok nagymennyiségben voltak jelen a gép rakfelületén. Azonban a választékok nagy mérete miatt ügyeséget igényelt megfogásuk így nem mindig tudod, azonos mennyiségűt megragadni. Főként a rakomány nagyság csökkenésével volt megfigyelhető, hogy kezelő nehezebben markol fel annyi faanyagot, amely a daru, illetve a kanál maximális kihasználtságához szükséges.

A Timberjack összesített időszerkezetét vizsgálva (4. táblázat), arra lehetünk figyelmesek, hogy a felterhelések és leterhelések között nincs nagy különbség. A választékok nagy méretéből adódik a minimális differencia, a két munkaművelet között. A kanál maximális kihasználtságához csupán 3, maximum 4 db rönköt kellett megfognia a kezelőnek, amit a felterhelések alatt is megtudott markolni hiszen ennyit mindig összekészített a harveszter kezelője. Azonban leterhelésnél hiába volt a rakfelület telve faanyaggal a kanál és a daru műszaki korlátjai limitálták a munkaművelet gyorsaságát.



4. ábra: A leterhelt választékok százalékos megoszlása a darumozgások száma szerint, Timberjack 810 C esetében.

4. táblázat: A Timberjack 810 C összesített időszerkezete

Művelet		Σidő	Arány	Elem	Átl.idő
		min	%	db	min
F	Felterhelés	354,68	30,9	157	2,26
L	Leterhelés	334,66	29,2	37	9,04
Á	Átállás	63,26	5,5	136	0,47
Ár	Átállás rakodón	1,18	0,1	3	0,39
G	Gallyanyag rendezése	22,40	2,0	13	1,72
R	Faanyag rendezése	18,86	1,6	4	4,72
Ü	Üresmenet	80,26	7,0	30	2,68
T	Tehermenet	96,43	8,4	26	3,71
P	Pihenőidő	55,74	4,9	25	2,23
H	Hibaelhárítás	0,00	0,0	0	
K	Karbantartás	26,35	2,3	1	26,35
V	Várakozás	92,58	8,1	3	30,86
Összesen:		1146,40	100,0		

Az átállás ugyan nem vett igénybe sok időt, de a kezelőnek műszakonként átlagosan 45 alkalommal kellett végrehajtani, ezzel megszakítva a felterhelést. Jelentős részaránnyal szerepel az üres- illetve tehermenet. A vágástéren a megrakott gép nehezebben mozgott, mint üresen, ennek köszönhető a differencia a két művelet között. A kezelő próbálta a vágástéren szétszórt gallyanyagot rendezni, annak érdekében, hogy gyorsabban végre tudja hajtani a helyzetváltoztató mozgással járó műveleteket. Azonban ezt csak akkor tette, mikor feltétlenül szükségesnek látta, így nem is jelenik meg nagy százalékban a táblázatban. Komoly kiesést jelentett a fakitermelést végző – Sampo 1066 – harveszter meghibásodása. Két mérési nap is hiba jelentkezett a gép döntőfejében. Annak érdekében, hogy minél előbb orvosolható legyen a probléma a forvarder kezelője is segédkezett kicserélni a kilyukadt hidraulika csövet azonban így nyilvánvalóan a kihordó is kiesett a termelésből, ezen értékek várakozási időként szerepelnek a táblázatban. Pihenőidőt elszórtan, rendszertelenül tartott a kezelő és akkor sem sokat. A műszakból csupán 4,9%-át teszi ki.

Az vizsgált három mérési nap átlaga alapján a Timberjack 810 C kihordó üzemidőben óránként 12 m³ faanyag közelítésére volt alkalmas az újkéri fenyő tarvágás során, amely 8 órás műszakidőre vetítve 96,2 m³ jelent. Mérések alapján a Timberjack 810 C forvarder várható teljesítménye erdei fenyő tarvágás esetén minimálisan 8,5 m³ üzemóránként, mely teljes 8 órás műszakra vetítve 68,1 m³ jelent. Méréseim alapján a számított gépkihasználati tényező az Újkér 2/E erdőrészletben 84,8%.

5. táblázat: A Timberjack 810 C összesített teljesítmény adatai

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Közelítési időben	($t_k=F+L+\dot{A}+\dot{A}_r+\ddot{U}+T$)	14,8	118,5
Köz. produktív időben	($t_{pr}=F+L+\dot{A}+\dot{A}_r+\ddot{U}+T+G+R$)	14,2	113,5
Várakozás nélk. időben	($t_v=\ddot{U}-V$)	13,1	104,6
Üzemidőben	($t_{\ddot{u}}=\ddot{U}$)	12,0	96,2

Összehasonlítás

A két gép ugyan eltérő fahasználati mód során dolgozott hiszen míg a Novotny növekedékfokozó gyérités során kitermelt faanyag közelítését végezte, addig a Timberjack tarvágás után dolgozott. Azonban időszerkezetüket, darumozgásaik számát, illetve más munka közbeni paraméterüket össze lehet hasonlítani, azokból következtetéseket lehet levonni.

A felterhelések eloszlásában nincs jelentős különbség a két gép között. Mindösszesen 3% a differencia a feltermelt választékok százalékos arányában az első négy darumozgásnál. A leterheléseknél még ennél is kisebb a különbség, ugyanis az első 16 db darumozgás során egyaránt a faanyag 74,6%-a került le a rakfelületről. A darumozgásonként mozgatott választékok eloszlása azonos, azonban a darumozgások számában óriási a különbség. Elsősorban nem a kezelő vagy éppen a gép tulajdonságaiból fakad, hanem a közelített választék méreteiből. Hiszen a Novotny kihordónak a rakfelülete megtöltéséhez átlagban 207 db 2 m-es erdeifenyő rostfa választékot kellett felterhelnie, amit 43 db darumozgás során valósított meg. A Timberjack mivel 3 m-es iparifa választékot közelített, így egy átlagos tehermenet során 52 db rönk helyezkedett el a rakfelületén, melyet 24 db darumozgás során helyezett fel. Mivel darumozgások száma majdnem 1,8 szoros, így következtethetünk a nagyobb időráfordításra is. Százalékos arányban a Novotny 9,5%-kal többet töltött felterheléssel mint idősebb társa.



5. ábra: Novotny LVS 520 és Timberjack 810 Cforvarder tehermenet közben.

Forrás: Fitos Kornél.

Az időszerkezetet vizsgálva arra lehetünk figyelmesek, hogy a Timberjack jóval több időt töltött a választékok rendezésével, mely ugyancsak a választék méretek eltérésére vezethető vissza. A Timberjack sokkal értékesebb választékot közelített. Az állapot megóvás érdekében, a leterhelés megkezdése előtt ászokfát volt kénytelen a kezelő a rakodón elhelyezni, ami így idő kiesést jelentett a Novotny-hoz képest, melynek ezzel szemben csak a választékok helyes elhelyezésére kellett ügyelnie.

A kihordó irányítását mindkét esetben ugyanazon személy végezte. Mégis a Novotny-val végzett közelítés során közel kétszer több pihenőt tartott, mint az idősebb géppel végzett munka közben. Ez több okra visszavehető, egyrészt a Timberjack kihordó munkája alatt rendkívül hideg volt, így minden bizonnyal nem szívesen töltötte fülkén kívül idejét. Továbbá a másik gép szereléséből fakadó kiesést próbálta visszahozni, azáltal, hogy kevesebb pihenőidőt tart.

Teljesítményük eltérő a kihordóknak, hiszen más típusú választék közelítését végezték. Míg a Novotny a növedékfokozó gyérités során 2 m-es rostfát, addig a Timberjack 3 m-es iparifa választékot közelített. A másik indok lehet, hogy a két gép rakfelülete eltérő kapacitású, számításai alapján a fiatalabb kihordó 7 m³ faanyag közelítésére volt alkalmas míg az idősebb 9,5 m³-t tudott rakfelületére helyezni. Ebből adódóan eltérő az óránkénti és műszakonkénti teljesítményük, ahogy az várható is.

Következtetések

A két kihordó vizsgálata során lehetőségünk nyílt két eltérő korosztály csoportba sorolandó gép munka közbeni megfigyelésére. A mérések alatt, mind a két gép kiváló munkát végzett, rajtuk semmilyen meghibásodás nem keletkezett. A nagyobb térbeli rend betartásával, átgondoltabb kialakításával tovább növelhető lenne a gépek teljesítménye. A vizsgálatok során előfordult, hogy feleslegesen hosszú tehermenetet teljesített a kihordó, vagy néhol rendszertelenek mondható felterhelések következtében nagyobb átállási távolságokra kényszerült. A tehermenetet sokszor rövidebb nyomon is meg lehetett volna tenni, ha a távolabbi faanyag felterhelésével kezdi a kezelő, és fokozatosan a rakodó felé rakja meg a forvarder rakfelületét. Így ugyanakkora távolságot tenne meg, de mivel az üresmenet alatt a gép gyorsabban halad a nehéz terepen, így minden valószínűség szerint ezzel is időt lehetne spórolni.

Köszönetnyilvánítás

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

Irodalomjegyzék

- FITOS K. (2021): Közelítési technológiák fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata a TAEG Zrt. fahasználatai során. Diplomamunka. Sopron, 71 p.
- GÓLYA J. (2003): Fakitermelési munkarendszerek gyéritésekben. Sopron: Doktori (Ph.D.) értekezés.
- 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 9-20.
- 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., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.

A VADDISZNÓ (*SUS SCROFA L.*) HATÁSA AZ APRÓVAD-ÁLLOMÁNYOKRA

Impact of wild boar (*Sus scrofa L.*) on small game populations

JÁNOSKA FERENC

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

Kivonat

A vaddisznó az utóbbi 3 évtizedben robbanásszerű állománynövekedést mutatott úgy Magyarországon, mint kontinens-szerte számos más országban is. Az állománynövekedés hatására, különösen az utóbbi évtizedben, terítéke az alacsony erdőszűltségű magyarországi alföldi megyékben is jelentősen megnövekedett. Ugyan ezt a tendenciát az ország keleti és északkeleti részén, valamint a Dunántúl északi részén az afrikai sertéspestis megtörte, a tendenciák egyelőre jelentősen nem változtak. A vizsgált alföldi megyék apróvad-állományaira gyakorolt hatását igyekszünk elemezni a cikk során. Megállapításaink szerint, bár kétségtelen tény, hogy a vaddisznó, ha lehetősége nyílik rá, elfogyasztja a mezei apróvad egyedeit, de a teríték-adatok és az apróvad csökkenése között direkt hatást nem tudunk kimutatni. Az apróvad-állományok további csökkenésének megállítása érdekében (a vaddisznó kordában tartása mellett) a szőrmés és szárnyas kártevők (vörös róka, dolmányos varjú, szarka) intenzívebb és hatékonyabb állományapasztaát tartjuk kiemelt fontosságúnak.

Abstract

The wild boar population in Hungary and in many other countries across the continent has shown an explosive increase in the last 3 decades. As a result of the population increase, especially in the last decade, its range has also increased significantly in the low forest cover Hungarian lowland counties. Although this process has been interrupted by African swine fever in the eastern and north-eastern parts of the country and in the northern part of the Transdanubian region, the trends have not yet changed significantly. The impact on small game populations in the lowland counties studied is analyzed in this article. Our findings show that, although it is undoubtedly true that wild boars consume small game when given the opportunity, no direct effect between the reduction in the number of small game was found. In order to halt further declines in small game populations (while keeping wild boar under control), we consider more intensive and effective control of furred and winged pests (Red fox, Hooded crow, Magpie) to be a priority.

Bevezetés

A vaddisznó (*Sus scrofa L.*) az egyik legelterjedtebb emlős a Földön. Euráziában a 60. szélességi foktól délre mindenütt előfordul, de jelen van Észak-Afrikában és a hátsó-indiai szigeteken is. Eredeti elterjedési területe Spanyolországtól Japánig, Finnországtól Új-Guineáig terjed. Betelepítették Észak- és Dél-Amerikába is. Jelenkori elterjedése több pontján a házi disznóval kevert populációi (USA, Uruguay, Dél-Afrikai Köztársaság), illetve szinte teljesen a házi disznó elvadult egyedeiből kialakult populációi fordulnak elő (pl. Ausztrália).

A Brit-szigetéről már középkor végére kipusztult, és többszöri visszatelepítési kísérlet ellenére sem honosodott meg egészen a legutóbbi időkig. A XX. század végén, XXI. század elején elsősorban tenyészetből kiszökött egyedek meglepedésével újra megjelent, főként Skóciában (LEAPER et al. 1992) és Anglia 3 déli megyéjében (DEFRA 2005).

Széles ökológiai tűrőképességét jelzi, hogy vertikális előfordulása is nagy változatosságot mutat. Előfordul tengerszinten, pl. a Volga deltájában, ugyanakkor a Kárpátokban 1900

m magasan is megtaláljuk. Egyes adatok szerint a Kaukázusban 2600 m, a Tien-San hegységben 3300 m, Kazahsztánban 4000 m magasságban is előfordul (FARAGÓ 2002).

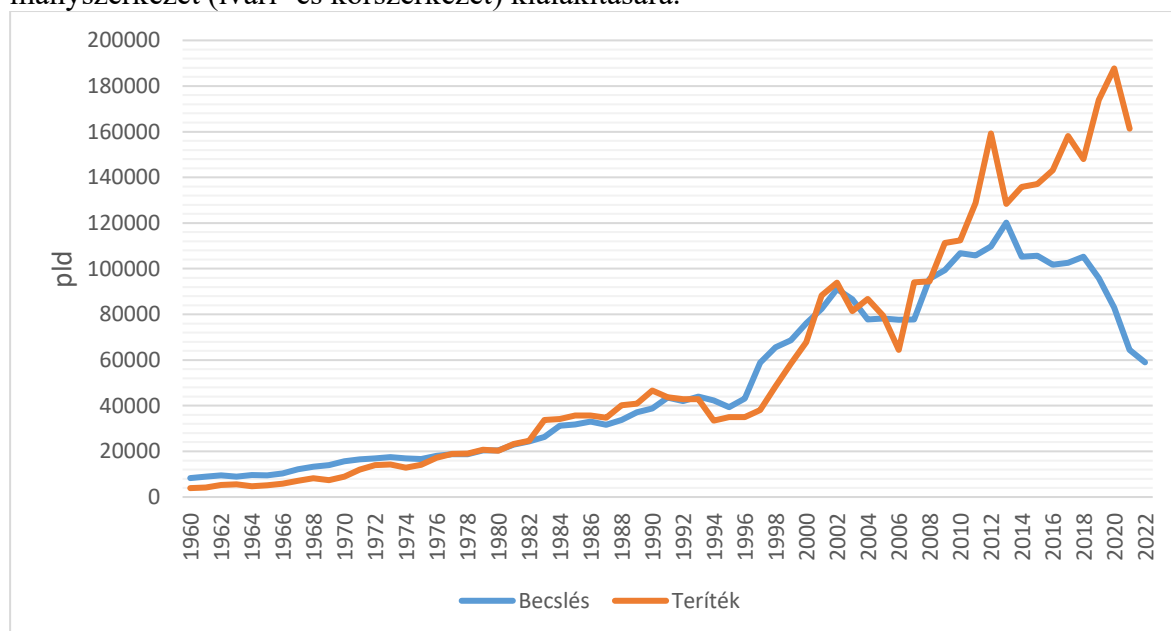
A magyarországi vaddisznóállomány alakulása intő példa arra, hogy a nem megfelelően szabályozott és kezelt állomány a megváltozott ökológiai tényezőkre reagálva elszabadulhat kezeinkből.

A jelenség persze nem egyedülálló, és nem is kizárólag az utolsó évtizedek „eredménye”. Nem egyedülálló, hiszen láthattuk pl. a kárókatona (*Phalacrocorax carbo*) vagy a bütykös hattyú (*Cygnus olor*) elmúlt 30 évben bekövetkezett hihetetlen állomány-expanzióját. És nem az utóbbi évtizedek eredménye, hanem egy hosszabb ideje húzódozó folyamat. Míg a XIX-XX. század fordulóján, KÖHALMY (2002) kimutatását alapul véve, a mai országterületen mindössze 804 pld vaddisznó volt a teríték (a teljes Magyar Királyságban is csak mintegy 4.200 pld), addig manapság a legnagyobb állománnyal rendelkező megyékben az akkori országos teríték tízszeresét ejtik el évente.

Magyarországon 1970-ben mintegy 15.700 pld-t becsültek, a teríték 9.300 pld volt ebben az évben. 1983 óta szinte minden évben nagyobb a teríték, mint a tavaszi állomány nagyság. A tervszerűnek tartott hasznosítás ellenére az állomány becsült nagysága 1980-ban 20.400 pld, 1990-ben 38.900 pld, 2000-ben pedig mintegy 69.000 pld volt. A 90-es évek közepétől a teríték alakulása is elmaradt a tervezettől. Az erdőtelepítések következtében terjeszkedő állomány, a mezőgazdaság intenzívvé válása miatt megjelenő táplálékkínálat-bővülés, egyes vélemények szerint a klíma melegedése azt eredményezte, hogy a fegyveres állomány szabályozás nem volt képes a vaddisznót kordában tartani.

Az ezredforduló környékén már egyértelműen megállapításra került, hogy a vaddisznóállomány túlszaporodott hazánkban (KÖHALMY 2002).

Egy elemzés szerint, mely még az afrikai sertéspestis megjelenése előtt készült (NÁHLIK et al. 2014), a vaddisznóállomány növekedését a vadászati hasznosítás alkalmazott módszerei nem voltak képesek megakadályozni. A hasznosításnak törekednie kell a megfelelő állomány szerkezet (ivari- és korszerkezet) kialakítására.



1. ábra: A vaddisznó állomány nagysága és terítéke Magyarországon, 1960-2022 (forrás: OVA)

Ugyanakkor a vaddisznó állomány növekedése nem magyarországi probléma, a teljes közép-európai régióban jelentős volt a populációk növekedése. Nagyjából 30 év alatt a vaddisznó mind állomány nagyságában, mind elterjedésében jelentősen növekedett a régióban.

Míg Németország, Lengyelország, Svájc, Szlovákia, Csehország és Magyarország területén 1980-ban összesen 254.000 pld-t ejtettek el, addig ez a szám a felsorolt országokban 2002-re 862.000 pld-ra nőtt (REIMOSER 2004).

Terjeszkedése során Svédország felől elérte Norvégiát, ahol elterjedését nem elsősorban a klimatikus tényezők, hanem a táplálék elérhetősége befolyásolja (ROSVOLD – ANDERSEN 2008).

Ugyancsak jelentősen növekedett az állomány létszáma a szomszédos Szlovéniában, ahol a teríték nagysága az 1970-ben elejtett 472 pld-ról 2002-re 7.500 pld-ra nőtt (ADAMIC – JERINA 2009). Még intenzívebb volt a növekedés Csehország területén, ahol az 1965-ben regisztrált 2.873 pld-os teríték 2005-re 100.000 pld fölé nőtt (KAMLER et al. 2009).

Azokban az országokban, ahol természetes úton nem fordult elő, de betelepítve, vagy kivadult formában jelen van, szintén jelentős volt a populációk növekedése, s ez jelenleg is tart.

Míg az 1960-as években úgy gondolták, hogy állomány nagyságát stabilizálni lehet kb. 5000 pld körül Magyarországon, s ennek okaként gazdasági szempontokat hoztak fel (HOLDAMPF, 1962). Ennek ellenére a vaddisznó már az ezredfordulóra sok erdőgazdaságnál a legfontosabb vadfajjá vált (KÖHALMY 2002).

A növekvő állomány egyben új területeket is meghódított, többek között az erdőterületek növekedésével megjelent az Alföldön, illetve nagy folyóink (elsősorban a Tisza) korábban nem lakott ártéri erdeiben is. Ez már az 1980-as években felvetette azt a problémát, hogy ragadozásával negatívan hat az apróvad-állományokra (SALY 1985, NAGY 1993), és ez idővel a szakmai kánon részévé vált. ez utóbbi még akkor is igaz, ha pro és kontra is hangoztak el érvek a vaddisznó jelentő kártétele mellett és e vélemény ellenében is (GAZDAG 2001).

A növekvő állomány egyre több alkalommal okoz károkat és a kevésbé tájkozott emberek között akár riadalmat is amiatt, mert urbanizációja is jelenős mértéket ér el. A kisebb falvak mellett ma már nagyobb városokban, sőt, Budapesten is megjelentek urbanizálódó példányai (NÁHLIK et al. 2015, TARI et al. 2016, 2017).

A 2018 tavaszán hazánkban is megjelent afrikai sertéspestis (ASP) ugyanakkor jelentősen csökkentette egyes vidékek vaddisznólétszámát. Az Északi-középhegység, az Alföld északi és keleti vidéke, a Tisza felső folyása árterületének erdei Szolnok térségéig, illetve a Dunántúlon a Pilis, Gerecse térsége nagyon erősen érintettek a fertőzéssel. Ez nem csak az érintett térségék, hanem az országos vaddisznóállományra is jelentős hatást gyakorolt, de vizsgálatunk következtetéseit egyelőre érdemben nem befolyásolta.

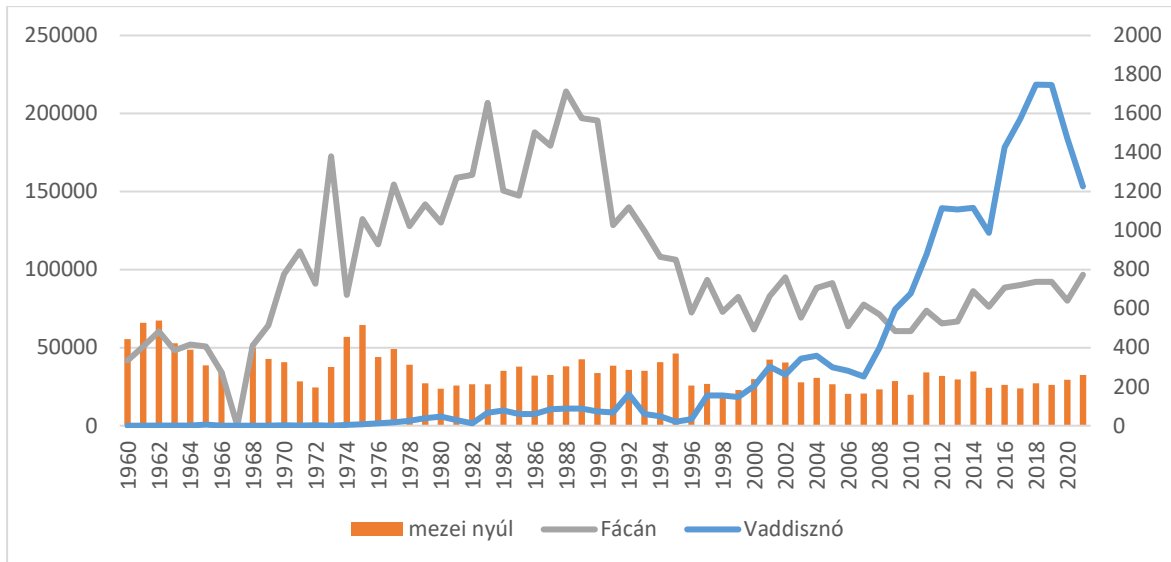
Anyag és módszer

Három alföldi megyében, Békés, Csongrád-Csanád és Jász-Nagykun-Szolnok megyék területén vizsgáltuk meg statisztikai adatok alapján a vaddisznó terítékének növekedése és az apróvadfajok (fácán és mezei nyúl) terítékének változása közötti összefüggéseket. A vizsgálatok során az Országos Vadgazdálkodási Adattár adatait használtuk fel.

Eredmények

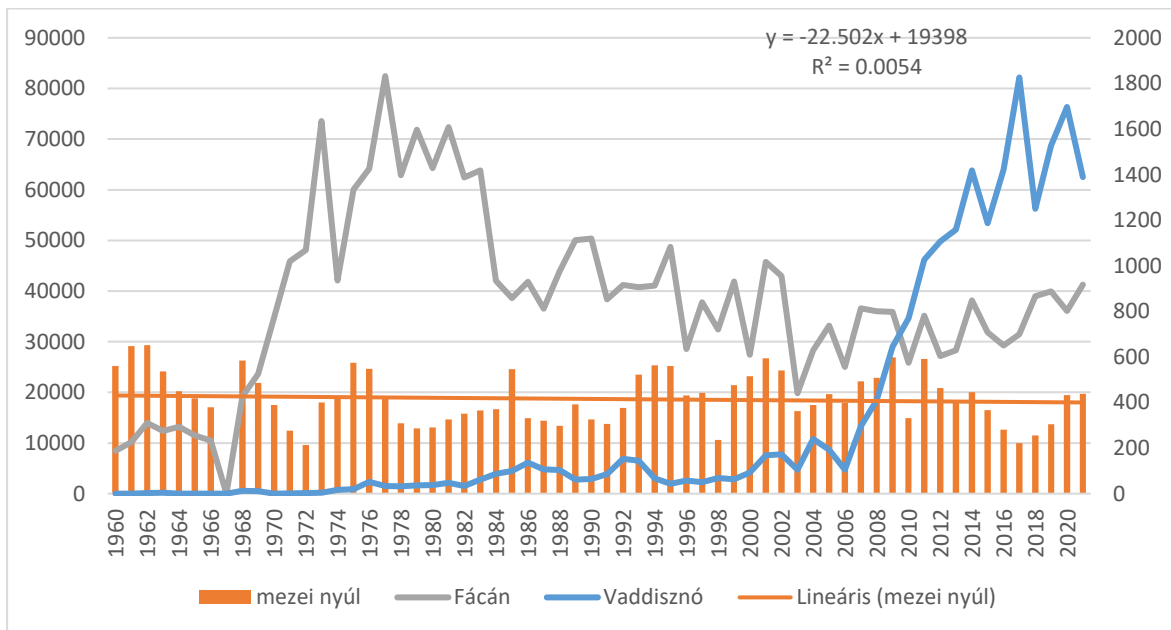
A három vizsgált alföldi megyében a vaddisznó utolsó két évtizedben tapasztalt robbanásszerű terjeszkedésének tulajdonítják az apróvad-állományok csökkenését.

A 10. ábrán látható Békés megyei adatok szerint (a megye erdőszültsége mindössze 4,6%) a fácanteríték jelentős csökkenése az 1990-es évek elejére, a mezei nyúl terítékének jelentős visszaesése már az 1970-es évekre tehető. A vaddisznó terítékének jelentős emelkedése az 1990-es évek közepén indult el, és igazán drasztikussá a 2006-tól kezdődő periódusban vált. Ugyanakkor azonban sem a fácan, sem a mezei nyúl terítéke nem változott jelentős mértékben, inkább a stagnálás jellemző.



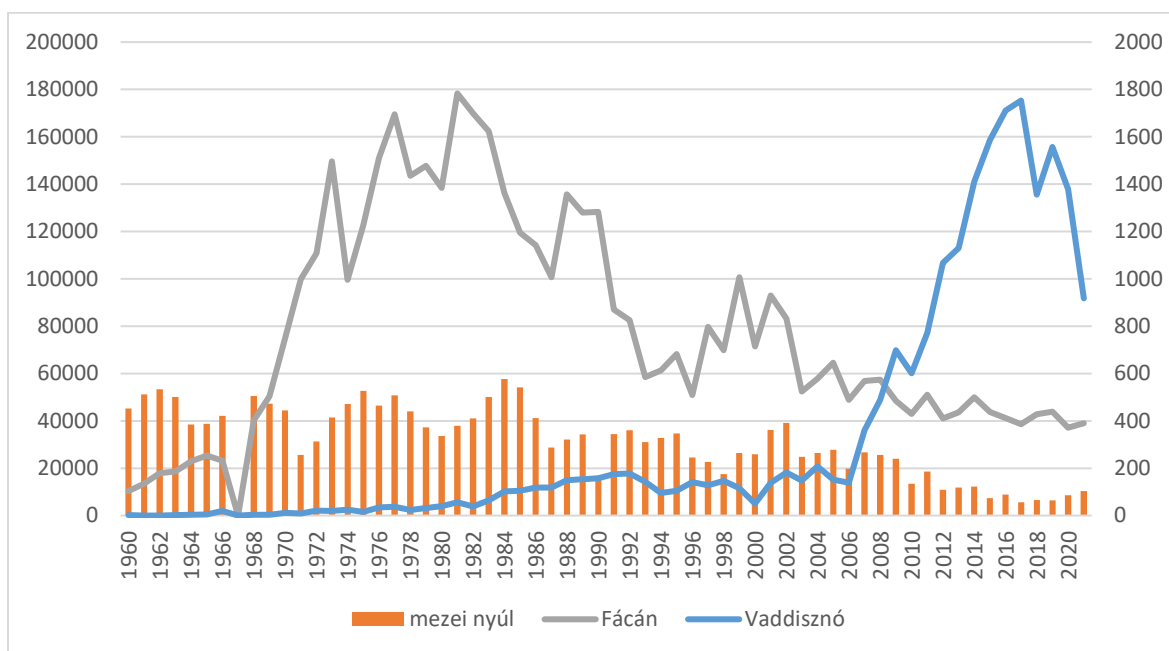
2. ábra: A mezei nyúl, a fácán és a vaddisznó terítékének változása Békés megyében, 1960-2021

Csongrád-Csanád megye (erdősültség 8,9%) esetében (11. ábra) a fácán terítéke már az 1970-es évek közepén csökkenni kezd, majd az utolsó 15 évben nagyjából stagnáló tendenciát mutat. A mezei nyúl terítéke (a felvett trendvonal tanúsága szerint is) érdemben nem csökkent a vizsgált időszakban. A vaddisznó terítéke ebben a megyében is jelentős mértékben 2006-tól kezdődően növekedett, ez azonban az apróvad terítékének változásban nem érzékelhető.



3. ábra: A mezei nyúl, a fácán és a vaddisznó terítékének változása Csongrád-Csanád megyében, 1960-2021

Jász-Nagykun-Szolnok megye (erdősültség 5,9%) esetében a fácánállomány csökkenése már az 1980-as évek elején elkezdődött, és ugyanezen évtized közepétől tendenciózusan csökkent a mezei nyúl terítéke is. A viszonylag alacsony erdősültség ellenére (az előző két megyéhez hasonlóan) 2006-tól indult ugrásszerű növekedésnek a vaddisznó terítéke, és ez (úgy tűnik), a mezei nyúl terítékén meg is látszik (12. ábra).



4. ábra: A mezei nyúl, a fácán és a vaddisznó terítékének változása Jász-Nagykun-Szolnok megyében, 1960-2021

Következtetések

Mi lehet a vaddisznó valós hatása az apróvad-állományokra? A táplálék-összetétel elemzések vizsgálataira utalnak, hogy a vaddisznó (mindenevőként) „nem veti meg” az állati eredetű táplálékot, s azon belül az apróvad-eredetű táplálékbázist sem. A vizsgálatok helyszínétől, az elérhető táplálékbázis összetételétől, és sok esetben az adott évi makkterméstől azonban a vaddisznó táplálék-összetétele nagy mértékben függött. Az állati eredetű táplálék általában alacsony szinten mozgott egy európai léptékű összehasonlító vizsgálat szerint (SCHLEY – ROPER 2003), de a nagyon változatos táplálékok között az apróvad is megjelent. Hollandiai vizsgálatok szerint (GROOT BRUINDERINK et al. 1994) a vaddisznó táplálékában az állati eredetű táplálék csak néhány %-os értéket ér el, majdnem függetlenül attól, hogy az adott vizsgált területen volt-e kiegészítő takarmányozás. Azonban rossz makktermésű évben az állati eredetű táplálék részaránya elérte a 15,5%-ot olyan helyszínen, ahol volt kiegészítő takarmányozás.

Saját intézetünkben folyt vizsgálat szerint (TARCZY 2008) a gyomortartalom-elemzések alapján egy észak-magyarországi, mátrai vaddisznó-populációban 4 táplálkozási stratégiát lehetett elkülöníteni („makkevő”, „gyökérevő”, „mezőgazdasági terményevő”, zöld növényevő”). Azonban egyetlen stratégia esetében sem volt jelentős az állati eredetű táplálék aránya.

Az alapos vizsgálathoz természetesen azt is tudnunk kell, hogy ha lehetősége van, fogyaszt-e (potenciálisan) apróvadat a vaddisznó. Ennek kiderítésére egy Somogy megyei, erősen mozaikos jellegű élőhelyen végeztünk műfészek-predációs vizsgálatokat (JÁNOSKA et al. 2016). A vizsgálatok során arra voltunk kíváncsiak, hogy a talajon fészkelő szárnyasvad-fajok fészekaljaira mely fészek-fosztogatók lehetnek potenciálisan veszélyesek egy olyan területen, ahol mind az apróvad, mind a nagyvad számára alkalmas élőhelyek találhatóak.

Április és május hónapban 20-20 mífészket vizsgáltunk, melyekbe 2 db valódi tyúktojást, 1-1 db viasz- és gyurmatojást helyeztünk el. A mífészkeket különböző élőhely-típusok találkozási szegélyeibe helyeztük el, és 4 naponta ellenőriztük a predációt. A leggyakoribb predátornak a vörös rókat (*Vulpes vulpes*) (51%) és a vaddisznót (*Sus scrofa*) (37%) azonosítottuk. Az élőhelyszegélyek esetében áprilisban a legmagasabb predációt az égeres és a gabona, illetve az égeres és a gyeper szegélyekben, májusban az erdőfoltok belső mikroszegélyében és a cserje-gyeper szegélyekben tapasztaltuk. 2 hónapig azonos helyen hagyott mífészkek esetében azonban a predáció nőtt a fiatalos korú erdők belső mikroszegélyeiben is.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy bár a vaddisznó mindenevő táplálkozása révén jelentős hatással lehet az apróvad-populációkra, a magyarországi, alacsony erdősültségű déli alföldi megyék terítékadatai alapján direkt hatást nem tudtunk kimutatni. A vaddisznó terjeszkedésének „hibáztatása” helyett megítélésünk szerint a legálisan gyéríthető kártevők, a vörös róka, illetve a varjúfélék (dolmányos varjú és szarka) gyérítésére kellene nagyobb hangsúlyt fektetni, mert különösen e két utóbbi szárnyas kártevő esetében a gyérítés hatékonysága tizedére esett vissza Magyarországon az elmúlt 3 évtizedben, és csak az elmúlt néhány évben, a csapdázások előterbe kerülésével fordult meg a kedvezőtlen tendencia.

Irodalomjegyzék

- ADAMIC, M. – JERINA, K. (2009): Wild boar (*Sus scrofa*) in Slovenia – Historical overview and current situation. in: Náhlik A. & Tari T., ed.: Proceedings of the 7th International Symposium on Wild Boar (*Sus scrofa*) and on Sub-order Suiformes. Sopron p.:7-8.
- DEFRA (2005): Feral Wild Boar in England. Department for Environment, Food and Rural Affairs. pp:19. (ww12.defra.gov.uk)
- FARAGÓ S. (2002). Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- GAZDAG F. (2001): a vaddisznó és az apróvad. Nimród 89 (1):19.
- GROOT BRUINDERINK, G.W.T.A., – HAZEBROEK, E. – VAN DER VOOT, H. (1994): Diet and condition of wild boar, *Sus scrofa scrofa*, without supplementary feeding. Journal of Zool. London, 233. p.:631-648.
- KAMLER, J. – DVORAK, J. – TUREK, K. (2009): Conflicts between wild boar and agriculture and their possible solutions. in: Náhlik A. & Tari T., ed.: Proceedings of the 7th International Symposium on Wild Boar (*Sus scrofa*) and on Sub-order Suiformes. Sopron p.:58-59.
- HOLDAMPF, GY. (1962): A vadkárokról. Az Erdő. 11. évf. 6. szám. p.:267-272.
- JÁNOSKA F. – KEMENSZKY P. – FARKAS A. – VARJU J. – HORVÁTH ZS. (2016): Mífészkek-predációs vizsgálatok egy erősen mozaikos somogyi élőhelyen. Erdészettudományi Közlemények, 6. évf. 2. szám. p.:161-173.
- KIRÁLY I. – FARKAS D. – KEMENSZKY P. (2011): Az apróvadállomány fejlesztésének lehetőségei. Nimród 99 (8): 18-21.
- KÓHALMY T. (2002): Túlszaporodott-e vaddisznóállományunk az ezredfordulóra? Nimród Vadászújság, 6/2002. p.:4-7.
- LEAPER, R. – MASSEI, G. – GORMAN, M. L. – ASPINALL, L. (1992): The feasibility of re-introducing Wild Boar (*Sus scrofa*) to Scotland. Mammal Revue, Volume 29, No. 4, p.: 239–259.
- NAGY E. (1993): Fácántenyésztésünk és gazdálkodásunk időszerű kérdései. Nimród 81 (11): 528-529.
- NÁHLIK A. – HEFFENTRAGER G. – TARI T. – SÁNDOR GY. (2015): A vaddisznó lakott területi megjelenésének okai a Balaton felvidéken, NYME Erdőmérnöki Kar, V. Kari Tudományos Konferencia, Konferencia kiadvány p. 37. ISBN 978-963-334-259-6
- REIMOSER, F. (2004): Schwarzwild: Bejagung und Wildschadenvermeidung. Österreichs Weidwerk 10/2004. p.:15-18.

- ROSVOLD, J. – ANDERSEN, R. (2008): Wild boar in Norway – is climate a limiting factor? – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2008, 1: 1-23.
- SALY G. (1985): A vaddisznó az apróvadas területeken. Nimród 105 (7): 308-309.
- SCHLEY, L. – ROPER, T. J. (2003): Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. Mammal Rev. Vol. 33., No. 1. p.:43-56.
- TARCZY T. (2008): Egy szabadterületi vaddisznó-populáció terítékvizsgálata. Szakdolgozat, Sopron. pp:56.
- TARI T. – HEFFENTRAGER G. – SÁNDOR GY. – NÁHLIK A. (2016): Velünk élő vaddisznók, Nimród 2016/12, p. 12-16.
- TARI T. – SÁNDOR GY. – HEFFENTRÄGER G. – NÁHLIK A. (2017): A vaddisznó előfordulása és viselkedésének jellemzői Balaton-parti településeken, in. Blanka, V. és Ladányi, Zs. (Szerk.) (2017) "INTERDISZCIPLINÁRIS TÁJKUTATÁS A XXI. SZÁZADBAN" A VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai, p.597-604. ISBN 978-963-306-542-6
- TRENSE, W. (1989): The big game of the world. Paul Parey Verlag, München.

A VADDISZNÓ (*SUS SCROFA*) SZARVASGOMBA-FOGYASZTÁSÁRÓL (SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS)

On truffle consumption by wild boar (*Sus scrofa*) (Literature review)

JÁNOSKA FERENC¹, VARGA ZOLTÁN²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Doktori Iskola
janoska.ferenc@uni-sopron.hu

Kivonat

A vaddisznó hazánk egyik legfontosabb nagyvadfaja, mely táplálkozása során számos problémát okoz az erdő- és mezőgazdálkodásban. Táplálkozása során, opportunista módon a táplálék széles spektrumát fogyasztja, a növényi és állati összetevők mellett étlapján a föld alatti és feletti termőtesttel rendelkező gombák is szerepelnek. Gombafogyasztása során esetenként komoly károkat okozhat a szarvasgomba termesztésben és gyűjtésben érdekelteknek. A hazai szarvasgomba-termesztés által művelt területek nagysága mára meghaladta a 100 ha-t, de az arra alkalmas területeken számos helyen folyik gazdasági jellegű erdőben is a szarvasgomba célzott gyűjtése. Szakirodalmi áttekintésünk során a fellelhető források segítségével 4 földrészről származó információk segítségével elemeztük a vaddisznó táplálékában a gombák, kiemelten a szarvasgombák jelenlétét. A vaddisznó őshonos elterjedési területein (Európa) kívül Észak- és Dél-Amerikából, Új-Zélandról, betelepített vaddisznóktól vagy kivadult házisertésekből álló populációk adatait elemeztük. Megállapítható, hogy gombafogyasztása során a vaddisznó hasonlóképpen opportunista, a rendelkezésre álló gombatáplálék függvényében fogyaszt esetenként sok, időnként kevés gombát. A rendelkezésre álló források szerint evolúciósan részt vehet a föld alatti termőtestű gombák terjesztésében, de esetenként komoly károkat is okozhat a termőtestek elfogyasztásával, a talaj károsításával, vagy a micéliummal beoltott csemeték elpusztításával.

Abstract

Wild boar is one of the most important game species in Hungary, and its feeding causes many problems in forestry and agriculture. It feeds opportunistically on a wide spectrum of food, including fungi with underground and above-ground fruiting bodies in addition to plant and animal components. Its consumption of mushrooms can sometimes cause serious damage to those involved in truffle cultivation and collection. The area cultivated for truffle cultivation in the country now exceeds 100 ha, but there are also many areas of targeted harvesting in commercial forests in suitable areas. In our literature review, we analysed the presence of fungi, especially truffles, in the diet of wild boar using information from 4 continents and available sources. We analysed data from populations of introduced or feral pigs from North and South America, New Zealand, and the populations of the native range of the wild boar (Europe). It can be concluded that wild boar are similarly opportunistic in their mushroom consumption, consuming many, sometimes few, mushrooms depending on the food available. Available sources suggest that it may be evolutionarily involved in the dispersal of subterranean fruiting fungi, but may also occasionally cause serious damage to truffle production through predation, soil disturbance, and destruction of truffle-inoculated seedlings.

Bevezetés

A vaddisznó (*Sus scrofa*) közismerten mindenevő táplálkozású. Táplálkozása során előnyben részesíti a nagy mennyiségben rendelkezésre álló, könnyen elérhető táplálékokat.

Általános táplálékkereső viselkedésformája a túrás. Ezt a tevékenységet még akkor is végzi, ha a földfelszínről táplálkozik, azaz az elfogyasztani kívánt táplálék számára is jól látható módon a talajfelszínen található (FARAGÓ 2005). Táplálékában döntő szerepet a növényi táplálék-összetevők játszanak, de (egyedileg változó mértékben) táplálékában az állati eredetű táplálék is előfordul. Ennek aránya, előfordulási valószínűsége, gyakorisága nagy változottságot mutat. Opportunista táplálkozása miatt szinte minden szerves anyagot elfogyaszthat, amihez hozzáfér. Jellegzetes állati eredetű táplálékforrásai (gyűrűsféreg, pajorok, bábok, kisméltók talajban található fészkei, stb.) érdekében kifejezetten célzottan kereshet ilyen fehérjeforrásokat. Több vizsgálat is úgy találta, hogy a kukoricával történő etetés, illetve a jó makkterméses időszakok idején a túrás (állati táplálék keresése) a fehérjeigény kielégítése miatt jelentősen fokozódhat (KATONA – HELTAI 2018). Maga a túrás azonban nem kizárólagosan az állati táplálékforrások keresésére irányul, mert például a talajra hullott makk, vagy a szórókon a kiszórt takarmány (elsősorban kukorica) fogyasztása során is tapasztalhatjuk a vaddisznó túrását. A túrásos foltok egyes vizsgálatok szerint hozzájárulhatnak a megmaradt makkok sikeresebb csírázásához is (NÉMETH – KATONA 2015).

A szarvasgomba-termesztés hazai megerősödésével egyre inkább előtérbe kerül esetleges gombafogyasztásán keresztül a szarvasgomba-termesztőknek és gyűjtőknek okozott potenciális kártétele is.

Bár a szarvasgomba-termesztés Franciaországban nagy hagyományokra tekint vissza, és hazai meghonosítására már a 19. század végétől voltak kezdeményezések (HOLLÓS 1911), a hazai termesztés csupán a 20. század végétől alakult ki jelentősebb méretekben (GÓGÁN et al. 2003). Az arra alkalmas területeken ugyanakkor már korábban beindultak termesztési próbálkozások (SZEMERE 1957, 1970). Jelentősebb mértékben a 21. század kezdetétől indul meg a hazai termesztés (SZILÁGYI 2014). A célzottan szarvasgomba-termesztésre használt területek nagysága már meghaladta a 100 ha-t (CSORBAINÉ GÓGÁN 2019). Az üzemszerű termesztés az öntözést, illetve az ültetvény bekerítését is megköveteli. Ugyanakkor a kedvező adottságú területeken a szarvasgomba-fajok természetes formában is előfordulnak, bár gyűjtésük ilyen területeken is csak engedéllyel művelhető. Erre hazánkban a jogszabályok speciálisan kiképzett kutyák alkalmazását írják elő.

Ugyanakkor a szarvasgomba-keresésre korábbi időkben pl. Franciaországban, Olaszországban, de részben hazánkban is, a házisertést használták segítségül. A sertés (a kiképzett kutyához hasonlóan) szaglásával találja meg a szarvasgombát, de míg a kutyát erre tanítani kell, a sertés ösztönösen keresi a föld alatt rejtőző termőtestet. A sertéssel való keresés nagyobb rizikóval jár, mert a túrás során a termőtest megsérülhet, a sertés el is fogyasztja a gazdája elől, és a sertés hamarabb elfárad a keresésben, mint a kutya, és szállítása is nehezebb (TALOU et al. 1990). Anekdoták szólnak arról, hogy a gombakereső sertések tulajdonosai esetenként azzal fizettek lassúságukért, hogy egy-egy ujjukat a mohó sertés leharapta.

Fentiek miatt érdekes lehet, hogy a vaddisznó milyen mértékben fogyasztja táplálkozása során a föld feletti, illetve föld alatti termőtesttel rendelkező gombafajokat. Ennek vizsgálatához a szakirodalomban fellelhető forrásokat használtuk fel. A magyar fajnevek megadásakor, ahol lehetséges volt, HALÁSZ et al. (2007) tanulmányát követtük.

Eredmények

Az emlősfajok és a gombák közötti interakciók legszélesebb körét vizsgálta ELLIOTT et al. (2022) szakirodalmi elemzése. Az elmúlt 146 év során publikált 1154 szakcikk alapján megállapították, hogy 15 rendszertani rendbe sorolható 508 emlősfaj esetében mutattak ki gombafogyasztást. A párosujjú patások esetében (mely fajok közé a vaddisznó is tartozik) 7 családba tartozó 59 faj esetében lehetett információt találni gombafogyasztásra, ez a létező fajok kb. 23%-a.

A legkorábbi szakirodalmi forrás, mely a vaddisznó gombafogyasztásáról számol be, BOUDIER (1876) franciaországi cikke, melyben két álszarvasgomba-faj, az *Elaphomyces granulatus* és az *E. variegatus* fogyasztását mutatta ki. Szintén e századból, a föld alatti termőtesttel rendelkező fenyőszivacsgomba (*Wolfiporia extensa* syn. *Pachyma cocos*) sertés általi fogyasztásáról számol be BANNING (1882) az Egyesült Államok keleti partvidékéről. A vaddisznó gombafogyasztásáról számol be Tennessee, Észak-Karolina és Dél-Karolina területéről, gombafajok említése nélkül, HALLS – STRANSKY (1971) is.

Mexikói utazásai során álszarvasgomba disznóval történő etetését tapasztalta LUMHOLTZ (1902), s szerinte a sertések ezen a gombatáplálékon híznak, de medvék, prérifarkasok, rókák is fogyasztják (a szövegből sem a gomba közelebbi faja, sem a sertés házi vagy vad volta nem derül ki; ez utóbbi esetben azonban a házisertés a valószínűbb). Selmecebánya vidékéről számol be, közelebbi információk (azaz pl. a faj, vagy a termőtest helye) nélkül a vaddisznó gombafogyasztásáról JANDA (1958).

Új-Zéland legdélebbi, lakatlan szigetén, az Auckland-szigeten élő betelepített-kivadult házisertés táplálkozását elemzi CHALLIES (1975). Közelebbi információk nélkül számol be a partvidéken élő egyedek gombafogyasztásáról.

Lengyelországi vizsgálatai során a közönséges álszarvasgomba (*Elaphomyces granulatus*) magas arányát mutatta ki a vaddisznó téli táplálékában GENOV (1982). Franciaország déli részén folytatott hullatékelemzés során GÉNARD et al. (1986, 1988) számos gombafaj spóráit mutatták ki a vaddisznó ürülékéből. A föld alatti termőtestű fajok közül a már említett közönséges álszarvasgomba és a gödrös álpöfeteg (*Octavianina asterosperma*) mellett a kizárólag duglászfenyővel szimbiózisban élő, behurcolt oregoni sötéttrifla (*Picoa carthusiana*), egyéb álpöfeteg-fajok (*Hymenogaster spp.*), kocsonyáspöfeteg-fajok (*Melanogaster spp.*), likastrifla-fajok (*Genea spp.*) spórái kerültek elő. A valódi szarvasgombák (*Tuber spp.*) spórái a vaddisznóürülékek 21%-ában fordultak elő, ami jelentős aránynak nevezhető.

A Galápagos-szigeteken folytatott vizsgálatai során csak nyomokban tudott gombamaradványokat kimutatni a kivadult házisertés gyomortartalmában COBLENTZ – BABER (1987).

GROOT BRUINDERINK et al. (1994) Hollandiában összesen 178 gyomormintát elemeztek, olyan területen, ahol nem volt a vaddisznó számára kiegészítő takarmányozás. Jó makktermésű években őszi téle 75-88% volt a makk aránya a táplálékban. Jó makktermésű években a felnőttek és a fiatalok testtömege is szignifikánsan magasabb volt (48 vs. 29 kg és 24 vs. 9 kg). Sem a jó, sem a gyenge makktermésű években nem volt azonban jelentős a gombák részaránya a táplálékban.

Spanyolországi vizsgálatai során minimális gombafogyasztásról számol be 118 vaddisznó gyomortartalmának elemzése alapján SÁENZ DE BURUAGA (1995). Egy Franciaország déli részén, Montpellier környékén végzett táplálkozás-vizsgálat (gyomortartalom-elemzés, illetve ürülékvizsgálat) során FOURNIER-CHAMBRILLON et al. (1996) 2 tömeg%-ban találtak mindösszesen gombafajokat a vaddisznó táplálékában. A feltárt mintákban azonban az esetek 60%-ában fordultak elő különböző gombafajok, köztük a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*). Ugyanakkor a vaddisznó korábban már említett opportunista táplálkozását jelzi, hogy a szőlő kivételével minden egyéb táplálékalkotó (makk, gyümölcsök, egyéb növényi részek, kukorica [mint takarmány], állati eredetű táplálék, szemét[!]) magasabb arányban fordult elő. A Francia-Alpokban elvégzett vizsgálat (BAUBET et al. 2004), mely 2 éven keresztül zajlott, és 43 gyomortartalom és 304 ürülékminta alapján készült, a legalacsonyabb tömegszázalékban a gombákat és az állati eredetű táplálékot találta (1%). A gombák azonban az ürülékminták 34%-ában előfordultak.

Egy európai, összefoglaló jellegű vizsgálat szerint (SCHLEY – ROPER 2003) a vaddisznó táplálékában a gombák csak esetlegesen, kis részarányban fordulnak elő. A vizsgálat során 21, a vaddisznó táplálkozás-biológiájával foglalkozó szakcikk eredményei kerültek elemzésre, ezek eredményei között 7 esetben lehetett gombafajokat kimutatni. A kimutatott

taxonok között több esetben fordult elő a közönséges álszarvasgomba (*Elaphomyces granulatus*), a galambgomba-félék (*Russula spp.*), a közönséges csillaggomba (*Geastrum sessile*), a sárga rétgomba (*Agrocybe pedates*), több tinórúfaj (*Boletus queletii*, *B. luteus*, *Suillus granulatus*, *S. bellini*), pöfeteg-fajok (*Lycoperdon livium*, *L. perlatum*), fenyőpereszke (*Tricholoma terreum*), gödrös álpöfeteg (*Octavianina asterosperma*), és kisebb mennyiségben egyéb fajok is. E fajok egy része (az álszarvasgombák, a gödrös álpöfeteg) a szarvasgombákhoz hasonlóan föld alatti termőtesttel rendelkezik (HALÁSZ et al. 2007). A fenti gombafajok mellett a táplálékmintákban valódi szarvasgomba-fajok is előfordultak, de a 21 részletes vizsgálat közül mindössze 2 esetben.

Spanyolország északkeleti részén, a Pireneusok déli oldalán 3 téli vadászszезon során gyűjtött 234 gyomor elemzése során elenyésző tömeg%-ban (0,4%) és mindössze 6%-os gyakorisággal talált gombamaradványokat HERRERO et al. (2004).

A cézium radioaktív izotópjának (¹³⁷Cs) előfordulását vizsgálta vaddisznó húsminőségi ellenőrzése során HOHMANN – HUCKSCHLAG (2005). Mivel a vaddisznóhús céziumtartalma szezonális változásokat mutatott, az elejtett vaddisznók gyomortartalmának elemzésére is sort kerítettek (689 egyed). A nyári és téli mintákban szignifikánsan eltérő volt a közönséges álszarvasgomba (*Elaphomyces granulatus*) aránya a vizsgált gyomrokban, mely összefüggésben volt a nyári magasabb és a téli alacsonyabb cézium-tartalommal. Szarvasgomba-keresésre kiképzett kutyákkal 1 álszarvasgomba/20 m² sűrűséget tudtak kimutatni, ami igazolta, hogy a közönséges álszarvasgomba a vaddisznó legfontosabb cézium-forrása Rajnavidék-Pfalz németországi tartományban.

A cézium 137-es izotópjának magas arányát a vaddisznómintákban ugyancsak a közönséges álszarvasgomba fogyasztásának tulajdonítja STEINER – FIELITZ (2009). Bár az álszarvasgomba csak mintegy 6%-át teszi ki a vaddisznó gyomortartalom-mintáinak, de a céziumtartalom mintegy 3/4 részéért felelős a szerzők megállapítása szerint. Hasonló megállapításokra jutott DVORÁK et al. (2010) a radioaktív cézium forrását illetően.

Lengyelország fenyveseiben vizsgálta a vaddisznó túrásának hatását a szemölcsös álszarvasgomba (*Elaphomyces asperulus*) állományaira ŁAWRYNOWICZ et al. (2006). Megállapították, hogy a vaddisznó túrasi aktivitása kedvezően befolyásolja a gomba mikorrhiza fejlődését, közvetetten pedig a fák fejlődéséhez is hozzájárul. A vaddisznó ugyan a gomba termőtesteket elfogyasztja, de a túrás levegőt és vizet juttat a gombafonalakhoz, ami az álszarvasgomba fejlődését segíti elő.

Chile középső részén vizsgált 20 vaddisznó gyomortartalmát SKEWES et al. (2007). Megállapították, hogy a gomba jelentős részét képezte a vizsgált vaddisznók táplálékának, sokkal jelentősebb mértékben, mint az európai szakirodalomban fellelhető adatok mutatják (65% előfordulási gyakoriság). A meghatározható fajok között álpöfetegek (*Hymenogaster sp.*) és szarvasgomba-faj (*Hysterangium purpureum*) is előfordult, több kalapos gombafaj mellett.

BALLARI – BARRIOS-GARCIA (2013) újabb keletű összefoglalása szerint a gombák csak esetlegesen és alacsony mennyiségben fordulnak elő a vaddisznó táplálékában, de egyetlen ellenpéldaként kiemelik FOURNIER-CHAMBRILLON et al. (1996) már idézett eredményeit.

Olaszország északi részén, olyan vidéken, ahol korábban 3 éven keresztül vizsgálták a szarvasgombák előfordulását, 14 elejtett vaddisznó ürülékét megvizsgálva PIATTONI et al. (2012) 9 példányból ki tudták mutatni a nyári szarvasgomba és az isztriai szarvasgomba (*Tuber magnatum*) spóráit. Megállapításaik szerint azonban a spórák nagyon alacsony mennyisége alapján arra lehet következtetni, hogy a vaddisznó csak esetlegesen fogyaszt föld alatti gombákat, kifejezetten nem keresi azokat. Ugyanakkor a spórák terjesztésével a vaddisznó szerepet játszhat a nemes szarvasgomba-fajok terjedésében. Hasonló megállapításokat tettek egyébként a korábban említett cikkben FOURNIER-CHAMBRILLON et al. (1996) is.

A vaddisznó jelentős kártételéről számol be ugyanakkor olaszországi vizsgálatok alapján SALERNI ET AL (2013). Egy csertölgy (*Quercus cerris*) erdőterületen Toszkánában az erdőterület bekerítését követően jelentősen nőtt a betakarítható szarvasgomba mennyisége.

A vaddisznó és a valódi szarvasgomba-fajok kapcsolatát vizsgálták PIATTONI et al. (2016) egy szakirodalmi feldolgozás során. Megállapították, hogy a vaddisznó, opportunista táplálkozása miatt nem keresi kifejezetten a szarvasgombát, mint táplálékot, szarvasgombafogyasztása az elérhető táplálékkínálat összetételétől és mennyiségétől függ. Esetenként ökonómiai károkat okozhat a szarvasgomba termesztésére kialakított erdőrészekben, nem kizárólag a gomba elfogyasztásával, hanem a talajszerkezet károsításával is.

Ugyanakkor az emésztő enzimek lebontó tevékenysége fokozza a spórák csírázását és az ektomikorrhizák kialakulásának képességét, így a vaddisznók döntő szerepet játszanak a szarvasgomba terjedésében. A jégkorszak utáni újbóli európai benépesülés a legnemesebb, legdrágább szarvasgombafaj, a francia szarvasgomba (*Tuber melanosporum*) esetében MURAT et al. (2004) szerint más fajok mellett a vaddisznó nagy mozgáskörzetének volt köszönhető.

Az ektomikorrhiza gombák és az ezen gombafajokat fogyasztó emlősök pozitív kölcsönhatását mutatta ki JOHNSON (1996) is, szerinte a föld alatti termőtestek elfogyasztásával az emlősfajok kifejezetten hasznos szerepet játszanak a gombafajok terjesztésében, s ezzel fontos ökológiai szerepük van az erdőállományok egészségi állapotának megőrzésében. A vaddisznó szerepét emelik ki a spórák terjesztésében LIVNE-LUZON et al. (2017) is.

Érdekes, hogy az alapvetően rovarevő kisemlősök, a *Sorex*-nem cickányfajai, a vizsgálatok szerint (URBAN 2016) fogyasztják a valódi szarvasgombákat, és ezáltal hozzájárulnak a spórákkal aktívan terjeszkedni nem képes föld alatti termőtestű ektomikorrhiza fajok terjedéséhez. Gyakorlatilag minden, erdőben előforduló kisemlősfaj esetében hasonló pozitív kapcsolatot mutatott ki SCHICKMANN et al. (2012). Legjelentősebb mértékben a nagy pele (*Glis glis*), mellette a vöröshátú erdei pocok (*Myodes glareolus*), a csaltitjáró pocok (*Microtus agrestis*), a közönséges földipocok (*Pitymys subterraneus*), illetve az erdei egér-fajok (*Apodemus spp.*) fajok ürülékében egyaránt megtalálták az ektomikorrhiza fajok spóráit. A teljes tápláléklánra kiható kölcsönhatásokról (gomba-kisemlős-szőrmés és szárnyas ragadozók) számol be vizsgálatai alapján ZAMBONELLI et al. (2017).

Következtetések

A szakirodalmi áttekintés alapján kijelenthető, hogy a vaddisznó elfogyasztja a szarvasgombát, de más, emberi fogyasztásra alkalmatlan föld alatti termőtesttel rendelkező gombafajok, illetve föld feletti termőtestű gombafajok is rendszerint kis mennyiségben szerepelnek a vaddisznó táplálékában. Határozott kártételről beszámoló szakirodalmi források korlátozottan fordulnak elő.

A fentiek alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a vaddisznó táplálékában esetlegesen, az adott területen rendelkezésre álló táplálékforrások függvényében, rendszerint kis mennyiségben fordul elő a valódi szarvasgomba. Céltudatos keresést nem lehet feltételezni, mert az opportunista táplálkozásmód a nagy tömegben rendelkezésre álló táplálékforrások fogyasztására predesztinálja a vaddisznót.

Ugyanakkor hatékonyan hozzájárulnak a gombák terjedéséhez, és valószínűleg kulcsszerepet játszanak a gombapopulációk közötti és azokon belüli genetikai áramlásban, valamint az új élőhelyek kolonizációjában. Ez a vaddisznó általi spóraszóródás csökkenti a genetikai elszigetelődés kockázatát, amely a távolság miatt gyakori a levegőben szétszórott spórák esetében (TASCHEN 2015). Bár más állatfajok is esznek szarvasgombát (például kisemlősök, rovarok, csigák stb.), de a *Tuber spp.* mikorrhizaképződését serkentő hatásuk még nem bizonyított. Figyelembe véve a vaddisznók és a szarvasgomba talajökológiája között fellépő összes összetett kölcsönhatást, valamint az előbbinek a szarvasgombatermesztésre és

kolonizációra gyakorolt hatását, a vaddisznók környezetre gyakorolt hatását vizsgáló minden projektnek figyelembe kell vennie ennek az állatnak a szerepét is.

Megítélésünk szerint egy kifejezetten szarvasgomba termesztésére létrehozott, ültetvényyszerű, intenzíven művelt és öntözött szarvasgombás erdőrészlet bekerítése szükséges lehet a vaddisznó kártételének megelőzésére.

Irodalomjegyzék

- BALLARI, S.A – BARRIOS-GARCIA, M.N. (2013): A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mammal Review*. 2013 nov. :1-11.
- BANNING, M.E. (1882). The tuckahoe. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 9: 125–126.
- BAUBET, E. – BONENFANT, C., – BRANDT S. (2004): Diet of the wild boar in the French Alps. *Galemys: Boletín informativo de la Sociedad Española para la conservación y estudio de los mamíferos* 16: 101–113.
- BOUDIER, M. (1876): Du Parasitisme Probable De Quelques Espèces Du Genre *Elaphomyces* Et De La Recherche De Ces Tubercules, *Bulletin de la Société Botanique de France*, 23:3, 115-119, DOI: 10.1080/00378941.1876.10825635
- CHALLIES, C.N. (1975): Feral pigs (*Sus scrofa*) on Auckland Island: Status, and effects on vegetation and nesting sea birds, *New Zealand Journal of Zoology*, 2:4, 479-490, DOI: 10.1080/03014223.1975.9517889
- COBLENTZ, B.E. – BABER, D.W. (1987): Biology and Control of Feral Pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. *Journal of Applied Ecology*, 24 (2): 403-418.
- CSORBAINÉ GÓGÁN A. (2019): Sikeres szarvasgomba-termesztés Magyarországon. *Agrofórum Online*. Hozzáférés: 2022. 11. 06.
- DVOŘÁK, P. – SNÁŠEL, P. – BEŇOVÁ, K. (2010): Transfer of radiocesium into wild boar meat. *Acta Veterinaria Brno* 79: 85–91.
- ELLIOTT, T.F. – TRUONG, C. – JACKSON, S.M. – ZÚÑIGA, C.L. – TRAPPE, J.M. – VERNES, K. (2022): Mammalian mycophagi: A global review of ecosystem interactions between mammals and fungi. *Fungal Systematics and Evolution* 9. June 2022: 99-159.
- FARAGÓ S. (2005): Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.: 496.
- FOURNIER-CHAMBRILLON, C. – MAILLARD, D. – FOURNIER, P. (1996): Variabilité du régime alimentaire du sanglier (*Sus scrofa* L.) dans les garrigues de Montpellier (Hérault). *Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife* 13. :1457-1475.
- GÉNARD, M. – LESCOURET, F. – DURRIEU G. (1986): Mycophagie chez le sanglier et dissemination des spores de champignons hypogés. *Gaussenia* 2: 17–23.
- GÉNARD, M. – LESCOURET, F. – DURRIEU, G. (1988): Mycophagie chez le sanglier et hypothèses sur son rôle dans la dissémination des spore de champignons hypogés. *Canadian Journal of Zoology* 66. :2324-2327.
- GENOV P. (1982): Fructification of *Elaphomyces granulatus* Fr. are food for boars. *Acta Mycologica* 18: 123–125.
- GÓGÁN A. – KISS Cs. – SZEGŐ D. – DIMÉNY J. (2003): Az európai és a magyarországi szarvasgomba termesztés irányai és lehetőségei az alternatív mezőgazdaságban. *Európai technikák, magyar törekvések. Tájökológiai Lapok* 2: 135-143.
- GROOT BRUINDERINK G. W. T. A. – HAZEBROEK E. – VAN DER VOOT H. (1994): Diet and condition of wild boar, *Sus scrofa scrofa*, without supplementary feeding. *Journal of Zoology* 233: 631–648.
- HALÁSZ K. – BENE F. – BABOS M. – BRATEK Z. (2007): A hazai föld alatti gombafajok magyar elnevezése. *Mikológiai Közlemények, Clusiana* 46 (1). :33-56.
- HALLS, L.K. – STRANSKY, J.J. (1971): Atlas of southern forest game. *Southern Forest Experiment Station, Forest Service, US Department of Agriculture*: 24.

- HERRERO, J. – IRIZAR, I. – LASKURAIN, N.A. – GARCIA-SERRANO, A. – GARCIA-GONZALES R. (2005): Fruits and roots: wild boar foods during the cold season in the southwestern Pyrenees. *Italian Journal of Zoology* 72: 49–52.
- HOHMANN, U. – HUCKSCHLAG, D. (2005): Investigations on the radiocaesium contamination of wild boar (*Sus scrofa*) meat in Rhineland-Palatinate: a stomach content analysis. *European Journal of Wildlife Research* 51: :263-270.
- HOLLÓS L. 1911: Magyarország földalatti gombái, szarvasgombaféléi. (Fungi hypogaei Hungariae.). K. M. Természettudományi Társulat, Budapest.
- JANDA, M. (1958): Die Nahrung des Schwarzwilds, *Sus scrofa* L., im Mittelgebirgsgebiet von Stiavnica. *Säugetierkundliche Mitteilungen* 6: 67–74.
- JOHNSON, C.N. (1996): Interactions between mammals and ectomycorrhizal fungi. *Trends Ecol. Evol.* 11(12) :503-507.
- KATONA K. – HELTAI M. (2018): A vaddisznó táplálék-összetételének és táplálkozási sajátosságainak szakirodalmi áttekintése. *Tájékológiai Lapok* 16 (1). :65-74.
- ŁAWRYNOWICZ, M. – FALIŃSKI, J.B. – BOBER, J. (2006): Interactions among hypogeous fungi and wild boars in the subcontinental pine forest. *Biodiversity: Research and Conservation* 1–2: 102–106.
- LIVNE-LUZON, S. – AVIDAN, Y. – WEBER, G. – MIGAEL, H. – BRUNS, T. – OVADIA, O. – SHEMESH, H. (2017): Wild boars as spore dispersal agents of ectomycorrhizal fungi: consequences for community composition at different habitat types. *Mycorrhiza* 27(3):165-174.
- LUMHOLTZ, C. (1902). *Unknown Mexico, Vol. I*. Scribner and Sons. New York. digitálisan: <https://www.gutenberg.org/files/16426/16426-h/16426-h.htm> (hozzáférés: 2022. 11.06.)
- MURAT, C. – DIEZ, J. – LUIS, P. – DELARUELLE, C. – DUPRÉ, C. – CHEVALIER, G. – BONFANTE, P. – MARTIN, F. (2004): Polymorphism at the ribosomal DNA ITS and its relation to postglacial re-colonization routes of the Perigord truffle *Tuber melanosporum*. *New Phytologist* 164: 401–411
- NÉMETH S. – KATONA K. (2015): A vaddisznó túrásának hatása Gyulaj térségében. *Vadbiológia* 17: 13–21.
- PIATTONI, F. – ORI, F. – MORARA, M. – IOTTI, M. – ZAMBONELLI, A. (2012): The role of wild boars in spore dispersal of hypogeous fungi. *Acta Mycologica* 47 (2). :145-153.
- PIATTONI F. – ORI F. – AMICUCCI A. – SALERNI E. – ZAMBONELLI A. (2016): Interrelationships Between Wild Boars (*Sus scrofa*) and Truffles. In: ZAMBONELLI A. – IOTTI M. – MURAT C. (eds): True Truffle (*Tuber* spp.) in the World. *Soil Biology*, 47. : 375–389.
- SALERNI, E. – GARDIN, L. – BAGLIOLI, F. – PERINI, C. (2013): Effects of wild boar grazing on the yield of summer truffle (Tuscany, Italy). *Acta Mycologica* 48(1). :73-80.
- SÁENZ DE BURUAGA, M. (1995): Alimentación del jabalí (*Sus scrofa castilianus*) en el norte de España. *Ecología* 9: 367–386.
- SCHICKMANN, S. – URBAN., A. – KRÄUTLER, K. – NOPP-MAYR, U. – HACKLÄNDER, K. (2012): The interrelationship of mycophagous small mammals and ecomycorrhizal fungi in primeval, disturbed and managed Central European mountainous forests. *Oecologia* 170. :395-409.
- SCHLEY, L. – ROPER, T.J. (2003): Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review* 33 (1). :43-56.
- SKEWES, Ó. – RODRÍGEZ, R. – JAKSIC, F.M. (2007): Ecología trófica del jabalí europeo (*Sus scrofa*) silvestre en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 295-307.
- STEINER, M. – FIELITZ, U. (2009): Deer truffles – the dominant source of radiocaesium contamination of wild boar. *Radioprotection* 44 (5): 585-588.

- SZEMERE L. 1959: A föld alatt termő gombák ismeretének felújítása. *Az Erdő*, 1959. szept.: 354-357.
- SZEMERE L. 1970: Föld alatti gombavilág. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SZILÁGYI A. (2014): Szarvasgombagazdálkodás és kutatás a NEFAG Zrt-nél. *Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap XXII*: 16-18.
- TALOU, T. – GASET, A. – DELMAS, M. – KULIFAJ, M. – MONTANT, C. (1990): Dimethyl sulphide: the secret for black truffle hunting by animals? *Mycological Research* 94 (2): 277-278.
- TASCHEN, E. (2015): Biotic interactions and reproductive biology of the Black Truffle (*Tuber melanosporum* Vittad.), from spontaneous to planted truffle grounds. PhD thesis, Université Montpellier II, France: 233.
- URBAN, A. (2016): Truffles and Small Mammals. in: ZAMBORELLI, A. – IOTTI, M. – MURAT, C., ed.): *True Truffles (Tuber spp.) in the World. Soil Ecology, Systematics and Biochemistry*. :353-373.
- ZAMBONELLI, A. – ORI, F. – HALL, I. (2017): Mycophagy and Spore Dispersal by Vertebrates. Chapter 23. in: DIGHTON, J. – WHITE, J.F. (ed): *The Fungal Community. Its organization and Role in the Ecosystem*. *Mycology* 32. CRC Press.: 347-358.

NYÍLT TECHNOLÓGIÁN ALAPULÓ ADATGYŰJTŐ FEJLESZTÉSE ÁTHULLÓ CSAPADÉK MÉRÉSÉHEZ

Datalogger development for throughfall measurements with open-source tools

KALICZ PÉTER¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
kalicz.peter@uni-sopron.hu

Kivonat

Az erdő lombkoronáján áthulló csapadék nagyobb tér- és időbeli felbontással történő mérése a jelenleg alkalmazott módszerekkel nem kivitelezhető. A nagyobb térbeli felbontással működtetett totalizátorok nem adnak információt az ürítések közötti eseményekről. A beállított nagyobb időbeli felbontással mérő automata mérés helyigénye és magasabb beruházási költsége miatt nagyobb pontsűrűséggel nem használható. A két módszer előnyeit ötvöző, fejlesztés alatt álló billenőedényes mérőeszköz működéséhez adatgyűjtő szükséges. A billenések rögzítése egyszerű mérési feladat. A dolgozat az adatgyűjtő prototípusának létrehozásának folyamatát foglalja össze.

Abstract

It is not possible to measure the precipitation falling through the forest canopy with a higher spatial and temporal resolution with the currently used methods. Totalizers operated with higher spatial resolution do not provide information on events between readouts. Due to the space requirement and higher investment cost of the automatic measurement with a higher temporal resolution, it cannot be used with a higher point density. A datalogger is required for the operation of the under-development tipping-bucket throughfall gauge, which combines the advantages of the two methods. Recording tilts is a simple measurement task. This article summarizes the process of creating the prototype of the data collector.

Bevezetés

Intézetünkben a faállományok csapadékmegosztó hatásának vizsgálata jelentős múltra tekint vissza. Az 1970-es évek végén Rácz József terveiben már nagy hangsúlyt kapott az intercepció mérése és számszerűsítése a fontosabb faállomány-típusokra. A tervek alapján a következő évtized elején megalapított, Soprontól nyugatra elhelyezkedő hidegvíz-völgyi kutatási területen három mérőkertben meg is indult a mérés (GRIBOVSKI *et al.* 2006, KUCSARA 2007). A bükk, kocsánytalan tölgy és luc főfafajú erdőrészekben kezdetben nyolc ponton, csapadékeseményhez kötődően folyt a lombkorona csapadék visszatartásának meghatározásához szükséges egyik komponens, az áthulló csapadék meghatározása. Áthulló csapadék alatt a csapadék mennyiségének azt a részét értjük, amely a lombkoronán közvetlenül átesve, vagy azzal időlegesen kapcsolatba kerülve eléri az avar felszínét. Az áthulló csapadék térbeli eloszlásának változékonysága alapvetően a korona struktúrájától és a csapadék nagyságától függ. A térbeli különbségek több lombkorona szint, elegyes állomány, változatos koreloszlás esetén jelentősen megnövekedhetnek. Ilyen esetekben az áthulló csapadék helyileg akár jelentősen meghaladhatja a faállomány mentes területen mérhető csapadék mennyiségét (PYPKER *et al.* 2011).

A hidegvíz-völgyi kutatási terület alapítás óta eltelt évtizedek alatt – a bükkös kert kivételével – az áthulló csapadék meghatározásában is résztvevő mérőhelyek áthelyezésre kerültek, s a még helyén maradt bükkös kert is átalakult. A térbeli különbségek jobb meghatározásához – az eredeti mérőhelyek megtartása mellett – a mérési pontok száma húsz ponttal gyarapodott. Az alkalmazott mérőeszközök mindkét esetben az adott felületen felfogott

áthulló csapadékot gyűjtő edénybe vezetik, amelyből a csapadék később kimérhető, s a felület ismeretében az áthullott csapadék mennyisége meghatározható. Az erőforrások szűkösebbé válásával és a kutatási feladatok növekedésével a mérőedények üritési rendje is átalakult, hetente–kéthetente mérjük meg az áthullott csapadékot. Egy dolog hosszú ideig változatlan maradt; az áthulló csapadék észlelését kizárólag kézi adatgyűjtéssel végezzük, ami korlátozza a további bővítést.

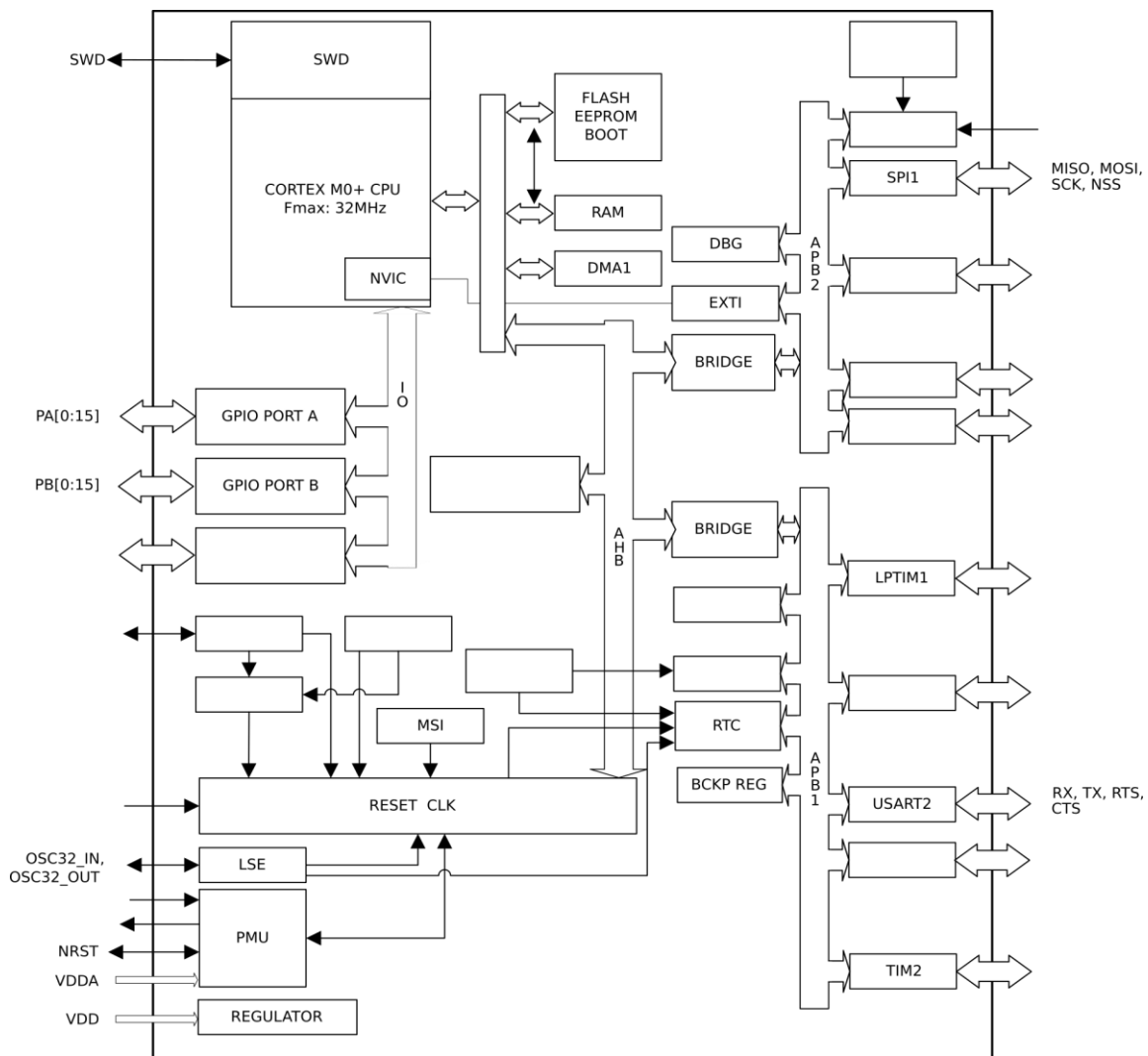
A jelenség eredendően nagy térbeli változékonysága, a vegyes korú állományok kialakítására való szakmai törekvés, a száraló üzemmód, a lékes felújítások előtérbe kerülése, a kutatás fókuszába kerülő agrárerdészeti rendszerek miatt fontos lenne a mérőhelyek számát és az adott mérőhelyeken a mintaszámot növelni. Felmerülhet a kérdés, hogy milyen mintaszámot javasol a szakirodalom? Szimulációs vizsgálatokkal már próbálták ezt a kérdést megválaszolni. Terepi tapasztalatokon alapuló modell vizsgálatok (VOSS *et al.* 2016) alapján megállapítható, hogy még homogén faállomány esetén is, jóval nagyobb mintavételi pontszám szükséges a gyakorlatban jelenleg alkalmazottnál. A mérőhelyenként akár 200 pontot jelentő fejlesztés manuális mérés mellett elképzelhetetlen. Egyetlen megoldás az automatizált mérőeszközök használata. Megfelelő mennyiségű mérőeszköz beszerzése és üzemeltetése azonban még a jobban támogatott kutatóhelyeken is problémát jelenthet, amely megkezdésére gyakran alkalmazott módszer az automatikus mérőpontok manuális mérésekkel történő besűrítése (lásd pl. STAELENS *et al.* 2006, ZABRET *et al.* 2018). A kiegészítő jellegű manuális mérés azonban nem helyettesíti az automatizált mérést, amely nélkül a manuális eszközök üritései között hullott több csapadék mennyiségeinek eseményenkénti szétosztása elképzelhetetlen a sok befolyásoló tényező miatt.

Anyag és módszer

A bevezetésben bemutatott problémát felismerve a meglévő infrastruktúra változatlanul hagyásával készül egy új automata eszköz. Ez hasonló elven működik, mint a korábban említett kézi mérések, az áthullott csapadékot 1 m² felfogó felületen összegyűjtve egy nagy tartályba vezeti. A függőleges falú tartályban bekövetkező vízszint változás alapján meghatározható a felfogott térfogat, amiből adódik az áthulló csapadék magassága. A nagy felfogó felületnek köszönhetően elegendően nagyok az edényben a vízszint változások ahhoz, hogy a kutatási területen a vízszint mérések adatgyűjtőjét használva azt elegendő felbontással érzékelhessük (PALACIOS *et al.* 2018). Fontos eleme a rendszernek egy csillapító cső, amely a nagyobb intenzitású csapadékok idején tapasztalható zavaró vízszint lengéseket tompítja. (Az eszköz részletesebb bemutatását lásd KALICZ *et al.* 2019). Ezzel az eszközzel a nagy felfogó felület és edény, valamint a drága adatgyűjtő miatt nem lehet nagy pontsűrűséget elérni.

Alternatívaként elhagyhatjuk a gyűjtő edényt, s az áthulló csapadék térfogatát billenő-edényes mechanizmus segítségével mérjük meg. Ekkor két azonos méretű edényt úgy építenek össze, hogy az egyik edénybe vezetett csapadék víz a tömegközéppont áthelyezésével átbillenti a szerkezetet úgy, hogy a bevezető nyílás alá a másik edény kerül, s a folyamat kezdődik előlről. Ez az egyszerű elven működő eszköz könnyen testre szabható és legyártható, ha az egyre szélesebb körben elterjedő 3D nyomtatási technológiát alkalmazzuk (lásd KALICZ *et al.* 2019). Az azonos térfogatú edénypáros átbillenésének időpontjait kell csak rögzíteni, s a felfogó felület ismeretében kellően kis térfogatot választva elérhető, hogy a jelenség követéséhez megfelelő legyen az eszköz felbontása. A billenések alatt valamennyi víz méretlenül folyik át a rendszeren, ami főleg nagyobb intenzitásoknál jelent problémát. Az időbeli felbontás növelésére választott egyre kisebb térfogatú edényeknél – a gyakori billenések miatt – a nem mért vízmennyiség aránya egyre jelentősebb, egyre nagyobb hibával terheli a mérést. A hiba kiküszöbölésére az elkészített eszközt állandó térfogatáramokkal a teljes mérési tartomány több pontján kalibrálni kell (WMO 2018).

Ez utóbbi mérésnél, ahol a billenések idejét kell csak rögzíteni, sokkal egyszerűbb a mérési feladat a vízszint észleléséhez viszonyítva. Az átbillenő edényzet segítségével csak egy kapcsolót kell működtetni. A kapcsoló pólusainak zárásával létrejövő jel segítségével egy pontos digitális órából (ún. valós idejű óra, angolul Real Time Clock a továbbiakban RTC) kiolvasható a billenés időbélyege. Az így meghatározott időbélyegeket már csak tárolni kell addig, amíg a mérést végző kutató kiolvassa őket a tárhelyről. Ezzel a rendszer három legfontosabb komponensét, a kapcsolót, az RTC-t, és az adattárat azonosítottuk. Ezeket összekapcsolni, illetve működtetni kell, amely feladatot csak egy újabb összetevő valósíthatja meg. Erre negyedik feladatra napjainkban mikrovezérlő vagy az angoltól honosított nevén mikrokontroller alkalmas. A mikrovezérlők, ahogy az 1. ábra szemlélteti, az adatfeldolgozást végző processzort, a memóriát és a külvilággal kapcsolatot tartó hardver elemeket egyetlen lapkára integrálják, a célnak megfelelő tokozásba helyezve (YIU 2015).



1. ábra: A STM32L011x4 mikrokontroller blokkvázlata (ST 2017 nyomán)

Néhány fontosabb szempontot összefoglalok a fent bemutatott négy részegység kiválasztásához. Billenőedényes eszközöknél célszerű nem mechanikus hatásra működő kapcsolót használni, amely nem okoz többlet ellenállást az átbillenés során. Kiterjedten alkalmazzák erre a célra a mágnes vezérelte kapcsolókat, amelyek közül az egyik legegyszerűbb a reed kapcsoló, ahol a billenőedényre szerelt állandó mágnes mezeje két fém érintkezőt összehúz. Az RTC-k közül az egyszerűbbeket csak egy másodpercenként növekvő

számlálóként, a bonyolultabbakat összetett öröknaptárként alakították ki. Kisebb térfogatra mozduló billenőedényeknél nagy intenzitások miatt előálló gyors billenések miatt fontos, hogy az RTC képes legyen másodpercnél kisebb időbélyeget is meghatározni. Fontos szempont több mérőhely esetén, hogy az órák pontosan és szinkronban járjanak. Ennek megvalósítása a – még mérőhelyen belül is – erősen változó környezeti feltételek mellett nem kis feladat, aminek elsődleges oka a hőmérséklet változékonysága. Az adattárolónál magától értetődő a minél nagyobb kapacitás, hogy a kiolvasások között minél hosszabb időt lehessen hagyni. A mikrovezérlőkkel, illetve az egész terepi mérőrendszerrel szemben pedig a hálózati tápellátástól független, energiatakarékos működés a legfontosabb követelmény. Nagy fogyasztás esetén a fejlesztés végcéljaként kitűzött számos mérőpont esetén egy elektromos hálózathoz történő csatlakozással járó kábelezés, vagy a gyakori elemcsere jelentős többletfeladatot, meghibásodási lehetőséget, vagy többletköltséget jelentene.

A követelményeknek megfelelő digitális adatgyűjtő fejlesztése újszerű, de nem előzmények nélküli feladat az Intézetünkben. Korábban, mérnöki irányokban több projekt kapcsán készültek saját tervezésű adatgyűjtő rendszerek. Nyolc bites platformon behajlás mérő automatizálása (MARKÓ *et al.* 2012, 2013), 32 bites platformon forgalomszámláló készült (KISFALUDI *et al.* 2018). Mindkettő állandó tápellátással rendelkező eszközként valósult meg, s az áthulló csapadék méréséhez viszont egy hálózattól függetlenül, hosszú ideig működő adatgyűjtőre lenne szükség.

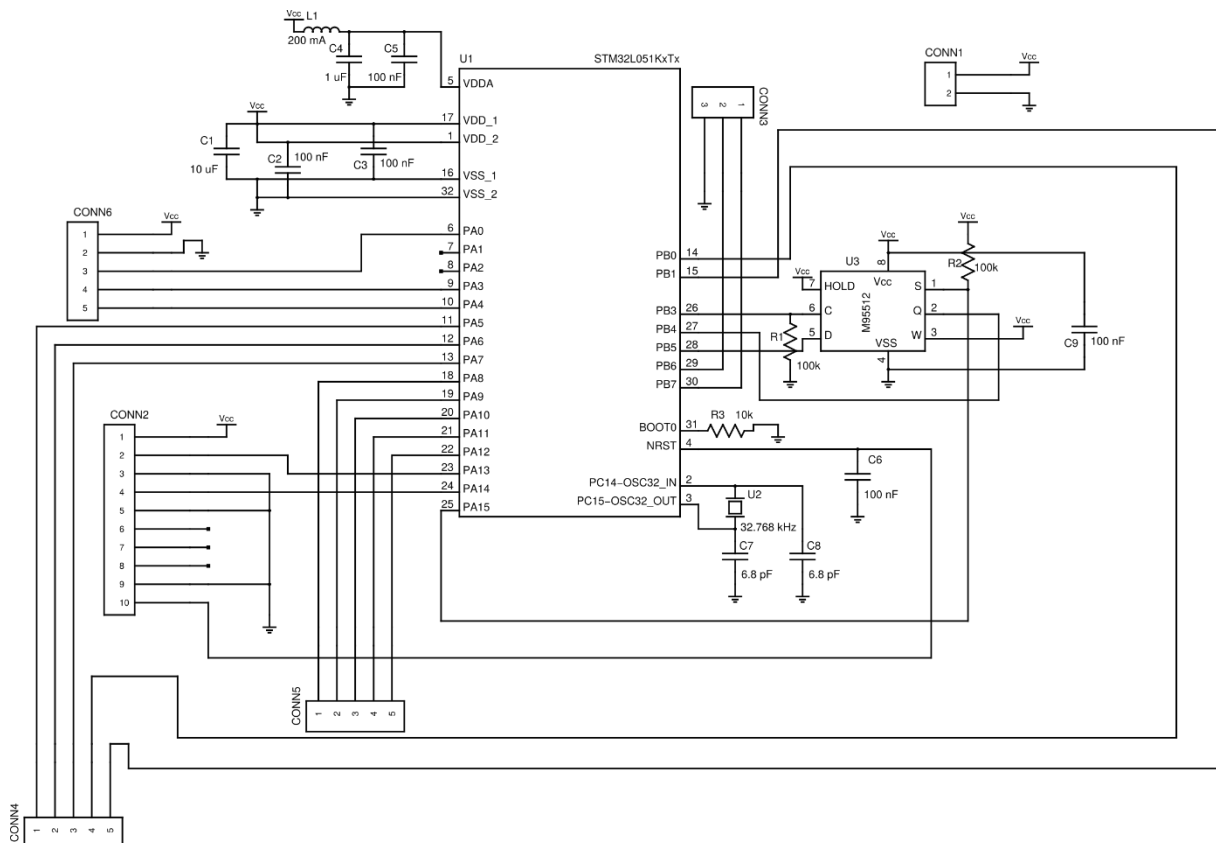
A feladat egyszerű, számos alternatív megoldással megoldható lenne. A jövőbeli fejlesztéseket megalapozandó a prototípus készítéséhez kiválasztott rendszer az ARM (<https://www.arm.com>) egyik legegyszerűbb, kis fogyasztásra optimalizált processzora a Cortex-M0+, amely több gyártó mikrovezérlőt is működteti (YIU 2015). Egy ilyen Cortex-M0+ magra épülő mikrokontroller blokkvázlata látható az 1. ábrán.

Eredmények

Az előző fejezetben felvázolt követelményeknek megfelelően elindítottam egy adatgyűjtő fejlesztést, amelyben célul tűztem ki, hogy csak nyílt, bárki által korlátozás nélkül használható technológiákat alkalmazok. Ennek elsődleges oka, hogy a vizsgálatok megismételhetősége biztosított legyen. A forgalmazott, kutatási célra készült adatgyűjtők – főleg az áthulló csapadék méréséhez szükséges számban – költségesek. Ez elsősorban a fejlesztésükre szánt idővel és a fejlesztésben használt szoftver eszközök árával magyarázható. Bár az előbbin még egyszerű eszköz esetében is nehéz csökkenteni, az utóbbin az elmúlt évtizedben kiteljesedett nyílt hardver – szabad szoftver mozgalomnak köszönhetően lehet. A munkában ilyen példákiból kiindulva sikerült megvalósítani az adatgyűjtő prototípusát.

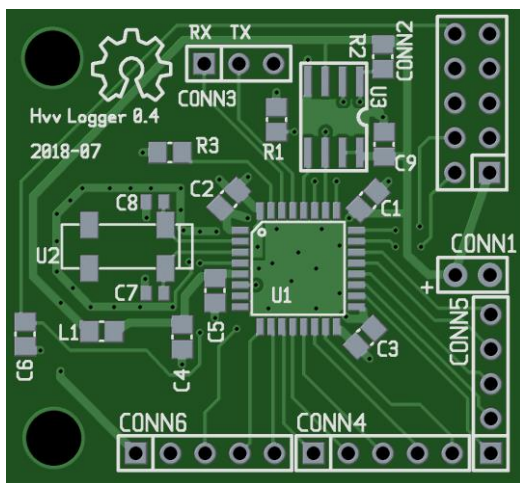
Az első lépés a mikrokontroller köré épített áramkör megvalósítása. Ehhez egy ilyen digitális jel rögzítésénél csak néhány áramköri elemmel kell kiegészíteni a gyártó által javasolt kapcsolást. Bár az STM32L011K4T6 mikrokontroller (ST 2017) tartalmaz kis méretű nem felejtő, újra írható memóriát (EEPROM-ot, lásd az 1. ábrát), annak méretét a biztonságos adatgyűjtéshez kicsinek találtam, így egy külső adattárolót, egy EEPROM-ot választottam ki, amely mérete hosszú távú működést tesz lehetővé. A főbb egységek közül az RTC integrált a mikrokontrollerbe, viszont igényel egy külső kvarc kristályt a pontosabb működéshez. A kapcsolót fogadó kivezetések mellett – mivel egy prototípus készült – az összes lábat kivezettem, amelyek bőven rendelkezésre álltak, hiszen ennek az egyszerű mikrovezérlőnek is csak kis részét használtam fel, az 1. ábrán az egyáltalán nem használt, a vázolt feladat megvalósításához szükségtelen elemek nevét nem is jelenítettem meg.

Az áramkör elkészítéséhez a gschem (<http://www.geda-project.org/>) programot használtam, amelyben a legtöbb elemet egy elemkönyvtárból hívva lehet beilleszteni. Csak a mikrokontrollert kellett megrajzolni, amely elkészítéséhez külön tutorial állt a rendelkezésünkre. A gschem programmal készített kapcsolási rajzot a 2. ábra mutatja.

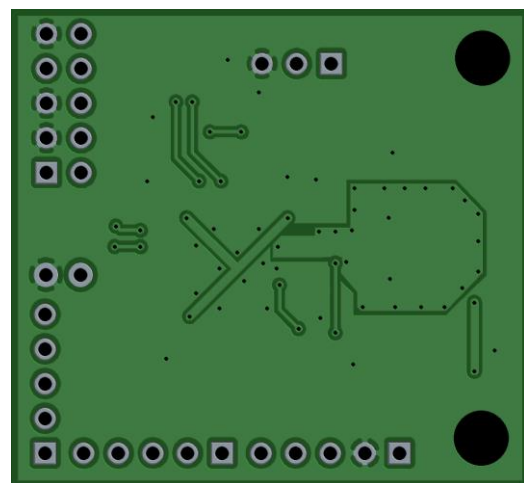


2. ábra: A kiválasztott mikrovezérlőn alapuló adatgyűjtő kapcsolási rajza

A megtervezett áramkört a pcb-rnd program (<http://repo.hu/projects/pcb-rnd/>) segítségével ültettem át nyomtatott áramköri lapra. Külön megoldást kellett alakítani az órajelet adó kristály kiépítésére (3. ábra). Az áramköri elemek elrendezését alapvetően a gyártói ajánlások határozták meg.



a.



b.

3. ábra: Az adatgyűjtő nyomtatott áramkörének alkatrész (a) és forrasztási (b) oldala

Az adatgyűjtőt működtető program az általános célú GNU Compiler Collection (GCC, <https://gcc.gnu.org/>) ARM mikroprocesszor architektúrára optimalizált, és szabad felhasználású segédprogramokkal kiegészített változatában C programozási nyelven készült. A kiválasztott hardver és szoftver környezet előnye a nagy fokú szabadság és rugalmasság.

Mikrokontrollert több gyártó (pl. GigaDevice, Microchip SAM, NXP, Renesas, Texas Instruments) is készít azonos vagy kompatibilis processzorral, amelyek használhatók a megismert GCC köré épített fejlesztési rendszerrel. Így más gyártó előnyösebb, jobban kihasználható komponenseket (pl. RTC) tartalmazó mikrovezérlőjére könnyebb az átállás. Ezt segíti a különböző gyártók jól dokumentált mintaprogramja, leírása, a sok példaprogram. A gyártók és sok fejlesztő szabad szoftverként osztja meg munkáját, amely így (a megfelelő hivatkozás mellett) könnyen integrálható egy kutatási eszközt működtető programba.

A megtervezett rendszerbe fektetett energia megtérülését az is segítheti, hogy nem csak az áthulló csapadék mérésére alkalmas, hanem – ahogy korábbi változatát digitális hőmérséklet és páratartalom mérővel is teszteltem – alkalmas más feladatok elvégzésére is.

Következtetések

Az áthulló csapadék tér- és időbeliségének vizsgálata nagy számú és gyakori mérést, automatizált mérőeszközt igényel. A mikroelektronika fejlődésével egyre könnyebben hozzáférhetők ezek az eszközök, sőt egy nagy frekvenciával mérni képes, digitális adatgyűjtő építése is lehetséges nem kifejezetten ilyen irányban kiképzett szakember számára. A saját készítésű, integrált áramköri elemekből összeépített eszköz előnye a kisebb beszerzési költség mellett a rendszer lehetőségeinek – és természetesen hibáinak – mélyebb ismerete. Ezt elősegítheti egy nyílt technológián alapuló fejlesztés, amely a fejlesztés minden mozzanatában széles körű testreszabhatóságot tesz lehetővé. A sok lehetőség és a folyamatosan fejlesztett, gyakran nem hibamentes szoftver-eszközök használata sokszor a fejlesztés hatékonyságát csökkenti, de egy mindenki számára komoly befektetés nélkül megépíthető rendszert eredményez. Ebben a közleményben munkám eddigi tapasztalatait foglaltam össze, amelynek eredményeként egy általánosan használható, időben változó jelenségek mérésére is alkalmas eszközt hoztam létre. A létrehozott adatgyűjtő a szűken vett intercepciómérésen kívül is alkalmazható az intézetben folyó számtalan kutatásban.

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

- GRIBOVSKI Z. – KALICZ P. – KUČSARA M. (2006): Streamflow characteristics of two forested catchments in Sopron Hills. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica. 2. 81–92. URL <http://aslh.nyime.hu/>
- KALICZ P. – CSÁKI P. – ZAGYVAINÉ K. KATALIN A. – GRIBOVSKI Z. (2019): A lombkoronán áthulló csapadék mérésnek automatizálási lehetőségei. In: Facskó F. – Király G. (szerk.) Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VII. Kari tudományos konferencia: Konferencia kiadvány Sopron. Soproni Egyetem Kiadó, (2019) p. 24
- KISFALUDI B. – PÉTERFALVI J. – PRIMUSZ P. – KÁLMÁN M. (2018): Automatikus közjóléti forgalomszámlálás a Pilisi Parkerdő Zrt. területén. Erdészeti lapok. 153. évfolyam 3. szám. 82–85.
- KUČSARA M. (2007): Erdészeti hidrológiai kutatások az ERFARET támogatásával. Erdészeti lapok. 142(1) 17–18.
- MARKÓ G. – PRIMUSZ P. – PÉTERFALVI J. (2013): A Benkelman-tartó továbbfejlesztése a behajlási teknő automatizált rögzítéséhez. Útügyi lapok: A közlekedésépítési szakterület mérnöki és tudományos folyóirata. 1 : 1 Paper: 8 , 14 p.
- MARKÓ G. – PRIMUSZ P. – PÉTERFALVI J. (2012): Erdészeti utak teherbírásának mérése a továbbfejlesztett kézi behajlásmérővel. Erdészettudományi Közlemények. 2. évf. 1. szám p.:107–121.

- PALACIOS, S. N. – GRIBOVSKI Z. – CSÁKI P. – KALICZ P. (2018): Automated and manual interception measurements and associated errors. Geophysical Research Abstracts. 20. évf. EGU General Assembly EGU2018-18837.
- PYPKER, T. G. – LEVIA, D. F. – STAELENS J. – VAN STAN II, J. T. (2011): Canopy structure in relation to hydrological and biogeochemical fluxes. In: LEVIA, D. F. (ed.) Forest hydrology and biogeochemistry: Synthesis of past research and future directions. Springer, Dordrecht. p.: 371–388.
- ST (2017): STM32L011x3 STM32L011x4 Access line ultra-low-power 32-bit MCU Arm-based Cortex-M0+, up to 16KB Flash, 2KB SRAM, 512B EEPROM, ADC. (DocID 027973) 5. kiadás. ST Microelectronics, Genf.
- STAELENS, J. – SCHRIJVER, A. D. – VERHEYEN, K. – VERHOEST, N. E. C. (2006): Spatial variability and temporal stability of throughfall water under a dominant beech (*Fagus sylvatica* L.) tree in relationship to canopy cover. *Journal of Hydrology* 330, 651–662.
- YIU, J. (2015): *The Definitive Guide to ARM Cortex-M0 and Cortex-M0+ Processors* (2. kiadás). Newnes–Elsevier, Oxford.
- VOSS, S. – ZIMMERMANN, B. – ZIMMERMANN, A. (2016): Detecting spatial structures in throughfall data: The effect of extent, sample size, sampling design, and variogram estimation method. *Journal of Hydrology* 540 527 – 537.
- [WMO \(2018\): Guide to instruments and methods of observation \(WMO-No. 8\). Volume I – Measurement of Meteorological Variables. World Meteorological Organisation, Genf.](#)
- ZABRET, K. – RAKOVEC, J. – ŠRAJ, M. (2018): Influence of meteorological variables on rainfall partitioning for deciduous and coniferous tree species in urban area. *Journal of Hydrology* 558, 29–41.

VADGAZDÁLKODÁS AZ OVA ADATOK TÜKRÉBEN 1997 - 2022

KAPOCSI GERGELY^{1,2}, DR. LÁSZLÓ RICHÁRD²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet
(Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4.)

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet
(Sopron, Bajcsy-Zsilinszky utca 4.)
Kapocsi.Gergely@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az elmúlt évtizedekben hogyan változtak az országos terítékadatok (közvetve a vadállomány összetétele), ez milyen hatással lehet a vadászati bevételekre (bérvadászat, szolgáltatások) és kiadásokra (vadgazdálkodás költségei, vadkárok).

A vadgazdálkodás elmúlt 25 éves adatait vizsgálva általánosságban elmondható, hogy nő a nagyvad és csökken az apróvad állománya. Az egyes évek alapján kiemelhető a COVID-19 negatív hatása a bevételekre (2020), látható az ASP elleni védekezés kapcsán a vaddisznó elejtések megnövekedése (2020 és 2021), valamint a gímszarvas elejtések célirányos növelése (2021). A vadgazdálkodás új kihívásai közé tartozik a gyorsan növekvő aranyakál állomány is, melynek növekedési erélye a terítékadatok alapján némi csökkenést mutat.

Bevezetés

Az 1997. március 1-én kezdődő 1997/98-as vadászati év kezdetével lépett hatályba a vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról szóló 1996. évi LV. törvény. Az elemzés célja a vadállomány és a vadgazdálkodás alakulásának vizsgálata az elmúlt 25 éves időszakra vonatkozóan.

Az országos vadgazdálkodási adatok vizsgálatával szeretnénk képet kapni az elmúlt bő két évtized történéseiről, aktuális állapotokról, valamint a jövőbe mutató irányokról a vadállomány változásaival, valamint a vadgazdálkodás pénzügyi mutatóinak alakulásával kapcsolatban.

Adatforrások

A kutatás során az Országos Vadgazdálkodási Adattár adatai alapján elemeztük az országos trendeket a következő témakörökben:

- Teríték adatok
 - o nagyvad
 - o apróvad
 - mezei nyúl esetében befogás is,
 - fácán esetében a kibocsátási adatok is.
 - o szőrmés dúvad

- Vadgazdálkodás bevételei:
 - o külföldi bérvadászat és kapcsolódó szolgáltatások,
 - o belföldi bérvadászat és kapcsolódó szolgáltatások,
 - o élővad eladás bevételei,
 - o lőtt vad eladás bevételei,
 - o egyéb bevételek,

o pályázatok és támogatások (2003/2004-től).

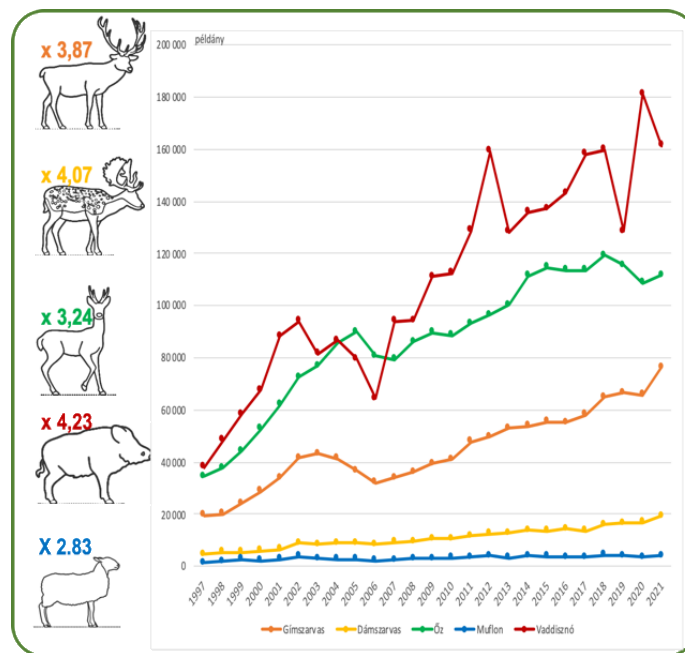
- Vadgazdálkodás kiadásai:
 - o munkabér,
 - o vadgazdálkodás költsége,
 - o mezőgazdasági vadkár,
 - o erdei vadkár,
 - o egyéb költség.

A pénzügyi kiadásokat és a bevételeket az összehasonlíthatóság végett 2021-es reálértékre számítottuk át, annak érdekében, hogy az inflációs hatásokat ki tudjuk szűrni az elemzésből.

A vadállomány alakulása 1997 és 2022 között

A vadállományra vonatkozó becslési adatok nem mindig megbízhatóak, emiatt hosszabb időszakot vizsgálva pontosabb képet kapunk az állomány nagyságának alakulásáról, ha a teríték adatok alapján vizsgáljuk a változást. Ez amiatt is pontosabb képet adhat, hiszen az elmúlt időszakban nem volt jelentősebb állománycsökkentési (kivéve: vaddisznót) vagy kímélési törekvés, így az elejtések trendjei jól tükrözik a vadállomány alakulásának irányait.

A nagyvadállomány terítékadatait vizsgálva elmondható, hogy országos szinten emelkedés látható (2,83-4,07-szeres növekedés), a vaddisznó esetében az utóbbi években a teríték adatok növekedése az ASP elleni védekezésnek (diagnosztikai elejtéseknek) tudhatók be (1. ábra).

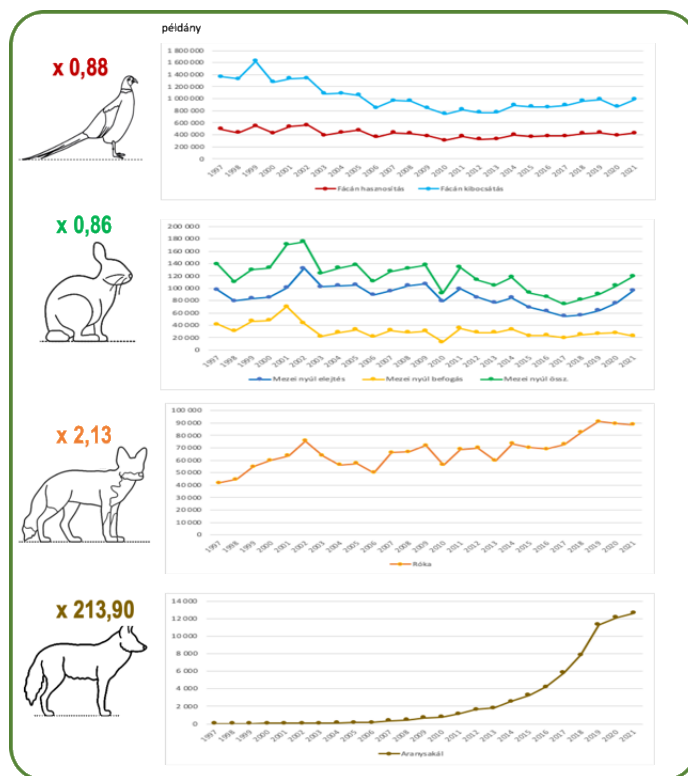


1. ábra: A nagyvadállomány országos alakulása a teríték adatok alapján 1997 és 2022 között (Csányi, 1999-2004; Csányi et al 2005-2022)

Az elmúlt évtizedekre visszatekintve megállapítható, hogy a nagyvad létszám és vadsűrűség növekedése nem újkeletű probléma, a '90-es évek elején is már több évtizede tartó súlyos erdőgazdálkodási problémaként tekintettek a nagyvad, főként a gímszarvas állományának intenzív gyarapodására. (POGRÁNYI, 1992)

Az apróvad hasznosítási adatok folyamatos csökkenést mutatnak. A fácán esetében a kibocsátás és a hasznosítás is csökken, a mezei nyúl hasznosítási adatai kisebb hullámzásokkal szintén erőteljesen csökkenő tendenciát mutatnak (2. ábra).

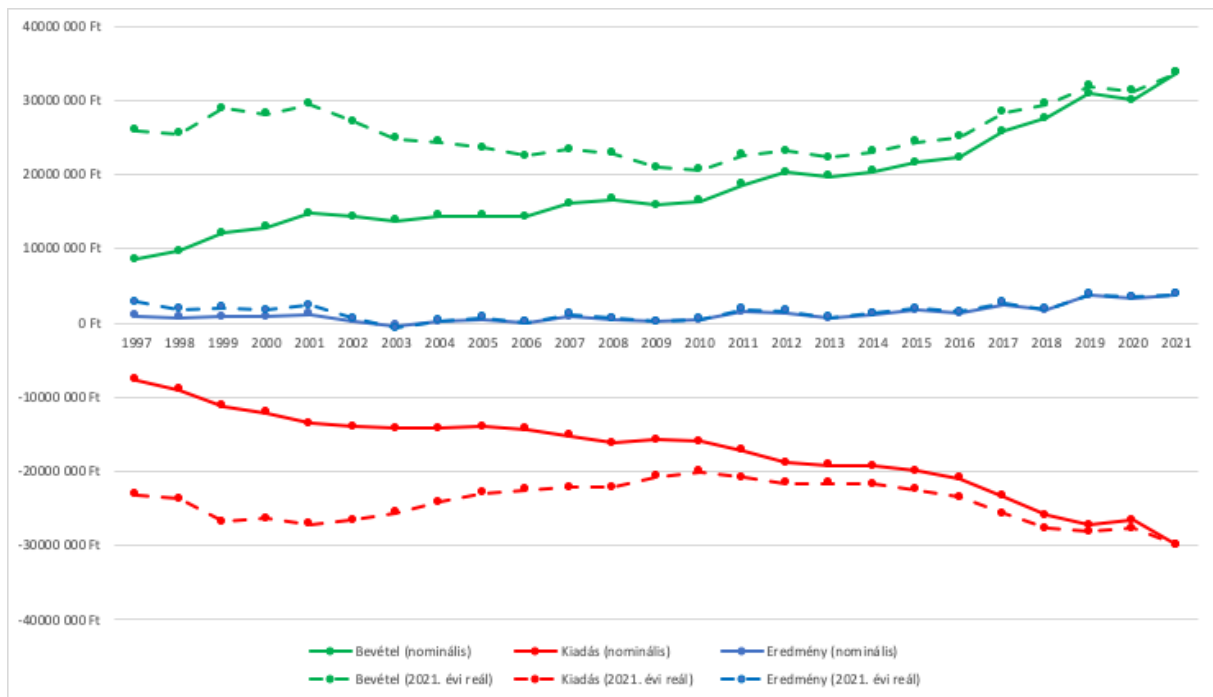
A rókára vonatkozó elejtési számok növekedést mutatnak, a sakál teríték exponenciális görbe szerint emelkedik, míg két évtizeddel ezelőtt alig egy tucatnyi példányt ejtettek el, 2021-re már 12.620 példány került elejtésre országosan (2. ábra).



2. ábra: Az apróvad, a róka és a sakál állomány változásai az országos teríték adatok alapján 1997 és 2022 között (CSÁNYI, 1999-2004; CSÁNYI et al 2005-2022)

Bevételek és kiadások alakulása 1997 és 2022 között

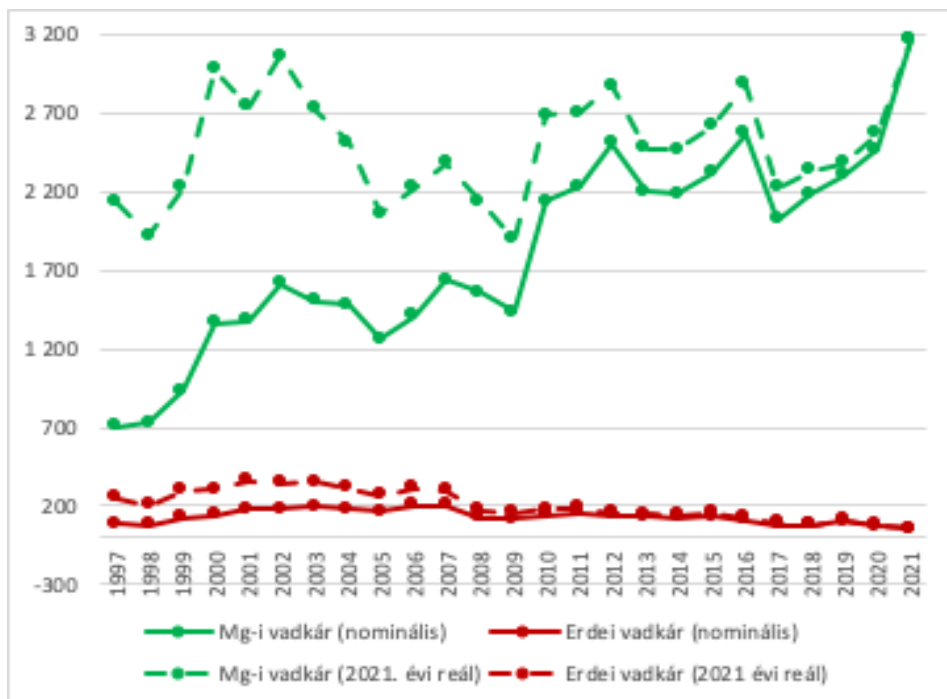
A bevételeket és kiadásokat vizsgálva elmondhatjuk, hogy 2021-es reálértéken számolva a bevételek és a kiadások alakulásában nincs jelentős változás, az ágazat eredménye is jellemzően pozitív. Az alacsony eredményérték arra utal, hogy a vadgazdálkodás célja alapvetően nem pénzületi nyereségesség elérése, hanem a vadállománnyal való gazdálkodás, tehát a bevételek jellemzően visszaforgatásra kerülnek (3. ábra).



3. ábra: Bevételek és kiadások alakulása nominális és reálértéken 1997 és 2022 között (CSÁNYI, 1999-2004; CSÁNYI et al 2005-2022)

Vadkár alakulása 1997 és 2022 között

Az országos adatokat vizsgálva az állapítható meg, hogy nominálértéken számolva nincs jelentős változás az elmúlt időszakban (4. ábra).



4. ábra: Mezőgazdasági és erdei vadkár országos alakulása (millió Ft) (CSÁNYI, 1999-2004; CSÁNYI et al 2005-2022)

Eredmények

A teríték adatok alapján az alábbi tendenciák / megállapítások tehetőek országos viszonylatban:

- az apróvad teríték csökken (86-88%),
- nagyvad teríték erőteljesen növekszik (283-423%),
- a rókkateríték mérsékelten (213%) az aransakál drasztikusan növekszik (21390%),
- a vadgazdálkodás bevételei és kiadásai reálértéken számolva jelentősen nem változnak,
- vadgazdálkodás bevételei erősen függenek a gazdálkodók által nem befolyásolható tényezőktől (pl.: COVID-19, ASP).

A statisztikák alapján érdekesnek tűnik, hogy nominális értéken számolva nem növekszik jelentősen a vadkár a növekvő nagyvadállomány mellett sem. Ennek okait (pl.: mezőgazdasági területek bekerítése, egyéb költségnövelő tényezők megjelenése) érdemes lenne a továbbiakban külön elemezni.

Irodalomjegyzék

- CSÁNYI S. (szerk.) (1999): Vadgazdálkodási adattár 1994-1998. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S. (szerk.) (2000): Vadgazdálkodási adattár 1999/2000. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S. (szerk.) (2001): Vadgazdálkodási adattár 2000/2001. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S. (szerk.) (2002): Vadgazdálkodási adattár 2001/2002. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S. (szerk.) (2003): Vadgazdálkodási adattár 2002/2003. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S. (szerk.) (2004): Vadgazdálkodási adattár 2003/2004. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2005): Vadgazdálkodási adattár 2004/2005. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2006): Vadgazdálkodási adattár 2005/2006. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2007): Vadgazdálkodási adattár 2006/2007. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2008): Vadgazdálkodási adattár 2007/2008. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2009): Vadgazdálkodási adattár 2008/2009. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2010): Vadgazdálkodási adattár 2009/2010. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., LEHOCZKI R., SONKOLY K. (szerk.) (2011): Vadgazdálkodási adattár 2010/2011. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., SONKOLY K., LEHOCZKI R. (szerk.) (2012): Vadgazdálkodási adattár 2011/2012. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő

- CSÁNYI S., TÓTH K., SCHALLY G. (szerk.) (2013): Vadgazdálkodási adattár 2012/2013. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., TÓTH K., KOVÁCS I., SCHALLY G. (szerk.) (2014): Vadgazdálkodási adattár 2013/2014. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., KOVÁCS I., CSÓKÁS A., PUTZ K., SCHALLY G. (szerk.) (2015): Vadgazdálkodási adattár 2014/2015. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., KOVÁCS I., CSÓKÁS A., PUTZ K., SCHALLY G. (szerk.) (2016): Vadgazdálkodási adattár 2015/2016. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., KOVÁCS V., KOVÁCS I., PUTZ K., SCHALLY G. (szerk.) (2017): Vadgazdálkodási adattár 2016/2017. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., KOVÁCS V., KOVÁCS I., SCHALLY G. (szerk.) (2018): Vadgazdálkodási adattár 2017/2018. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., KÖTELES P., LAKATOS E., A, SCHALLY G. (szerk.) (2019): Vadgazdálkodási adattár 2018/2019. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., KISS K., KÖTELES P., SCHALLY G. (szerk.) (2020): Vadgazdálkodási adattár 2019/2020. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., MAJOR F. CS., SCHALLY G. (szerk.) (2021): Vadgazdálkodási adattár 2020/2021. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- CSÁNYI S., MÁRTON M., BŐTI SZ., SCHALLY G. (szerk.) (2022): Vadgazdálkodási adattár 2021/2022. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő
- POGRÁNYI K. (1992): A nagyvadlétszám alakulása hazánkban. Erdészeti Lapok CXXVII. (12). pp.361–362.

A FÁK NEDVÁRAMLÁSA ÉS AMIT ÜZENNEK VELE

The sap flow in trees and what they message

KÖKÉNY GERGELY LEVENTE, TÖRÖK ANDRÁS, GRIBOVSZKI ZOLTÁN,
KALICZ PÉTER

Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet, Soproni Egyetem, Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
telmeteto@gmail.com

Kivonat

Egy terület vízháztartásában kiemelkedő szerepe van az erdőnek ezen belül is a fás szárú növények egyedeinek. A fák nedváramlásának vizsgálata, illetve az ebből levezetett jelenségek, fontos információkkal szolgálhatnak az egyre gyakoribb szélsőséges időjárási tényezők, a melegedés, a hosszan tartó aszály vagy az intenzív esőzések, erdőgazdálkodásra, erdőre vagy akár a közvetlen környezetünkre gyakorolt kedvezőtlen hatásokra adott helyes válaszokhoz. A vizsgálatot a Magas-Bakonyban végeztem egy házilag készített műszerrel, amivel a vizsgált egyed törzs keresztmetszet változását mértem tavasszal, rügyattanás időszakában. Az adatokat feldolgoztam és ábrázoltam, a közeli meteorológiai állomás adatso-
rainak figyelembevételével.

Abstract

In the context of the water balance of an area, forest has a prominent role, including the individuals of the woody plants. Examining the sap flow of trees and the phenomena derived from it can provide important information for the correct responses to the adverse effects of increasingly frequent extreme weather factors, warming, long-lasting drought or intense rains on forestry sector and on the forests itself or even on their immediate environment. The test was carried out in Magas-Bakony with a home-made instrument, which was used to measure the change in the cross-section of the trunk of the examined individual in spring, during the period of bud break. I processed and plotted the data, taking into consideration the data series of the nearby meteorological station.

Bevezetés

A fák minden életjelensége vízhez kötődik, jelen van a sejtekben, körül veszi a gyökereket, a farészben szállítva eljut a levelekben a folyadék pára határfelületig. Növekedésük, terméshozamuk érzékenyen reagál a vízellátottságra. Mindemellett árnyalásukkal, holtfa-ként és lomb avar rétegük tároló kapacitásával, őrzői és egy úttal indikátorai is egy- egy terület vízháztartásának. (SZALAI et al. 1974). A témával kapcsolatos hazai és külföldi szakirodalom kapcsán érdemes áttekinteni a nedváramlás általános elméletét és az ahhoz kapcsolódó fogalmakat. Ezek közül a következőket említeném meg. Eredetileg sejtek között, sejtmembránon keresztüli vízmozgással kapcsolatban vezették le, hogy a két sejt között az egyes sejtek kémiai potenciáljának megfelelően vándorol a víz, feltételezve, hogy a tiszta víz kémiai potenciálja 0 és ehhez képest a kémiai potenciál a természetben mindig negatív. Tehát az áramlás a nagyobb kémiai potenciálú hely felől a kisebb kémiai potenciálú hely felé történik, megmutatva ezzel a víz vándorlásának irányát. Később ezt kiterjesztették az egész rendszerre, a komplett növényre, a gyökértől levelekig történő vízszállításra. Az adott hely kémiai potenciáljának és a tiszta víz kémiai potenciáljának különbségét viszonyították a tiszta víz moláris térfogatához. A fa a levél felületein, nyitott sztómákon keresztül párologtat, a levegőben lévő vízgőz sokkal kisebb vízpotenciálja miatt. A sztómákhoz futó, kapilláris csövekben lévő vízoszlop levegő víz határfelületén görbület alakul ki, melynek felületi feszültsége hat a hozzá kapcsolódó rendszerre, a xilémekben lévő vízre. A feszültség a folyamatos vízoszlopon keresztül terjed a levelekből a gyökércsúcsokig és a növény minden

részébe (MELVIN ET AL. 1997). A kohéziós feszültség elmélet szerint a növényekben egy teljesen összefüggő folyadékrendszer van a gyökerektől a levelekig. A rendszerben ez a feszültség lehetővé teszi, hogy a szállítórendszerben a folyadékoszlop ne szakadjon szét a fa teljes hosszában, egy szívó hatás (transzspiráció) miatti emelkedés közben (WILLIEM ET AL. 1981). A víz felvétele a gyökérszőrökön keresztül történik. Ezután a vízszállítás a gyökér szöveteiben több dologtól is függ. Ha a vízmozgás oka elsődlegesen a gyökerek anyagcseréje, akkor aktív vízfelvétel történik. Passzív vízmozgásról beszélünk, ha az anyagáramlás vezérlője a vízpotenciál-különbség, amely jelentősebb mennyiségű. Tehát a víz mozgásának a fő mozgató rugója a transzspiráció (JUHÁSZ ET AL. 2012). Ez utóbbi folyadékáramlás, illetve annak sebessége azonban koránt sem egyenletes és nem is egyforma minden egyed esetében. Különbség van gyűrűs és szórt likacsú fák között, ezáltal egyes fafajok között a tracheák méretéből fakadóan. Különbség van éves, szezonális és napi ciklusban is a légköri jellemzők és a párolgás mértékének függvényében (BÉRES et al. 1999).

Béres Csilla és munkatársai kutatásaik során komputertomográffal (CT) kimutatták, hogy „a fákban történő vízáramlás jelentősen eltér az irodalomban leírtaktól. A víz áramlása a törzsben nem egyenletes sem felfelé haladva, sem pedig egy adott magasságban a törzs kerülete mentén. A felfelé áramlás két jól elkülöníthető szakaszból áll, egyik része egy általuk »gyors« áramlásnak nevezett, rövid ideig tartó rész, amely nem a törzs egész kerületén történik, hanem csak a kerület néhány pontján kisebb-nagyobb tracheakötegekben. E mellett jelentkezett egy jóval lassúbb felfelé irányuló áramlás is, amely sokkal egyenletesebb, de jóval lassúbb” (TÓTH et al. 2015). A klasszikus elmélet szerint a fákban ilyen módon a víz eljut a gyökerektől a levelekig, hozzájárulva bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatokhoz, amelyek elengedhetetlenek a növény életéhez. Fontos szerepet tölt be a fotoszintézisben, részt vesz a virág, termés, hajtás és levél képzésben, a sztómasejtek működésében, mely a gázcserét is végzi (SZALAI et al. 1974).

Mind e mellett van egy új megközelítése, egy új elmélete is a fák vízszállításnak, ami Török András nyugalmazott erdőmérnök nevéhez fűződik. Ezt most változtatások nélkül közlöm. „Párolgáskor a lombkorona irányába nem szívás, hanem nyomás történik, a párolgás miatti hőelvonás következtében előállt vízcsőkeresztmetszet csökkenése miatt. Éjszaka a párolgás szünetelésekor, a légrés záródásakor beindul egy hőkiegyenlítődési folyamat, ami visszaállítja a cső eredeti keresztmetszetét, ami szívást generál, és felszívja a vizet a talajból. Az elmondottakból belátható, hogy a vízszállításnak ez az újfajta mechanizmusa csak fiatal, összehúzódásra képes csövek esetén lehetséges. Mivel a csőben nyomásgradiens alakul ki (alulról felfelé haladva a hidrosztatikus nyomás fokozatosan csökken), változó nagyságú szívó-, illetve nyomóerőre van szükség, ezért a cső leszakaszolt. Így a víz mozgatása egyenlő nagyságú a leszakaszolás darabszámának arányában kisebb erővel is végbe mehet. Ez a leszakaszolás pedig egy perisztaltikus mozgásformát eredményez. A cső tehát eltérő időfázisban szívó-nyomó perisztaltikus mozgást valósít meg. A légrés zárásakor az egész rendszer keresztmetszete perisztaltikusan pulzálva nő. Ez a szívási szakasz. Nappal pedig az éjszaka megduzzadt cső perisztaltikusan pulzálva csökken. Növények esetében a nappal hossza légrésnyitástól légrészárásig tart. Nagy meleg esetén előfordul a légzőnyílás bezáródása, különösen a kora délutáni napszakban. Ekkor a növény egy idő után elkezd vizet szívni. A kora délutáni légrés zárása közismert tény a növényélettannal foglalkozók számára” (TÖRÖK et al. 2019).

A rendszer egyes részei számos kutatási eredményben részenként már megtalálhatóak. Az erőt a párolgás biztosítja. A mechanizmust, azaz a munka végzést, melynek feltétele, hogy ez az erő úton el tudjon mozdulni, a pulzáló, illetve perisztaltikus mozgás hozza létre (TÖRÖK et al. 2016). A párolgatósi folyamathoz szükséges energia pedig végső soron a nappal származik (MELVIN et al. 1997). Léteznek víztárolók és csatornák, amelyeket CT vizsgálattal bizonyítottak (BÉRES et al. 1999). A víztárolás egyrészt a pulzáló mechanizmus

tágulásából és szűküléséből adódik, másrészt a fatest belső részein találhatóak. Ide az aktív pulzáló rendszerből csatornácskákon keresztül jut be a víz és jut vissza az aktív részbe. A rendszer szakaszolása pedig sejtmembránnal történik, amelyben a 2003-ban felfedezett akvaporinok helyezkednek el és egyirányú vízszállítást, szelep nyitást és zárást tesznek lehetővé (TÖRÖK et al. 2016). Lombhulláskor a levelek úgy válnak le, hogy a rendszer nyomás alatt kerül téli nyugalomba. Tavasszal az akvaporinok elhalnak és az elhalt részeken keresztül kinyomott víz, kapcsolatba kerülve a már készenlétben lévő cukor vegyületekkel, építi fel a fa a hajtásrendszerét és lombját. Tehát így indul be az élet (TÖRÖK et al. 2019). Fontos kihangsúlyozni, hogy organikus rendszerről lévén szó, nem lehet teljesen fizikai rendszerhez hasonlítani a dolgot. A növényeknek vízszállító rendszerükkel az evolúció során fel kellett készülniük arra, amire egy szivattyúval működtetett rendszernek nem. Vagyis a változó klímához, szélsőséges időjárási anomáliákhoz és a változó vízkészlethez. Valószínűsíthető, hogy más bonyolult biokémiai és biofizikai folyamatok is részt vesznek a mechanizmusban, melyek további kutatásra szorulnak (TÖRÖK et al. 2019).

Anyag és módszer

A téma felkeltette az érdeklődésemet és felkerestem Török András, aki segítőkészen fogadott. Amellett, hogy tüzetesen elmagyarázta elméletét, az általa kifejlesztett mérőműszerének egy félkész prototípusát odaajándékozta nekem. Így ezt összeszerelve otthon, én is megfigyeléseket végezhettem (1.ábra). A műszer pontos leírása a következő: „Egy vízzel megtöltött bicikli dudába egy szorosan záró gumidugót, majd a gumidugóba fűrt lyukba egy ugyancsak szorosan illeszkedő kapilláris csövet helyezek el. Ezt a szerkezetet négy csavarorsó és két plexilap segítségével rábilincselem a növényre úgy, hogy a két rugalmas rendszer (a fa és a vízzel megtöltött bicikliduda a kapilláris csővel) két rugalmatlan anyag, a plexilap közé kerüljön. Utána a vízszintnívót a csavarorsókon elhelyezkedő szárnyas anyák segítségével, ügyelve a két plexilap párhuzamosságára a kapilláriscső közepére helyezem. Így lehetőségem van a két irányú mozgás követésére. A csavarorsó menetemelkedése egy milliméter. A kapilláriscsőben az elmozdulások a kalibrálás során lineárisak voltak. A szárnyas anyák kilencven fokos elfordulásakor a libella nívója négy centimétert, száznyolcvan fokos elfordulásakor nyolc centimétert, kétszázhetven fokos elfordulásakor tizenkét centimétert, teljes háromszázhatvan fokos elfordulásakor, tizenhat centimétert változott, tehát a növény egy milliméteres átmérőben jelentkező méretváltozásánál a vízszintnívó függőleges irányú méretemelkedése tizenhat centiméter volt. A műszer a fa horizontális mozgását a tulajdonképpeni átmérőváltozást alakította át vertikális mozgássá. (A vastag kérgű fák esetében a fa átmérőváltozásai feltehetőleg nem követik a vízcső átmérőváltozásait, mert a mozgásokat a rugalmas hánccs elnyeli.)” (TÖRÖK et al. 2019). Esetemben a két rugalmatlan lap kerámia lapok voltak.

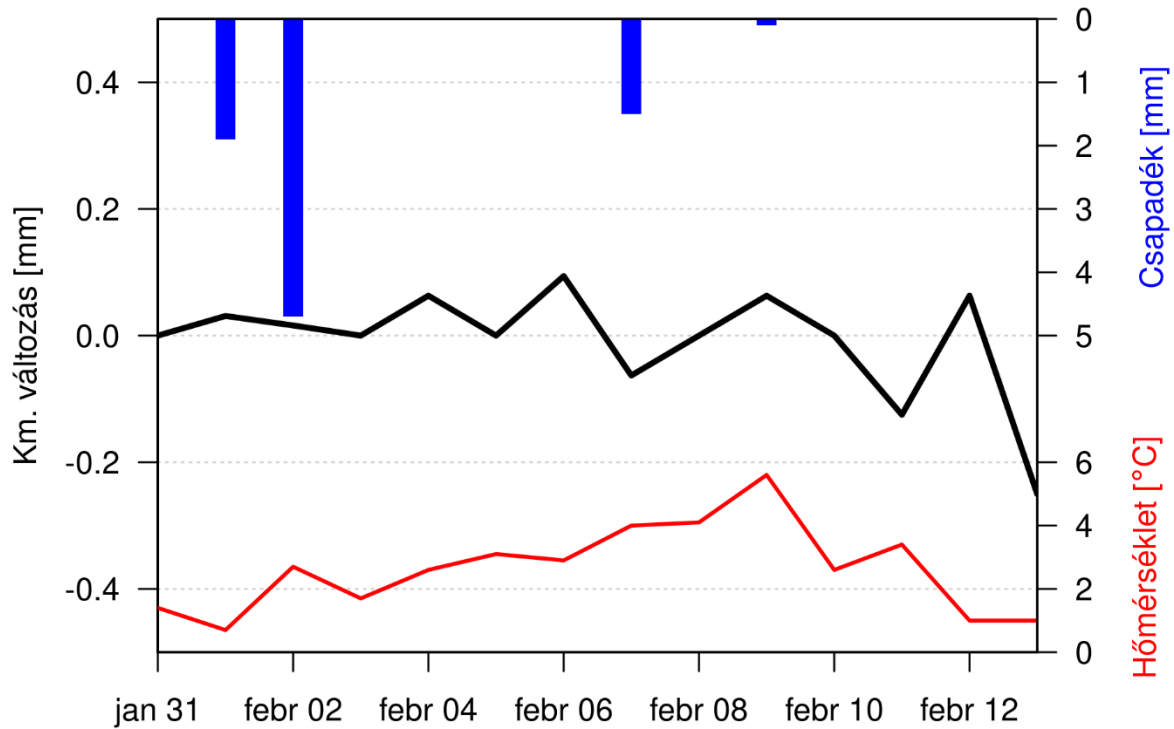


1.ábra: Fotó a mérőműszerről

A leolvasásokat folyamatosan mobil telefonnal fotóztam, amely rögzítette a felvétel időpontját dátum, óra, perc pontossággal. Ebből az adatállományból, illetve az időszak meteorológiai adataiból egy kimutatást szerkesztettem (2. és 4. ábra).

Eredmények

Mogyoró (*Corylus avellana*) esetében mért értékek, vizsgált időszakban azonos napszakokban mérve (18 és 19 óra között):



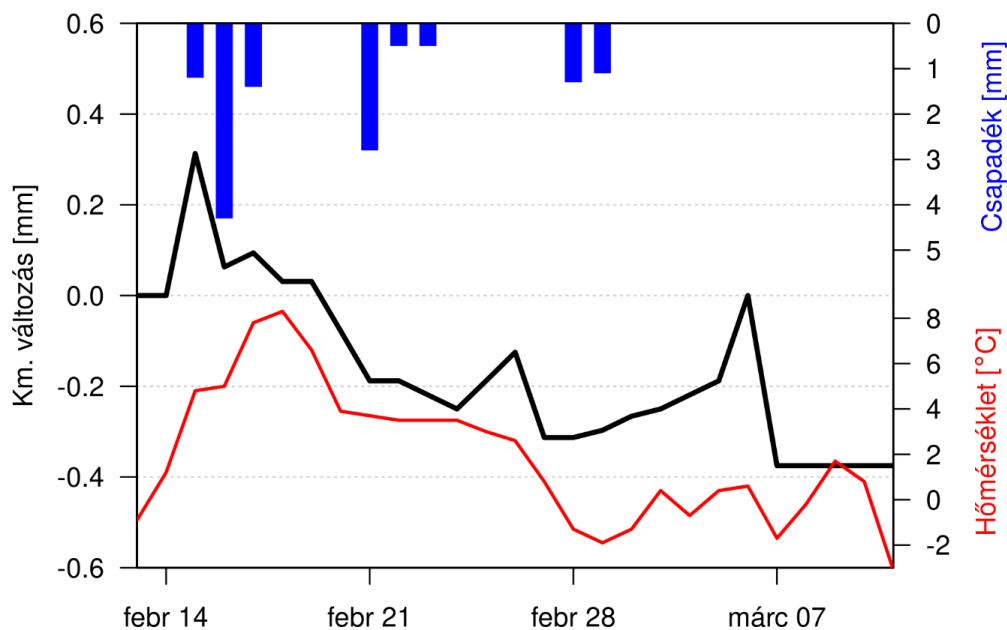
2. ábra: A mogyoró (*Corylus avellana*) napi törzs keresztmetszet változásai

Azonos napon, de eltérő napszakban mérve (délelőtt-este) is tapasztaltam napi ingadozást. Megfigyelhetjük, hogy a mogyoró a porzós virágait kibontotta, mellyel egy időben február 10. és 12.-e között, a törzs keresztmetszete lecsökkent (2. ábra).



3. ábra: A mogyoró virágrügyének kifakadása (Lókút 2022. február 11.)

A nyír (*Betula pendula*) esetében mért értékek, vizsgált időszakban azonos napszakokban mérve (18 és 20 óra között):



4. ábra: A nyír (*Betula pendula*) napi törzs keresztmetszet változásai

Megfigyelhetjük, hogy a nyír rügyei február 19.-e és március 11.-e között kipattantak és elkezdte kibontani lombozatát (5. ábra). Ez vélhetően vízelvonással járt, ami a törzs keresztmetszetének lecsökkenését okozta (4. ábra). A leolvasott értékekből számolt keresztmetszet változás legnagyobb különbsége vizsgált időszakban 0,69 mm volt. A műszert egy korona ágra helyeztem fel 3 m magasságban.



5. ábra: A nyír (*Betula pendula*) rügy pattanása (Lókút, 2022. február 21.)

Következtetések

Ezek az eredmények egybevágóan azzal, hogy tavasszal, mikor beindul a növényekben az élet, az elhalt akvaporinokon keresztül kinyomott víz miatt, csökken a törzs keresztmetszete, a víz pedig így kapcsolatba lépve a már készenlétben lévő cukorvegyületekkel teszi lehetővé a növények hajtásrendszerének felépítését. (TÖRÖK et al. 2019)

Kontroll gyanánt levágtam pár vezérhajtást is, melyen a lecsökkent keresztmetszetű állapot (4. ábra) vége felé, a levágott hajtásokból nyírfa víz kezdett csepegni (6. ábra).



6. ábra: A nyír (*Betula pendula*) hajtásán nyírfavíz (Lókút, 2022. március 23.)

A fentiekből jól látszik, hogy fontos információkhoz juthatunk ilyen módon egy adott terület, adott termőhelyi viszonyainak leginkább megfelelő fafaj kiválasztásához, de akár a fáknek az éghajlati és időjárási változásokra adott válaszait is jobban megismerhetjük.

Köszönetnyilvánítás

A konzultációkért, értékes tanácsokért, szakmai támogatásért Török András ny. okl. erdőmérnöknek, a szakmai támogatásért a Verga Zrt. erdőgazdaságnak, mint munkáltatónak.

Irodalomjegyzék

- SZALAI I. (1974): A növény és a víz (vízforgalom és vízgazdálkodás). Növényélettan tankönyvkiadó Bp.
- BÉRES CS. (1999): A fák vízforgalma. Élet és Tudomány 1999/50, 1999/51.
- JUHÁSZ Á. (2012): Intenzív cseresznye ültetvény vízfelvétel dinamikájának meghatározása nedv-áramlás mérések alapján. Phd. értekezés.
- TÓTH J. A. (2013): 40 éve az erdőökológiai kutatás szolgálatában: A síkfőkúti projekt. Erdészeti Tudományos Közlemények 3. évfolyam 1. szám 2013.
- WILLIAM F. P. (1981): The ascent of a sap in plants. Department of electrical engineering, Washington University, St. Louis, Missouri, U.S.A.
- MELVIN T. T. (1997): Journal of experimental botany (Kísérleti Botanikai Folyóirat), 48. kötet, 315. szám, 1753-1765. 1997 október.
- TÖRÖK A. (2017): A fák vízszállításnak új elmélete. Forest Press 2017 január.
- TÖRÖK A. (2019): Vízpotenciál a növényélettan fehér akáca. Erdészeti lapok 2019 június.
<https://twitter.com/treewatchwur>. Letöltés dátuma 2022.03.10.
https://met.boreas.hu/vergazrt/index.PHP?end_t=2022-04-06

DOLOMITBÁNYÁK SPONTÁN NÖVÉNYZETÉNEK SOKVÁLTOZÓS ELEMZÉSE A VÉRTES ÉS A GERECSÉ TÉRSÉGÉBEN

Multivariate analysis of spontaneous vegetation on dolomite mine sites
in area of Vértes and Gerecse Hills

KULCSÁR ALEXANDRA¹, ZAGYVAI GERGELY²

^{1,2}Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
szandi900301@gmail.com

Kivonat

Vizsgálataink során a Vértes és a Gerecse területén négy felhagyott bányában cönológiai felvételeket készítettünk különböző szukcessziós fázisokban, különböző élőhelytípusokban. A regeneráció sikerességének viszonyítási alapjául referencia felvételek szolgáltak. Az adatokat főkoordináta analízis (PCoA) módszerével elemeztük. Az eredmények alapján megállapítható, hogy minél korábban hagyták fel a területet, annál nagyobb mértékű annak regenerálódása. A szukcessziós folyamatok iránya dolomitterületeken elkülönül a nyílt gyepek és a zárt erdők felé. A regenerációt és a szukcessziót jelentősen befolyásolja a környező területek és a bánya felhagyáskori állapota.

Abstract

Phytosociological field surveys were made in abandoned mines of Vértes and Gerecse, in different successional stages and habitats. Reference plots were surveyed as benchmarks of regeneration success. Field data were analysed by principal coordinates analysis. According to our results we come to conclusion that regeneration level is higher in earlier abandoned mine areas. Succession processes have two different directions in dolomite surfaces: to open rocky grasslands and to closed forests. Important factors of regeneration are follows: condition and distance of surrounding habitats, condition of mine at time of last use.

Bevezetés

A tájsebként visszamaradt, felhagyott bányák balesetveszélyesek, gazdaságilag kihasználatlanok, valamint színterei és gócpontjai lehetnek a természeti környezet degradációjának. Az aktív beavatkozások mellett a tájrehabilitációnak fontos feladata a természetesen lezajló regenerálódási folyamatok elősegítése, a várható spontán szukcesszió mintegy katalizálása.

A téma időszerűségét alátámasztják a „Védett területek működő és felhagyott bányáinak katasztere” című program felmérései, melyek alapján megállapították, hogy a védett területeken található bányák közel fele természetes úton „rekultiválódott” (CSIMA ÉS KINCSES 1999).

A felszíni bányászat következtében, csupasz, talajmentes felületek jönnek létre, melyeken az elsődleges (primer) szukcesszió folyamatai indulnak be (VARGA 2005). Ehhez a szukcesszió típushoz tartozó endogén változás a talajképződés (STANDOVÁR 1996), mely meghatározó jelentőségű a bányák regenerációja szempontjából. A primer szukcessziós folyamatok iniciális fázisaira a facilitáció szukcessziós modellje érvényes, ellentétben a szekunder folyamatokra inkább tolerancia és inhibíciós modell alkalmazható (FEKETE 1985, FINEGAN 1984).

Munkánk során arra kerestük a választ, hogy fajösszetétel alapján a bányaterületek mintaterületei milyen jellegzetes csoportokba rendeződnek, azok stádiumként milyen szukcessziós folyamatba illeszkednek, valamint az elkülönített fajkompozíciók hátterében milyen természetes és antropogén tényezők húzódnak? További célunk a természetes folyamatokból levonható, a mesterséges rekultiváció során használható tanulságok megfogalmazása.

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 tartott, melyet rekultiváció nem követett. Az egyenetlen, nyers felszínek miatt a talajképződési folyamatok rendkívül lassan zajlanak. A Zámoly II. (Forráspusztai kavicsbánya) bányatelkén 1997-től 2007-ig folyt a kitermelés, az ezt követő tájrendezési munkálatok még 2 évet vettek igénybe. A bányagödör rendezése során terepegyengetést, illetve a fedőréteg elterítését végezték el. A különböző típusú hulladék illegális lerakásából következően gyomnövények betelepülése figyelhető meg.

Az Öreg-hegyi külfejtés Csákerény külterületén található kicsi (0,6 ha) dolomitbánya. Művelését már a 70-es években befejezték, terep-, illetve tájrendezés nem történt. A bányagödört kisebb-nagyobb mélyedések, buckák tagolják. A szukcessziót nagyban segítik a környező értékesebb szárazgyepek. A lerakott kerti hulladék és törmelék halmokon gyomok telepednek meg, hasonlóan az előző bányához.

A Bagó-hegyi dolomitbánya (Csákvár II). általunk vizsgált 1,3 ha-os területét az 1980-as évekre tehető felhagyását követően magára hagyták. A geológiai adottságok, illetve a táji környezet adottságai miatt a természetes regenerációs folyamatok erősen gátoltak.

A Strázsa-hegyi dolomitbánya területén napjainkban is folyik a kitermelés mintegy 13 ha-on. A bánya oldalán és fedőjében sárga mészkő jelenik meg, mely a nyugati oldalon elhelyezett meddőhányóra kerül. A művelés több művelési szinten, lépcsők kialakításával 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.

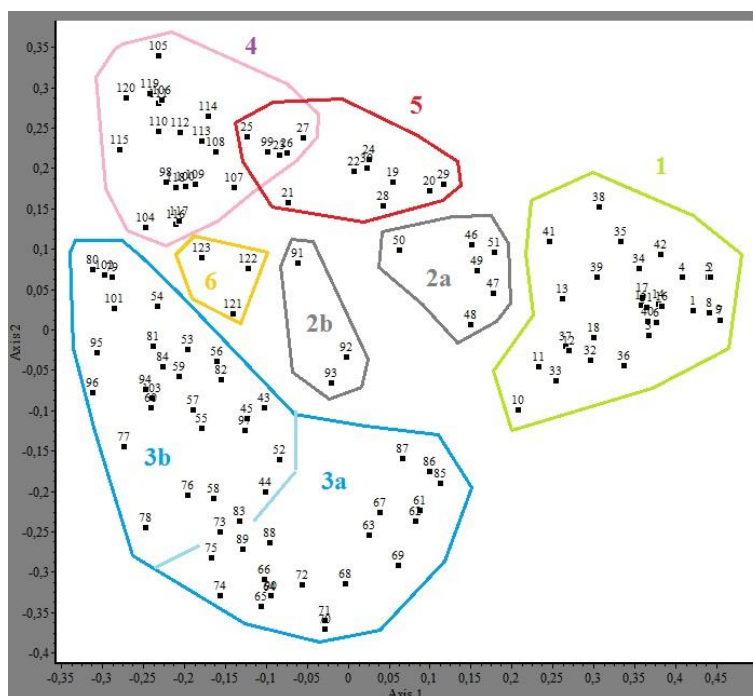
A referencia-területek kijelölése során törekedtünk olyan helyeket választani, melyek a bányák környezetéhez hasonlóak, természetközeli vegetáció borítja őket, de nem tartoznak a Vértesi Tájvédelmi Körzet védett részeihez. A referenciaként kijelölt élőhelytípusok: nyílt dolomit sziklagyep, lejtősztyeprét 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. A mintavétel során összesen 123 db kvadrátban 261 növényfajt azonosítottunk.

Eredmények

Az adatok főkoordináta-elemzésével választ kerestünk a területek szukcessziós, regenerációs állapotára és annak irányaira is. Külön analízist végeztünk a fajkészlet, valamint az

egyres fajok tömegességi viszonyainak figyelembevételével. Ennek eredménye az 1. és a 2. ábrán látható. Az egyes csoportok elkülönülését keretvonalakkal emeltük ki.

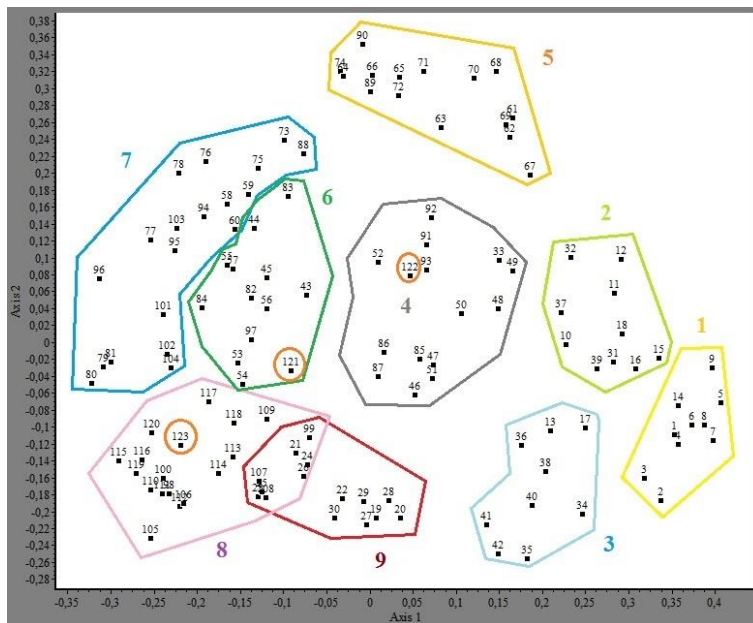


1. Ábra: A mintaterületek eloszlása a Sørensen-index segítségével (fajkészlet alapján) végzett főkoordináta-analízis szerint

A borításértékek figyelembevételével készített főkoordináta-analízis (2. ábra) során körülhatárolt kvadrátcsoportokat összefoglalóan jellemeztük. A csoportok legnagyobb borítású fajait szintenként ismertetjük az alábbiakban.

- 2/1 – gyepszint (53%): *Sanguisorba minor*, *Carex humilis*, *Stipa pennata*, *Arenaria serpyllifolia*, *Teucrium montanum*, *Chrysopogon gryllus*, *Fumana procumbens*, *Euphorbia seguieriana*
- 2/2 – gyepszint (70%): *Sanguisorba minor*, *Carex humilis*, *Chrysopogon gryllus*, *Stipa capillata*, *Artemisia alba*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *polyphylla*, *Dorycnium germanicum*
- 2/3 – gyepszint (34%): *Chrysopogon gryllus*, *Fumana procumbens*, *Carex humilis*
- 2/4 – gyepszint (43%): *Bothriochloa ischaemum*, *Sanguisorba minor*, *Potentilla arenaria*
- 2/5 – gyepszint (79%): *Sanguisorba minor*, *Medicago minima*, *Stipa capillata*, *Bromus tectorum*, *Erodium cicutarium*, *Potentilla argentea*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Euphorbia seguieriana*, *Securigera varia*, *Festuca rupicola*, *Bothriochloa ischaemum*
- 2/6 – gyepszint (65%): *Geranium pusillum*, *Bromus sterilis*, *Silene alba*, *Viola arvensis*, *Valerianella locusta*, *Melilotus albus*, *Erodium cicutarium*, *Stellaria media*,
cserjeszint (9 %): *Populus nigra*, *Populus alba*, *Salix alba*, *Salix purpurea*
- 2/7 – gyepszint (98%): *Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Dactylis glomerata*, *Potentilla argentea*, *Bromus tectorum*, *Sanguisorba minor*, *Agrimonia eupatoria*, *Vicia hirsuta*,
cserjeszint (7%): *Viburnum lantana*, *Rosa canina*

2/8 – gyepszint (34%): *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis stolonifera*, *Inula ensifolia*, *Odontites lutea*, cserjeszint (21%): *Populus alba*, *Populus nigra*, *Salix alba*, lombkoronaszint (38%): *Populus nigra*, *Populus alba*, *Salix alba*



2. Ábra: A mintaterületek eloszlása a Ruzicka-index segítségével készült (mennyiségi) főkoordináta-analízis szerint

2/8-9 – gyepszint (23%): *Fraxinus ornus*, *Fragaria viridis*, cserjeszint (30%): *Fraxinus ornus*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Quercus pubescens*, *Salix alba*, lombkoronaszint (48%): *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens*, *Populus nigra*, *Populus alba*

2/9 – gyepszint (35%): *Carex humilis*, *Teucrium chamaedrys*, *Polygonatum odoratum*, cserjeszint (19 %): *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens*, *Cornus mas*, *Viburnum lantana*, lombkoronaszint (51%): *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*

Az ordinációs elemzés eredményeiből látható, hogy a dominancia viszonyok figyelembevételével jobban alátámasztható az egymáshoz terepi tapasztalatok alapján is nyilvánvalóan hasonlító kvadrátok csoportosulása. A jelenség háttérében a növényzetet érő erős abiotikus stresszhatás áll. A dolomit kőzettani sajátosságai, és az erős erózió miatt a jelentős meredekségű, sekély talajrétegű területeken a szukcesszió végső, klimax társulása nem erdő lesz; itt ezek a nyílt és közepesen záródott gyepek (az adott vegetációt mintegy konzerválva) hosszú időn keresztül, szinte változatlanul fennmaradnak. Ahol a talajképződési folyamatok erősebben érvényesülhetnek (kevésbé erodálódott lankás oldalak), ott bokorerdők alakulnak ki, majd a szukcesszió előrehaladtával ezek záródásával összefüggő erdők jöhetnek létre.

A következőkben ehhez a két fő irányhoz viszonyítjuk a bányaterületek vegetációjának állapotát; figyelembe véve az érvényesülő egyéb természetes és antropogén hatásokat.

Az Öreg-hegyi bánya élőhelyei (a ruderalis törmelékűket leszámítva) az 1. ábra alapján teljesen elvegyülnek a referencia gyepek – legfőképpen a lejtősztyepek – kvadrátjai között. Bizonyos fokú elkülönülést mutat a 2. ábra (1, 2, 3 csoport): a mintavételi módszer kialakítása során „összetartozónak ítélt” kvadrátok megoszlanak a három csoport között. Eredményeink szerint, az öreg-hegyi bánya regenerációja tekinthető a legsikeresebbnek, melyhez a környező jó állapotú, természetközeli lejtősztyep (propagulum forrásként) nagymértékben hozzájárul. A gyepek kisebb-nagyobb záródásával beinduló szukcesszió itt

egyértelműen a szikla- és lejtőgyepek kialakulásának irányába vezet. A nyers kőzetfelszínen a folyamatok azonban rendkívül lassan zajlanak, melyet tovább nehezít az antropogén bolygatás. A zavaró hatás szembetűnő, mivel az Öreg-hegyi bányában lerakott hulladékhalmon kialakult növényzet kvadrátjai (43,44,45) mindkét analízisben teljesen más ábrarészre kerültek (1/3b, 2/6); azaz teljesen eltérő összetételűek, és a regenerációs irányokat figyelembe véve ez az állapot jóval kedvezőtlenebb.

A Bagó-hegyi bánya kvadrátjai az ábrák közbülső részén helyezkednek el (1/2a és 2/4), tehát regenerációjuk az előbbiekhöz képest egyértelmű hátrányban van. A mennyiségi ordínáció alapján a meginduló folyamat iránya sem egyértelmű, a fajkészlet alapján készült 1. ábrát nézve (2a) viszont inkább a sziklagyepek felé mutat. Érzékelhető a propagulum-források – mély bányakatlan és köré ültetett fenyves miatt bekövetkező – bizonyos mértékű elszigeteltsége, mert a megtelepülő növényzet nem mutat szoros kapcsolatot a bagó-hegyi referenciaterületekkel.

A Forráspusztai bányák esetén az analízisek eredményeként legjobban elváló csoportot a pionír erdőfoltok alkotják (1/4 és 2/8). Megfigyelhető bizonyos fokú átfedés a karsztbokorerdővel, viszont a tapasztalatok alapján ez csak szárazabb, köves talajú állományok esetén igaz és valószínűleg a hasonló abiotikus adottságok mellett fejlődő gyepszint dominanciájából adódik. Szerkezetüket tekintve ezek a referenciáktól teljesen eltérő élőhelyfoltok, viszont az erdősülés irányába mutató szukcesszió egy korai stádiumát jelentik.

A Forráspusztai I. területén található gyepekre egyfajta kettősség jellemző. Azokon a részeken, ahol jelentős a bolygatás (lerakott hulladék, keresztülvezető út), ott a Forráspusztai II. gyepéhez hasonló regenerációs stádiumot mutató növényzet alakult ki (lásd 88, 89, 90 és 94, 95, 96-os kvadrát). A zavarásmentes felszíneken viszont, kedvezőtlen edafikus jellemzők (nyers, száraz kőzetfelszín) mellett is, a bagó-hegyihez hasonló állapotú vegetáció jött létre, bár fajkészlete azért eltérő (lásd 1/2b és 3a széle: 85, 86, 87; valamint 2/4).

A Forráspusztai II. gyepterületén jól látható a különböző felhagyási stádiumok és (ebből is adódóan) különböző talajrétegű felszínek vegetációjának eltérése. Itt a fajkészlet szerinti főkoordináta analízis nem különíti el egyértelműen a kvadrátokat. A Ruzicka-féle mennyiségi elemzés viszont 3 elég jól elváló csoportot határoz meg (2/5, 6 és 7.). A 6. csoportba a legkésőbb felhagyott, jelenleg is bolygatott rézsű, valamint a bányagödör rézsűmenti szegélye tartozik. Itt a bolygatás hatása érvényesül legerősebben, minek következtében – az eltérő talajvastagság és borítottság ellenére – jellegtelen, gyomos élőhelyek alakultak ki. Regenerációjuk kezdetleges, szukcessziós irányultságuk egyelőre meghatározhatatlan. Az 5. csoportot nyílt és közepesen záródott, sekély talajú, köves és erősen száraz felszínen kialakult szárazgyepek alkotják. Ezek mind fajösszetételük, mind borítási arányuk alapján közelítenek a referencia gyepek irányába. A folyamatot kedvezően befolyásolja a Közép-hegy természetközeli vegetációjának relatív közelsége és a propagulumok akadálytalan terjedése. A 7. csoport kvadrátjai már a jobb talajadottságoknak is köszönhetően a Forráspusztai I. bolygatottabb gyepéhez hasonlók. Itt dús, magas fűvű, többszintes növényzet fejlődött, mely szukcessziós irányra is utalva kisebb-nagyobb mértékben cserjésedik.

A strázsa-hegy kvadrátjainak (121, 122, 123) elhelyezkedése a fajösszetétel értékelése alapján a 4. és 3. csoportként összefoglalt mintapontok közé esik (1/6), de a 2. ábrán észlelt szóródás jól rámutat a folyamatosan zavart, és erősen változó-alakuló terület jellegtelenségére.

A területek regenerációja során tehát két fő szukcessziós irány állapítható meg, melyekhez a vizsgált élőhelyek rendre igazodnak. A visszamaradottabb stádiumban lévő élőhelyek esetén azonban még nem látható, hogy a folyamat előrehaladtával melyik irány részesül majd előnyben. Ez felhívja a figyelmet az egyéb befolyásoló tényezőkkel szembeni fokozott érzékenységükre.

Következtetések

A regeneráció szempontjából kiemelt szerepe van a felhagyás óta eltelt időnek, az összefüggés a szukcesszió időtartama és a fajszám között is szemilogaritmikus. (FEKETE 1985). Az általunk vizsgált bányák regenerálódottsága minden esetben megfelel a felhagyás óta eltelt időnek; azaz minél korábban fejezték be a bányászatot annál jobban közelít a vegetáció állapota a referencia élőhelyekhez és annál előrehaladottabb a talajképződés a területen.

A táj-, tereprendezések esetleges végrehajtása kulcsfontosságú a bányaterületeken. A rendezetlen bányák (mint Öreg-hegyi, Bagó-hegyi) regenerációja sokkal vontatottabb, mint azoké, amelyekben történt valamilyen felszínformáló beavatkozás a művelés felhagyását követően. A tereprendezés elmaradása esetén fokozódó erózió szerepének fontosságára LOGAN (1992) is felhívja figyelmet, mely hosszú távon akadályozza a növényzet megtelepedését.

Az előzőekben leírtaknak megfelelően a bányaművelés felhagyása után a természetközeli utóhasznosításhoz elsődleges szempont a növényzet megtelepedésének az elősegítése. Megfelelő rézsű kialakításával, a törmelékes felszín egyengetésével, takaróréteg elterítésével a kedvezőtlen edafikus hatások, és a fellépő erózió kiküszöbölhető (BUÓCZ és SZARKA 2007). Ezt megfigyeléseink is alátámasztják, hiszen a kedvező domborzati adottságú bányák (Forráspusztá) szukcessziós-regenerációs folyamatai jelentősen gyorsabbnak mutatkoznak.

A spontán regeneráció ugyanakkor gyakran olyan állapotot eredményez, melyre egy tereprendezési rekultiváció kedvezőtlenül is hathat, sőt új sebet képezve a folyamatokat mintegy visszaveti; emiatt a megfelelő beavatkozás érdekében kulcsfontosságú az adott terület állapotának megelőző felmérése. Az elérendő állapotokhoz, tervezett utóhasznosításhoz vezető folyamatok sikerességéhez fontos a kedvezőtlen antropogén befolyás kiküszöbölése.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Azari Zitának, Tiborczi Viktornak és Baumann Tamásnak a mintaterületek kiválasztásában, felvételezésében és a kézirat elkészítésében nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért.

Irodalomjegyzék

- BUÓCZ Z. - SZARKA GY. 2007: Rekultiváció, tájrendezés a bányászatban, Miskolci Egyetemi Kiadó
CSIMA P. - KINCSES K. 1999: Tájrehabilitáció egyetemi jegyzet, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Tájépítészeti, -védelmi és -fejlesztési Kar, pp. 5-59.
FEKETE G. 1985: A teresztris vegetáció szukcessziója: elméletek, modellek, valóság. In: Fekete G. (szerk.): A cönológiai szukcesszió kérdései. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 31-63.
FINEGAN, B. 1984: Forest succession. *Nature* 312 (8): 109-114.
LOGAN, T. J. 1992: Reclamation of chemically degraded soils. *Soil Restoration* (szerk. Lal, R., Steward, B. A.) pp. 31-36. Springer-Verlag. New York.
STANDOVÁR T. 1996: Növénytársulások dinamikája. In: MÁTYÁS CS. (szerk.) 1996: Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp. 72-93.
VARGA G. 2005: Ásványvagyon kitermelés hatásvizsgálata. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezettudományi Intézet, Sopron.

A LÁPI TARKALEPKE (*EUPHYDRYAS AURINIA*) MEGKERÜLÉSE ÉS JELÖLÉS-VISSZAFOGÁS VIZSGÁLATA A HANSÁGBAN

Discovery of the new population of the marsh fritillary (*Euphydryas aurinia*) in the Hanság area (NW-Hungary) and the first results of the capture-mark-recapture study

MADARÁSZ ENIKŐ¹, DR. AMBRUS ANDRÁS² & HERGOVITS-SZÉP KATALIN²

¹Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

²Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, Természetmegőrzési Osztály

MadaraszE15@student.uni-sopron.hu

Kivonat

A védett lápi tarkalepke (*Euphydryas aurinia*) lápréti ökotípusának populációi Európa szerte, így hazánkban is egyre inkább visszaszorulóban vannak. Legnépesebb populációi Magyarországon korábban az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság területén voltak ismertek. Hansági állománya 2021-ben került felfedezésre a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság területén, 2022-ben a populáció méretének megismerése érdekében jelölés-visszafogás vizsgálatot végeztünk. A mintavételi időszak alatt (2022.05.11-2022.06.01.) 11 mintavételi alkalomra került sor, mely során összesen 1239 fogási esemény történt, és 1065 példányt jelöltünk meg, a visszafogási arány 14 % volt. A Jolly-Seber módszerrel a hímek esetében a szuperpopuláció méretét 4484, a nőstények esetében 1257, vagyis összesen 5741 példányra becsültük, mely egy ilyen kis területen élő populáció esetében nagy egyedsűrűségnek tekinthető. A következő években az állományváltozás nyomonkövetésének érdekében további vizsgálatokat tervezünk.

Abstract

The wetland ecotype of the marsh fritillary (*Euphydryas aurinia*) is declining all over Europe including Hungary. It was known to be abundant at the West-Transdanubian areas (Őrség) on the suitable wet meadows. The population in the Hanság area (NW-Hungary, Fertő-Hanság National Park Directorate) turned out to exist only in 2021. Right after the discovery of the population intensive studies started, in 2022 capture-mark-recapture (CMR) study has launched to estimate the population size. Along the flying season 11 samplings have taken place between 11.05.2022. and 01.06.2022. There were marked 1065 individuals and on the whole 1239 capture events with the recapture rate of 14 %. The superpopulation estimated by the Jolly-Seber method was 4484 in case of the males and 1257 in females (together 5741) which means a rather high abundance in a small, restricted area. Follow-up studies are planned to monitor the local population(s).

Bevezetés

A lápi tarkalepke [*Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775)] a tarkalepkék (*Melitaeinae*) közé tartozó, közepes termetű faj. Európa szerte védett, valamint közösségi jelentőségű (COUNCIL OF EUROPE 1979; EUROPEAN COMMISSION 1992; KÖM 2001). Euroszibériai faunaelem, elterjedési területe Észak- Afrikától Kis- Ázsián és Oroszországon keresztül egészen Koreáig húzódik (ÁBRAHÁM 2014). Európa 38 országában van jelen, azonban az elmúlt három évtizedben állományai 20-50 %-os csökkenést mutatnak (VAN SWAY & WARREN 1999). Magyarországon mindkét ökotípusa megtalálható a nedves rétekhez kötődő a Nyugat- Dunántúl mocsár- és láprétjein, veres csenkeszes gyepein, franciaperjés kaszálórétjein él. Elsősorban az Őrségben és a Vendvidéken, a Kerka menti területeken, az Alsó-Zala- völgyben, a Bakonyalján, a Tapolcai- medencében és környékén, valamint a Balatontól délre a Látrányi- pusztán fordul elő. A száraz gyepeken élő ökotípusa hazánkban az 1980-as évek végén

indult terjedésnek, ekkor néhány év alatt több új élőhely került felfedezésre elsősorban a Bakony száraz kaszálóin, lejtőszyepprétején, sziklagyepén, emellett előfordul a Vértesben is (DIETZEL 1997; SÁFIÁN ET AL 2012a; SÁFIÁN ET AL 2016). Magyarországon a lápréti ökotípussal kapcsolatban elsősorban az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóságban végeztek kutatásokat. A 2010-es években főként a faj előfordulásának feltérképezésével foglalkoztak (SÁFIÁN ET AL. 2012a, 2012b, 2016), HOFFMAN (2010) pedig populációökológiáját az élőhelykezelésekkel összefüggésben vizsgálta. Az utóbbi néhány évben Európai Unió projekt keretein belül az itteni állományok visszaszorulásának okait, valamint a szomszédos, Szlovéniában található Goričko Tájvédelmi Parkban lévő állományokkal való összekapcsolás lehetőségeit, módjait tárták fel (SCHERER & HORVÁTH 2020). A faj hazai, európai tendenciához hasonló visszaszorulását ez utóbbi tanulmány jól példázza. A korábban a nemzeti park területén ismert 56 előfordulási helyből, csupán 6 élőhelyfoltban sikerült kimutatni a fajt. Az egyes populációk eltűnésében szerepet játszott az élőhelyek megszűnése, beszűkülése, az élőhelykezelés megváltozása, valamint a klíma, így a rétek szárazodása is (SCHERER & HORVÁTH 2020).

Győr-Moson-Sopron megye területén a fajnak korábban egyetlen, nem publikált adata volt ismert 1957-ből, a Marcal mellől. Hansági állományát 2021-ben Ambrus Andrással, valamint Hergovits- Szép Katalinnal találtuk meg a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság rákosi vipera védelmére szolgáló területén (Fűzfa-szigetek). Az állomány hosszútávú vizsgálatának célja, hogy védelmének érdekében minél jobban megismerjük a faj populációökológiáját, valamint a számára leginkább megfelelő élőhelykezelési módokat. Ennek első lépéseként 2022 május-júniusában jelölés-visszafogás vizsgálatot végeztünk.

Egy nemzedéke április végén kezd repülni, rajzása június közepéig tart. Hazánkban a nedves réti ökotípus tápnövénye a réti ördögharaptafű (*Succisa pratensis*). A nőstények a levelek fonákjára csomókban helyezik el kezdetben élénksárga petéiket, melyeknek színe idővel narancssárgává, majd a kelés előtt mélybordóvá sötétedik. Egy csomóban 30-250 petét számolhatunk, egy nőstény általában 300-500 petét rak le (ÁBRAHÁM 2014). Több kutatás is megállapította, hogy a tápnövény megléte mellett a növényzet magassága, valamint sűrűsége is befolyásolja az előfordulást, valamint a nőstények peterakását. A túl alacsony növényzet kedvez a predátoroknak, emellett a tápanyagmennyiség sokszor nem elegendő a hernyók számára, ellenben a túl sűrű gyeppen a nőstények nehezebben találják meg a peterakásra legmegfelelőbb helyet (SMEE 2011). Erre leginkább a magas, kiemelkedő tápnövények, és a ritkásabb vegetációs struktúra a legmegfelelőbb számukra (ANTHES ET AL. 2003). A hernyók a peterakást követően 30-40 nap múlva kelnek ki (L1), majd rögtön közös szövedéket készítenek. A második lárvastádiumba (L2) 20-30 nap elteltével lépnek, a közös fészket a harmadik, és negyedik stádiumban (L3; L4) a tápnövény nagyobb részére is kiterjesztik. Az átteleléshez szeptember elején a növényzet alsó részén, közel a talajhoz sűrű, hibernációs szövedéket készítenek, melynek segítségével valamennyire függetleníteni tudják magukat a környezet hőmérsékletétől. Februárban a melegebb, naposabb időszakokban a hernyók gyakran sütkéreznek, de a következő lárvastádiumba (L5) csak áprilisban lépnek. Ekkor már elkülönülnek egymástól és az utolsó stádiumban (L6) már magányosan táplálkoznak, majd a talajhoz közel különböző növényi szárazon bábozódnak (PORTER 1982).

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálati területként az Észak-Hanságban lévő Fűzfa-szigeteken elkerített rákosi vipera védelmi terület mélyebb fekvésű, nedvesebb keleti sarkát választottuk, mivel az előzetes megfigyelések során itt mozgott a legtöbb egyed. A Fűzfa-szigetek jellemző társulásai közé a nyúl farkfüves láprétek, kiszáradó kékperjés láprétek és ezek átmenetei tartoznak. Jellemző növényfajaik a lápi nyúl farkfü (*Sesleria uliginosa*), a kékperje (*Molinia coerulea*), a gyepes sédbúza (*Deschampsia caespitosa*), a sűrű aszat (*Cirsium canum*), az őszi vérfű

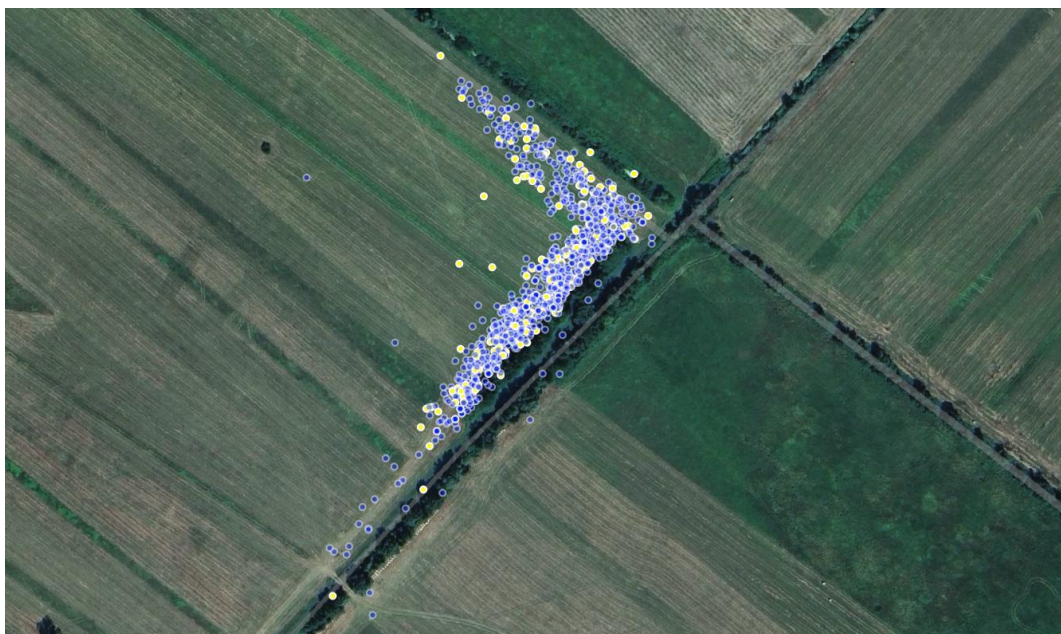
(*Sanguisorba officinalis*), a réti boglárka (*Ranunculus acer*), a vérontófü pimpó (*Potentilla erecta*) (TAKÁCS 2012), valamint a lápi tarkalepke szempontjából elengedhetetlen réti ördögharaptafű.

A populáció méretét rajzási időben, 2022.05.11. és 2022.06.01. között jelölés-visszafogás („capture-mark-recapture”=CMR) módszerrel (PETERSEN 1896) vizsgáltuk. A terület keleti sarkát bejárva minden példányt sorszámmal láttunk el, majd rögzítettük adataikat az Epicollect5 telefonos alkalmazásban (<https://five.epicollect.net/>). Feljegyzésre került az adott egyed sorszáma, neme, kora, illetve hogy visszafogás volt-e, emellett a program mentette a fogás időpontját és pontos koordinátáit is.

Az intenzív jelölés-visszafogásos vizsgálat, a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) erre vonatkozó előírásainak megfelelően, „tripla – triple-catch” időbeli elrendezés szerint valósult meg. Ennek lényege az, hogy a korábbi, Bailey-féle triple-catch (Bailey 1951) vizsgálatokkal való kompatibilitást megőrizve, fogási triplettekből álló mintavételi sorozatot állítunk össze, melyből – az összehasonlíthatóság kedvéért – el lehet végezni a rajzási időszak csúcsára eső mintavételekre a hármasfogás képlete alapján a becslést, azonban az adatsor kiértékelése érdekében a MARK program segítségével, a sztochasztikus, nyitott populációk vizsgálatára alkalmas Jolly-Seber eljárás szerint történik.

Eredmények és következtetések

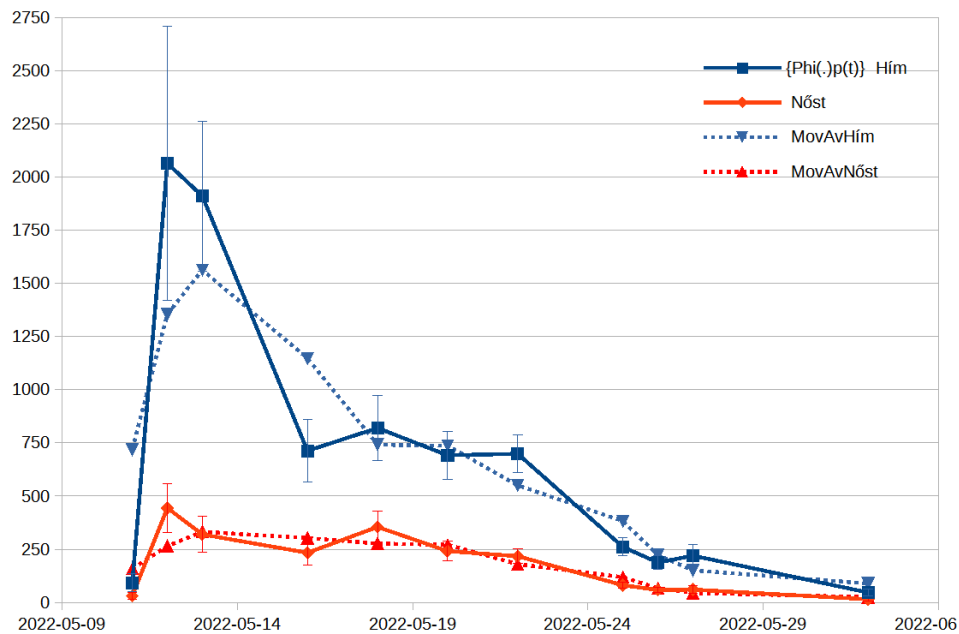
A rajzási időszakban összesen 11 mintavételi alkalomra került sor, ami valamivel több, mint az NBmR protokollban meghatározott, minimum 9 alkalom, ugyanis a lepkék rajzása elhúzódott és célszerűnek látszott a vizsgálatot a rajzás végéig folytatni (AMBRUS 2021a, 2021b). Különösen a hosszabb adult élettartamú fajok esetében a becslések pontosságának javításához a többszöri visszafogások, vagyis a gazdag fogási történetek nagyban hozzá tudnak járulni, emiatt is érdemes volt a lehető legtöbb mintavételi alkalmat megragadni.



1. ábra: fogási (telt) és visszafogási (üres körök) pontok halmaza a vizsgált területen

A mintavételek során 1239 fogási esemény történt, összesen 1065 példányt jelöltünk meg. A visszafogási arány így 14 %-nak adódott, ami – hasonló vizsgálatokhoz viszonyítva – nem túl magas, ám ezres elemszámnál ez már bőven alkalmas lehet arra, hogy elfogadható becsléseket nyerhessünk. Az egyes alkalmakkor megfogott mennyiség, vagyis a mintavételi intenzitás kisebb eltérésekkel (nem igazán repülésre alkalmas időjárási feltételek: pl. szeles,

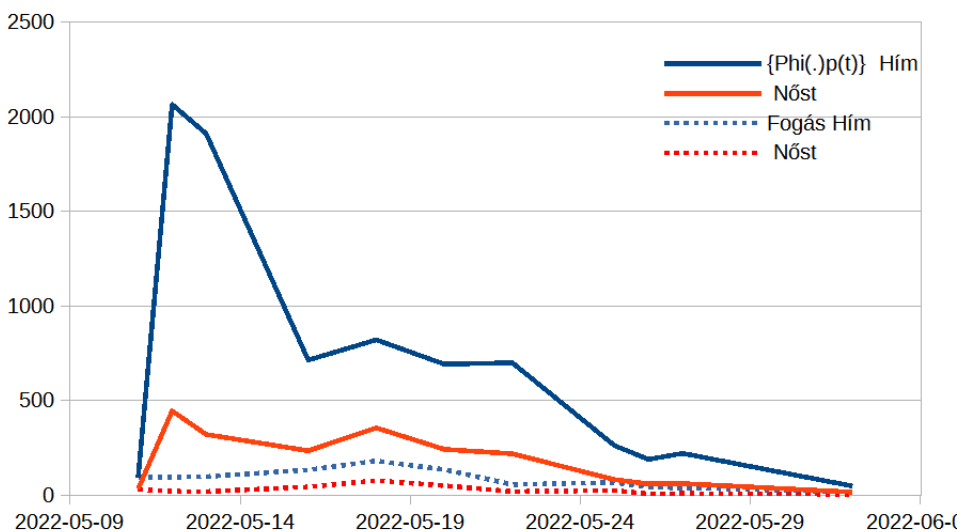
vagy kissé borús idő) jól leköveti a rajzás intenzitásában tapasztalt trendet: hirtelen felfutó kezdés, némi tetőzés, majd lassabban ellaposodó lecsengés.



2. ábra: napi populációméret-becslések (SD értékekkel) és három pontos mozgó átlagos kiegyenlítéssel

A MARK program (<https://www.phidot.org/software/mark/docs/>) lefuttatásával a populációméret-becsléshez nagy biztonsággal a $\{\Phi(\cdot)p(t)\}$, vagyis a konstans túléléssel és időtől (mintavételi alkalomtól) függő fogási valószínűséggel számoló modell lett a leginkább támogatott (AICc Weight /Akaike súlyozás/: 0,90307; modell valószínűség: 1,0000). A rangsorban utána következő három másik modell valószínűsége 0,088 és attól lefelé, illetve mindhárom modell esetében hibaüzenettel zárult a számítási folyamat.

Az egyes mintavételi napokra becsült napi populációméretekből azt láthatjuk, hogy a hímek jelentős túlsúlyban voltak az egész rajzási időszak alatt, ami a terepi tapasztalatokkal teljes mértékben megegyezett.



3. ábra: napi populációméret-becslési értékek és napi fogási értékek

A grafikonból jól látható, hogy az első néhány nap hirtelen felfutást mutat, ám a hímek kiugróan magas becsült értékéhez széles standard hibasáv társul, erre az időszakra nem ad igazán megbízható becslést a módszer. A nőstények esetében nem tapasztalhatunk a becslésben kiugró értéket és a standard hibasáv is elég szűk, az egész vizsgált időszakban. A kiugró értékek és a mintavételi hibából és/vagy számításból eredő, ingadozó értékek „kiesimítésére” gyakran szokás alkalmazni valamilyen kiegyenlítési módszert, ami igazolható biológiai tartalommal ugyan nem rendelkezik, ám szemléltetésre, a trendek érzékeltetésére alkalmas lehet. Hasonló vizsgálatok során gyakran sikerrel lehet harmadfokú polinomiális trend függvényt illeszteni a becsült adatsorra, ám ez jelen esetben fals értéket, tendenciát mutatna, mivel a rajzás végén felfelé ível, ami teljesen ellentétes a becsült és a terepen tapasztalt tendenciákkal. Ehelyett egyszerű, három pontos mozgó átlagos trend függvényvel próbáltuk kiegyenlíteni a – jelen esetben – valószínűleg elszálló, túlbecsült kiugró értékeket. Mivel a hímek kiugró értékeinél hibahatárhoz közeli, vagy azon belül eső értékeket mutat a trendvonal, úgy véljük, hogy a legerősebb rajzású napokon, a tömeges kikeléshez közeli időpontokban a napi népesség ezren fölüli hím egyedből állhatott. A nőstények mennyisége ekkor harmada-negyede lehetett a hímekének, illetve a legelső napokban még ennél is kevesebb.

A teljes vizsgált időszakra becsült összes példány (szuperpopuláció) méretére hímek esetében 4484 (SD: 487), nőstényeknél 1257 (SD: 136), összesen 5741 példányt kaptunk. Ez az érték egy ilyen kis terület esetében igen nagy abundanciának tűnik, ami egyezik is a terepen tapasztalt, rendkívül nagy egyedsűrűséggel. Tekintettel arra, hogy az egész ország területén a lápi tarkalepke lápréti ökotípusa nagyon erős visszaszorulást mutat, ez az állomány a faj hazai túlélése szempontjából igen jelentős, fenntartására nagy gondot kell fordítanunk.

A jelöléses vizsgálat lehetőséget biztosít a populációméret becslés mellett számos más vizsgálatra, így az egyedek mozgásmintázatának elemzésére is. A mintaterületen kívül, a környező, tenyészésre alkalmasnak tűnő élőhelyeken is folytattunk időnként felméréseket, részben az elterjedés pontosítása, részben pedig az elmozdulások detektálása, esetleges metapopulációs hálózat azonosítása céljából. A felméréseket a BCE (Butterfly Conservation of Europe) által javasolt, eBMS (<https://butterfly-monitoring.net/hu/bms-methods>) standard időlimites (15 perces) módszerrel végeztük, az egyedi találati pontok és a bejárt útvonal együttes rögzítésével. A lápi tarkalepke röpképessége és migrációs hajlama tekintetében a vélemények megoszlanak, többen az élőhelyhez való ragaszkodást tekintik meghatározónak, ugyanakkor tudjuk azt is, hogy – kivált a már idősebb hímek – igen jól tudnak repülni. Mindezek tükrében különösnek tartjuk, hogy a környező, lápi tarkalepke által benépesített élőhely foltokban nem találtunk egyetlen jelölt példányt sem. Ezzel szemben, egy véletlen megkerülés történt, a mintaterülettől légvonalban 46 kilométer távolságban, Kenyeri mellett. A megkerülést megelőzően erős ÉK irányú szél volt, ám ez nem feltétlenül segíti a lepkék mozgását. Az útvonalba – légvonalban – olyan, teljesen alkalmatlan területek is esnek, mint például Csorna városa. Egyelőre nem találunk ésszerű magyarázatot ekkora mértékű elmozdulásra.

A jelöléses vizsgálatot követő időszakban az utód generáció túlélési esélyeinek vizsgálatát végezzük, a hernyófészkek monitorozásával és az alkalmazott kezelések hatásainak vizsgálatával.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a támogatást, és a gyakorlati segítséget a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság Természetmegőrzési Osztályának, valamint gyakorlatosainak, emellett Káldi Józsefnek a terepi felmérésben nyújtott segítségét.

Irodalomjegyzék

- ÁBRAHÁM, L. (2014): Lápi tarkalepke *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775). In: Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. (szerk. Haraszthy, L.) 323-326. Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár.
- AMBRUS, A. (2021a): Az NBmR keretében végzett lepke felmérések eredményei, adat formátumai, feldolgozási irányai. Előadás, IV. OBM- Biológiai Adatbázisok Találkozó. Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, Szaporca.
- AMBRUS, A (2021b): Az NBmR (nappali)lepke monitoring Programjának továbbfejlesztése. Előadás, Nemzeti Biodiverzitás- monitorozó Rendszer lepkemonitorozó programjának szakértői ülése.
- ANTHES, N., FARTMANN, T., HERMANN, G. & KAULE G. (2003): Combining larval habitat quality and metapopulation structure – the key for successful management of pre-alpine *Euphydryas aurinia* colonies. *Journal of Insect Conservation*. 7. 175–185.
- BAILEY, N. T. J (1951): On Estimating the Size of Mobile Populations from Recapture Data. *Biometrika* Vol. 38, No. 3/4. 293-306
- Council of Europe (1979): Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats
- DIETZEL, GY. (1997): A Bakony nappali lepkéi. Bakonyi természettudományi múzeum, Zirc. A Bakony természettudományi kutatásának eredményei 21. 89-91.
- EUROPEAN COMMISSION (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna
- PETERSEN, C. G. J. (1896): The yearly immigration of young plaice into the Limfjord from the German Sea. *Rep. Danish Biol. Sta.* 6. 1-48.
- PORTER, K. (1982): Basking behaviour in larvae of the butterfly *Euphydryas aurinia*. *Oikos* 38. 308-312.
- SÁFIÁN, SZ., SZENTIRMAI, I., HORVÁTH, B. & DAVEY, P. (2012a): A lápi tarkalepke – *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775) – állományterképezésének eredményei az Őrségi Nemzeti Park területén. *Szélkiáltó* 15. 51–53.
- Sáfián, Sz., Verovnik, R., Bathó, I.-né, Csontos, G., Horváth, B., Kogovsek, N., Rebeusek, F., Scherer, Z., Strausz, M., Szentirmai, I. & Zaksek, B. (2012b): Nappali lepke Atlasz / Atlas dnevnih metulej / Butterfly Atlas Őrség-Goricko. (szerk. Ábrahám, L.) Óriszentpéter.
- SÁFIÁN, SZ., SCHERER, Z., STRAUZ, M., HORVÁTH, B. & KOROMPAL, T. (2016): Lápi tarkalepke *Euphydryas aurinia* (Rottemburg, 1775). In: Védett állatfajok elterjedési atlasza Vas, Zala és Somogy megye Natura 2000 területein. (szerk.: Haraszthy, L., & Sáfián, Sz.) Somogy Természetvédelmi Szervezet, Somogyfajs. 78-79.
- SCHERER, Z. & HORVÁTH, B. (2020): Lápi tarkalepke (*Euphydryas aurinia*) élőhelyek összekapcsolása a Goričko Tájvédelmi Park és az Őrségi Nemzeti Park között. Kutatási részjelentés. Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság
- SMEE, M. (2011): Population Ecology and Genetics of the Marsh Fritillary Butterfly *Euphydryas aurinia*. University of Exeter.
- TAKÁCS, G. (2012): A Hanság és a Tóköz. In: Fertő-Hanság-Neusiedler See-Seewinkel Nemzeti Park. Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. (szerk. Kárpáti L. & Josef F.) 128-132. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- VAN SWAY & WARREN (1999): Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera). *Nature and Environment*, No. 99. Council of Europe Publishing. Strasbourg.

BAMBUSZ FAJOK TULAJDONSÁGAINAK ELŐZETES VIZSGÁLATA

Preliminary Research on Bamboo Properties

BUDI MULYANA^{1,2*}, ANDRÁS POLGÁR¹, ADREA VITYI¹

¹Faculty of Forestry, University of Sopron, Hungary

²Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

*Email: Mulyana.Budi@phd.uni-sopron.hu ; budimulyana@ugm.ac.id

Kivonat

A bambuszt az indonéz emberek napi tevékenységeik során energia-alapanyagként, építőanyagként és kézműves termékek készítésére használják. Az elmúlt évtizedekben a bambusz, mint energianövény olyan erőforrás lett, amelyet egyre jobban kutatnak Európában. Több száz bambuszfaj létezik, melyek közül csak néhányat használnak kereskedelmi célokra, ám a biomassza potenciál felméréséhez szükséges adatok lényegében hiányoznak. A kutatás célja a kereskedelmi forgalomban lévő bambuszfajok (*Bambusa vulgaris*, *Gigantochloa apus* és *Gi-gantochloa atrovioleacea*) és morfológiai jellemzőik leírása volt. Adatgyűjtést végeztünk, és bambuszmintákat vettünk a DBH, a teljes magasság és a csomópontok számának mérésére. A kutatási eredmények azt mutatták, hogy a négy kereskedelmi forgalomban lévő bambuszfaj hasonló átmérővel rendelkezik. A csomópontok teljes magassága és száma azonban változott. A *Gigantochloa apus* rendelkezik a legmagasabb értékkel a teljes magasság tekintetében, és a *Bambusa vulgaris* var. *Vitata* mutatta a legmagasabb értéket a csomópontok számában. A tanulmány a bambuszban rejlő biomassza-termelési és klímaváltozás-mérséklési lehetőségeket is vizsgálja az indonéziai és magyarországi bambuszkísérletekről rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján.

Abstract

Bamboo is utilized by Indonesian people in daily activities for energy feedstock, construction materials, and handicrafts. In recent decades bamboo as an energy crop became a resource that has been increasingly researched in Europe. There are hundreds of bamboo species but only a few of them are used for commercial purposes and the availability of the data required to assess the biomass potential is limited. This research aimed to describe commercial bamboo species (*Bambusa vulgaris*, *Gigantochloa apus*, and *Gigantochloa atrovioleacea*) and their morphological features. Data collecting was carried out and bamboo samples were taken for measuring the DBH, total height, and the number of internodes. The research findings showed that the four commercial bamboo species have similar values of diameter. However, the total height and number of internodes varied. *Gigantochloa apus* has the highest value for the total height and *Bambusa vulgaris* var. *Vitata* has shown the highest value for the number of internodes. The study also examines the potential of bamboo for biomass production and climate change mitigation based on the available literature data on bamboo experiments in Indonesia and Hungary.

Introduction

Bamboo is a promising plant species that provide ecosystem services and reduces livelihood poverty in rural areas. The contribution of bamboo to ecosystem services are provisioning services as sources of food and materials (WU et al. 2015), regulating services for climate change regulation (NATH et al. 2015; XAYALATH et al. 2019) and soil control (ZHOU et al. 2005); cultural services as recreational areas (HASAN et al. 2018) and religious activities (YENY et al. 2015); and support services such as biodiversity pools (ARSINA 2005; WIDJAJA – KARSONO 2005; ERVIANTI et al. 2019).

Bamboo plays an important role in the daily lives of about 2.2 billion people, and there are 1,600 species distributed around the world (DEPUYDT et al. 2019). In Indonesia 143 bamboo species have been identified (WIDJAJA 2001), while only five species can be found in Hungary (KONTSCHÁN et al. 2015). Interest in bamboo which has thousands of uses (e.g., scaffolding for buildings, fuel, furniture, musical instruments, food, cosmetics, aphrodisiacs, and medicine), has increased worldwide, and since 1980 many international research have been conducted on bamboo cultivation and the potential use of bamboo in Europe (GIELIS 2001; POTTERS et al. 2013).

In climate change mitigation, ensuring a secure energy supply and transitioning to a competitive and climate-friendly energy system is one of the most critical global challenges. Local economies should adapt their current consumption and production patterns to resources that can be produced on demand, even locally. Bamboo as an energy crop is a resource that has been increasingly researched in Europe in recent decades. Its relevance in Hungary is indicated by the fact that a multi-year experiment on the effect of water availability on shoot and culm properties of a bamboo species (NEMÉNYI et al. 2016) and the Mite Fauna of Hungarian Bamboo Plantations (KONTSCHÁN et al. 2015) had been reported. A new study at the University of Debrecen focused on the potential use of bamboo in phytoremediation in Hungary (LIANG et al. 2022).

However, research on bamboos, such as biodiversity, carbon stock, and renewable energy, has been conducted by scholars, but still limited research has been carried out on the morphological properties of bamboo, which is essential for determining the biomass potential. This article describes the bamboo diversity and properties in Indonesia and Hungary, the preliminary results of bamboo measurements carried out recently in Indonesia and the potential of bamboo utilization for climate change mitigation.

Material and methods

This research used field observation and a literature review on bamboo. Field observation was conducted in Yogyakarta Province, Indonesia, in March 2020 and August 2022. In the field observation, enumerators visited some potential locations with bamboo collections, such as home gardens, private companies, teaching forests, and bamboo ecotourism. In this research, authors have observed four commercial bamboo species in Indonesia, namely yellow ampel bamboo (*Bambusa vulgaris* var. *Striata*), green ampel (*Bambusa vulgaris* var. *Schard*), black bamboo (*Gigantocloa atrovioleacea*), and *apus* (*Gigantochloa apus*). The measurement was diameter at breast height (DBH), total height, and the number of internodes. The bamboo samples were mature plants that can be seen by its culm without shield.

In the literature review process, articles related to bamboo have been analyzed to get information on bamboo's properties, biodiversity, and the benefit of bamboo for the environment. Data were analyzed using the descriptive approach to get general information regarding bamboo in Indonesia and Hungary.

Results

Biodiversity of bamboo in Indonesia and Hungary

Bamboo is a typical flora that can be found easily in Indonesia. Bamboo species that have been identified in Indonesia are 143 species (WIDJAJA 2001). Bamboo species can be found in the home garden (HANI et al. 2018; MULYANA – REORITA 2022a; MULYANA – REORITA 2022b) and forest (WIDJAJA – KARSONO 2005). However, Indonesian people's most commonly utilized commercial bamboo species are yellow *ampel* bamboo, green *ampel* bamboo, black bamboo, and *apus* (figure 1).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 1: Bamboo species in Indonesia; a) yellow bamboo (Bambusa vulgaris var. Striata), b) green ampel bamboo (Bambusa vulgaris var. Vitata), c). Black bamboo (Gigantochloa atrovioleacea), and d). apus (Gigantochloa apus) and giant bamboo (Dendrocalamus asper).

Indonesian people have cultivated the four commercial bamboos for construction, fence, and handicraft materials. Generally, people identify this bamboo by its main morphological feature, namely the color of the stem. As regards the morphology of *Bambusa vulgaris*, either yellow ampel (*Bambusa vulgaris* var. *Striata*) or green ampel bamboo (*Bambusa vulgaris* var. *Vitata*), the culm erect, glossy, the stem's color is yellow or green with green strips (ERVITA et al. 2019). The black bamboo (*Gigantochloa atrovioleacea*) has a similar color to the tiger bamboo (*Bambusa maculata*), but the tiger bamboo has a dot pattern (DAMAYANTI et al. 2019). Furthermore, the *apus* bamboo (*Gigantochloa apus*) has a green color covered by black hair (DAMAYANTI et al. 2019; ERVITA et al. 2019).

Bamboo has been introduced to Hungary. According to KONTSCHÁN et al. (2015), the distribution of bamboo species in Hungary is *Phyllostachys iridescens* (Szeged), *Phyllostachys flexuosa*, and *Sasa palmata* (Botanical garden of Szent Istvan University), *Phyllostachys* sp (Botanical garden of the University of Szeged), and *Phyllostachys aurea*

(Budapest). Due to the prospective benefit of bamboo as a renewable source, Hungary scholars have introduced and tested the *Phyllostachys iridescens* in the experimental site at Godollo (NEMÉNYI et al. 2016). They measured the number of developing and aborted shoots and the number, diameter and height of culms. Culm diameter was measured in the middle of the first aboveground internode.

Researchers found a strong positive correlation between culm diameter and culm height. Furthermore, NEMÉNYI et al. (2016) explained that *Phyllostachys* bamboo is a temperate bamboo genus that has the ability to adapt to sites with less irrigation or drought areas. However, during the three-year project, it was proven that irrigation during the growing season significantly influenced (multiplied) the number of shoots and the development of culms. Due to its high level of sensitivity to drought stress during the growing season, authors advise not to plant bamboo in plots with soils of low water holding capacity or where the subsoil water availability is too deep to influence plant water uptake under warm temperate climatic conditions.

Properties of four commercial bamboo species in Indonesia

Commercial bamboo's diameter in Indonesia generally has a relatively similar value, ranging from 5 to 8 cm (Table 1). Referring to DAMAYANTI et al. (2019), the DBH ranges for *Bambusa vulgaris*; *Gigantochloa atroviolacea*, *Gigantochloa apus* were 5-10 cm, 8-9 cm, 7-15 cm, respectively. However, each bamboo species' total length and the number of internodes varied. The shortest total height was *Bambusa vulgaris* var. *Striata*, and the longest, was *Gigantochloa apus*.

The culm characteristics of the bamboo length of internodes also showed different values and ranged from 30 – 50 internodes per culm. The length of internodes for *Bambusa vulgaris*, *Gigantochloa atroviolacea*, and *Gigantochloa apus* were 20-45 cm, 40-50 cm, and 20-60 cm, respectively (DAMAYANTI et al. 2019). According to MULYANA – REORITA (2022b), the pattern of length internodes distribution along the culm of *Bambusa vulgaris* var. *Striata* has formed a bell shape. It means that the length of the internodes increases from the bottom side until the middle and then decreases until the top side.

Table 1: Data summary of four commercial bamboo characteristics

	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Striata</i> *	<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>Vitata</i>	<i>Gigantochloa apus</i>	<i>Gigantochloa atroviolacea</i>
DBH (cm)	5.33 ± 1.54	6.70 ± 0.75	6.98 ± 0.69	5.97 ± 0.88
Total height (m)	7.37 ± 2.63	11.08 ± 1.72	16.43 ± 2.42	11.30 ± 2.18
Number of internodes	30 ± 10	48 ± 7	41 ± 7	39 ± 4

Note: * data were summarized from MULYANA - REORITA (2022a) and MULYANA - REORITA (2022b)

In detail, the physical-mechanical properties and heating value of commercial bamboo can be seen in table 2. However, the physical-mechanical properties of each internode along the culm still need to be examined to understand the physical-mechanical characteristics of bamboo internodes better.

Table 2: Commercial bamboo's properties

Species	Physical-mechanical*				Heating value (MJ/kg)**
	Wood density (g/cm ³)	Moisture content (%)	MOR (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	
<i>Bambusa vulgaris</i>	0.63	12-13	311	85.45	17.3

<i>Dendrocalamus asper</i>	0.68	12-13	367	74.95	18.46
<i>Gigantochloa apus</i>	n.a	12-13	343	69.63	n.a
<i>Gigantochloa atroviolacea</i>	0.40-0.62	12-13	352	93.14	n.a

Note: * is DAMAYANTI et al. (2019), ** is PATTANAYAK et al. (2021), n.a is data not available. MOR is modulus of rupture, MOE is modulus of elasticity

Potential of bamboo for climate change mitigation

Bamboo is a fast-growing species that can potentially be a renewable energy source and climate change mitigation. Bamboo for energy production (charcoal or biofuels) has shown negative GWP reduction ratios because bamboo cultivation needs less fertilizer and pesticide (GAN et al. 2022). Moreover, the biomass of Moso bamboo (*Phyllostachys edulis*) was 15.6 ± 8.3 kg/tree or 81.4 ± 31.3 tones/ha (OUYANG et al. 2022).

According to KONTSCHÁN et al. (2015) finding, the bamboo species that occurred in Hungary were *Phyllostachys iridescens*, *Phyllotachys fexuosa*, and *Phyllostachys aurea*. It can be seen that the *Phyllostachys* genus have the possibility to be an alternative species for carbon stock and biomass energy source, however, adequate water supply is vital for its cultivation under warm temperate climatic conditions.

In Indonesia, bamboo has been utilized in rural areas as energy feedstock for cooking and small-scale industries. According to data from SHARMA et al. (2018), DAMAYANTI et al. (2019), and PATTANAYAK et al. (2021), bamboo is a perspective alternative bioenergy source and has the potential for land restoration in Indonesia. Bamboo also has the potential to store carbon from the atmosphere. In Indonesia, the carbon stock from the bamboo forest was 43.67 Mg/ha (SUJAWRO 2016).

Conclusions

Bamboo is a versatile plant that plays an important role in Indonesia in meeting the demand for biomass. The commercial bamboo species in Indonesia are *ampel* bamboo (*Bambusa vulgaris*), black bamboo (*Gigantochloa atroviolacea*), and *apus* bamboo (*Gigantochloa apus*) which can be found easily in home gardens or forests. Each bamboo species has shown a similar value on DBH but varies for the total length and the number of internodes. In Hungary *Phyllostachys* species are present, for the time being only for experimental research purposes. *Phyllostachys* bamboo is a temperate bamboo genus that has the ability to adapt to sites with less irrigation or drought areas, however results show that water supply during the growing season is essential to achieve an adequate yield.

Acknowledgement

We would like to express our gratitude to the reviewers who have give us valuable and constructive feedback.

Bibliography

- ARSINA I.B.K. (2005): Diversity and utilization of bamboo species in Tigawasa Village, Bali. *Biodiversitas* 6(1): 17-21.
- DAMAYANTI R. – JASNI – SULASTININGSIH I.M. – DJARWANTO – SUPRPTI S. – PARI G. – BASRI E. – KOMARAYATI S. – ABDURAHMAN. (2019): Atlas bambu Indonesia 1 (Indonesian bamboo map 1). IPB Press. (in Indonesia)
- DEPUYDT D.E.C. – BILLINGTON L. – FUENTES C. – SWEYGERS N. – DUPONT C. – APPELS L. – VUURE J.I.A.W. (2019): European bamboo fibres for composites applications, study on

- the seasonal influence. *Industrial Crops and Products* 133: 304-316, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.03.026>
- ERVIANTI D. – WIDJAJA E.A. – SEDAYU A. (2019): Bamboo diversity of Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas* 20(1): 91-109.
- GAN J. – CHEN M. – SEMPLE K. – LIU X. – DAI C. – TU Q. (2022): Life cycle assessment of bamboo products: review and harmonization. *Science of the total environment* 849: 157937.
- GIELIS J. (2001): Future possibilities for bamboo in European agriculture. *Journal European Bamboo Society*, Meise, Belgium, June 23-24, 2001: 24-32.
- HANI A. – FAUZIAH E. – WIDYANINGSIH T.S. – KUSWANTORO D.P. (2018): Potency and agroforestry patterns that support bamboo sustainability in Sukaharja Village, Ciamis District. *Jurnal Wasian* 5(2): 115-125 (in Indonesia)
- HASAN A. – TAO J. – LI G. (2018): Effects of walking in bamboo forest and city environments on brainwave activity in young adults. *Evidence based complementary and alternative medicine* volume 2018: 9653857.
- KONTSCHÁN J. – ÁCS A. – WANG G.W. – NEMÉNYI A. (2015): New Data to the Mite Fauna of Hungarian Bamboo Plantations. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 50(1): 77–83, DOI: 10.1556/038.50.2015.1.7
- LIANG Z. – KOVÁCS G. P. – GYURICZA C. – NEMÉNYI A. (2022): Potential use of bamboo in the phytoremediation in of heavy metals: A review. *Acta Agraria Debreceniensis*, (1), 91–97. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/10311>
- MULYANA B. – REORITA R. (2022a): Mathematical expression of internode characteristics of Yellow Ampel bamboo (*Bambusa vulgaris* var. *Striata*). *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* 15(64) 1: 43-56.
- MULYANA B. – REORITA R. (2022b): Culm characteristics of yellow bamboo (*Bambusa vulgaris* var. *Striata*) from private forest in Sleman Regency, Yogyakarta. *Journal of Sylva Indonesiana* 5(2):103-112.
- NATH A.J. – LAL R. – DAS A.K. (2015): Managing woody bamboo for carbon farming and carbon trading. *Ecology and conservation* 3: 654:663.
- NEMÉNYI A. – PEK Z. – PERCZE A. – GYURICZA CS, - MIKÓ P. – NAGY ZS. – HIGASHIGUCHI R. – HELYES L. (2016): The Effect of Water Availability on Shoot and Culm Properties of A Developing *Phyllostachys iridescens* Grove. *Applied Ecology and Environmental Research* 15(3): 25-38, doi: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_025038
- OUYANG M. – YANG C. – TIAN D. – PAN J. – CHEN G. – SU H. – YAN Z. – JI C. – TANG Z. – FANG J. (2022): A field-based estimation of moso bamboo forest biomass in China. *Forest ecology and management* 505: 119885
- PATTANAYAK S. – LOHA C. – HAUCHHUM L. – SAILO L. (2021): Application of MLP-ANN models for estimating the higher heating value of bamboo biomass. *Biomass conversion and biorefinery* 11: 2499-2508
- POTTERS G. – SCHUTTE F. – VAN GOETHEM D. – DE NOLLIN S. – SAMSON R. – GIELIS J. (2013): Bamboo as a crop in western Europe - A swot analysis. *Acta Horticulturae* 1003: 89-96.
- SHARMA R. – WAHONO J. – BARAL H. (2018) Bamboo as an alternative bioenergy crop and powerful ally for land restoration in Indonesia. *Sustainability* 10: 4367
- SUJARWO W. (2016): Stand biomass and carbon storage of bamboo forest in Penglipuran traditional village, Bali (Indonesia). *Journal of Forestry Resources* 27(4): 913-917.
- WIDJAJA E.A. (2001): Identikit jenis-jenis bambu di Indonesia (*Identification tool kit of bamboo species in Indonesia*). Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI, Indonesia. (in Indonesia).
- WIDJAJA E.A. – KARSONO. (2005): Bamboo diversity in Sumba Island. *Biodiversitas* 6(2): 95-99.
- WU W. – LIU Q. – ZHU Z. (2015): Managing bamboo for carbon sequestration, bamboo stem and bamboo shoot. *Small scale forestry* 14: 233-243.

- XAYALATH S. – HIROTA I. – TOMITA S. (2019): Allometric equation for estimating the above-ground biomass of bamboos in northern Laos. *Journal of forest research* 24(2): 115-119.
- YENY I. – YUNIATI D. – KHOTIMAH H. (2015): Bamboo and Balinese in Bangli: the local wisdom of Balinese in managing bamboo for sustainable bamboo forest and rural economic development. *Proceedings of the 10th World Bamboo Congress, Damyang, South Korea.*
- ZHOU B.Z. – FU M.Y. – XIE J.Z. (2005): Ecological functions of bamboo forest: research and application. *Journal of Forestry Research* 16(2): 143-147.

CSAPADÉKADATOK FELDOLGOZÁSA A 2021-ES ÉVBEN HIDEGVÍZ-VÖLGYI AUTOMATA CSAPADÉKGYŰJTŐK ADATSORAI ALAPJÁN API ÉS AWBI SZÁMÍTÁSHOZ

Precipitation data processing between 2017-2020 from automated tipping bucket rain gauges in the Hidegvíz Valley experimental catchment

NEVEZI CSENGE¹, GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹, KALICZ PÉTER¹, HERCEG ANDRÁS¹, HOLIK
BLANKA¹, ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
nevezi.csenge@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

A Hidegvíz-völgyben található kísérleti vízgyűjtő területén az 1990-es években kezdődött meg a meteorológiai tényezők – elsősorban a csapadék és a hőmérséklet – automata műszerekkel végzett mérése. Az általuk szolgáltatott évtizedes adatsorok rendkívül értékesek, különösen modellezés szempontjából. A kutatás során összesen három különböző típusú automata billenőedényes csapadékmérő adatai kerültek feldolgozásra, kontrollként egy hagyományos Hellmann-típusú csapadékmérő adatai álltak rendelkezésre. Az eredmények alapján a manuális mérések alapján jól lehet kalibrálni az esetlegesen hiányos vagy pontatlan adatsorokat, és az így kapott eredményeket fel lehet használni további elemzésekhez, például intercepció-számításhoz, vagy megelőző csapadékindex (API), illetve megelőző vízmérleg-index (AWBI) számításhoz. A kapott indexeket terepen mért felszíni talajnedvesség-adatokkal vetettük össze, hogy a talajnedvesség esetleges becsléséhez a megfelelő indexet kiválaszthassuk.

Abstract

In the early 1990s, meteorological data collection has started with automated data loggers in the Hidegvíz Valley experimental catchment, including the precipitation and temperature measurements. The measurements have been continuous throughout the years, and the collected and stored datasets are valuable for future modelling. During this research, three various dataset has been processed from different tipping bucket rain gauges and controlled manually by a Hellmann-type ombrometer. The results showed that the processed and corrected datasets can be used for various calculations, e.g. estimating interception, antecedent precipitation index (API), and antecedent water balance index (AWBI). These indices were compared to surface soil moisture data, to determine, which one is more accurate for occurrent soil moisture estimation.

Bevezetés

A Hidegvíz-völgyben található kísérleti vízgyűjtő területén az 1990-es évek óta folynak részletes kutatások, amelynek részeként a központi kutatóház előtt található szabadtéri részen egy meteorológiai mérőállomás is létesítésre került (KUCSARA et.al. 20008). Az állomás részeként automata, illetve manuális műszerek is rendelkezésre állnak, melyek segítségével nyomon követhetőek a völgytalpon zajló hidro-meteorológiai folyamatok. A műszerek által mért legfontosabb tényezők a csapadék, a hőmérséklet, a páratartalom, valamint a napfénytartam. Az eddig gyűjtött adatok megközelítőleg 30 év hidro-meteorológiai folyamatairól szolgáltatnak információkat, ezeknek a feldolgozása viszont koránt sem teljes. A jelenleg bemutatásra kerülő kutatás egyik fő célja, hogy az eddig, Hidegvíz-völgyi mérőállomáson gyűjtött meteorológiai adatokat feldolgozza, kielemezze, valamint megbízhatóság esetén felhasználja későbbi számításokhoz és modellezéshez. Tesztévként a megelőző év, 2021 lett

kiválasztva, amelyen belül a napi csapadékadatok feldolgozása volt a prioritás. A feldolgozott és leellenőrzött adatsorokat felhasználtuk két, felszíni talajnedvességhez kapcsolódó számításhoz, a megelőző csapadékindexhez (antecedent precipitation index; API), illetve a megelőző vízmérleg-indexhez (antecedent water balance index; AWBI). A kapott indexek segítségével arra kerestük a választ, hogy milyen mértékben lehet becsülni a mintaterületen a felszíni talajnedvesség mértékét abban az esetben, ha a direkt mért talajnedvesség-adatok éppen nem állnak rendelkezésre.

Anyag és módszer

A terepi adatgyűjtés a Hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő területén található kutatóház előtt telepített meteorológiai mérőkertben zajlott. A csapadékadatokat három automata, valamint egy manuális mérőeszköz szolgáltatta. Előbbiek típusa mindhárom esetben billenőedényes csapadékmérő, különböző felbontással: a legidősebb műszer, a HHM esetében ez 0,5 mm/billenés, a Dataqua cég 'Young' típusú eszköze esetén 0,1 mm/billenés, a Boreas cég műszere esetén pedig 0,1 mm/billenés. A manuális mérőeszköz egy hagyományos, Hellmann-típusú csapadékmérő volt. Az előbb említett Dataqua és Boreas cég automatái a csapadékmennyiség mellett a hőmérsékletet is mérték, ezek közül az utóbbi adatait használtuk fel a későbbi számítások során. A felszíni talajnedvesség-adatok egy Fieldscout TDR 300 (Time Domain Reflectometry rendszerű) (RADCLIFFE et. al. 2010) szonda segítségével kerültek meghatározásra a közeli égeres állományban.

A billenőedényes csapadékmérők adatai az R program (<https://www.r-project.org/>) segítségével lettek előfeldolgozva és Excelbe exportálva, a Hellmann-csapadékmérő adatai a kézi mérések során vezetett csapadéknapló alapján lettek bejegyezve ugyanebbe a táblázatba. A már fent említett napi hőmérséklet-adatok szintén az R program segítségével lettek Excel-kompatibilisek, a TDR heti adatai a terepi jegyzőkönyvek alapján lettek digitalizálva.

Azért volt szükség mindhárom billenőedényes csapadékmérő automata adataira, mert bár mindegyik folyamatosan mér, műszaki és egyéb hibák miatt szükség lehet az adatok utólagos korrekciójára. A manuális módszer – bár az emberi hiba lehetősége ebben fennáll – a legmegbízhatóbb mind közül a vizsgált mintaterületen, ezért esett a választás az automaták által mért adatok korrekciójára a Hellmann-féle csapadékmérő adatai alapján. A számításokhoz napi csapadékadatokra volt szükség, viszont manuális mérés nincs naponta, csak megközelítőleg 1 hetente a Hidegvíz-völgy völgytalpi meteorológiai mérőhelyén, ezért a korrekció egy egyszerű arányos osztással lett elvégezve. Ennek alapjául a jegyzőkönyvön és az automaták által rögzített csapadékesemények szolgáltak, és mindig az az automata műszer lett a manuális adatokhoz kalibrálva, amely által egy csapadékesemény alatt mért csapadékösszeg a legjobban megközelítette (vagy egyezett) a Hellmann-alapú mérésekkel. A kalibrációt a következő egyenlettel lehet szemléletesen leírni, ami a gyakorlatban egy egyszerű arányos osztás:

$$P_d = \frac{\sum P_M}{\sum P_A} * P_{Ad}$$

ahol P_d [mm] az automata napi korrigált csapadékösszege; $\sum P_M$ [mm] az adott időszak manuálisan mért csapadékösszege; $\sum P_A$ [mm] az adott időszak automata műszer által mért csapadékösszege; P_{Ad} [mm] az adott napon, adott automata által mért csapadékmennyiség. A nyers adatok feldolgozására szolgáló táblázatban a korrigált eredmény színkóddal lett megjelölve az alapján, hogy melyik automata alapján történt a korrekció. További évek adatfeldolgozása esetén ez az információ hasznos lehet abból a szempontból, hogy melyik műszer, milyen időszakban szolgáltatta a legpontosabb adatokat.

A korrigált csapadékadatok felszíni talajnedvességgel kapcsolatos számításhoz lettek felhasználva. Az első a megelőző csapadékindex (antecedent precipitation index; API [mm]) számítása volt, amely a talajnedvesség-mérési adatok hiányában a felszín

víz tartalmának értékét fejezi ki közvetett úton. Kisvízgyűjtőkön (amilyen a Hidegvíz-völgyi is), hazai viszonyok között a 20 napos megelőző csapadékindexet használják, melynek kifejezése (KORIS et. al. 1993):

$$API_{i_{20}} = \sum_{i=1}^{20} p_i * h_i = 1,00 * h_1 + 0,95 * h_2 + \dots + 0,10 * h_{19} + 0,05 * h_{20};$$

ahol h_1, h_2, \dots, h_{20} [mm] az árhullámot kiváltó csapadékot megelőző első, második, ... 20-adik napon hullott csapadék, ezeket szorozzuk lineárisan csökkenő súlyszámokkal (KORIS et. al. 1993).

A második számítás segítségével a napi csapadék, a napi potenciális evapotranspiráció, illetve a talajnedvesség közötti összefüggéseket kerestük. Az alább ismertetett számításokról – a vízmérleg-indexről, valamint a megelőző vízmérleg-indexről - teljesen egyező irodalmat a kutatás során nem sikerült találni, így az egyes tényezők saját megnevezéssel, illetve jelöléssel lettek ellátva. Első lépésként a napi potenciális evapotranspiráció (PET [mm]) értéke került kiszámításra a Hamon módszer segítségével (HAMON et. al. 1963):

$$PET = 29,8 \cdot D \cdot \frac{e}{T + 273,2},$$

ahol D [h] a naphossz, e [kPa] a telítési párányomás, T [°C] pedig a napi átlaghőmérséklet (HAMON et. al. 1963). A PET meghatározása után következtetni lehet, a csapadékadatokkal összevetve, az adott mintaterület vízforgalmára, valamint a vízmérlegről is információt ad. Ennek alapján került számításra a napi vízmérleg index, amelyet WBI_d -ként [mm] jelöltünk (daily water balance index):

$$WBI_d = P_d - PET_d$$

ahol P_d [mm] a napi csapadékösszeg, PET_d [mm] pedig a napi potenciális evapotranspiráció. A napi vízmérleg indexet a megelőző vízmérleg-index (antecedent water balance index; AWBI [mm]) számításához használtuk fel, ami a megelőző csapadékindexhez hasonlóan egy 20 napra számított súlyozott átlag:

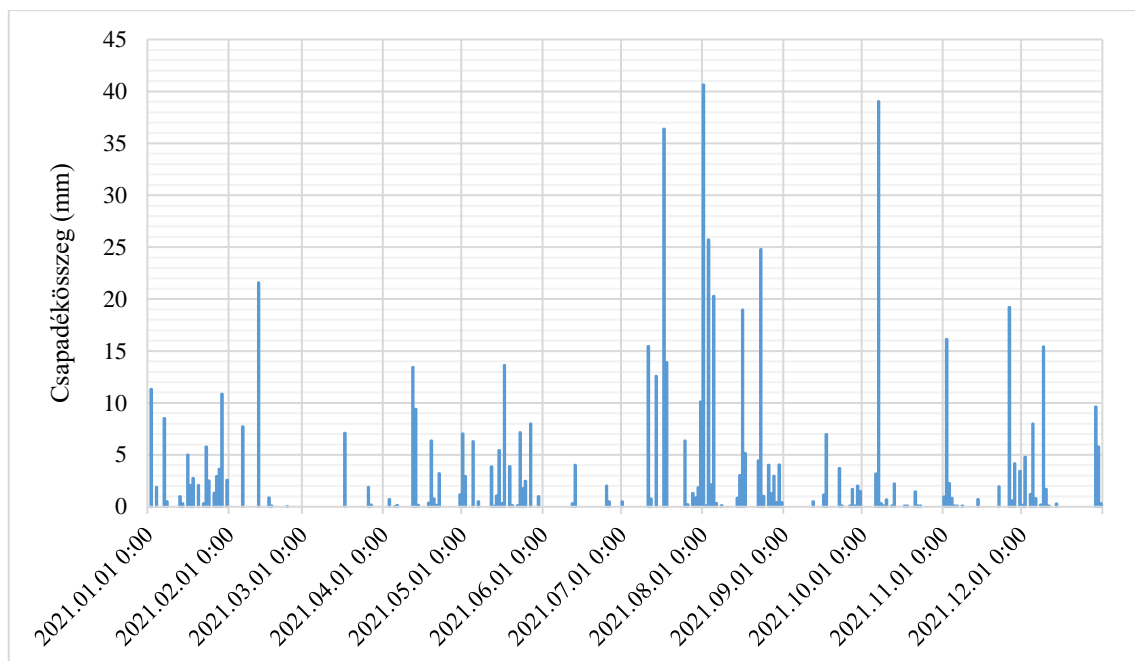
$$AWBI_{i_{20}} = \sum_{i=1}^{20} p_i * WBI_i = 1,00 * WBI_1 + 0,95 * WBI_2 + \dots + \\ + 0,10 * WBI_{19} + 0,05 * WBI_{20}$$

ahol $WBI_1, WBI_2, \dots, WBI_{20}$ [mm] az adott nap vízviszonyait jellemző, azt megelőző első, második, ... 20-adik napon számított vízmérleg-index.

Mind az API, mind az AWBI értékeit összevetettük a terepen, egy közeli égeres ökoszisztémában mért felszíni talajnedvesség-értékekkel azokon a napokon, amikor ilyen mérés történt, majd az eredmények szórásdiagramokon kerültek ábrázolásra.

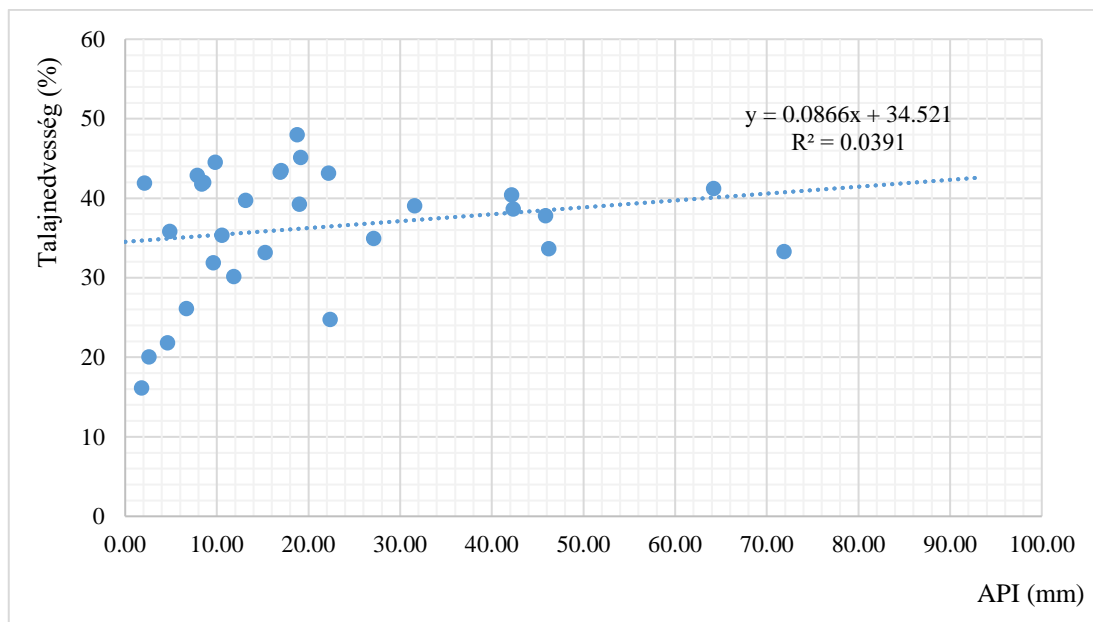
Eredmények

A 2021-es év korrigált napi csapadékadatai az 1. ábrán láthatóak. A korrekció három automata adatai alapján lett elvégezve, a legtöbb használható adatot a Boreas típusú műszer szolgáltatta, viszont a késő nyári, illetve a kora őszi időszakban a Dataqua és a HMM pontosabban mért. Az ábra alapján megállapítható, hogy egész évben összesen négy olyan nap volt, amikor a napi csapadékösszeg meghaladta a 25 millimétert. A legcsapadékosabb hónap augusztus, a legszárazabb a március volt.



1. ábra: Korrigált napi csapadékatatok a 2021-es évben, a Hidegvíz-völgyi mérőállomás adatai alapján.

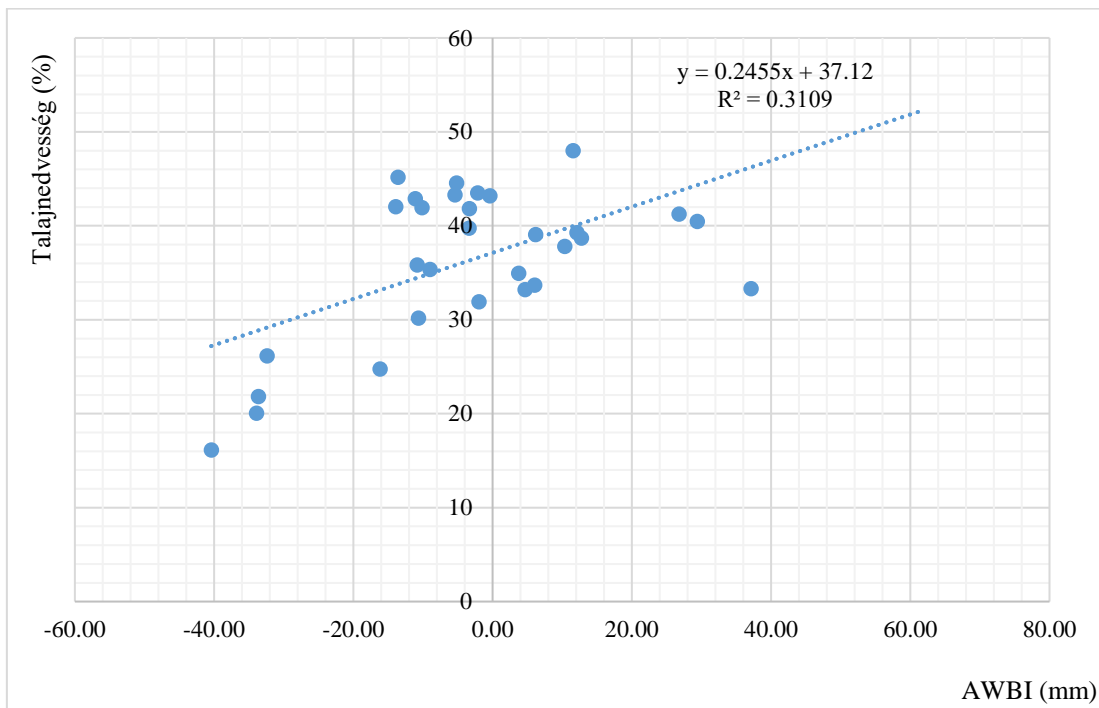
A napi csapadékatatok alapján számolt megelőző csapadékindex (API) és a felszíni talajnedvesség kapcsolata a 2. ábrán látható. Az eredmények alapján az látszik, hogy ezzel a módszerrel, vagyis csupán a csapadékatatok birtokában igen pontatlanul becsülhető az esetleges felszíni talajnedvesség ($R^2=0,0391$).



2. ábra: A felszíni talajnedvesség és a megelőző csapadékindex (API) kapcsolata a 2021-es évben, a Hidegvíz-völgyi mérőállomás adatai alapján

A napi csapadékatatok alapján számolt megelőző vízmérleg-index (AWBI) és a felszíni talajnedvesség kapcsolata a 3. ábrán látható. Az eredmények azt mutatják, hogy ezzel a módszerrel még mindig viszonylag pontatlanul, de nagyságrendileg jobban becsülhető az

esetleges felszíni talajnedvesség ($R^2=0,3109$). Ennek oka a PET számítás során felhasznált hőmérséklet-adatok.



3. ábra: A felszíni talajnedvesség és a megelőző vízmérleg-index (AWBI) kapcsolata a 2021-es évben, a Hidegvíz-völgyi mérőállomás adatai alapján.

Következtetések

A kapott eredményekből megállapítható, hogy az automata csapadékmérők adatait jól lehet korrigálni napi szinten manuális mérések segítségével. A kapott napi csapadékadatok felhasználhatóak terepi adatok hiányában felszíni talajnedvesség becsléséhez a 20 napos megelőző csapadékindex (API) és a 20 napos megelőző vízmérleg-index (AWBI) kiszámítása után. Mindkét index alapján kevéssé megbízhatóan lehet becsülni a felszíni talajnedvességet, bár az AWBI pontossága egy nagyságrenddel nagyobb, mint az API-é. Ennek oka abban keresendő, hogy az AWBI számításához nem csak a napi csapadékadatok, de a napi hőmérséklet-adatok is szükségesek. Az indexek további pontosításokra szorulnak, így a jövőbeli kutatások tervében szerepel API és AWBI számítása a Hidegvíz-völgy különböző felszínborítású területeire, az évszakonkénti pontosság meghatározása, valamint annak az elemzése, hogy az intercepció milyen mértékben befolyásolja egy adott index pontosságát.

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

- HAMON, R.W. (1963): Computation of direct runoff amounts from storm rainfall. Wallingford, Oxon., U.K.: International Association of Scientific Hydrology .63.
SZERK. KORIS K. (1993): Hidrológiai számítások. Linograf Kft., Gödöllő. pp.354

SZERK. KUCSARA M. (2008): A Hidegvíz-völgyi erdészeti hidrológiai kutatóhely. NYME EMK Geomatikai, Erdőfeltárási, és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron. pp. 7-9.

RADCLIFFE, D.E.- SIMUNEK, J. (2010): Soil Physics with HYDRUS: Modeling and Applications. CRC Press, Boca Ration, FL. pp. 43 – 45.

R programnyelv oldala: <https://www.r-project.org/>

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA KARBONLÁBNYOMA

Carbon footprint of the Scientific Conference of Forestry

POLGÁR ANDRÁS¹ – ELEKNÉ FODOR VERONIKA¹ – HEIL BÁLINT² – CZIMBER KORNÉL² –
KOVÁCS GÁBOR² – FACSKÓ FERENC²

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

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Dékáni Hivatal

polgar.andras@uni-sopron.hu

Kivonat

A környezeti lábnyomok a környezeti teljesítmény mérésére és összehasonlítására szolgáló mérőszámok. A karbonlábnyom segítségével megadhatjuk egy rendezvény teljes – direkt és indirekt – üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátását szén-dioxid egyenértékben kifejezve. Vizsgálatunkban célul tűztük ki az Erdészeti Tudományos Konferencia szénlábnyomának kiszámítását, a hibrid, tisztán hagyományos (elvi) és tisztán online (elvi) verziókban. Elvégeztük a CO₂ megtakarítás vizsgálatát és értelmezését, a semlegesítési lehetőségek elemzését, valamint az online verzió SDG (Fenntartható Fejlődési Célok) szempontú hozzájárulásának kimutatását.

Abstract

Environmental footprints are metrics for measuring and comparing environmental performance. The carbon footprint can be used to determine the total - direct and indirect - greenhouse gas (GHG) emissions of an event in terms of carbon dioxide equivalent. In our study, we aimed to calculate the carbon footprint of the Forestry Scientific Conference in the hybrid, purely conventional (conceptual) and purely online (conceptual) versions. We examined and interpreted the CO₂ savings, analysed the neutralization options, and determined of the contribution of the online version to the Sustainable Development Goals (SDGs).

Bevezetés

A lábnyom egy kvantitatív mérőszám, az emberiség természetbe történő beavatkozásnak mértékére szolgáló mutatószám (Hoekstra, 2008), amely megmutatja, hogy különböző környezeti elemeket milyen hatás éri a fenntarthatósági célok megvalósítása során (UNEP/SETAC, 2009). Mára már több kutatás irányul arra, hogy a különböző (ökológiai, energia, víz, karbon) lábnyomokat összehasonlítsák és együttes hatásukat, vagy a köztük levő kapcsolatot értékeljék (Galli et al., 2010; Fang et al., 2013).

A környezeti lábnyomok a környezeti teljesítmény mérésére és összehasonlítására szolgáló mérőszámok. Az egyes környezeti közeget ért terhelések (föld, víz, levegő, vagy éppen élővilág, beleértve magát az embert is) számszerű kimutatásával kitűnő információt szolgáltatnak részvényesek, politikusok, üzleti partnerek, konkurensek vagy civil szervezetek számára, és orientálják a piaci szereplőket. A lábnyomok külön-külön, de együttesen is a fenntarthatóság felé tett lépések jellemzésére is szolgálnak, és jó eszközei a környezeti teljesítmények benchmarkjának (Tóthné Szita, 2018).

A karbonlábnyom megmutatja, hogy mennyi egy személy, szervezet, rendezvény, vagy termék teljes – direkt és indirekt – üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátása szén-dioxid egyenértékben kifejezve. Minél nagyobb valamilyen tevékenység vagy egyén, közösség, társadalom karbonlábnyoma, annál nagyobb a globális felmelegedést okozó hatása (Tóthné Szita, 2018).

Magyarország egy főre jutó éves CO₂ kibocsátásának mértéke 2018-ban 6,55 t CO₂-egyenérték. Összehasonlításképpen a fenntarthatónak számító karbonlábnyom értéknek globálisan 2-2,5 t CO₂-egyenérték/fő/év körül kellene lennie (URL2).

Egyes iparágak és szervezetek már felismerték a karbonsemleges működés szükségességét. Kiszámoltatták és auditálták karbonlábnyomukat, semlegesítették azt a CO₂ mennyiséget is, melyet már nem tudtak csökkenteni ún. ellentételezési egységek (karbonkreditek) megvásárlásával, melyek hazai vagy fejlődő országbeli, jellemzően erdőtelepítési vagy megújuló energiatermelési projektekhez kötődnek. A vállalatok és szervezetek körében komoly rangja van a karbonsemlegességnek, ezzel is kifejezhetik társadalmi felelősségvállalásukat (URL1).

A tudatformálás kiemelt fontosságú, ezért a rendezvények és konferenciák szervezése során a fenntartható megvalósítás egyre inkább előtérbe került. Egy esemény karbonlábnyomának megismerése felhívja a figyelmet a klímaváltozás globális problémájára, szemléletesen bemutatja a résztvevőknek a kibocsátások alakulását, fő összetevőit és a csökkentés lehetőségeit. Az elemzések rámutattak arra, hogy nem feltétlenül a rendezvények áramfogyasztása, hanem a résztvevők közlekedése és ellátása jelentik inkább a kritikus pontokat. A helyzet megismerése hozzájárul egyéni és szervezeti szinten a gyakorlati megoldások alkalmazásának elterjesztéséhez és a környezettudatosság fejlesztéséhez.

Kutatásunkban az Erdészeti Tudományos Konferencia hibrid rendezvényének karbonlábnyomát vizsgáltuk meg a hagyományos rész és online rész hozzájárulása esetén. Célul tűztük ki a konferencia alternatívák szénlábnyomának kiszámítását, a hibrid, tisztán hagyományos (elvi) és tisztán online (elvi) verziókban, a CO₂ megtakarítás vizsgálatát és értelmezését, a semlegesítési lehetőségek elemzését és az online verzió SDG's szempontú hozzájárulásának kimutatását.

Anyag és módszer

Vizsgálataink során az Erdészeti Tudományos Konferencia szénlábnyom számítását végeztük el. Az elemzéshez szükség volt a leíró és a jellemző bemeneti környezeti adatok összegyűjtésére. A kalkuláció kimeneti oldalán eredményként a szénlábnyom értékek [kg CO₂-egyenérték] adódtak, amelyek alapján a környezeti hatások értékelését végeztük el. E megközelítés a problémaorientált (központ) módszer (Tóthné, 2008), mely megáll a mennyiségi modellezésnél a végpont előtt, és a környezeti leltáradatokat (melyek esetünkben környezeti tényezőknek tekinthetők) a környezeti problémákhoz (globális felmelegedés, mint központ (midpoint)) rendeli.

Leíró adatként rögzítettük a rendezvény időpontját (2022. február 10.), és helyszínét (Soproni Egyetem, Sopron, Magyarország). A konferencia egy munkanapon keresztül, összesen 1 plenáris ülésen (GYIK Rendezvényház) és 8 szekcióban (Soproni Egyetem) zajlott. A mintegy 210 jelenléti résztvevő mellett 733 fő online formában csatlakozott. A szervezőkkel együtt összesen 947 fő vett részt a nagyszabású országos konferencián.

Munkánk során a valós (hibrid) és két elvi alternatíva (tisztán hagyományos és tisztán online) esetében gyűjtöttük össze tevékenység- és folyamatszémleletben a környezeti leltáradatokat. Ezzel alakítottuk ki az elemzés rendszerhatárait. Az adatgyűjtéssel érintett fő folyamatok megvalósítási verzióként az alábbiak voltak: mobilitás, szállás, étkeztetés, energia, felhasznált anyagok, szállítás, hulladékok. További kapcsolódó termékrendszerek, háttér folyamatok környezeti adatait külön nem gyűjtöttük össze (pl. a közlekedés során elhasznált üzemanyag előállításának környezeti hatásai bemeneti adatokként nem jelentek meg).

A megvalósult hagyományos (jelenléti) és online rész esetében meghatároztuk a konferencia környezeti hatásainak oldaláról a legjelentősebb környezeti input adatokat, melyek az egyes további alternatívák bázisadataiként szolgáltak.

A jelenléti résztvevők közlekedése esetén a 210 fő összesen 102 db személygépkocsival érkezett (166 fő), 13 fő vett igénybe tömegközlekedési eszközt (vasút), míg 31 fő gyalog jött. A résztvevői kérdőíven alapuló számításaink szerint a résztvevői személygépkocsikkal megtett ösztáv 38310 futott km (tisztán jelenléti alternatíva esetén arányosan: elvi 172758 km lenne), valamint a tömegközlekedéssel megtett összes távolság 5655 km volt (tisztán jelenléti alternatíva esetén arányosan: elvi 25500 km lenne).

A résztvevők számára biztosított étkezés során 260 adag szendvics (3 szendvics/adag), 130 liter ásványvíz (0,5 literes, PET) és 150 csésze kávé került be a számításunkba. Az étkezésekből származó műanyag hulladék (PET) mennyisége összesen 8,25 kg (100%-ban szelektíven gyűjtve, 100% újrahasznosítással). E mennyiségeket létszám arányosan megemeltük az elvi, tisztán jelenléti alternatíva esetében. Az online résztvevők napi normál étkezését sem kapcsoltuk a rendezvényhez, így az étkeztetés hatásai itt nem jelentkeztek. Ezekre egyrészt úgy tekintettünk, mint alapvető hétköznapi szükségletekre, amelyeket nem a konferencián való online részvétel generál, így az elemzés rendszerhatárain kívül esnek, másrészt felmérése korrekt módon – diverzitása miatt – nehezen végezhető el.

A jelenléti rendezvény időpontja miatt a helyiségek (összesen kb. 625 m²) fűtési igénye merült fel. A rendezvény jellege (projektoros vetítés) miatt a helyiségek megvilágítási energiaigénye elhanyagolható volt. Online formában – a fenti elgondolások miatt – ennek számba vétele nem történik meg.

A szekciók jelenléti előadásai 10 db laptop és 9 db projektor működését igényelték, átlagosan 4-4 óra üzemidővel. A szekciók online előadásai 366 db laptop, 367 db PC + monitor (LED) + webkamera, 733 db modem működését igényelték, szekciónként átlagosan 4-4 óra üzemidővel.

A számítások a konferencia szervezésének energiaigényét is figyelembe vettük (pl. több mint 3000 kommunikációs e-mail kiküldése, nettó 10 óra szervezési, számítógép használati üzemidő), kivéve az intézményi hálózati eszközök működését. Elvi, tisztán online konferencia alternatíva esetén a bázisértékek arányos növelését végeztük el.

A konferencia során nyomtatott kiadvány nem készült. Szervezési szempontból megközelítőleg csupán 20 oldal papír (jelenléti ívek) felhasználásával számoltunk. A résztvevők azonosítására polietilén (PE) névjegykártya tartókat nem alkalmaztak.

A résztvevők összesen 67 vendégéjszakát generáltak (elsősorban 2-3 csillagos szállodában, diákhotelben). Online (távolléti) rész esetében minden résztvevő otthoni bejelentkezésével számoltunk, így a közlekedéssel és a vendégéjszakákkal járó környezeti hatások elhagyhatók voltak.

Az online rész során átadásra szánt nyomtatott kiadvány, ajándék nem készült, a konferenciához köthető műanyag hulladék nem keletkezik.

A szénlábnyom kalkulációt a bemeneti adatok figyelembe vételével végeztük el a jelenléti és online részre, valamint a két további alternatívára nézve. A felmért környezeti leltáradatokból származó karbonlábnyom számításához a „myclimate foundation – The Climate Protection Partnership” módszertanát használtuk fel (URL3).

Eredmények

A jelenléti helyszín választása központi elhelyezkedést és jó megközelíthetőséget jelentett, mely ideális környezeti szempontból. A közlekedési módok közötti megoszlás és a megtett kilométerek száma jól mutatja a személygépkocsival való utazás előnyben részesítését. Szerencsére egy személygépkocsiban nagy arányban többen utaztak. Környezetbarát konferencia szervezése érdekében inkább a tömegközlekedés arányának növelését, telekocsi alkalmazását javasolt hangsúlyozni.

A program kialakítása ideálisnak mondható, a rendezvény nem húzódott el feleslegesen, további környezeti hatásokat generálva. A konferencia által érintett napszakok és az

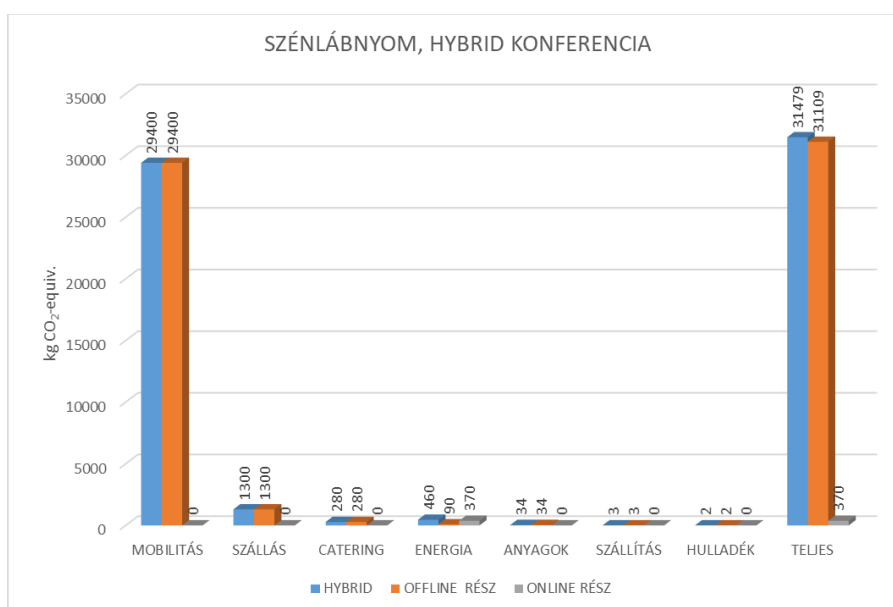
esemény jellege (projektoros vetítés) a helyiségek felesleges megvilágítását is elkerülhetővé tette.

Az étkeztetés során minden hulladék szelektív gyűjtése megoldott volt. A helyi catering szolgáltatásban a pontos regisztráció kiküszöbölte a pazarlást, a felesleges adagok készítését. Fenntartható rendezvények esetén javasolt a szezonális áruk, méltányos kereskedelemről származó termékek alkalmazása, a minősített gazdálkodások bevonása, ennek propagálása. A vegetáriánus ételek nagyobb arányú kínálata szintén kedvező környezeti szempontból.

A konferencia résztvevői utólag tájékoztatást kaptak a rendezvény szénlábnomának alakulásáról és értelmezéséről, mely környezettudatosságuk növelését segítette elő. Az online rendezési rész számos környezeti megtakarítást eredményezett, melynek kiemelt kommunikációját a szervezők elvégezték.

A konferencia szervezése során nyomtatás nem volt jellemző, a kommunikáció elektronikusan zajlott. A nyomtatás során javasolt az újrahasznosított papír alkalmazása, kétoldalas nyomtatással.

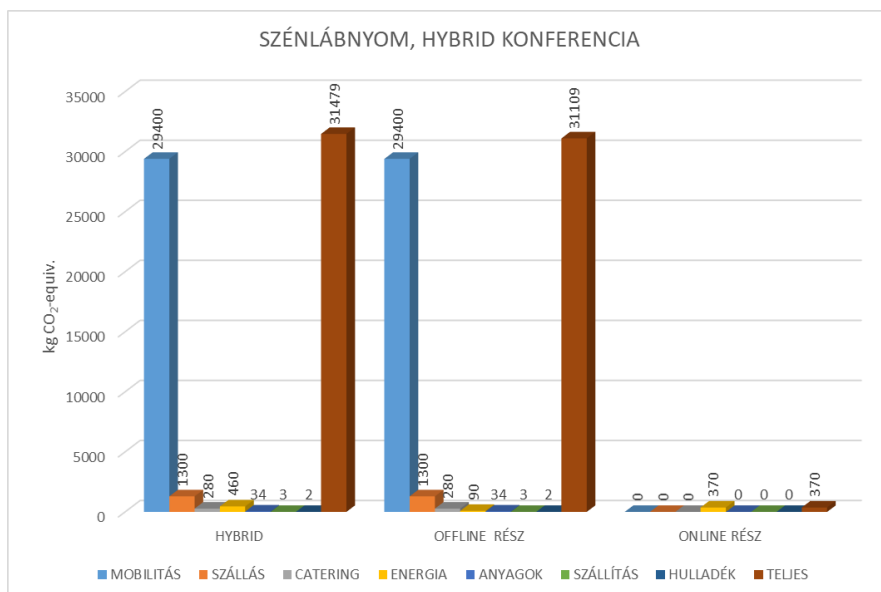
Az alábbiakban a hibrid konferencia, valamint annak hagyományos (jelenléti) és online részei során meghatározott szénlábnom értékeit mutatjuk be.



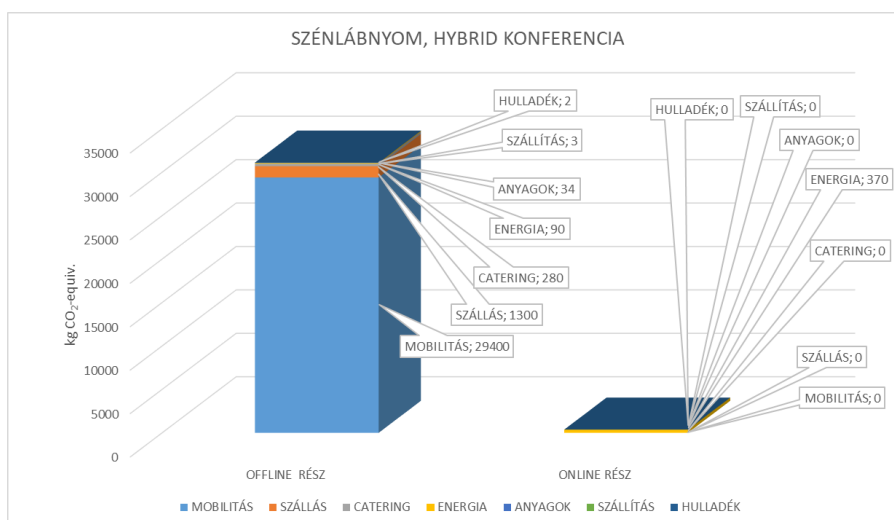
1. ábra: A hibrid konferencia hagyományos (offline) és online részének részletes és teljes szénlábnoma (kg CO₂-egyenérték) (saját szerkesztés)

A jelenlegi (hibrid) formában megrendezett konferencia esetén a teljes szénlábnom nagysága 31479 kg CO₂-egyenérték, amely a jelenléti rész 31109 kg CO₂-egyenértékéből és az online rész 370 kg CO₂-egyenértékéből áll össze. Az értékek jól mutatják, hogy az online rendezvény jelentős környezeti megtakarításokkal jár minden részterületen. A hagyományos módon megtartott konferencia esetén számolni kell a résztvevők mobilitásával, szállás igénybevételével, étkeztetésükkel, a rendezvény energiaigényével, felhasznált anyagokkal és hulladékok keletkezésével. A konferencia online módon történő megvalósulása során esztünkben ismertett okokból csak az energiaigény által generált környezeti hatások jelentkeztek.

Az egyes tevékenységi területeken meghatározott szénlábnom értékek egymáshoz viszonyított arányát mutatják be a következő ábrák.



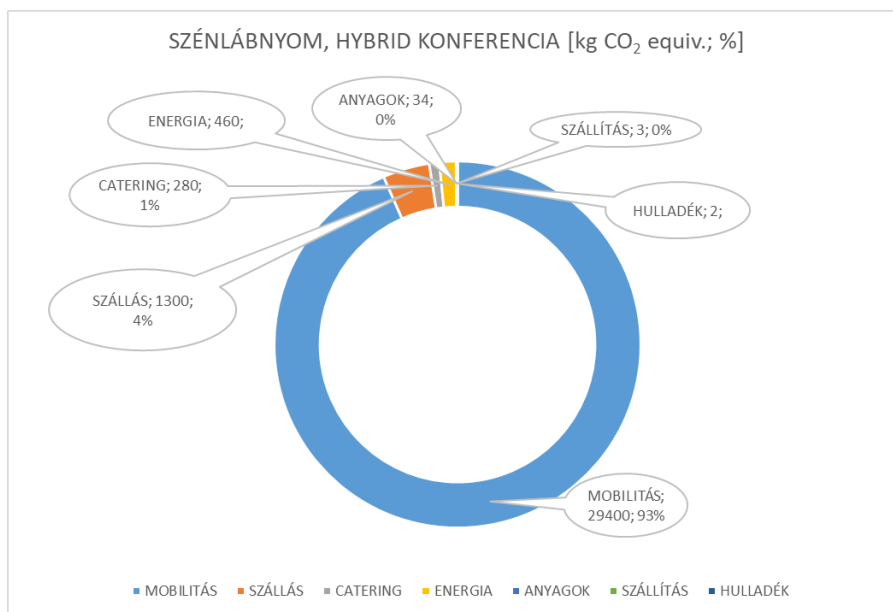
2. ábra: A konferencia hagyományos (offline) és online részeinek fő tevékenységi területenként vett szénlábnyma (kg CO₂-egyenérték) (saját szerkesztés)



3. ábra: A konferencia hagyományos (offline) és online részeinek fő tevékenységi területenként vett szénlábnyma (kg CO₂-egyenérték) (saját szerkesztés)

A konferencia jelenléti formában megtartott része során a teljes szénlábnymhoz való hozzájárulás szempontjából a résztvevők mobilitása (93,4%) a legmeghatározóbb, 29400 kg CO₂-egyenérték. Ezt követi a szállás igénybevételéből adódó részarány (4,1%) ami 1300 kg CO₂-egyenértéket jelent, illetve az étkezés 280 kg CO₂-egyenértékkel (0,88%). Az energiaigény (elektronikai eszközök működtetését, fűtést, szervezés során felmerült energiaigény), a felhasznált anyagok, a szállítás és a szelektíven gyűjtött hulladékok csak elhanyagolható részesedési hányadot jelentettek a 129 kg CO₂ egyenértékükkel, együttes arányuk nem érte el az 1%-ot sem.

A konferencia online része során környezeti hatásként csak az energiaigény (100%) merült fel, 370 kg CO₂ egyenértékkel, a többi tevékenységi területtel itt nem kellett számolni.



4. ábra: A hibrid konferencia fő tevékenységeinek szénlábnym hozzájárulása (kg CO₂-egyenérték, %) (saját szerkesztés)

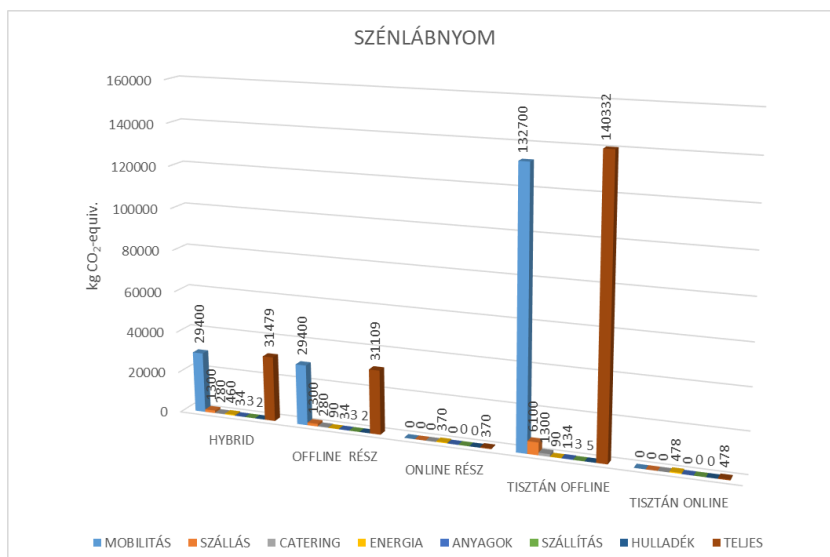
Következtetések

Az egyszerre online és jelenléti formában megtartott konferencia eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy a hibrid konferencia teljes CO₂-egyenértékének 98,8%-a a jelenléti megvalósításból adódott. A teljes szénlábnymhoz való hozzájárulás szempontjából a legmeghatározóbb 29400 kg CO₂-egyenértékkel a résztvevők mobilitása (93%). Ezt követi a szállás igénybevételeből adódó 1300 kg CO₂-egyenérték (4%), majd az energiafelhasználás 460 kg CO₂-egyenértéke (2%). Az energiafelhasználás a résztterületek közül az egyetlen, amelyet az online rész negatívan befolyásol. A résztvevők étkeztetése 280 kg CO₂-egyenértékkel (1%), míg a felhasznált anyagok, a szállítás és a szelektíven gyűjtött hulladékok a hibrid rendezés esetén mindössze 39 kg CO₂-egyenértékkel (<1%) járultak hozzá a hibrid konferencia szénlábnymához.

Bár a konferencián online formában 733 fő vett részt, szemben a 214 jelenléti résztvevővel, az utóbbinak mégis 84-szer nagyobb a CO₂ egyenértéke. Az online konferencia energiafogyasztása több mint 4-szer nagyobb, mint a jelenléti formában megtartott konferenciakészítésé, azonban mégis számottevően kisebb szénlábnymmal rendelkezik, mint a jelenléti konferencia. Utóbbi jelentősen nagyobb környezeti hatása a résztvevői mobilitásból adódik.

A hibrid konferencia esetében fontos megjegyezni, azáltal, hogy lehetőség volt az online részvételre is, hozzájárulhatunk az alábbi Fenntartható Fejlődési Célok (SDG-k) megvalósulásához: No. 3: Egészség és jólét; No. 4: Minőségi oktatás; No. 5: Nemek közötti egyenlőség; No. 6: Tiszta víz és alapvető köztisztaság; No. 8: Tisztességes munka és gazdasági növekedés; No. 10: Egyenlőtlenségek csökkentése; No. 16: Béke, igazság és erős intézmények; No. 17: Partnerség a célok eléréséért (URL4).

A hibrid konferencia szénlábnyma (31479 kg CO₂ egyenérték) 1754 fő, ebből a jelenléti rész szénlábnyma 1734 fő, az online rész szénlábnyma 21 fő magyar lakos átlagos napi CO₂ kibocsátásával egyenértékű (bázisév: 2018). Összességében a szénlábnym alakulásáról elmondható, hogy a hibrid megrendezésű konferencia jelentős környezeti megtakarításokat eredményezett az elvi, tisztán jelenléti rendezésű változathoz képest (elvi szénlábnyma: 140332 kg CO₂ egyenérték), melynek 4,46-szor nagyobb CO₂ egyenértékben kifejezett üvegház gáz kibocsátása lett volna.



5. ábra: A konferencia rendezési alternatívák tevékenységei szénlábnymának alakulása (kg CO₂-egyenérték) (saját szerkesztés)

Egy másik megközelítésben, egy szintén elvi, tisztán online megrendezésű esetben (teoretikus karbonlábnyma: 478 kg CO₂ egyenérték) vett – hibrid rendezvényhez képest jelentkező – további megtakarítás (31001 kg CO₂ egyenérték) hazai viszonylatban 1728 fő napi átlagos energiafogyasztásával lett volna egyenértékű. Globálisan fenntartható, egy főre jutó napi szénlábnym értéken ebből a megtakarításból átlagosan 4526 fő energiafogyasztását lehetne fedezni. Ha az elvi, tisztán online konferencia kizárólag megújuló energiaforrásokból valósult volna meg, ez további hazai 24 fő és globálisan fenntartható módon további 63 fő energiafogyasztását fedezhetné (Daniel et al. 2018). Az elvi, tisztán online rendezési változathoz képest, a megvalósult hibrid rendezésnek 65,86-szor nagyobb CO₂ egyenértékben kifejezett üvegház gáz kibocsátása adódott.

A kapott eredmények ismeretében megvizsgáltuk a tényleges szénlábnym semlegesítés („carbon offset” elemzése) lehetőségeit is. A valós és elvi konferencia rendezési alternatívák szénlábnymának biomassza általi semlegesítésére különböző lehetőségeket és időtávokat tártunk fel, amennyiben a teljes kitermelt faanyag (100%) tartós szénmegkötése biztosított (URL5, URL6, URL7). A hibrid rendezés esetében 457 db faegyedből (kb. 1,83 ha erdőterület); az elvi, tisztán jelenléti alternatíva esetében 2035 db faegyedből (kb. 8,14 ha erdőterület); az elvi, tisztán online alternatíva esetében 7 db faegyedből (kb. 0,03 ha erdőterület) álló 50 éves korú erdőállomány 1 éves nevelésére és fenntartására („adoptálására”) lenne szükség a CO₂-kibocsátás kompenzálására.

Kb. 20 év időtartamra tervezve, az emittált CO₂ megkötésére: a hibrid konferenciához tartozóan 63 db kocsányos tölgy faegyedre (kb. 0,25 ha erdőterület); elvi, tisztán jelenléti esemény verzióhoz tartozóan 281 db kocsányos tölgy faegyedre (kb. 1,12 ha erdőterület); elvi, tisztán online esemény verzióhoz tartozóan 1 db kocsányos tölgy faegyed telepítésére lenne szükség,

Tevékenységeink és rendezvényeink során már nemcsak a jövőben, hanem a jelenben is nagy figyelemmel kell lennünk a fenntarthatóságra, a karbonlábnymunk csökkentésére és lehetőleg a szénszemlegeség elérésére. Ez az életciklus szemléletben való gondolkodást kívánja meg, amely mind a külső (összehasonlító), mind a belső (hatékonyságnövelő) előnyök elérése érdekében is prioritás.

Irodalomjegyzék

- FANG K. – SONG S. – HEIJUNGS R. – GROOT S. – DONG L. – SONG J. (2016): The footprint's fingerprint: on the classification of the footprint family Current Opinion in Environmental Sustainability 23: 54-62.
- GALLI A. – WEINZETTEL GRANSTON G. – ERCIN E. (2010): A footprint Family extended MRIO model to support Europe's transition to a One Planet Economy, Science Total Environment 813-818. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.071
- HOEKSTRA ARJEN Y. (2008): The water footprint of food - Water Footprint Network, Twente Water Centre, University of Twente.
- TÓTHNÉ SZITA K. (2018): Amit a környezeti lábnyomokat üzennek. ECO-MATRIX: Az LCA Center Egyesület online folyóirata. 24-36.
- URL1: Climenews. A karbonsemlegesség az új hívószó annak, aki zölden gondolkodik. <https://climenews.com/a-karbonsemlegesseg-az-uj-hivoszo-annak-aki-zolden-gondolkodik>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL2: European Environment Agency. Country profiles - greenhouse gases and energy 2020. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe/climate-and-energy-country-profiles/country-profiles-greenhouse-gases-and-1>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL3: MyClimate Foundation – The Climate Protection Partnership, Svájc <https://www.myclimate.org/>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL4: MeetGreen - UnCarbon Calculator <https://meetgreen.com/sustainability-consulting/uncarbon-calculator/>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL5: RADÓ D: A fák környezeti haszna. <https://www.levego.hu/sites/default/files/kiadvany/fak.htm>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL6: Szén-dioxid kompenzáció, <https://www.bekatutaj.net/info/co2-kompenzacio-carbon-offset>. (Megtekintés: 2021.03.28)
- URL7: Ilyen is van?! Egy magyar turista tengerentúli utazásának karbon-lábnyomát kompenzálja faültetéssel. <http://kislabnyom.hu/ilyen-van-egy-magyar-turista-tengerentuli-utazasanak-karbon-labnyomat-kompenzalja-faultetessel>. (Megtekintés: 2021.03.28)

"TRADE-OFF" JELENSÉG VIZSGÁLATA FEHÉR AKÁC KLÓNOK ILLETVE FAJTAJELÖLTEK ESETÉBEN

Investigation of the "trade-off" phenomenon in the case of black locust clones and cultivar candidates

PORCSIN ALEXANDRA¹, KESERŐ ZSOLT², SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS KATALIN¹

¹ Soproni Egyetem, Erdő és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet

² Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet

Porcsin.Alexandra@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

Hazánkban évtizedek óta folynak fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) nemesítési kísérletek és vizsgálatok, mind a fafaj növekedése, törzsalakja, mind pedig a nektártermés és a virágzás tekintetében. Elterjedt nézet, miszerint azok az egyedek, amelyek több virágot hoznak, faanyagtermelési tulajdonságaikat tekintve elmaradnak a többi, kevesebb virágot hozókéthozól, amelynek háttérében az úgynevezett „trade-off” jelenség állhat. Ez a megfigyelés igaz lehet közönséges akác tekintetében, nemesített szaporítóanyag esetében viszont még vizsgálatra szorul. A probléma feloldására kiválóak lehetnek a kettős hasznosítású klónok, amelyek mind nektár-, mind faanyagtermelésben felülmúlják a közönséges akácot.

Abstract

In Hungary, black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) breeding programs and tests have been ongoing for decades, both in terms of growth and stem shape of the tree species, as well as nectar production and in terms of flowering. It is a widespread view that those individuals that produce more flowers lag behind those that produce less flowers in terms of their wood production properties, which may be the result of the so-called "trade-off" phenomenon. This observation may be true in the case of common black locust, but in the case of cultivated propagating material, it still needs to be investigated. To solve this problem, dual-purpose clones can be excellent, which surpass ordinary black locust in both nectar and wood production.

Bevezetés

A fehér akác kiemelkedő jelentőségű hazánkban mind a fahasználatok, mind pedig az erdei mellékhaszonvételek szempontjából.

Jelenleg a legnagyobb területtel (közel 460 ezer hektár) és élőfakészlettel rendelkezik, rendkívül tartós kemény faanyaga miatt széles körben felhasználható épületasztalos iparban, kül- és beltéri bútorok, berendezések alapanyagaként, parkettagyártásban, föld- és vízépítésben, oszlop- és karóféléknek stb. Magas égéshője miatt kedvelt tűzifa.

Az akác faanyagának hasznosítása mellett jelentős az ún. „nem fa alapanyagú terméke” (Non Wood Forest Product) a méz, és egyéb méhészeti termékek. A hazai akácméz nagy arányban tartalmaz gyümölcscukrot, ami miatt lassabban kristályosodik és rendszeres fogyasztásakor jelentős vitamin (B1, B2, B6, C), ásványianyag (kalcium, magnézium, vas, cink) forrást jelent (FRANK, 2006). Az országos éves mézmennyiség akár 50%-át is képes lenne biztosítani az Országos Magyar Méhészeti Egyesület (továbbiakban: OMME) felmérései alapján (OMME, 2020).

A fehér akác területi növekedése nem jelenti sajnos az akácméz mennyiségének konzekvens növekedését. Eredeti elterjedési területétől (Észak-Amerika) hazánkban 5-10°-kal északabbra helyezkedik el (BARTHA et al. 2008), ezért fagyérzékeny, ezen tulajdonsága következtében pedig az egyre hektikusabb időjárás miatt az akácméz mennyiség akár

az előző időszakhoz képest harmadára, negyedére is visszaeshet. A fehér akác a virágok elfagyása után ugyan képes másodvirágzásra, de az már nem, vagy csak kevés nektárt hoz (LÁSZKA, 2019), de ezt az utóbbi évek megfigyelései kezdik felülírni. Az időjárási viszonyok romlása viszont nemcsak a fehér akác nektártermelésére, hanem a méhek gyűjtőmunkájára is hatással van. 2019-20-21-ben az éves akácméz mennyiség a teljes éves méztermelésnek nagyjából csak 30%-át volt képes adni (OMME, 2022).

A klímaváltozás hatása sajnos nem csak a nektár- és így a mézhozamot befolyásolhatja, hanem hatással van erdőállományaink egészségi állapotára és így a faanyag minőségére is, amely az akác esetében is fennálló veszély.

Az Erdészeti Tudományos Intézetben évtizedek óta folynak akácnemesítési kísérletek és vizsgálatok, mind a fafaj növekedése, törzsalakja, mind pedig a nektártermés és a virágzás tekintetében. Elterjedt nézet, miszerint azok az egyedek, amelyek több virágot hoznak, faanyagtermelési tulajdonságaikat tekintve elmaradnak a többi, kevesebb virágot hozókéthozól, amelynek háttérében az úgynevezett csereviszony („trade-off”) jelenség állhat. Ez a jelenség úgy értelmezhető, hogy az élőlények különböző életmenetei párban állnak és az egyiket csak a másik rovására tudják fejleszteni, így könnyen elképzelhető, hogy a méhészetileg hasznos egyedek a fényért való küzdelemben kissé alulmaradva inkább a nagyobb számú utód létrehozásába fektetnek energiát a tömeges, hosszan tartó virágzással. Ez a megfigyelés igaz lehet közönséges akác tekintetében, nemesített szaporítóanyag esetében viszont még vizsgálatra szorul. Ezen probléma áthidalására ún. „korreláció-bontókat” kell szelektálni, amelyek olyan különleges génkombinációval rendelkeznek, ahol mindkét előnyös tulajdonság megmaradt (DINI-PAPANASTASI, 2004).

Anyag és módszer

A Gödöllői Arborétum külső területén kijelölt 2 erdőrészletben zajlottak a mérések, vizsgálva a méhészeti és a faanyagtermelési célú fajtákat, fajtajelölteket és klónokat. A területeken található kommersz fehér akác virágzási és fatermési adatainak meghatározása pedig viszonyítási alapként szolgált. Az erdőrészletbe ültetett gledícsia (*Gleditsia triacanthos* L.) korábbi mérési eredmények alapján statisztikailag nem befolyásolta sem a virágzás időtartamát, sem mértékét (PORCSIN et al. 2021).

Az Isaszeg 8/C erdőrészletben gyökérdugványról nevelt fajták, illetve korábban fajtaelismerést kapott, az alól mára kivont nemesített akácklónok (R. p. 'Császártöltési', R. p. 'Kiskunsági', R. p. 'Váti-46', R. p. 'Nyírségi'), illetve mikroszaporítással előállított klónok, illetve fajtajelöltek is találhatóak (R. p. 'Borzási-féle fa', R. p. 'Oszlopos', R. p. 'Homoki', R. p. 'Szálás', R.p. 'Vacsi', R. p. 'PV 201 E 2/3'). Kontrollként közönséges fehér akácot is ültettek. Közönséges fehér akácból, illetve klónonként és fajtánként 3-3 törzsfá került kijelölésre, összesen 33 darab. Az ültetési hálózat 2,5x1,0 m, a parcellák 5x10 darab egyedet tartalmaznak.

Az Isaszeg 8/E erdőrészletben mikroszaporítással előállított klónokból, illetve fajtajelöltekből (R. p. 'Oszlopos', R. p. 'Homoki', R. p. 'Rózsaszín-A', R. p. 'Rózsaszín-B', R. p. 'PV 201 E 2/3', R. p. 'Vacsi', R. p. 'Borzási-féle fa', R. p. 'Szálás') is 3-3 darab törzsfát jelöltünk, összesen 24 darabot. Az ültetési hálózat megegyezik az Isaszeg 8/C erdőrészletével. Az R. p. 'Rózsaszín-A' jelű klón parcellája 4x9 darab egyedet tartalmazott, míg az összes többi 5x9 darabot.

A törzsfák virágzási stádiumának és virágzási mértékének megfigyelése során kapott adatok segítenek következtetni a nektárgyűjtési lehetőségekre, tehát a várható mézhozam potenciálra. A mérések Csiha Imre által kidolgozott szisztéma alapján zajlottak, két naponta, faegyedenként azonos megfigyelési szögekből. A virágzási stádiumok elkülönítése a bimbokezdemények, majd a virágok színe, fejlettsége alapján tehető meg, a virágzás mértéke pedig a látható virágok mennyisége szerint. A Csiha-féle osztályozások a megfigyelések

alján finomíthatóak, a stádium csökkenthető 5, a virágzási mérték pedig növelhető 5 fokozatúvá.

Virágzási stádiumok:

- Első stádium: A koronában zömében csak zöld bimbókezdemények érzékelhetők.
 Második stádium: A koronában észlelhető zöld bimbókezdemények végei kifehéredtek.
 Harmadik stádium: A koronában a virágok zöme fehér, kifejlett bimbó, nyitott-bimbó állapotban van.
 Negyedik stádium: A koronában a virágok kinyíltak, a teljes virágzat fehér.
 Ötödik stádium: A koronában megjelennek az elfonnyadt virágok, fehér és barna színek vegyesen észlelhetők, megkezdődik a szirmok hullása. A gyepszinten elszórtan megjelennek a lehullott virágok.
 Hatodik stádium: A virágok zöme elvirágzott, a virágokon a barna szín dominál. A virág folyamatosan hullik, a gyepszinten a lehullott, fonnyadt szirmok egyenletesen találhatók.

Virágzás mértéke (korona felületéhez viszonyítva):

- I: Nincs virág (a törzsfa koronájában nem látható virágzat).
 II: Kevés virág van (a törzsfa koronájának 1/3-án található virágzat).
 III: Közepes mennyiségű virág van (a törzsfa koronájának 2/3-án található virágzat).
 IV: Nagy mennyiségű virág van (a törzsfa koronájának egészen található virágzat).

Eredmények

Virágzás tekintetében két adat volt mértékadó: az átlagos virágzási időtartam (továbbiakban: ÁVI), illetve az intenzív virágzási időtartam (továbbiakban: IVI). Az IVI azt az időszakot fedi le, amelyben a virágzatok a 3-as vagy 4-es stádiumban vannak, a virágzás mértéke pedig a IV-es kategóriába esik, ugyanis ebben az időszakban tudják a méhek a legtöbb nektárt kinyerni a virágokból.

A faanyagtermelést vizsgálva a közönséges fehér akác egyedek átlagát tekintettük 100%-nak. Mivel az Isaszeg 8/E területen nincs közönséges fehér akác, ezért a fatermési osztály figyelembe vételével számoltuk ki a magasságot és átmérőt 16 éves korra, ebből pedig a Fatömegszámítási táblázatok segítségével számoltunk fatérfogatot (1. táblázat).

Egy kettős-hasznosítású fajta (R. p. '*Kiskunsági*') már rendelkezésre állt a területen, illetve olyan, korábban fajtaelismerést kapott klónok is találhatóak itt, mint a R. p. '*Váti-46*', R. p. '*Nyírségi*' és R. p. '*Császártöltési*', amelyek fatérfogatban és virágzás tekintetében is legalább két nappal meghaladták a kontroll közönséges fehér akác eredményeit (kivételt képez a R. p. '*Császártöltési*', amelyet HALMÁGYI-KERESZTESI (1991): Méhlegelő című munkájában még méztermelésre jó fajtának minősítettek) (2. táblázat).

1. táblázat: Kontroll közönséges fehér akác adatai:

Kontroll közönséges fehér akác adatai						
Erdőrészlet	Kor (év)	Átlagmagasság (m)	Átlag mellmagassági átmérő (cm)	Fatérfogat (m ³)	IVI (nap)	ÁVI (nap)
Isaszeg 8/C	19	17,8	12,8	0,13	6	17
Isaszeg 8/E	16	14,8	13,0	0,11	6	17

2. táblázat: A jelenlegi kettős hasznosítású fajta és a korábban elismert fajták adatai:

Erdőrészlet	Kor (év)	Fajta megnevezése	Átlagmagasság (m)	Átlag mellmagassági átmérő (cm)	Fatérfogat (m ³)	IVI (nap)	ÁVI (nap)
Isaszeg 8/C	19	R. p. 'Kiskunsági'	17,8	13,9	0,15	8	25
		R. p. 'Váti-46'	18,7	15,5	0,2	8	25
		R. p. 'Császártöltési'	17,2	13,3	0,12	6	17

Míg az Isaszeg 8/C és Isaszeg 8/E azonos klónjai között elvégzett erdőrézlet szintű matematikai-statisztikai elemzés (ANOVA) szignifikáns különbséget nem mutatott, addig a klón szintű összehasonlítás igen. Az R. p. 'Oszlopos' klón magassági növekedését ($p=0,000669$) és intenzív virágzási időtartamát illetően ($p=0,000268$), a R. p. 'Vacsi' klón intenzív virágzási időtartamai között ($p=0,000948$), a R. p. 'Homoki' ($p=0,0453$) és a R. p. 'Borzási-féle fa' ($p=0,028856$) klónok magassági növekedése között szignifikáns különbségeket találtunk. A magassági növekedésre az ültetési hálózat és a termőhely mozaikossága is választ adhat, az eltérő kor mellett. Az R. p. 'Oszlopos' klón virágzása olyan mértékben eltérő eredményt hozott, hogy klónazonosítás elvégzése vált szükségessé. Érdekes módon ennél az egy klónnál a magasság és az intenzív virágzási időszak szorosan korrelált ($r=0,973$).

A vizsgálatok alapján az alábbi klónok esetében feltételezhető, hogy alkalmasak a kettős hasznosításra (3. táblázat).

3. táblázat: Lehetséges kettős-hasznosítású fehér akác klónok, illetve fajtajelöltek:

Klón megnevezése	Kor (év)	Fatérfogat (m ³)	Virágzási jellemzők	Fatermesztési szempontú összehasonlítás	Virágzási szempontú összehasonlítás
R.p. 'Oszlopos'	19	0,15	IVI: 11 nap ÁVI: 20 nap	116,3%	IVI: + 5 nap ÁVI: + 3 nap
	16	0,18	IVI: 0 nap ÁVI: 7 nap	163,9%	-
R.p. 'Szálás'	16	0,18	IVI: 8 nap ÁVI: 19 nap	163,9%	IVI: + 2 nap ÁVI: + 2 nap
R.p. 'Homoki'	19	0,25	IVI: 7 nap ÁVI: 18 nap	192,3%	IVI: + 1 nap ÁVI: + 1 nap
	16	0,24	IVI: 9 nap ÁVI: 20 nap	218,3%	IVI: + 3 nap ÁVI: + 3 nap
R.p. 'Borzási-féle fa'	19	0,15	IVI: 12 nap ÁVI: 24 nap	116,3%	IVI: + 5-6 nap ÁVI: + 7 nap

3. táblázat folytatása: Lehetséges kettős-hasznosítású fehér akác klónok, illetve fajtajelöltek:

Klón megnevezése	Kor (év)	Fatérfogat (m ³)	Virágzási jellemzők	Fatermesztési szempontú összehasonlítás	Virágzási szempontú összehasonlítás
R.p. 'Borzási-féle fa'	16	0,19	IVI: 11 nap ÁVI: 24 nap	172,7%	IVI: + 5 nap ÁVI: + 7 nap
R. p. 'PV 201 E 2/3'	19	0,19	IVI: 13 nap ÁVI: 24 nap	147,1%	IVI: +7-9 nap ÁVI: + 6-7 nap
	16	0,15	IVI: 15 nap ÁVI: 23 nap	136,9%	IVI: + 9 nap ÁVI: + 6 nap

Következtetések

Mindenképpen szem előtt kell tartani annak a tényét, hogy ezek csupán kezdeti vizsgálati eredmények, így ezekből messzemenő következtetést nem szabad levonni. Az erdő egy komplex ökológiai rendszer, amelynek elemeit, illetve azok hatásait csak egymással való összefüggésükben szabad vizsgálni.

A nemesítési célkitűzések között nemcsak a magassági és mellmagassági átmérő növekedése, hanem a faanyag minőségének javítása is célkitűzésként szerepelt. Bár a famagasságban meghatározó szereppel bír a termőhely, az ültetési hálózat és a genetika is, az átmérő növekedésében a növtér a döntő tényező. Tekintve, hogy a korona mérete alapvetően anyagban játszott szerepet, hogy a fatermesztési célú klónoknál minél fentebb kezdődjön el, előfordulhatott, hogy a nemesítés során néhány klón koronája már annyira kis felületűvé és keskenyvé vált, hogy már nemcsak a virágzási képesség, hanem más életfunkciók csökkenésében is megnyilvánul ennek hatása. Feltételezhető, hogy van egy ideális korona-törzshossz arány, ahol még a fatermesztési érdekek nem sérülnek lényegesen, de a fa ökológiai igényei is megfelelő szinten kielégíthetők. Bár a virágzást a teljes korona méretéhez viszonyítva mértük fel, annak elmaradása jelezheti ennek az aránynak a túlzott eltolódását is. Ezt az állítást az R. p. 'Oszlopos' fajtajelölt esetében a klónazonosítás alátámaszthatja.

Olyan vizsgálatról, mely a klónok, fajtajelöltek, vagy fajták generatíván, illetve vegetatíván szaporított utódnemzedékének fatermesztési tulajdonságait hasonlította volna össze, nincs tudomásunk (annak fényében, hogy a fajták kizárólag vegetatív úton vannak szaporítva, ez érthető), ellenben emiatt semmi sem támasztja alá, vagy veti el a feltételezett csereviszony létezését, így ez további vizsgálatokra szorul.

Az eredményesen szereplő klónok már fajtajelölti minősítést kaptak (kivételesen az R. p. 'PV 201 E 2/3' és R. p. 'Borzási-féle fa'). A bemutatott vizsgálati eredmények a majdani fajtává minősítést véleményünk szerint elősegíthetik, megerősíthetik.

Jelenleg a 2009. évi XXXVII. törvény „Az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról” IV. fejezet 45. § (2) bekezdése alapján „Erdőtelepítéshez csak igazolt minőségű és származású szaporítóanyagot szabad felhasználni”. Igazolt minőségű és származású szaporítóanyaga az államilag elismert fajtáknak van (NETES JOGTÁR, 2021). Ennek ellenére a

jövőben érdemes lenne feltárni a rendelkezésre álló szaporítóanyag potenciált mind fajták, mind klónok tekintetében.

Irodalomjegyzék

- 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.
- DINI-PAPANASTASI O. (2004): Contribution to the selection of productive progenies of *Robinia pseudoacacia* var. *monophylla* CARR. from young plantations in northern Greece
- FRANK R. (2006): A csodálatos méz. Cser Kiadó, Budapest. 26–33.
- HALMÁGYI L. – KERESZTESI B. (1991): A méhlegelő, Akadémiai Kiadó, ISBN: 9630560178
- LÁSZKA I. A. (2019): Hazai méhlegelők - Tavaszi-nyár eleji fás hordásnövényünk, Magyar Mezőgazdaság Forrás: <https://magyarmezogazdasag.hu/2019/10/13/hazai-mehlegelok-tavaszi-nyar-eleji-fas-hordasnovenyunk> - hivatkozva: 2021.11.27.
- NET JOGTÁR (2021): 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0900037.tv> (Hivatkozva: 2022. 11. 04.)
- ORSZÁGOS MAGYAR MÉHÉSZETI EGYESÜLET pers.com. (2020)
- ORSZÁGOS MAGYAR MÉHÉSZETI EGYESÜLET pers.com. (2022)
- PORCSIN A. – KESERŰ Zs. – SASS I. – SZAKÁLOS NÉ DR. MÁTYÁS K. (2021): A gledícsia hatása az ERTI által szelektált fehér akác klónok virágzására, Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap 76-88.

AZ ÖRVÖS GALAMB (*Columba palumbus* L.) TÁPLÁLKOZÁSBIOLOGIAI VIZSGÁLATAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Comparison of nutritional biology studies of wood pigeon

SÁRKÖZY ÁRON¹, JÁNOSKA FERENC², SÁNDOR GYULA², BENDE ATTILA²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Doktori Iskola

²Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet
sarkozy.aron@phd.uni-sopron.hu

Kivonat

Az övös galamb térnyerésével és urbanizációjával e faj ökológiai, valamint ökonómiai jelentősége egyre növekszik Magyarországon. E folyamattal járó esetleges negatív hatások hatékony kezelése érdekében az örvös galamb hazai állományának a korábbiaknál pontosabb megismerése szükséges, ezek közül a táplálkozásbiológiai vonatkozások kiemelt szereppel bírnak. A faj hazai táplálkozásbiológiai vizsgálataiból nyert ismereteink hiányosak, ezek ugyanis alacsony mintaszámmal (n=18), több, mint 20 évvel ezelőtt elvégzett kutatásokból származnak. Frissebb és nagyobb mintaszámú kutatások csak külföldről ismertek e témában. A fenti vizsgálatokhoz használt kutatási módszerek és azok eredményei jó alapot szolgálhatnak a hazai – általunk is elkezdett és jelenleg is folytatott – örvösgalamb táplálkozás biológiai vizsgálatok módszertanának pontos kidolgozásához, valamint a vizsgálatok elvégzéséhez. Munkánkban összegyűjtöttük és elemeztük az örvösgalambok elterjedési területén idáig készített legfontosabb táplálkozásbiológiai témájú vizsgálatokat.

Abstract

With the expansion and urbanisation of the wood pigeon, the ecological and economical importance of this species is increasing in Hungary. In order to effectively manage the potential negative impacts of this process, it is necessary to gain a better understanding of the wood pigeon population, and the nutritional aspects of this population are of particular importance. Our knowledge of the nutritional biology of this species is incomplete, as it is based on a small sample size (n=18) from studies carried out more than 20 years ago. More recent studies with larger sample sizes are only known from abroad. The research methods used for the above studies and their results may provide a good basis for the development of a precise methodology for the biological studies of wood pigeon nutrition in our country, which we have started and are currently conducting. In our work, we have collected and analysed the most important studies on nutritional biology carried out so far in the range of the wood pigeon.

Bevezetés

Az örvös galamb hazai állománya dinamikusan növekszik. A vadászatában rejlő lehetőségek kihasználatlanok, az állomány alulhasznosított (FARAGÓ et al. 2019). Az új európai agrárpolitika és annak irányelvei jelentős változásokat hoztak a gazdálkodási gyakorlatban, amelyek befolyásolhatják a vadon élő madárállomány táplálékellátását (NEGRIER et al. 2020). A növekvő populáció mezőgazdasági károkozása egyre nagyobb jelentőséggel bír. A mezőgazdálkodók és vadgazdálkodók közti feszültség az örvös galambok által okozott károk miatt pedig várhatóan tovább növekszik. E problémára RÉKASI – HORVÁTH (1982) negyven évvel korábbi publikációjában már rávilágít, de a károkozással érintett mezőgazdasági kultúrákkal kapcsolatos kárérzékenység a jelenlegi terményárak mellett valóban aktuálissá, sőt egyes területeken kiemelkedő jelentőségűvé teszi az örvös galamb károkozásával kapcsolatos kérdést.

Fontos megérteni és tanulmányozni, hogy a faj egyedei hol költenek, pihennek, táplálkoznak, valamint hol és hogyan lehet őket hatékonyan elejteni az állományuk sikeres szabályozása érdekében (HOBSON et al. 2009). A fajjal kapcsolatos kutatómunka vadgazdálkodási szempontból is kiemelt terület. A jelenleg rendelkezésre álló hazai táplálkozásbiológiai adatok az örvös galambokról kis mintaszámú (n=18) vizsgálatokból származnak, így az újabb, nagyobb mintaszámú vizsgálatokon alapuló kutatási eredmények gazdasági szempontból is indokoltak és aktuális, valamint hiánypótló eredményeket szolgáltathatnak.

Nemzetközi szinten számos táplálkozásbiológiai kutatás készült az örvös galambokról. Ezen munkák feldolgozása, a már alkalmazott kutatási módszerek megismerése, hazai adaptálása és azok értékelése szempontjából nagy segítséget jelentenek, és részben mintaként is szolgálhatnak hazai kutatások tervezéséhez, így teremtve meg a lehetőséget a nemzetközi analóg kutatások eredményeivel való összevetésre.

Anyag és módszer

E tanulmányban igyekeztünk az örvös galamb táplálkozásbiológiájának legfontosabb nemzetközi és hazai szakirodalmi adatait összegyűjteni. Elsőként a hazai kutatások eredményeit közreadó publikációkat és azok eredményeit összegeztük, majd pedig a nemzetközi publikációkét. Munkánkhoz összesen 5 hazai, valamint 6 különböző országból származó 11 publikációt dolgoztunk fel. Külföldön a legtöbb örvös galamb táplálkozásbiológiai vizsgálat és publikáció Nagy-Britanniából származik. Mindezek mellett friss kutatások készültek száznál több egyedtől származó mintával Franciaországban, Írországban, valamint Spanyolországban. Ezek mellett összegyűjtöttük a fontosabb publikációkat Olaszországból, valamint Algériából. A táplálkozásbiológiai vizsgálatok módszertanát, mintaszámait, mintaterületeit, valamint az eredményeiket kiértékeljük. Ezen munkákra alapozva összeállítottuk az örvös galambok hazai állományára is alkalmazható táplálkozásbiológiai vizsgálat módszertanát, amelyet saját kutatásaink során is használni fogunk.

Eredmények

Magyarország

A magyarországi örvös galambok táplálkozásbiológiáját eddig csak röviden tárgyalták hazai kutatóink.

Az első örvös galambok táplálkozását is vizsgáló munkát KEVE (1955) közölte, aki 29 206 madár begytartalmát, illetve köpetét vizsgálta. Eredményei szerint a vizsgálati anyagában (n=100) gyomortartalmak közül 7 tartalmazott különböző csigafajokat. A vizsgálatok során a következő csigafajok kerültek meghatározásra a jelzett esetszámban: *Valvata* spp. 1, *Bithynia tenntaculata* 1, *Planorbis corneus* 2, *Anisus planorbis* 1, *Anisus spirortis* 1, *Succinea* 1, *Vallonia pulchella* 1, *Helicella obvia* 1, került meghatározásra, valamint a be nem azonosítható taxonok törmeléke 3.

A következő, általunk vizsgált jelentősebb magyar értekezés RÉKASI – HORVÁTH (1982) munkája, amely a Sydneyben megrendezésre kerülő tizedik Nemzetközi Napraforgó Konferencia konferenciakötetében jelent meg. Ebben az örvös galambot a napraforgó egyik legnagyobb károkozójának nevezik meg a termésérési időszakban. A vizsgálatuk alapján egy örvös galamb táplálkozásonként átlagosan 115 napraforgó magot fogyasztott el. Valamint megfigyelték, hogy a riasztó vegyszerek (Mesurool, Morkit), a gázágyúk és az ultrahangos riasztó eszközök használata hatástalan volt a galambok elleni védekezésben. Kimutatták továbbá, hogy a Reglone nevű napraforgóérelést felgyorsító vegyszerrel kezelt napraforgó táblák a verebek és a vadgerlék számára taszító hatásúak lettek, az örvös galambok viszont intenzívebben táplálkoztak ezeken a területeken.

A legfrissebb magyarországi örvös galamb táplálkozásbiológiai adatokat feldolgozó kutatás eredményeit közreadó publikáció RÉKASI – STERBETZ (1991) munkája, amiben 10 kék galamb (*Columba oenas*), 125 vadgerle (*Sterptopelia turtur*) és 18 örvösgalamb (*Columba palumbus*) begytartalmát vizsgálták. Az örvös galambok mintái közül 17-et Magyarországon 1-et pedig Romániában gyűjtöttek. A magyarországi minták olyan madaraktól származnak, amelyek napraforgó-monokultúrákban, azaz vegyszerekkel intenzíven kezelt területeken tartózkodtak. A Besenyszögön, Hódmezővásárhelyen és Halásztelken mintázott madarak rizsföldek környezetében éltek. A többi magyarországi lelőhelyen különböző növénykultúrák voltak jellemzők erdei vagy szántóföldi környezetben. A romániai minták pedig vegyszerekkel nem kezelt napraforgóföldekről származnak.

1. táblázat: A 18 örvös galamb gyűjtésének helye és ideje

Forrás: RÉKASI – STERBETZ, 1991.

Mintagyűjtés helye	V. hó	VII. hó	VIII. hó	IX. hó	X. hó	XI. hó	Összesen:
Magyarország							
Bácsalmás			2	3			5
Hódmezővásárhely	1						1
Besenyszög				4			5
Dorog		1					1
Orosháza							1
Mezőtúr	1						1
Dinnyés			2				2
Egyek	1						1
Románia							
Duna-Delta, Tulcea						1	1
Összesen:	3	1	4	7	2	1	18

A feldolgozott munkák száma, az azokban közreadott mintaszám és a közreadott publikációk kelte alapján az örvös galambok hazai állományával kapcsolatos rendelkezésre álló ismeretanyag bővítése, aktualizálása indokolt. Jelenleg nincs frissebb hazai adat az örvös galambok táplálkozásáról a RÉKASI – STERBETZ (1991) által publikáltknál. Ezt jól mutatja az is, hogy az utóbbi években Magyarországon készült magas színvonalú szakmai munkák is erre a kutatásra hivatkoznak táplálkozásbiológiai téren, így FARAGÓ (2012) tankönyvében, valamint FARAGÓ et al. (2019) munkájában.

Nagy-Britannia

Nemzetközi szinten a legelső meghatározó kutatások Nagy-Britanniából származnak, ahol az örvös galambok populációja már akkor nagy hatással bírt a szigetország mezőgazdaságára. A Nagy-Britániában végzett kutatások közül MURTON et al. (1964) munkája emelhető ki. Ez a munka meghatározó volt más, később elvégzett külföldi kutatások szempontjából is.

MURTON munkatársaival a Cambridgeshire-ben található vizsgálati területen öt éven keresztül ismételt megfigyelésekkel vizsgálták az örvös galambok, a kék galambok és a vadgerlek táplálkozóhelyeit. A madarak táplálkozásbiológiájának meghatározásához 614 örvös galamb és 166 vadgerle begytartalmát elemezték, amelyeket a kutatási időszak során ejtettek el a vizsgálati területen. A begytartalmak összetevőit különválogatták és meghatározták. Az évszakok közti változásokat részletesen tanulmányozták és ismertették. Eredményeik

alapján az örvös galambok a téli időszakban elsősorban fehér here (*Trifolium repens*) levelekkel táplálkoztak, amelyeket legelőkről és gyepekről gyűjtöttek össze, de gyomnövények (*Sinapsis* spp., *Stellaria media*, *Polygonum* spp., *Chenopodium* spp.) leveleivel, valamint hősés idején különböző termesztett káposztafélék (*Brassica* spp.) leveleivel is táplálkoztak. Tavasszal vetésből származó gabonát fogyasztottak, majd visszatértek a here fogyasztásához. Ezt a táplálékot kiegészítették a fák leveleivel és virágrügyeivel. A gabonafélék érésekor az érésben lévő szemek jelentették a fő táplálékot, amelyet júliustól novemberig gyűjtöttek. Először a lábon álló növényekről szemeztek, majd a tarlókon táplálkoztak. A búzát az árpával szemben előnyben részesítették. Ősszel bükkmakkot és más fák gyümölcseit fogyasztották. Amikor ezek és a gabonafélék kínálata lecsökkent, az örvös galambok ismét a herével való táplálkozást folytatták. A kutatás eredményei alapján kimutatható, hogy az örvös galambok a vizsgált területen opportunistá viselkedést mutattak.

Franciaország

A franciaországi örvös galamb populáció táplálkozásbiológiai jellemzőiről az utóbbi években NEGRIR et al. (2020) készítettek egy alapos elemzést. A vizsgálatuk célja az volt, hogy értékeljék a franciaországi mezőgazdasági változások következményeit az örvös galamb táplálkozási szokásaira. Négy év alatt (2014–2017) összesen 1 093 örvös galambot gyűjtöttek össze. Az önkéntes mintavételre Franciaország délnyugati részének hat régiójában került sor a faj őszi vonulása és telelése idején, helyi vadászok segítségével. Begyűjtötték a begytartalmakat, makroszkóposan és mikroszkóposan azonosították azok tartalmát, majd szárítás előtt és után mérték. Öt táplálékcsoportot azonosítottak: makk, kukorica, zöld növényi anyag, termesztett magvak és egyéb csoportok szerint. Összesen 762 örvös galamb felelt meg a vizsgálatba való bekerülési kritériumoknak. A vizsgálatok eredménye szerint az összes begytartalom átlagos tömege kevesebb volt, mint 9 gramm szárazanyag. A leggyakoribb táplálékcsoportok a "zöld növényi anyag" (70,3%), a makk (42,3%) és a kukorica (27,2%) voltak. A szárazanyag grammjában kifejezve a terménytartalomban a legfontosabb táplálékalkotó a makk (62%) volt. A termesztett magvak nagyobb mértékben járultak hozzá a táplálékhoz a vonulás során, míg a zöld növényi anyagok és az egyéb táplálékok a telelés során kerültek előtérbe. Az eredmények a Nagy-Britanniában közreadott vizsgálatok eredményeit erősítik meg, vagyis az örvös galamb opportunistá természetét itt is jól tükrözi a táplálékkomponensek arányváltozása. E faj étrendjét a potenciális táplálékspektrumon belül alapvetően a táplálék elérhetősége határozza meg.

Spanyolország

GALÁN et al. (2017) az örvös galambokkal kapcsolatos táplálkozásbiológiai kutatásukat 2011 augusztusa és 2012 júliusa között végezték a "Lugar Nuevo" nevű, 9 355 hektáros állami birtokon, a Sierra de Andújar Természeti Parkban, Dél-Spanyolországban. Összesen 206 örvös galambot gyűjtöttek be és vizsgáltak meg, ebből 100 hím- és 106 nőivarú egyedet. A madarakat állami vadőrök ejtették el a Nemzeti Park Hatóság (Organismo Autónomo Parques Nacionales) megbízásából. A madarakat a törvényes vadászati idényén kívül, a regionális vadgazdálkodási hatóság (Junta de Andalucía) engedélyével hozták terítékre. A mintagyűjtés egész évben zajlott. Átlagosan 20 egyedet gyűjtöttek minden hónapban. A madarakat csak késő délelőtt vagy a táplálkozó helyről történő behúzáskor hozták terítékre. Ez biztosította azt, hogy az elejtés előtt már befejezték a táplálkozást. Az örvös galambokat a begyűjtésük napján lefagyasztották, majd később felolvastották a laboratóriumi elemzésekhez. Megmérték az egyes begyekben található táplálék mennyiségét. A különböző táplálékelemek szárítása után egy mérőhengerbe tették térfogatmérés céljából. A táplálékokat nyolc kategóriába sorolták, amelyek a következők voltak 1. gabonafélék, 2. fák gyümölcsei, 3. makk, 4. fű és here, 5. gyommagvak, 6. állati eredetű anyagok, 7. egyéb növények és 8.

egyéb kisebb jelentőségű elemek. A makkot külön gyümölcskategóriának tekintették, mivel Spanyolországban az örvös galamb táplálkozásában nagy jelentőséggel bír. Összesen 20 növényfajt (*Pistacea lentiscus*, *Phyllirea latifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Olea europaea*, *Triticum* sp., *Hordeum* sp., *Avena sativa*, *Vicia sativa*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, *Trifolium* sp., *Medicago* sp., *Sylibum marianum*, *Cynara humilis*, *Convolvulus arvensis*, *Lathyrus sphaericus*, *Raphanus raphanistrum*, *Asperula* sp., *Medicago* sp., *Fraxinus angustifolia*) azonosították a begytartalmakban. Eredményük azt mutatja, hogy a táplálékuk főként gabonafélékből, makkból és fák gyümölcseiből állt. A csigák (Mollusca) voltak az egyetlen állati eredetű taxon, amely a táplálékban előfordult; összesen öt fajtát azonosították (*Rumina decollata*, *Ferussacia follicular*, *Microxeromagna armillata*, *Cochlicella barbara* and *Candidula gigaxii*). Az opportunistá táplálkozási viselkedés ebben az esetben is kimutatható volt.

Írország

Az írországi vizsgálatokról készült eredményeket HUALLACHÁIN – DUNNE (2017) tette közzé.

A vizsgálat során 2000 és 2002 között összesen 299 kifejlett örvös galambot gyűjtöttek és vizsgáltak meg, amelyből 154 hím és 145 nőivarú volt. A madarakat akkor tekintették kifejlettnek, ha rendelkeztek a jellegzetes fehér tollgyűrűvel a nyakon. A madarak többségét napközben ejtették el csalimadár segítségével, valamint táplálkozás közben tarlókon, illetve az erdőben a táplálkozás utáni húzáson. Írországban a vizsgálat idején az örvös galambokat június elejétől január végéig lehetett idény szerint vadászni. A természetett növények károsításának megelőzése és mérséklése érdekében ezen időszakon kívül is engedélyezték az örvös galambok elejtését. Az elejtett madarak nemét boncolás utáni vizsgálattal állapították meg. A begytartalmakat teljes egészében eltávolították, majd grammra pontosan megmérték. A táplálékot mikroszkóp alatt szétválogatták és különböző kategóriákba sorolták. A növényi és az állati alkotókat a lehető legpontosabban azonosították. A táplálékelemeket kilenc különböző kategóriába sorolták: 1. gabonafélék, 2. zöldségfélék/termesztett növények, 3. fák termései, hajtásai, 4. lóhere, 5. boglárkák (*Ranunculus* sp.), 6. gyomnövények, 7. fű/moha, 8. állati anyagok és 9. egyéb kategóriába. Tíz begy üres volt, amelyeket kizárták a további vizsgálatból. A begytartalmak térfogatát egy mérőhengerrel mérték 0,1 cm³ pontossággal. A táplálék elemek százalékos térfogatát olyan módon vizsgálták meg, hogy azok összehasonlíthatóak legyenek COLQUHOUN (1951), MURTON et al. (1963, 1964), valamint MURTON (1965) tanulmányaiban közölt eredményekkel.

Ez a vizsgálat nem talált jelentős különbséget a hím és a tojó madarak étrendjében. A táplálék összetétele azonban jelentős eltérést mutatott a különböző évszakok között. Nyáron és ősszel a gabonafélék magvai tették ki a táplálék legnagyobb részét, míg tavasszal és télen a fák gyümölcsei és magvai domináltak a táplálékban. Ez a változatos étrend lehetővé teszi az örvös galambok számára, hogy széles táplálékspektrumából évszakonként a nagy mennyiségben rendelkezésre álló táplálékkomponenseket fogyassza, amelyek lehetőség szerint magas tápértékkel bírnak. Ezek közül számos táplálékalkotót a legtöbb másik magevő madár nem szívesen vagy egyáltalán nem veszi fel.

Olaszország

CANELLE – BUE (2018) közlése szerint cikke elkészültéig Olaszországban nem végeztek vizsgálatokat az örvös galamb táplálkozásával kapcsolatban.

A faj szicíliai állományának nyári táplálkozás-jellemzőinek megismeréséhez a nyugat-szicíliai mezőgazdasági területekről gyűjtöttek mintát, melyek begytartalmát elemezték. A minták Palermo tartományból, Villafrati, Bolognetta és Corleone települések határaiból származnak. A vizsgálati területet szórtan elhelyezkedő tölgyesek (*Quercus* cf. *pubescens*),

fekete nyárfák (*Populus nigra*) és eukaliptuszok (*Eucalyptus globulus*) jellemzik, amelyek között durumbúza-földek találhatóak. A vizsgált madarakat 2008 szeptemberében és 2009 szeptemberében ejtették el vadászati idényben. Az egyes madarak elejtésének időpontjáról nem rendelkeztek pontos információval. Valószínű, hogy nem minden begyűjtött példánynak sikerült befejeznie a táplálkozást, mielőtt terítékre hozták. 2008 szeptemberében összesen 41 példányt gyűjtöttek (17 adult és 24 juvenilis egyed), míg 2009 szeptemberében 45 galambot gyűjtöttek be (17 adult és 28 juvenilis egyed). A madarakat akkor tekintették kifejlettnek, ha a nyakuk tollazatán kialakult a fehér tollgyűrű. A vizsgálat során az összes példány biometria adatát rögzítették. A begytartalmukban lévő táplálékelemeket mikroszkóp segítségével azonosították. A vizsgálat során 86 örvös galamb begytartalmát elemezték, kilenc begy üres volt.

Összesen 7 különböző táplálékot találtak: durumbúza szemeket (*Triticum durum*), szőlőt (*Vitis vinifera*), csicseriborsót (*Cicer arietinum*), két féle lóbabot (*Vicia faba*, *Vicia faba* var. *minor*), közönséges bükkönyt (*Vicia sativa*), valamint sóskát (*Oxalis pes-caprae*). Nem sikerült szignifikáns eltérést kimutatni sem a fiatal és felnőtt madarak, sem pedig az egyes ivarok között.

Algéria

Az örvös galamb algériai populációjának táplálékösszetételét KAOUACHI et al. (2020) vizsgálták.

A vizsgálatot 2015 októberétől 2017 márciusáig végezték az északkelet-algériai Souk Ahras régió három erdejében. Az vizsgált örvös galambokat helyi vadászok ejtették el. Összesen 86 egyedet gyűjtöttek, amelyből 54 hím és 32 tojó volt. A galambokat felboncolták a begytartalmak elemzéséhez, valamint az ivar meghatározáshoz, ezek mellett a testtömegüket is rögzítették. Az összes táplálékkomponenst különválogatták, majd lemérték. A táplálékkomponenseket három kategóriába sorolták: 1. gabonafélék, 2. gyümölcsök, 3. lóhere csoportokba. A szétválogatott begytartalmakat 70 °-os etanolban tartósították.

Az általuk vizsgált örvösgalambok kizárólag növényi táplálékot fogyasztottak, amiből 16 növényfajt azonosítottak a begytartalmakban. Az eredmények egyértelmű különbséget mutattak az évszakok között, ugyanakkor az ivarok táplálékspektrumában nem volt eltérés. Az elfogyasztott táplálék átlagos súlya $28,45 \pm 10,86$ gramm volt. A fák gyümölcsei és termései adták a táplálék 98,83%-át. Ennek a táplálékkategóriának a fő alkotóelemei a következők voltak: pisztácia (*Pistacia lentiscus*) (34,52%) és a parafatölgy (*Quercus suber*) makkja (30,58%), mindemellett szezonálisan jelentős különbség mutatkozott a különböző fák elfogyasztott gyümölcseinek arányában.

Következtetések

Az általunk összegzett fontosabb kutatások és azok eredményei alapján az örvös galamb táplálkozásbiológiája az elterjedési területén egyes országokban kutatott téma. A külföldi vizsgálati eredmények hasonló táplálkozásbiológiai szokásokat mutatnak. Táplálékának alapját minden vizsgálat szerint a növények biztosítják, amelyekbe beletartoznak a növények levelei, rügyei, virág bimbói, termései, magvai. A növényi táplálékukat kis mennyiségben állati eredetű táplálékkal egészítik ki, melybe beletartoznak a csigák, valamint a rovarok. A nagyobb táplálékcsoportokon belüli fajösszetétel viszont nagyban függ az adott élőhely által kínált táplálékpalalettától. A kutatások egyértelműen igazolják, hogy az örvös galamb oppor-tunista madárfaj, így táplálkozási szokásai a különböző évszakokban, valamint az adott területen fellelhető kínálathoz igazodnak.

Véleményünk szerint minden ilyen új ismeret az örvös galamb populációk növekedésével, valamint az urbanizációs folyamat előrehaladtával egyre nagyobb értéket képvisel, hiszen ezek segítségével ismerhetjük meg a faj biológiai jellemzőit, valamint preferenciáit,

azok dinamikáját az egyes évszakokban. Mindezen ismeret jól hasznosítható az agrárszektor területén, ahol – mint ahogy a hazai példák is mutatják –évről-évre egyre jelentősebb mezőgazdasági kárt okoznak.

A hazai, valamint a nemzetközi kutatások feldolgozásának köszönhetően egységes képet kaphatunk az örvös galambok táplálkozásbiológiáját illetően, rámutatva a hazai vizsgálatok hiánypótló szerepére. Mindezek alapján felállítottunk egy mintavételi protokollt, amelyet a hazai örvös galamb állomány vizsgálatához célszerű használni, aminek főbb jellemzői és elemei a következők: A kutatásokhoz szükséges örvös galambok leghatékonyabban a vadászat során elejtésre kerülő egyedek lehetnek. A hatékony mintavételi munka megszervezéséhez ismernünk kell a mintagyűjtés helyszínét. Fel kell jegyeznünk a mintagyűjtés pontos idejét. A legtöbb adat a délutáni, táplálkozást befejező, éjszakázó helyére behúzó egyedektől gyűjthető. A minták feldolgozása során megmérjük a begyűjtött galambok súlyát 1/10-ed gramm pontossággal, valamint felvesszük a biometriai adatokat milliméter pontossággal. Az ivar meghatározása destruktív módszerrel, vagyis boncolással történik. Megállapítjuk az egyed, korát, amit adult és juvenilis kategóriába sorolunk. Eltávolítjuk a begytartalmukat, amelyek tartalmát szétválogatjuk, összetevőnként elkülönítjük. A lehető legpontosabban meghatározzuk a növényi- és állati eredetű komponenseket és megmérjük azok súlyát és térfogatát. Az elemeket 105°C-on tömegállandóságig szárítjuk, majd újra megmérjük azokat tömeg, valamint térfogat szerint.

A minták ilyen módon történő feldolgozása rendkívül széles körű elemzési lehetőséget biztosít számunkra, és az analóg nemzetközi vizsgálatok eredményeivel is összevethetők lesznek saját vizsgálati eredményeink.

Irodalomjegyzék

- CANALE, D. E. – BUE, P. L. (2018): *A snapshot of the summer diet of the Wood Pigeon Columba palumbus in Sicily. Avocetta* 42: 39-42.
- COLQUHOUN, M. K. (1951): *The Woodpigeon in Britain. HMSO. London.*
- FARAGÓ S. (2012): *Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó. Budapest*
- FARAGÓ S. – JÁNOSKA F. – JUHÁSZ L. (2019): Az örvös galamb (*Columba palumbus*) kezelési terve Magyarországon. *Magyar Ápróvad Közlemények* 14: 47-68.
- GALÁN, A. G. – GONZÁLEZ, C. A. – MERCADO J. M. D. (2017): *Woodpigeon Columba palumbus Diet Composition in Mediterranean Southern Spain. Ardeola: International Journal of Ornithology* 64 (1): 17-30.
- HOBSON, K. A. – LORMÉE, H. – VAN WILGENBURG, S. L. – WASSENAAR L. I. – BOUTIN J. M. (2009): *Stable isotopes (δD) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: The case of European wood pigeons. Journal of Applied Ecology* 46(3): 572–581.
- HUALLACHAIN, D. Ó. – DUNNE, J. (2013): *Seasonal variation in the diet and food preference of the Woodpigeon Columba palumbus in Ireland. Bird Study* 60 (3): 417-422.
- KAOUACHI, A. – MENAA, M. – CHOUAIB, R. A. – MOHAMED M. (2020): *Diet of Wood Pigeon (Columba palumbus) in Forest Areas of Souk Ahras Region (North- Eastern Algeria): Management Implications. Pakistan Journal of Zoology* 53(5): 1-9.
- KEVE A. (1955): *Die Conchylien Aufnahme der Vögel IV. Aquila* 59-62: 69-81.
- MURTON, R. K. (1965): *The Woodpigeon. Collins, London.*
- MURTON, R. K. – ISAACSON A. J. (1962): *The functional basis of some behaviour in the Woodpigeon Columba palumbus. Ibis* 104: 503–521.
- MURTON, R.K. – ISAACSON A. J. – WESTWOOD N. J. (1963): *The feeding ecology of the Woodpigeon. British Birds* 56: 345–75.
- MURTON, R. K. – WESTWOOD N. J. – ISAACSON, A. J. (1964): *The feeding habits of the Woodpigeon Columba palumbus, Stock Dove C. oenas and Turtle Dove Streptopelia turtur. Ibis* 106: 174–188.
- NEGRIER, C. – FANTINATI, M. – JOUGLAR, J-Y. – LYAZRHI, F. – COHOU, V. – PRIYMENKO N. (2020): *Dietary regimen of the woodpigeon (Columba palumbus). J Anim Physiol a Anim Nutr* 105(2):376-384.

- RÉKASI – HORVÁTH (1982): *Losses caused in sunflowers by birds in Hungary. Tenth International Sunflower Conference March 14-18. Sydney: 183-184.*
- RÉKASI J. – STERBETZ I. (1991): *Ungarische und rumänische Angaben zur Ernährung wilder Tauben- und Turteltauben Arten. Miscellanea Zoologica Hungarica 6: 67-75.*

BESZÁMOLÓ A XIII. MAGYAR TERMÉSZETVÉDELMI BIOLÓGIAI KONFERENCIÁRÓL (PÉCS, 2022.08.28–31.)

Report of the 13th Hungarian Nature Conservation Conference
(28–31.08.2022, Pécs, Hungary)

SCHMIDT DÁVID¹, KIS ENIKŐ¹
¹Környezet- és Természetvédelmi Intézet
schmidt.david@uni-sopron.hu

Kivonat

Beszámolónkban az idén augusztus 28–31. között Pécsen megrendezett XIII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia szekcióinak előadásából adunk szubjektív összefoglalást. A konferencián a klímaváltozással kapcsolatos kutatások és gyakorlati megvalósítások, a felmutatható trendek, veszélyek, lehetséges megoldások kerültek fókuszpontba. A Klíma, természet és lelki egészség kapcsolatának problémakörére épülő szekció most először jelent meg egy természetvédelmi-biológiai tudományos fórum témái között. Ennek a szekciónak az előadásait foglaljuk össze részletesen, a többi szekcióból pedig a számunkra érdekesebb témáit válogattuk össze.

Abstract

In this report, we give a subjective summary of the XIII. Hungarian Conservation Biology Conference organized in Pécs, 28–31.08.2022. At the conference, research and practical implementations related to climate change, demonstrable trends, dangers, and possible solutions were in focus. The section based on the problem of the relationship between climate, nature and mental health appeared for the first time among the topics of a nature conservation-biological scientific forum. We summarize the presentations of this section in detail, from the other sections we give a report only from the most interesting topics.

Beszámoló

A Magyar Biológiai Társaság Természetvédelmi és Ökológiai Szakosztálya, az Ökológiai Kutatóközponttal és a Pázmány Péter Katolikus Egyetemmel együttműködésben 2022. augusztus 28–31. között rendezte meg a XIII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferenciát Pécsen. A konferencia küldetése, hogy közös fórumot biztosítva kapcsolatot teremtsen a természetvédelem gyakorlati és a gyakorlatot segíteni hivatott elméleti szakemberei között, és ezáltal hozzájáruljon természeti értékeink hatékony megőrzéséhez. Ez alkalommal a klímaváltozással kapcsolatos kutatások és gyakorlati megvalósítások, a felmutatható trendek, veszélyek, lehetséges megoldások kerültek fókuszpontba, ezáltal azonban – a tudományközi párbeszéd fontosságának hangsúlyozása jegyében – szélesebbre nyitotta a kapuit a különböző tudományterületek képviselői és az érdeklődők előtt. A meghívott plenáris előadók között nem csak biológusok, ökológusok, és természetvédelmi szakemberek, hanem a klimatológia, virológia, pszichológia elismert hazai kutatói is jelen voltak.

A Soproni Egyetem Környezet- és Természetvédelmi Intézetének képviseletében három kutatási témát mutattunk be, amelyek a poszterszekcióban kerültek megjelenítésre.

Bemutattuk (1) az erdei ciklámen interpolációs állományfelmérésének előzetes eredményeit a Soproni-hegység különböző erdőtípusaiban (Kis Enikő, Schmidt Dávid, Takács Gábor); (2) az idegenhonos *Lepidium oblongum* (Brassicaceae) magyarországi megjelenésének és kezdeti gyors inváziójának körülményeit (Schmidt Dávid, Mesterházy Attila, Süveges Kristóf, Csiky János), valamint (3) az inváziós homoki prérifű (*Sporobolus cryptandrus*) tulajdonságait és jelenlegi európai elterjedését (Török Péter, Schmidt Dávid és munkatársai).

A szimpóziumelőadások sokak által leginkább várt szekciója a Klíma, természet és lelki egészség kapcsolatának témájára épült. E szerteágazó problémakörre a Földet sújtó globális krízis közepette napjainkban érezhetően fokozódó szakterületi, és ébredező társadalmi érdeklődés mutatkozik, ilyen formában pedig most először jelent meg egy természetvédelmi-biológiai tudományos fórum témái között. Beszámolónkban ennek a szekciónak az előadásait foglaljuk össze részletesen, a többi szekcióból pedig a számunkra érdekesebb témájakat válogattuk össze.

Plenáris előadásában Kemenesi Gábor kutató virológus (PTE Virologiai Nemzeti Laboratórium, Pécs) egy napjainkban szinte mindenkit érintő témát boncolgatott. Szerinte azok a folyamatok, amik elvezettek a jelenleg is zajló COVID-19 pandémiához, stabilan kikövezték a jövő járványai felé vezető utat is. Ahhoz, hogy ezekre a kihívásokra ne pusztán reagálni tudjon az emberiség, hanem fel is tudjon készülni rá, kulcsfontosságú azon folyamatok megértése, amelyek a gazdaváltási eseményeket, a járványok létrejöttét és terjedését befolyásolják. Előadásának talán legfontosabb, a konferencia fő problémaköréhez illeszkedő üzenete, hogy „a szellemet a palackban kell tartani, és ehhez a stabil ökoszisztémák fenntartása mindek felett állóan fontos”.

Török Katalin (ELKH Ökológiai Kutatóintézet, Vácrátót) előadásában kifejtette, hogy a humán egészség záloga az ökoszisztémák egészsége, ezek degradálódása pedig a betegséget idézi elő a globális egészségben. A biodiverzitás a védett területek kívül is értékelhető és állapota javítható, melyre az EU Zöldinfrastruktúra és Biodiverzitás Stratégiái javaslatot is tesznek a városi zöldterületek és a transz-európai zöldinfrastruktúra hálózat fejlesztésével. Három tengely mentén (ökoszisztémák állapota, azok összekapcsoltsága, ökoszisztéma-szolgáltatások állapota) végzett felmérés segítségével térképezték a zöldinfrastruktúra „egészségét” és a fejlesztés lehetőségét a konfliktusterületek meghatározásával. Megállapították, hogy Magyarország 49%-a tekinthető a zöldinfrastruktúra-hálózat részének, de a lehatárolt hálózatnak mindössze 10%-a kiváló ökológiai állapotú.

Szilvácsku Zsolt (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő) az agro-ökoszisztémák kapcsán a tájökológiai szemlélet fontosságának háttérére világított rá. Kutatása célja a táj, főként az agrár-ökoszisztémák közös értékrenden és táji hálózatra épülő szövetségen alapuló kezdeményezéseinek vizsgálata, gyakorlatának akciókutatás keretében történő nyomon követése, elemzése. Az agrár-tájhasználatok tekintetében alapvető kérdés, hogy a megélhetés és az élhetőség biztosítása milyen alapvető elvek, feltételek mentén valósítható meg. Üzemterületek helyett diverz agrártájakat kellene fenntartani, ahol a fenntartott élettér nem kizárólagosan a termesztett növényeké. Fontos üzenete volt a következő: „szükség van arra a társadalmi körre, akik látják azt, hogy amit elhasználnak vagy kidobnak, az visszatér hozzájuk, akik életükben a kezdetet, a véget és a tartamát egészben átlátják, és felelősen gondolkodnak.”

Kató Csaba (vándorcoach, pszichológus) „Ember a természetben” címmel tartott előadása az ember természetben betöltött természetes helyét pszichológiai megközelítésben vizsgálta. „Vándor-coaching”-nek hívják azt az élményterápiás módszert, amivel az emberek a természetben hosszan elmerülve, időzve, a tájat megélve találják meg saját kapuikat. Mindebben a lényeg, hogy az egyén messze legyen a viszály szinterétől, mert a megszőkottságból kilépve tudja csak a személyes probléma megtalálni a valós méretét. A megvalósult terápia kimenete pedig egy nagy tisztaság és oldás érzete lehet, amelyet megelőz az igazán sivár, pusztai tájban való hosszú elidőzés, benne a kiszolgáltatottság, elhagyatottság (megengedem magamnak, hogy ne tudjam, merre van a kiút) érzésével. További fontos mondanivalója a „szent együgyűség” felé való – mentális ellenpozicionálást igénylő – elmozdulás, aminek a lényege, hogy a tudományos szemléletet (kutatói vénát) át szükséges keretezni annak érdekében, hogy a személyes problémák megoldódjanak.

Mihók Barbara (ELKH Ökológiai Kutatóintézet, Vácrátót) és munkatársai „Természet és lelki egészség” címmel tartott multidiszciplináris előadása a globális polikrízisnek, mint a Földet aktuálisan fenyegető sokféle krízis együttesének hatásait elemezte az emberi jóllét szempontjából vizsgálva. Bolygónk, a Föld nincs jól, és a planetáris egészség jelentheti (vagy jelenti már most) azt az új keretet, amely koncepción belül értelmezve együttesen kell kezelni a bolygó egészségét az egyén egészségével. Az előadó többször kitért rá, hogy maga a szemlélet is nagyon újszerű még, lefolytatott kutatások alig vannak, így az előadás sok kérdésfelvetést, lehetséges jövőbeni kutatási célokat tartalmazott. Természetvédelmi szakterületen dolgozók számára talán a legfontosabb kérdés (ami még megválaszolásra, megszervezésre vár) az, hogy vajon ki védi meg a veszteségélményeknek elsődlegesen kitett „front-harcosokat” (aktív természetvédőket, kutatókat) a kiégéstől?

„Vajjon arányos-e hozzám minden ami van?” József Attila elgondolkodtató versidézte volt a felütés Martos Tamás és Sallay Viola, a Szegedi Egyetem Pszichológiai Intézete munkatársainak előadásához, akik a pszichológiai jóllét és a természet kapcsolódásának módjait mutatták be. Az idézetre fel lehetett fűzni az átadott üzenetet: van-e olyan hely, ahol magunkat jónak találjuk, és ebben jól is érezzük magunkat? A „kedvenc helyek” kutatásának eredményei megerősítik, hogy a természeti helyek fontos szerepet töltenek be az érzelmek környezeti önszabályozásában és a jóllét előmozdításában. A személyesen fontos helyek olyan társas-ökológiai jelenségek, melyek átmenetet képezhetnek a személyesen megélt és az ökológiai értelemben létező természet között. Kiemelten fontos szerepet tölthetnek be a stressz-generáló niche-ekben való létezésről elszorított szorongás oldásában, vagy éppenséggel – ha ez kényszerűség – az ahhoz való adaptálásban. A követendő képlet első hallásra egyszerű: minél többször keressük fel és töltünk minőségi időt azon a helyen, ahol a ránk jellemző pozitív attitűdöket megéljük és kiteljesítjük, különösen szorongások idején. Egyúttal súlyos figyelmeztetés is van benne: a magasabb szintű kapcsolódás a természethez magasabb szintű klímaszorongással is jár. A veszteség lehetőségének érzése lehet a változás motorja, amikor a kedvenc helyek elvesztésének negatív élménye cselekvésre sarkallhatja az embereket.

A szekció zárását követően „Természet, jóllét és a radikális remény kora” címmel panelbeszélgetésre került sor. Ökológus, szociológus, pszichológus szakemberek újszerű megközelítéssel igyekeztek a közönség aktív közreműködésével közös nevezőre jutni, amelynek a sarkalatos pontja a „természet” eltérő értelmezése volt. Inspiratív volt megtapasztalni az eltérő értelmezések mögött összecsengő közös indítást, a radikális reményből fakadó, a Földre és az emberi jóllétre hangsúlyt helyező értelemkeresést.

A „klímaváltozás élőhelyekre gyakorolt jelenlegi és várható hatásai” szekcióban Tölgyesi Csaba (Szegedi Egyetem Ökológiai Tanszék) hazánk erdőssztyepp régiója gyepterületeinek klímavédelmi szempontból jelentős szerepére világított rá. Hangsúlyozta, hogy a szénmegkötési képességük miatt napjainkban széleskörűen támogatott erdőszítési programok alkalmazása alföldi homokterületeken a vízháztartás szempontjából vizsgálva negatív hatással van, ezért ezeken a területeken kerülendő az újabb erdők létesítése, és inkább a jelenleg meglévők természetességének megőrzésére kell törekedni. A kötött talajok jól strukturált gyepei kiemelkedő szénmegkötési képességgel rendelkeznek, ezért célszerű lenne a klímavédelmi gyepesítés fogalmát meghonosítani, és az erdőszítéshez hasonlóan támogatni a megfelelő területeken.

A „klímaváltozás kárpát-medencei fajokra, fajközösségekre gyakorolt jelenlegi és várható hatásai” szekcióban Csabai Zoltán és munkatársai (Pécsi Tudományegyetem Hidrobiológiai Tanszék) kisvízfolyások felső szakaszainak élővilágát vizsgáló kutatásából megtudhattuk, hogy ezek a – biodiverzitási forró pontnak számító – vizek az éghajlatváltozás, az élőhelyátalakítás és növekvő vízhasználat következtében egyre hosszabb időre

kiszáradnak, komoly stresszhelyzet elé állítva az ott élő élővilágot és közvetve a lakosságot és a helyi gazdasági szereplőket is.

Kröel-Dulay György (ELKH Ökológiai Intézet) kollégáival a Duna–Tisza-közi homokhátságon végzett hosszútávú terepi kísérleteket, amelyben hazánk egyik kiemelten értékes élőhelyének, a nyílt évelő homokpusztagyepnek az eltérő mértékű csapadékingadozásokra és –változásokra adott válaszát vizsgálták. Amellett, hogy az ismétlődő erős nyári aszályok drasztikus azonnali hatására mindkét gyepalkotó fűfaj (magyar csenkesz, homoki árvalányhaj) visszaszorult, a vizsgálat rámutat, hogy az igazi veszélyt a klimatikus átlagok egyre jelentősebb megváltozása okozza, ami nem engedi a korábbi vegetáció regenerálódását, hanem egy új egyensúlyi állapot irányába tereli a rendszert.

A konferencia szerda délelőtti zárószekcióját az „Új fajok megjelenése a klimatikus viszonyok változásának hatására és az ezzel járó következmények” témája adta. Plenáris előadásában Dedák Dalma (WWF Magyarország) a biodiverzitás megőrzésére, valamint az idegenhonos fajok visszaszorítására, mint már nemzetgazdasági szempontból is felértékelődött jelentőséggel bíró szempontokra kidolgozott nemzetközi, Európai Unió tervekét és szakpolitikai törekvéseket ismertette.

A „laikus tudomány” (citizen science) biotikai adatgyűjtésben betöltött felbecsülhetetlen szerepét mutatta be Váczi Olivér (Herman Ottó Intézet). A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) részeként 2014 óta működő Vadonleső program adatok tudományos elemzésekhez és a gyakorlati természetvédelmi munkában is kiválóan használhatóak. A rohamosan fejlődő telefonos alapú alkalmazások fejlődése segítségével próbálkoznak a szabványos jellegű, szakemberi segítséget nem igénylő biomonitorozás önkéntesek irányába történő kiterjesztésével.

A szekció utolsó három előadásában egy-egy élőlénycsoportra (csigák, poszméhek, poloskák) vonatkoztatva hallhattunk az idegenhonosság kérdésköréről.

Irodalomjegyzék

SOLTÉSZ Z. (2022): XIII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. „Klimaváltozás: trendek, veszélyek és megoldások”. Absztrakt kötet. Magyar Biológiai Társaság, 128 pp.

GYÓGYNÖVÉNY FELHASZNÁLÁSI SZOKÁSOK NAPJAINKBAN

Herbal use habits today

SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS KATALIN¹, NAGY KRISTÓF ZSOLT¹, HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ¹

¹ Soproni Egyetem, Erdő és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet
szakalosne.matyas.katalin@uni-sopron.hu

Kivonat

Az elmúlt évtizedekben már tapasztalható volt, hogy az emberek egyre inkább szeretnének „visszatalálni” a természethez, érzik a mesterséges környezet, élelmiszerek, gyógyszerek negatív hatásait. A pandémia miatt pedig még inkább középpontba került az egészség, az egészséges életmód és az azt elősegítő, minél természetesebb alapú termékek használata. Hazánkban évszázados hagyománya van a gyógynövények felhasználásának, viszont kérdéses, hogy napjainkban a lakosság mennyire ismeri a gyógynövényeket, azok alkalmazási lehetőségeit.

Abstract

In the past decades, it has already been observed that people increasingly want to "find their way back" to nature, they feel the negative effects of the artificial environment, food, and medicinal products. Because of the pandemic, the health and healthy life have become into focus. In our country, there is a centuries-old tradition of using medicinal herbs, but the question is, do we know them and their potential uses.

Bevezetés

A gyógynövények jelentősége mindig is rendkívül nagy volt. Hazánkban az I. Világháború egyik következményeként fellépő gyógyszerhiány miatt fokozódott a vadon termő növények gyűjtése, termesztése és 1915-ben megalakult a Gyógynövény Kísérleti Állomás Augustin Béla vezetésével, amely a gyógynövény hasznosításhoz kötődő kutatások bölcsője volt. 1925-ben Budapest adott otthont a II. Nemzetközi Gyógynövény Kongresszusnak. Hazánk folyamatosan „gyógynövényhatalommá” vált, 1938-ban 280 vagon drogot, 813 ezer pengő értékű alkaloidot és 214 ezer pengő értékű illóolajat exportáltunk. A II. világháború megszakította ezt a folyamatot, de az 1970-es évek közepétől újra fellendülés kezdődött, ekkora tehető ugyanis a szervezett gyógynövény gyűjtő-felvásárló hálózatok kialakítása. Az 1970-es években szerkezeti átalakulás történt. A Herbária nevű vállalat végezte 90%-ban a felvásárlói, nagykereskedelmi és exporttevékenységet. Ezen felül országos hálózatot hoztak létre és a gyűjtőktől vették át az alapanyagot. A rendszerváltást követően e folyamatok is változtak. Egyéni és társas vállalkozások jöttek létre a felvásárlók helyén, illetve a felvásárló és nagykereskedő gyakran ugyan az a természetes vagy jogi személy volt (BERNÁTH, 2013).

Az 1990-es években 35-40 ezer tonna/év gyógynövénydrogot és 80-100 tonna/év illóolajat állítottak elő. Az ágazat évi bruttó árbevételét 35 millió USD körül becsülték. Napjainkban maximum 18-21 ezer ha a termesztő terület, s az előállított drogtömeg jóval 30 ezer tonna alá csökkent. A gyűjtés és termesztés becsült termelési értéke 10 milliárd forint (MAGYAR GYÓGYNÖVÉNYÁGAZATI STRATÉGIA, 2014).

Magyarország klimatikus adottságainak köszönhetően hazánkban közel 400 féle gyógynövény található, amely kimagasló adat. A vadon termett és a termesztett növények, növényi részek közel 70%-a kerül exportra (BERNÁTH – NÉMETH, 2007).

Tapasztalatok alapján napjainkban ismét felértékelődik a gyógynövényes gyógyítás szerepe, mert egyre inkább a komplex szemléletű gyógymódok kerülnek előtérbe, ahogy erről a Bükkszentkereszten élő és a Györgyteák receptúráit megalkotó Szabó Gyuri bácsi, a bükk

füvesember is nyilatkozott: „A modern orvoslásban elég nagy százalékban csak tüneti kezelés történik, a hagyományos orvoslásnál pedig a holisztikus gyógyítás, és az egészség megtartása a cél.”

Anyag és módszer

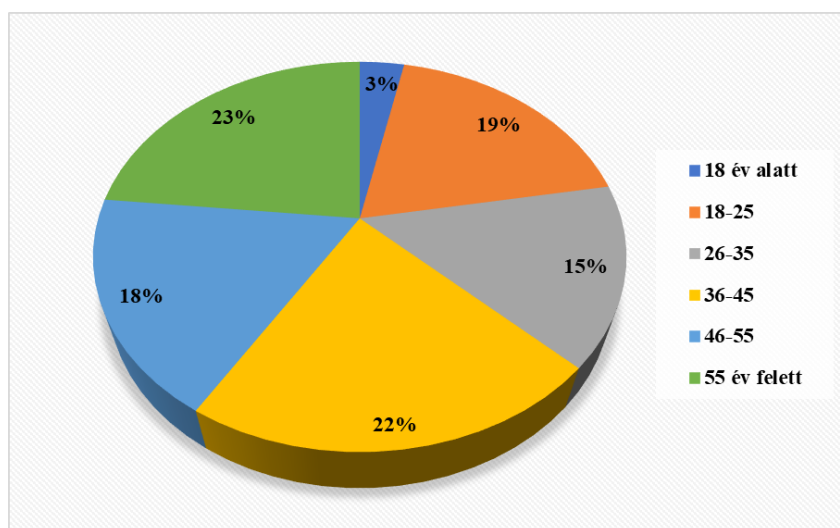
A gyógynövények iránti igény növekedése indukálta, hogy az ilyen alapanyagból előállított termékek sorra jelennek meg a boltok polcain, egyre több és több terápiás lehetőséggel találkozhatunk, ismeretterjesztő programokon vehetünk részt, vagy a témához kötődő műsorokat láthatunk, illetve az oktatásban és nevelésben is egyre nagyobb teret kapnak.

A kutatás azt kívánta vizsgálni, hogy napjainkban milyen felhasználási szokások tapasztalhatók a gyógynövényhasznosításhoz kötődően, mennyire ismerik a gyógynövényeket, tudatosan és rendszeresen történik-e az alkalmazásuk, milyen forrásból származó termékeket használnak.

A felméréshez egy 23 kérdésből álló feleletválasztós kérdőív készült, amely összeállításánál az volt a cél, hogy lehetőség szerint minél gyorsabban kitölthető legyen, de a legfontosabb témák szerepeljenek benne. A kérdőív a népszerű közösségi oldalon, a Facebook-on került közzétételre. A közel három hónap alatt 684 db válasz érkezett és ezek közül 675 db volt értékelhető. A válaszokat egy Excel fájlba rögzítette a Google Űrlapszerkesztő, amelyből a statisztikai kimutatások készülhettek.

Eredmények

A kitöltők koreloszlása viszonylag egyenletesnek mondható (1. ábra) a felnőttek között, a 18 év alatti volt kiugróan kevés (3%). Ennek oka talán abban keresendő, hogy az egészség megőrzésével kapcsolatos témák még ebben a korban nem jelennek meg hangsúlyosan, nem ennek a korosztálynak a kifejezett érdeklődési körébe tartozó és tudatosan nem foglalkoznak vele, kivéve ha a családi háttér, szokások, neveltetés miatt ennek az ellenkezője igaz.

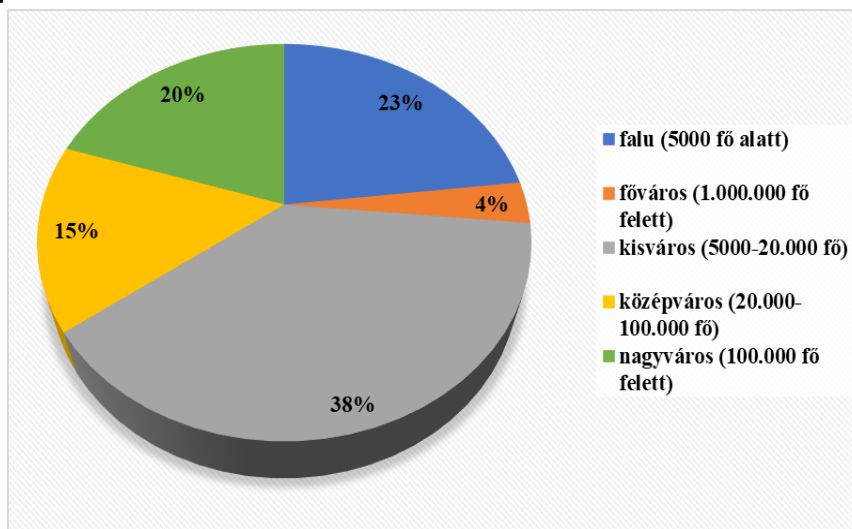


1. ábra: Koreloszlás a felhasználók körében. Forrás: Nagy, 2021.

A válaszadók iskolai végzettség szerinti megoszlásából arra lehet következtetni, hogy az internetes felmérést meghatározó arányban a közép (52%) illetve a felsőfokú végzettséggel rendelkezők (42%) töltötték ki, tehát a kitöltési hajlandóság a magasabb iskolai végzettséggel egyértelműen összefügg és valószínű hogy tájékozottabbak is a témában.

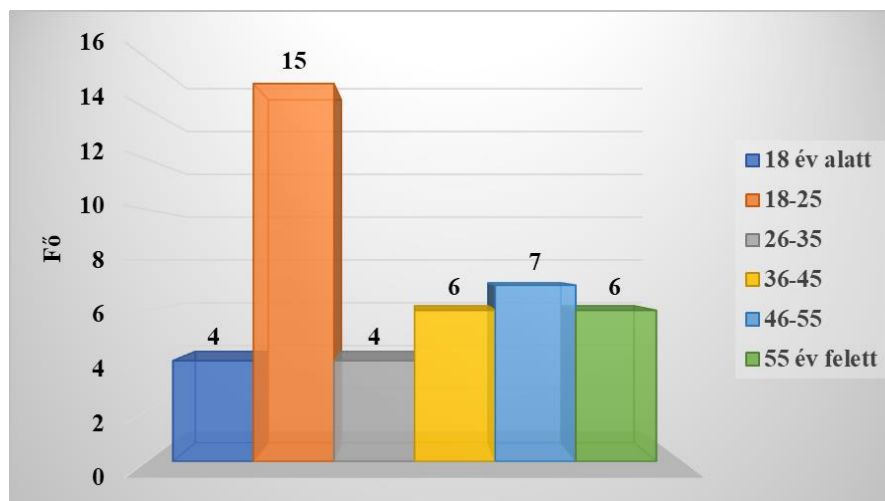
A lakóhely szerint kiértékelt válaszok eredményeként a kisvárosban (5000-20.000 fő) élők szerepeltek a legnagyobb arányban (38%), a legkevesebben a fővárosban élők (4%) töltötték ki. A nagyvárosokban (20%) és a magyar falvakban (23%) is jelentős gyógynövény

fogyasztás van jelen (2. ábra). A felmérés előtt a prognózis is az volt, hogy a kisvárosokban és falvakban lesz a felhasználók többsége, mivel ezeken a helyeken a gyógynövényhasznosításnak történelmi hagyománya van. Régen a falvakban, tanyákon jellemzőbb volt a gyógynövények ismerete, gyűjtötték és alkalmazták a gyógynövényeket betegségek ellen s ennek ismereteit átadták a következő generációnak. A falvakban élők könnyebben tudták gyűjteni a környéken található természeti kincseket, de akár termesztették is a gyógyító hatással bíró növényeket.



2. ábra: Kutatásban résztvevők lakhely szerint. Forrás: Nagy, 2021.

Az űrlapot 94%-ban olyan emberek töltötték ki, akik fogyasztanak gyógynövényből készült termékeket, pozitív eredmény, hogy a 675 válaszadóból mindössze 42 fő nem használ. Áttekinthető a gyógynövényeket nem fogyasztók korcsoport szerinti megoszlása (3. ábra), amelyből megállapítható, hogy a 18-25 év közöttiek, akik a leginkább szkeptikusak ezen termékek alkalmazása tekintetében.

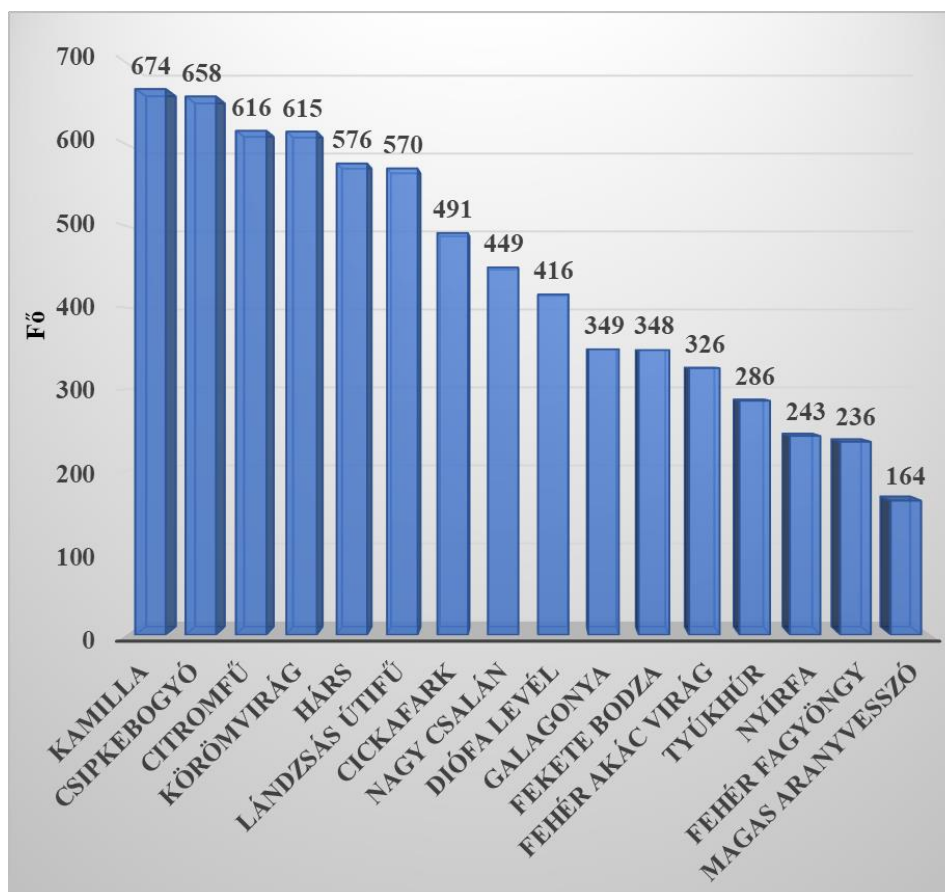


3. ábra: Gyógynövényeket nem fogyasztók megoszlása korcsoport szerint. Forrás: Nagy, 2021.

A nem fogyasztók közül 30-an (62%) gondolják úgy, hogy nem érzik szükségesnek alkalmazni a gyógynövényeket, 17-en (34%) nem ismerik a hatásukat és 2 fő (4%) nyilatkozott úgy, hogy hatásukban nem hisznek. Feltételezhető, hogy ezen felhasználók jobban bíznak a modern gyógyszerekben, amelyek sokkal hamarabb és intenzívebben fejtik ki hatásukat.

Felgyorsult világunkban nincs arra idő pl. gyomorsav túltermelés esetén, hogy a fehér akácvirág teáját lefőzzük várjunk negyedórát míg kiázik és elfogyasszuk. Ehelyett egy gyomorsav csökkentő gyógyszer használunk panaszaink enyhítésére. Érdeemes lenne a 18-25 év közti korosztályt célzó marketing eszközöket alkalmazni, hogy jobban megismerjék és nyitottabbá váljanak a gyógynövények iránt, valamint a különböző közösségi média felületein (Facebook, Instagram, TikTok) „hozzájuk szólni” és népszerűvé tenni ezen lehetőségeket.

Vizsgálatunk kiterjedt a gyógynövényismeretre, valamint a fogyasztási gyakoriságra is (4. ábra). Összesen 16 faj került felsorolásra ezek közül választhatta ki a kitöltő melyeket használja. A megadott fajokon kívül volt egy „egyéb” lehetőség, amelyhez a válaszadó írhatta az általa használt, de a felsorolásban nem szereplő gyógynövényeket.



4. ábra: Leggyakrabban fogyasztott gyógynövények. Forrás: Nagy, 2021.

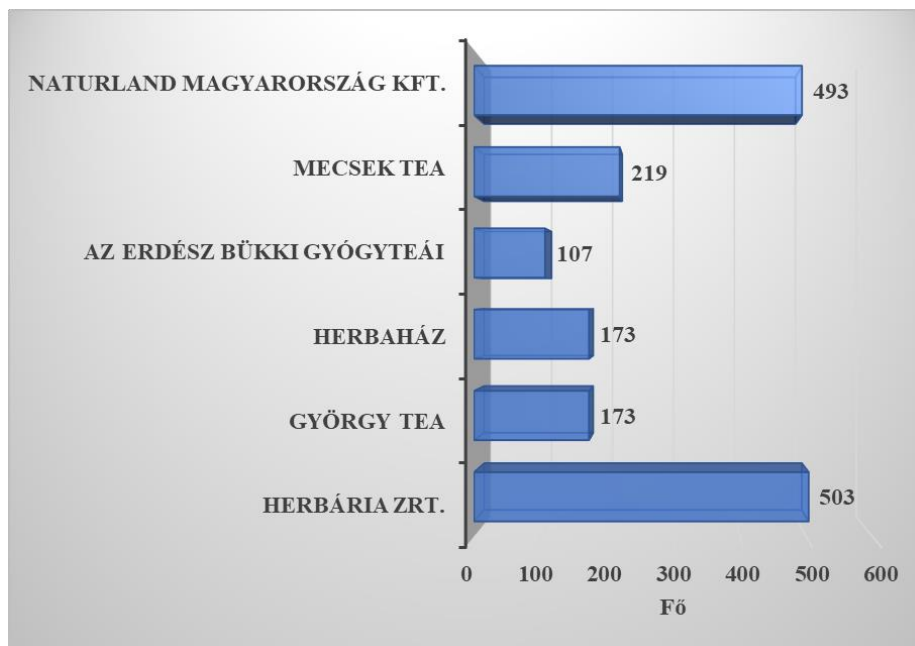
Az eredmények mutatják, hogy a válaszadók többsége ismeri a felsorolt „alapvető” növényeket, azok gyakoriak a magyar háztartásokban. A megkérdezettek közül 228-an saját maguk gyűjtik a gyógynövényeket, ebből arra lehet következtetni, hogy a válaszadók közül sokan kellő ismerettel rendelkeznek a gyűjtéshez. A gyűjtők 39%-a családból, 34% internetről, 27% tanulmányai során szerezte gyógynövény ismereteit.

A gyógynövény fogyasztásának okaként 262 fő az egészségügyi problémát jelölte meg és csak 77-en (19%) használják ezeket prevenciós jelleggel, pedig a népi gyógyászat is rámutat ennek fontosságára és tesz javaslatot pl. a gyógyteák megelőző jellegű alkalmazására.

A válaszadók közül 39% hetente, naponta 29%, havonta 27% fogyaszt gyógynövényből készült termékeket, ételeket, italokat. 5% nem fogyaszt semmilyen a kérdőívben szereplő terméket. A legtöbb résztvevőnek a családtagja ajánlotta (46%), vagy ismerőse (28%), 14% interneten informálódott, 10%-nak természetgyógyász javasolta, hogy alkalmazzon

gyógynövényeket. Előfordult, ugyan a legkisebb arányban (3%), hogy orvos tanácsolta e termékeket.

A kitöltők közt a legtöbben a nagy múltú, méltán híres Herbária Zrt. termékeiből vásárolnak (503 fő), amely országos kiterjedésű felvásárló és üzemi háttérrel rendelkező cég nagy termékkínálattal. Legkevesebben az Erdész bükki gyógyteáit használják. Ennek oka talán abban keresendő, hogy nem eléggé ismert, annak ellenére, hogy 15 éve a piacon van, pedig, jó minőségűek, esztétikus csomagolással, kisüzemi előállítással és megfizethető reális áron kaphatóak. Ugyanúgy kevesen vásárolnak a György tea kínálatából, pedig a marketingjük megfelelő, ismertek a termékek, viszont drágábbak is. Ár-érték arányban a Herbária Zrt. termékei verhetetlenek, bár kicsit érződik a nagyüzemi előállítás a termékeken.



5. ábra: Preferált gyógynövény termékeket forgalmazók Forrás: Nagy, 2021.

A pandémia tetőzése és elhúzódása miatt aktuális volt vizsgálni, hogy változott-e a gyógynövények iránti kereslet ezen időszakban. Meglepő módon a kutatásban résztvevők 75%-a nem vásárolt több gyógynövényt vagy ebből készült terméket. 9%-a nagyobb mennyiségben tart otthon és 16% mindössze, aki több félét tart otthon és alkalmaz a járvány megjelenése óta.

Következtetések

A 675 db értékelhető válaszokat tartalmazó internetes kérdőív kiértékelése során megállapítható, hogy közel egyforma arányban vettek részt férfiak és nők, 97%-ban 18 év feletiek voltak és 52%-a középfokú, illetve 42%-a felsőfokú (főiskola, egyetem) iskolai végzettséggel rendelkeztek. Sok pedagógus töltötte ki a kérdőívet, s jelezte, hogy az általános iskolás tananyagban nagyon kevés szó esik a gyógynövényekről és jótékony hatásukról, tehát javasolható lenne a téma részletesebb ismertetése nem csak az erdei iskolás foglalkozásokon.

Szinte valamennyi kitöltő (94%) fogyaszt gyógynövényből készült termékeket, és a legismertebbekről (kamilla, csipkebogyó, citromfű) rendelkeznek alapvető információkkal, viszont kevesen használják azokat preventív jelleggel és a széleskörű ismereteik is hiányosak. Jellemzően gyógynövényboltokból, vásárolnak számítva a szakmai segítségre és a legtöbben az árban is elfogadható Herbária Zrt. termékeit fogyasztják.

Irodalomjegyzék

- BERNÁTH J. ET AL. (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövények, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13-15p, 55-66p, 80-90p, 480-482p.
- BERNÁTH, J. – NÉMETH, É. (2007): Gyógy-és fűszernövények gyűjtése, termesztése, felhasználása, Mezőgazda Kiadó, 3. kiadás
- MAGYAR GYÓGYNÖVÉNYÁGAZATI STARTÉGIA (2014) <https://archive.gyongyos.unimite.hu/sites/default/files/gyogynoveny-strategia-2014.pdf>
- NAGY KRISTÓF ZSOLT (2021): Gyógynövényhasznosítás, mint erdei mellékhaszonvételi lehetőség napjainkban. Diplomamunka, Sopron, 68 p.

UAV-ALAPÚ LÉGIFELVÉTELEK KÉSZÍTÉSE ÉS FELDOLGOZÁSA AZ ERDŐREZERVÁTUM-PROGRAM KERETEIN BELÜL

Capturing and processing of UAV-based images within the Forest Reserve Program

SZÁSZ BOTOND¹, KIRÁLY GÉZA¹

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
szasz.botond@uni-sopron.hu

Kivonat

Az Erdőrezervátum-program keretein belül légifelméréseket készítettünk erdőrezervátumok magterületeiről UAV segítségével, amelyek közül cikkünkben kettővel foglalkozunk: a Hosszú-völgyel és az Erebe-szigetekkel. A felvételeket egy *DJI Mavic 2 Pro* típusú UAV eszközzel készítettük. A kapott fényképekből borított felszínmodelleket, illetve a Hosszú-völgy esetén digitális domborzatmodellt is előállítottunk, melyek pontosságát vizsgáltuk. Ehhez előbbinél földi lézerszkennelés (TLS), utóbbinál légi lézeres letapogatás (ALS) eredményeként kapott pontfelhőkből előállított felületmodelleket használtunk fel.

Megállapítottuk, hogy a Hosszú-völgyben az UAV- illetve TLS-alapú borított felszínmodellek jelentősen eltértek egymástól, és a domborzatmodell is hozott kiugró eltéréseket, mely elsősorban a markáns domborzatnak volt köszönhető. A másik területen az összehasonlítás megfelelő minőségű volt az ALS-alapú modellel, az eredményt egyedül a kisebb részletek befolyásolták. A készített modell és a referenciamodell közötti 5 év változásai is láthatóak.

Abstract

We captured aerial images of the core areas of two forest reserve areas within the Forest Reserve Program (*Hosszú-völgy* and *Erebe-szigetek*) using a *DJI Mavic 2 Pro* UAV. Digital surface models and in the case of *Hosszú-völgy* a digital elevation model were produced. To check their accuracy, we used surface models produced from point clouds resulted from terrestrial in the former and aerial laser scanning in the latter area.

The UAV- and TLS-based surface models differ significantly in the area of *Hosszú-völgy*, and the elevation model also showed significant differences due to the steep terrain. In the other area the quality of the comparison was appropriate with the ALS-based model, the result was only affected by small details. The 5-years change between the produced and the reference model was also observable.

Bevezetés

Az Erdőrezervátum-programot hazánk természetes, illetve természetközeli erdeinek megőrzése, valamint a bennük lejátszódó természetes folyamatok megismerése céljából indították el. Legfontosabb feladatai közé tartozik a rezervátumok kijelölése, fenntartása és megőrzése, hosszú távú ökológiai, természetvédelmi és erdészeti kutatása, valamint az ezzel szerzett ismeretek és tapasztalatok alkalmazása a természetvédelmi kezelésben és a természetközeli erdőgazdálkodásban (HORVÁTH et al. 2001).

A program keretében a hosszútávú vizsgálatokra kijelölt rezervátumok magterületein megtervezésre, majd kitűzésre kerül egy 50*50 m-es mintavételi hálózat, az ún. ERDŐ+h+a+l+ó. Ezt a tervezési és kitűzési feladatot Intézetünk végezte el. A geodéziai munkálatok mellett sor került a területek UAV-alapú légifényképezésre is, amely képanyag, valamint a belőle készült további termékek, ortofotók, digitális felületmodellek és pontfelhők kiválóan alkalmasak a területek aktuális állapotának rögzítésére, illetve domborzati és dendrometriai viszonyainak elemzésére.

Anyag és módszer

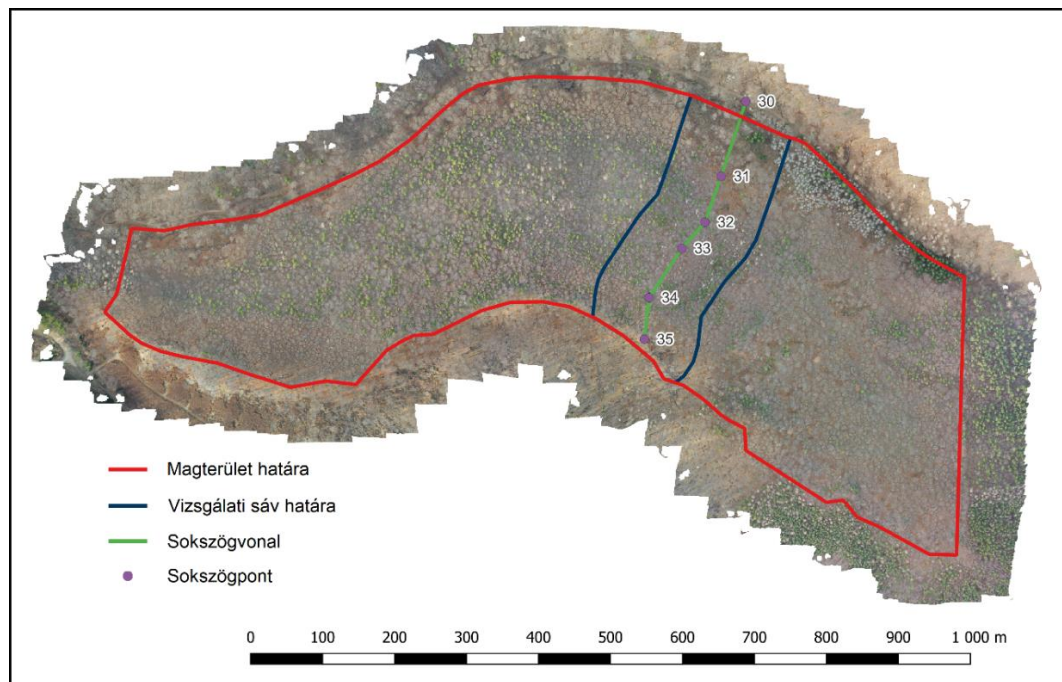
Jelen tanulmányban két erdőrezervátum területén (ER51: Hosszú-völgy és ER47: Erebe-szigetek) végzett repüléseket és feldolgozásukat mutatjuk be. A repüléseket egy *DJI Mavic 2 Pro* típusú UAV-val végeztük, a repülési terveket a *DroneDeploy* felhőalapú szoftver felületén készítettük el, a következő repülési paraméterekkel:

- repülési magasság: 120 méter,
- terepi felbontás: 2,7 cm/pixel,
- bázisirányú átfedés: 85%,
- sorok közötti átfedés: 70%,
- repülési sebesség: 6m/s.

Mivel a Hosszú-völgyi rezervátumban jelentős szintkülönbség tapasztalható, szükség volt alkalmazni a domborzatkövető funkciót, melynek köszönhetően az UAV minden helyzetben 120 méterrel tartózkodik a terepszint fölött, így egyrészt biztosított a megfelelő átfedés, másrészt a jogszabályban előírt maximális repülési magasságot sem sértette meg a repülőeszköz. Az Erebe-szigeteken a terep közel sík, ezért itt ezen funkció alkalmazása szükségtelen volt.

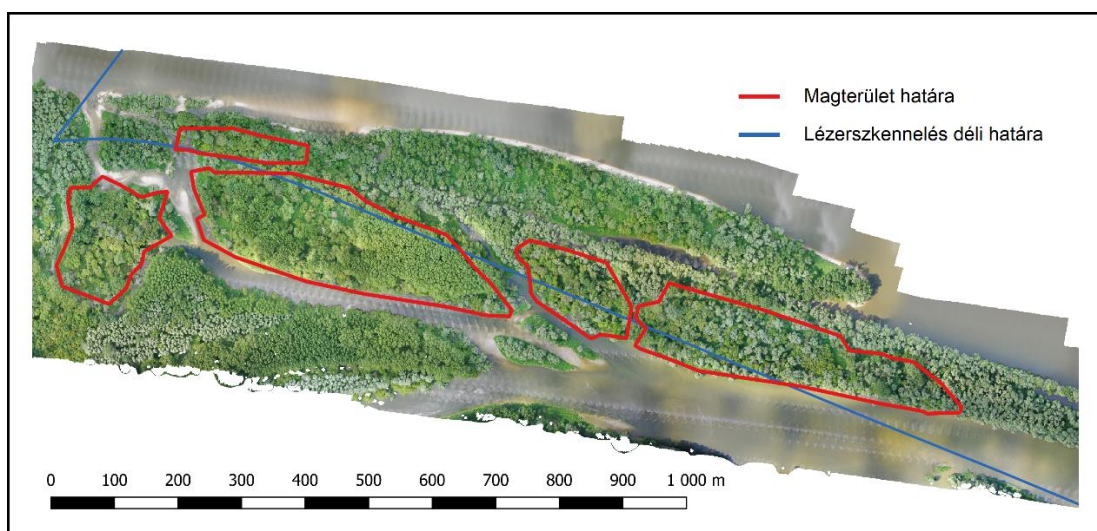
A készített felvételeket az *Agisoft Metashape* felületén illesztettük össze (*image matching*), majd készítettük el a pontfelhőket, a borított felszínmodelleket (BFM), illetve az ortofotókat. Ezek tájékozását a terepen elhelyezett és geodéziai GNSS-eljárással bemért illesztőpontok segítségével végeztük. Az illesztőpontok meghatározásának átlagos pontossága 3,5 centiméter. A képek 3 dimenziós tájékozási pontossága a két területen eltérő, a Hosszú-völgyi rezervátumban 4,5 cm, ami megfelelőnek mondható, azonban az Erebe-szigeteken ennek közel tízszerese, 41,5 cm. Ez többek között a hosszúkas területnek (hosszú, de kevés repülési sorok) és a jelentős kiterjedésű vízfelületnek köszönhető, amely befolyásolja a képegyeztetést, mivel a különböző kameraállásokból a vízfelületi tükröződések másképpen látszódnak, ezért a képegyeztetésben hibákat generálhatnak. Az előállított modellek felbontása 0,5 méter/pixel.

A Hosszú-völgyi erdőrezervátum felmérése még lombtalan állapotban történt, ezért a borított felszínmodell mellett digitális domborzatmodell (DDM) előállítására, illetve vizsgálatára is lehetőség nyílt. Az ehhez szükséges referencia-domborzatmodellt egy sokszögvonallal mentén (tehát nem a teljes területen), földi lézerszkennelési eljárással (TLS) állítottuk elő, amely felmérés szintén a faállomány lombtalan állapotában történt. Mivel ez nem érinti a teljes területet, így az UAV-alapú domborzatmodell értékelése is erre a sávra korlátozódott le, melynek szélessége a sokszögvonallal két oldalán 75-75 méter (1. ábra). A lézerszkennelt pontfelhőből borított felszínmodellt is előállítottunk, ehhez hasonlítottuk a légifényképek segítségével kapott modellt.



5. ábra: ER51 ortofotó

Az Erebe-szigeteki erdőrezervátum lerepülése már lombos állapotban történt, ezért itt a domborzatot nem, csak a borított felszínmodellt tudtuk elemezni. Referenciának itt egy 2017-es szlovákiai légi lézerszkennelés (ALS) révén kapott pontfelhőből előállított modellt használtunk, amely azonban sajnos nem fedi le a rezervátum teljes területét, így itt is csak részterületes összehasonlítást tudtunk végezni. Mivel a terület tagolt a szigetek miatt, az összehasonlításhoz nem kizárólag a magterületen belüli pixeleket használtuk fel, hanem az összeset, ahol a két mérés átfedi egymást, így belekerült az átlagos eltérés számításába többek között az északi részen található félsziget is (2. ábra).

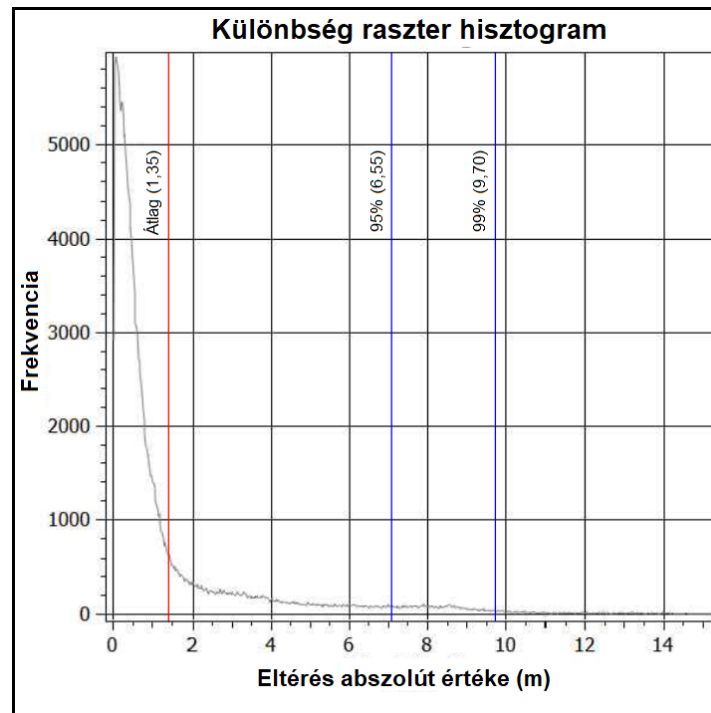


6. ábra: ER47 ortofotó

A domborzatmodellhez a pontfelhő osztályozását, ritkítását, a TIN-háló, végül pedig a raszter előállítását a *CloudCompare* és *LASTools* szoftverek, valamint egy saját szkript segítségével kiviteleztük (SZÁSZ et al., 2022), a borított felszínmodelleket közvetlenül az *Agisoft Metashape* felületéről exportáltuk. Az összehasonlítást a megfelelő modellek egymásból való kivonásával kapott különbségraszter elemzésével végeztük.

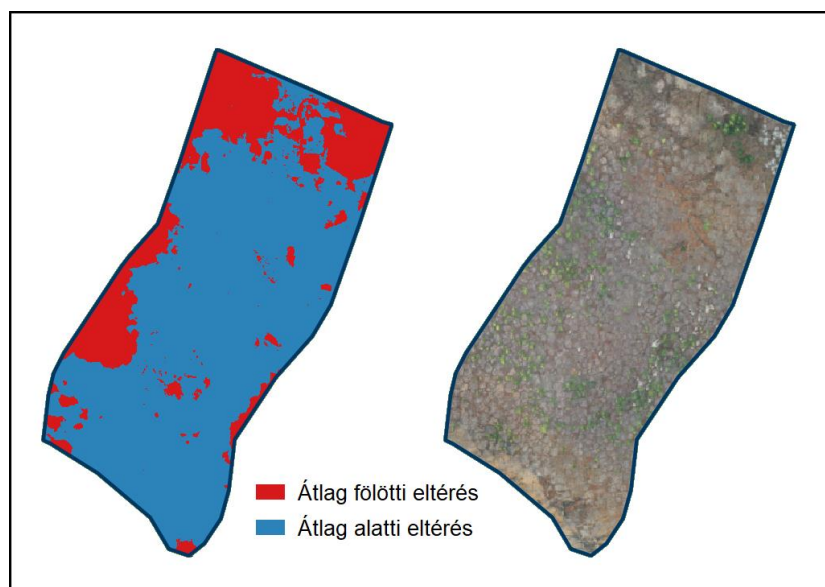
Eredmények

A Hosszú-völgyi erdőrezervátum UAV-alapú domborzatmodelljének eltérését a TLS-alapú referenciamodelltől hisztogram segítségével szemléltetjük (3. ábra).



7. ábra: DDM abszolút eltérési hisztogram a Hosszú-völgyben

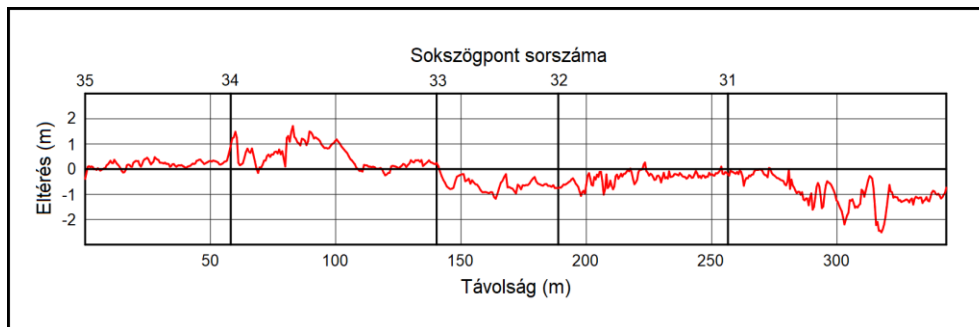
Annak érdekében, hogy a negatív és pozitív előjelű eltérések ne egyenlítsék ki egymást, az eltérések abszolút értékét ábráztuk, így kaptunk 1,35 méter átlagos eltérést, ami jelentős. Nagyobb eltérések a modellsáv északi és nyugati részein figyelhetők meg, melyek jelentősen felhúzzák ezt az átlagot (4. ábra). A szórás értéke 2,16.



8. ábra: Átlag fölötti és alatti eltérések ortofotó kivágással

A hisztogram mellett a különbségraszteren a sokszögvonal mentén felvett metszettel is szemléltetjük a két modell eltérésének mértékét (5. ábra). Mivel a 30-as sokszögpontról már kilóg a vizsgált sáv területéről, a metszet nem odáig, hanem a sokszögszél és a sáv

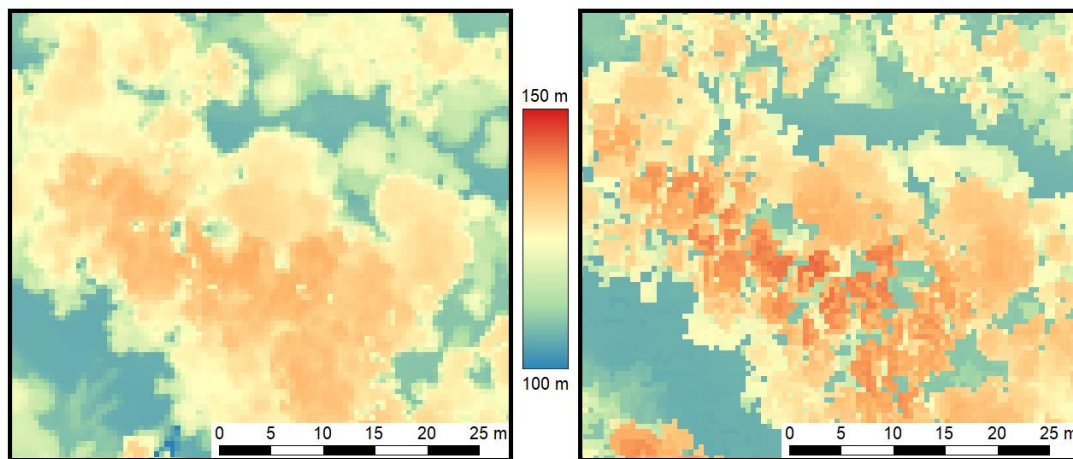
határának metszéspontjáig tart (lásd 1. ábra). Ezen a metszeten két olyan szakaszt határolhatunk le, ahol jelentősebb az eltérés, a 34-es és a 33-as, valamint a 31-es és a 30-as sokszögpontok között.



9. ábra: A sokszögvonal mentén felvett metszett a különbséggraszeren

A borított felszínmodellek összehasonlítása itt kiugróan magas, 9,78 méter átlagos eltérést eredményezett, valamint 7,69 nagyságú szórást, ezért ennek további elemzése szükséges volt.

Az Erebe-szigeteki rezervátumban a lézerszkennelt modellhez képest 4,81 méter nagyságrendű az átlagos abszolút eltérés, a szórás pedig 7,83. Ez magyarázható többek között azzal, hogy a szkennelési terület szélén lehetnek kiugrások, kisebb anomáliák, valamint azzal, hogy a két modell időbelisége között eltelt közel 5 év, amely alatt a faegyedek növekedtek, illetve koronáik terebélyesedtek. De az a tény is ezen okok közé sorolható, hogy az UAV-alapú modell előállításakor a kisebb, pár pixel kiterjedésű lékek nem jelennek meg, mint az ALS-alapú modellen, ezek pedig jelentősen megemelik az átlagos eltérést, ugyanis ezek akár 20-25 méter nagyságrendűek is lehetnek (6. ábra).



10. ábra: UAV- (balra) és ALS-alapú (jobbra) modellek összehasonlítása egy területrészleten

Következtetések

Tekintve a Hosszú-völgyi erdőrezervátumban kijelölt vizsgálati sávról készült domborzatmodellt, ismét beigazolódtott az, amit már korábban is megfigyeltünk, miszerint markáns domborzatú erdőterületek esetén a 70-80% körüli képátfedés nem elégséges a megnyugtató pontossághoz. Mivel azonban a 90% fölötti átfedés alkalmazása a repülési időt a többszörösére növeli, meg kell találni az arany középutat a pontosság, valamint az idő- és akkumulátorigény között, pláne ilyen nagy kiterjedésű területek esetén.

A borított felszínmodellek összehasonlítása során tapasztalt kiugróan magas eltérés és szórás is a domborzati viszonyokra, azaz a nagy meredekségre vezethető vissza, azonban itt a TLS-alapú modellben keresendő a hiba. Ennek kiküszöbölésére a jóval több szkennelési álláspont közbeiktatása lenne a megoldás. Mivel ez a modell nem volt használható, az UAV-képek alapján generált borított felszínmodell minőségét nem tudtuk megfelelően elemezni.

Az Erebe-szigeteki rezervátumban ugyan szintén igen magas eltéréseket figyeltünk meg a referenciamodellhez képest, azonban az ezt okozó, fentebb említett tényezők nem befolyásolják jelentős mértékben az UAV-alapú modell alkalmasságát a további dendrometriai vizsgálatokra.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Agrárminisztérium által futtatott „Erdőrezervátumok kutatása” projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

HORVÁTH F. – MÁZSA K. – TEMESI G. (2001): Az erdőrezervátum-program. In: ER – Az erdőrezervátum-kutatás eredményei 1, pp. 5-20.

SZÁSZ B. – KIRÁLY G. – BROLLY G. (2022): Digitális domborzatmodell-előállítás lehetőségeinek vizsgálata faállományok alatt UAV-alapú légifényképek segítségével (közlésre elfogadva). Erdészeti Tudományos Konferencia kiadványa, 2022.

SZESZIPARI MELLÉKTERMÉKEN ALAPULÓ BIOGÁZ Gyártás ANALITIKAI MONITORING RENDSZERE

Analytical monitoring system for biogas production based on distillery by products

TUKACS-HAJOS ANNAMÁRIA¹, RÉTFALVI TAMÁS², MAGYARNÉ FARKAS BOGLÁRKA³

¹ GázInnov Kft

² Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet

³ Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
annamaria.hajos@gazinnov.hu

Kivonat

Vizsgálatunkban az alkoholgyártás során keletkezett szeszipari melléktermék biogáz alapon történő hasznosítását monitoroztuk 100 liter hasznos térfogatú kísérleti üzemben. A fermentáció a megfelelően adagolt segédanyagoknak köszönhetően 120 napig stabilan üzemelt 5,3 g VS/l/nap szervesanyag terhelés és 207 l/nap metántermelés mellett. A beadagolt szubsztrát kifejezetten magas szervesanyag- tartalma, a fermentációs iszap intenzív savasodása, és a rendszerben szignifikánsan növekvő ammóniatartalom rendszeres monitoringot igényel a fermentáció stabilitás érdekében.

Abstract

In our study, we monitored the biogas-based utilization of the distillery by-product produced during alcohol production in a pilot plant with a usable volume of 100 liters. Thanks to properly dosed excipients, the fermentation operated stably for 120 days under a load of 5.3 g VS/l/day of organic matter and 207 l/day of methane production. The particularly high content of inorganic matter in the administered substrate, the intense acidification of the fermentation sludge and the significantly increasing ammonia content in the system require regular monitoring for fermentation stability.

Bevezetés

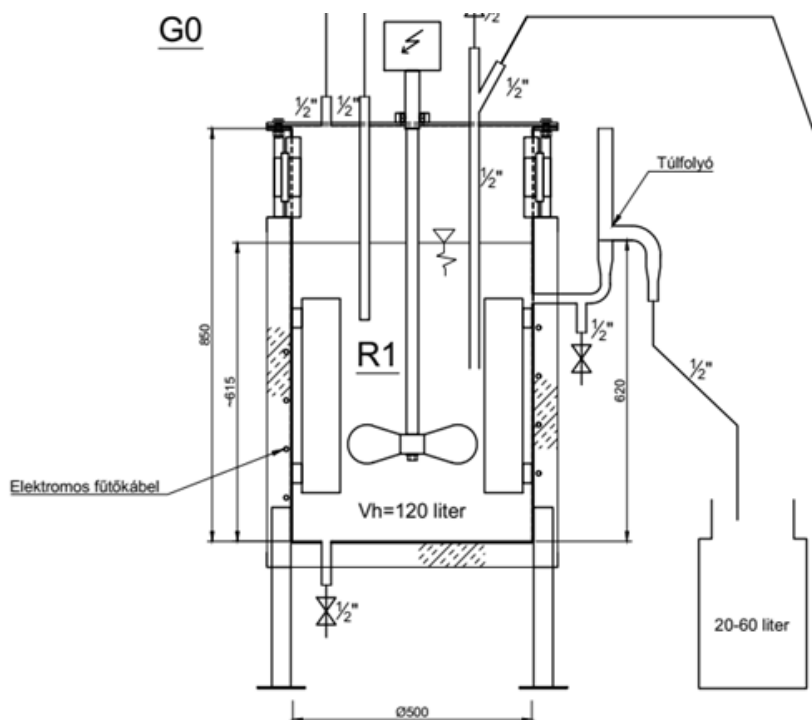
A biogáz képződés alapvető feltétele a szerves anyag és a megfelelő fajokból álló mikroorganizmusok közösségének jelenléte oxigéntől elzárt környezetben. Az ipari méretű biogáz termelés során a reakciók végbemeneteléhez összetett feltételrendszert kell biztosítani: állandó hőmérséklet, folyamatos elkeveredés, szerves anyag kellő aprítottsága, nedvességtartalom, toxikus anyagok jelenlétének megakadályozása. A biogáz reaktorok felépítése az alapanyagok, alkalmazott eljárások szerint más-más, de funkciója minden technológiai folyamat esetén ugyanaz, teret biztosítani a biokémiai folyamatok lejátszódásához. A fermentor nem más, mint egy, a biogáz előállítására alkalmas technológia során alkalmazott berendezés, melyben anaerob körülmények között, zárt rendszerben megtörténik a betáplált szerves anyag alkotóira bontása, metán, szén-dioxid és egyéb gázok képződése mellett. (AL SEADI, T 2008)

Az alkoholgyártás során jelentős mennyiségű melléktermék termelődik, melyet napjainkban főként a mezőgazdaságban hasznosítanak szerves trágyaként. Mind a gazdasági, mind a környezeti tényezők hatása miatt fontos a melléktermék biogáz alapon történő hasznosításának megoldása. A melléktermék, mint biogáz alapanyag szervesanyag tartalma miatt gazdaságosan alkalmazható, de magas szervesanyag tartalma (50 %) kihívást jelent az anaerob lebontás során. A megfelelő biogáz technológia kidolgozása nem nélkülözheti a szükséges analitikai monitoring rendszer kialakítását. (BAI A.,(2005))

Anyag és módszer

Vizsgálatainkban a 100 liter hasznos térfogatú kísérleti üzem, a megfelelő analitikai mérések alapján adagolt segédanyagoknak köszönhetően, 120 napig stabilan üzemelt 5,3 g VS/l/nap szervesanyag terhelés és 207 l/nap metántermelés mellett. A kísérlet során törekedtünk a kiegészítő alapanyagok betáplálásának minimalizálására, mely a fajlagos biogáz hozam csökkenését eredményezte az elméleti kihozatali értékhez képest. A rendszer stabilan működött alacsonyabb hatásfokkal, mely a körülmények nagyobb fokú optimalizálásával vélhetően növelhető. A fermentáció során a legnagyobb nehézséget a szubsztrát magas kén, nitrogén és kálium tartalma jelentette. Az elemanalitikai vizsgálatok során ICP-OES technikával meghatározott iszap mikroelem tartalom ellenőrzése és beállítása kulcsfontosságú a stabil működés biztosításához. A mikrobák által hasznosítható fémek csak oldatból vehetők fel, ennek figyelembevételével kell a vizsgálatokat megtervezni. A nitrogén tartalom értékelésénél meg kell határozni a szabad ammónia tartalmat is a „MSZ ISO 7150-1: Az ammónium meghatározása vízben” című szabvány alkalmazásával. A fermentáció során a stabil működés ellenére végig magas volt az illó zsírsav tartalom (11 g/l), ennek rendszeres minőségi és mennyiségi vizsgálata fontos része a kialakított monitoring rendszernek, mely folyadékkromatográffal (HPLC- High Performance Liquid Chromatograph) végezhető. A magas savtartalom mellett a közeg pH értékének csökkenését a magas kálium tartalom ellensúlyozta, aminek következtében a pH érték 7,8-8,2 között stabilizálódott, így nem következett be az iszap lesavanyodása és a metanogén kultúra teljes inhibíciója. A fermentáció során meg kellett határozni azt az optimális hidraulikus tartózkodási időt is (HRT), mely még nem okoz jelentős kimosódást. A vizsgált szubsztrátból keletkezett biogázban az általánosan mért paraméterek mellett (metán, szén-dioxid, kén-hidrogén, oxigén, nitrogén) folyamatosan ellenőrizni kell az ammónia tartalmat is.

A keletkezett fölös biogáz iszap magas szervesetlen elemtartalma miatt (főként nitrogén, kálium) szintén jól hasznosítható a mezőgazdaságban.



1. ábra: Reaktor felépítése. Forrás: Gázinnov Kft, 2021

Az alkalmazott kísérleti fermentor 100 liter hasznos térfogatú CSTR (CSTR az angol rövidítésből: Continuous Steerd-Tank Reactor) reaktor volt. A folyamatosan kevert tank reaktoroknál a reaktor tartalma tökéletesen egynemű a tank teljes keresztmetszetében, ennek következtében a kiáramló anyag összetétele is állandó és megegyezik a reaktorban található összetétellel. Ez a technológia a leginkább elterjedt és működtetése a legegyszerűbb. Főként mezőgazdasági eredetű szalmás és hígtrágyák, mezőgazdasági hulladékok és energiatermelés céljából termesztett növények feldolgozására használják. Előkísérletek keretében laboratóriumi körülmények között e technológiát volt lehetőségünk tesztelni. A CSTR technológia egyszerű működtetése és rugalmassága miatt fontosnak tartanánk e technológia tesztelését nagyobb méretben.

Mintavétel: A biogáz iszap mintázása a túlfolyón keresztül történt hetente kétszer. A biogáz mintázást a gázóra után teflon gázmintavevő zacskóba végeztük.

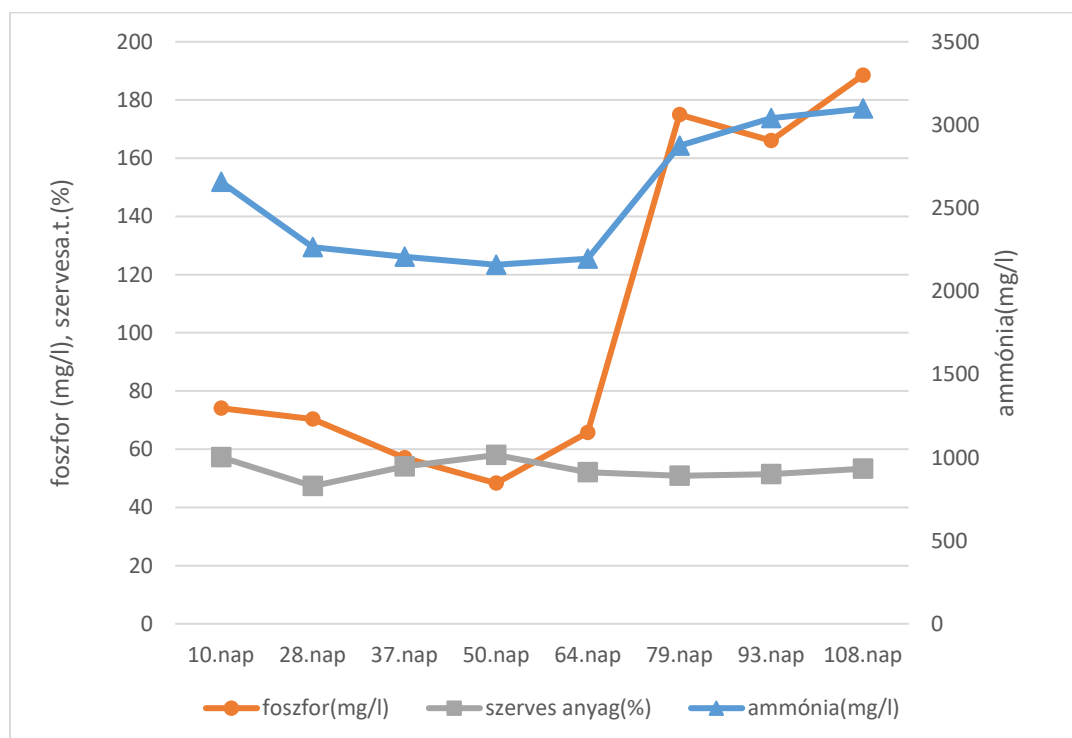
Az iszapon elvégzett analitikai mérések:

heti kétszer: pH, összes VFA (Volatile Fatty Acid) tartalom (meghatározás: saját módszer alapján) , szárazanyag tartalom, oldott KOI tartalom (meghatározás: „MSZ ISO 6060: A víz kémiai oxigénigényének meghatározása “ szabvány alapján)

kéthetente: VFA összetétel, oldott ammónia-, foszfor-, kálium tartalom, szerves szárazanyag tartalom, mikroelem tartalom

három havonta: metagenomikai analízis

A biogázban az általánosan mért paraméterek mellett (metán, szén-dioxid, kén-hidrogén, oxigén, nitrogén) folyamatosan ellenőrizni kell az ammónia tartalmat is.



2. ábra: Biogáz iszap ammónia, foszfor és szervesanyag alakulása

Forrás: SOE-EMK-KTI, 2022

A klasszikus analitika eredményeként látható, hogy a rendszer természetes ammónia-tartalma a fermentáció során folyamatosan növekedett, emiatt mesterséges módon növeni

kellett az iszap foszfortartalmát is. A foszfortartalom ellenőrzése a „MSZ 448/18-77: Ivóvízvizsgálat Foszfát meghatározás” szabvány alapján történt.

A biogáziszap szerves szárazanyagtartalma a kísérlet során stabilan 50% körül mozgott.

Következtetések

A félüzemű folyamatos fermentációs kísérlet eredményeként megállapítható, hogy a szeszipari melléktermékek alkalmasak ipari körülmények között biogáz gyártásra, azonban mivel kifejezetten érzékeny rendszerben működnek, így analitikai monitorozásuk elengedhetetlen.

Irodalomjegyzék

AL SEADI T. ÉS MUNKATÁRSAI (2008): Biogas Handbook. University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark.

BAI A.,(2005): A biogáz előállítása – Jelen és Jövő. Szaktudás Kiadó Ház; Budapest

BAI A. (2007): A biogáz. Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht.

BRUMI, E. ÉS MUNKATÁRSAI (2010): Anaerobic digestion of maize focusing on variety, harvest time and pretreatment. Applied Energy 87, 2212-2217.

GRUIZ K., (2001): Környezettoxikológia – Vegyi anyagok hatása az ökoszisztémára. Műegyetem Kiadó; ISBN 963420676x

KÁRPÁTI Á., (2002): Szennyvíziszap rothasztás és komposztálás. Veszprémi egyetem, Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Tanszék

Szabványjegyzék

MSZ ISO 6060: A víz kémiai oxigénigényének meghatározása

MSZ 448/18-77: Ivóvízvizsgálat Foszfát meghatározás

MSZ ISO 7150-1: Az ammónium meghatározása vízben

GUMIABRONCS-HULLADÉK HASZNOSÍTÁSI TECHNOLÓGIÁI

Utilisation technologies of tire waste

VÁGVÖLGYI ANDREA¹, SZŰCS ZSOLT

¹ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet;
vagvolgyi.andrea@uni-sopron.hu

Kivonat

A kiselejtezett gumiabroncs mennyisége - a növekvő gépjármű-állomány végett - évről évre növekszik, hasznosításukról gondoskodni kell. Hasznosításuk ismert, vagy kevésbé ismert módokon történhet, melyeket az alábbiakban szeretnénk bemutatni. Kutatásunkban vizsgáljuk az „őrléses” és „égetéses” technológiákat, ezek előnyeit, hátrányait és összehasonlítást is teszünk.

Abstract

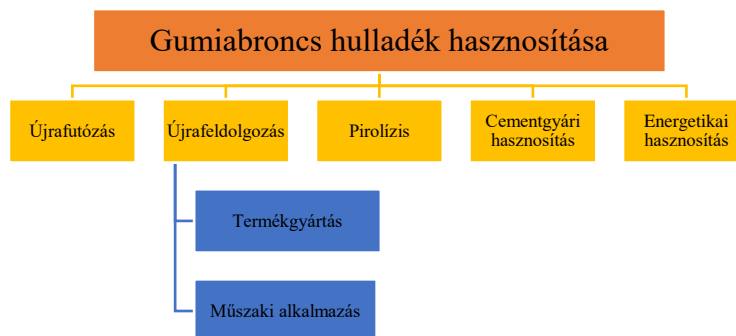
Due to the growing number of vehicles, the amount of discarded tires increases every year, and their utilization must be ensured. They can be used in well-known or lesser-known ways, which we would like to present below. In our research we examine the "grinding" and "burning" technologies, we also compare their advantages, disadvantages and comparisons.

Bevezetés

Fejlődő világunkban a fogyasztói társadalomban, - ahol az egyre növekvő számú javak és szolgáltatások fogyasztása az emberi élet társadalmilag elfogadott célja lett - növekszik a hulladékok mennyisége is, ennek köszönhetően a „hulladékkal való gazdálkodás” hatalmas iparágga alakult. Kezdetben szinte minden hulladéklerakóra vagy égetőműbe került, a csökkenő nyersanyagmennyiségek és a hulladék mennyiségi növekedésének köszönhetően azonban szükség volt az ártalmatlanítási technológiák mellett, a hulladékok újrahasználatát vagy újrahasznosítását célzó, új környezettudatos technológiák bevezetésére. Ugyanez a helyzet a hulladék gumiabronccsal. A forgalomban lévő gépjárművek száma évről-évre növekszik. A keletkező mennyiségnek megfelelő hasznosítói hátteret kell biztosítani, mivel a gumiabroncs hulladéklerakón való elhelyezése tilos (SZŰCS, 2020).

Az OHT (2021-2027) adatai alapján 50-55000 tonna egész gumiabroncs keletkezik évente. A hazai kapacitások 150000 tonna gumiabroncs hasznosítását teszik lehetővé.

A gumiabroncs hasznosításának többféle technológiája létezik (OHT 2021-2027 ALAPJÁN) (1. ábra).



1. ábra: A gumiabroncs hasznosítás alternatívái. Forrás: OHT 2021-2027 alapján saját szerkesztés

Újrafutózás. Ebben az esetben az abroncs futófelületét felújítják. Tehergépjárművek esetében az újrafutózott abroncsok a nem újrafutózott gumiabroncsokhoz képest 70%-os

anyagmegtakarítást eredményeznek az anyagvisszanyerésnek és a hosszabb élettartamnak köszönhetően. 29%-kal csökkenthetjük a földhasználatot, 24%-kal a CO₂ kibocsátást és 20%-kal a szálló por emissziót (MUGNIER et al., 2016). Az újrafutózás rendkívül jó példa a körkörös gazdaságra és az erőforrás hatékonyság optimalizálásra. Az eljárás nagyjából 160 kg hulladékot takarít meg minden kétszer újrafutózott abroncs után (WEB1). Ezzel az eljárással csökkenthetjük a gumiabroncs hulladék mennyiségét, az erőforrások felhasználását és a CO₂ kibocsátást. Viszonylag olcsó, biztonságos, környezetbarát eljárás.

Újrafeldogozás-termékgyártás. Az elhasznált gumiabroncsot mechanikai darabolásnak, aprításnak, őrlésnek vetik alá, amelynek eredményeképpen a gumiabroncsokból különböző szemcseméretű gumiőrleményt állítanak elő, a benne található acélt- és textilt külön gyűjtik.

Az aprítás lehet mechanikai vagy az ún. kriogén őrlés, amikor az abroncsot folyékony nitrogénnel hűtik, majd az üvegesedett gumiabroncs egy őrlőmalomba kerül, ezután textil és porleválasztó rendszeren halad át. Ezt követően a gumiőrlemény szárítása és osztályozása történik. A harmadik „őrléses” technológia a magasnyomású folyadék sugárral történő újrahasonosítás eljárásnak is nevezett mikrorobbantás. A folyamat során a gumiabroncsot szekciókra bontva tudják „őrölni”, azaz külön a kopásálló futófelületet, külön a rugalmas oldal felületet és a belső záró gumiréteget. (SZÜCS, 2020)

Újrafeldolgozás-műszaki alkalmazás. A technológia során pl. alacsonyabb rendű utak, vagy térburkolatok aléptípusaiban gumidaralékkal váltják ki a hagyományosan alkalmazott zúzott kő, vagy kavicsréteget.

Pirolízis. Vitatott technológia a pirolízis vagy hőbontás. A folyamat oxigénmentes közegben vagy kevés oxigén mellett történik. Több esetben is az előkezelő folyamat a mechanikai őrlés. A visszamaradt nem értékesíthető, valamint a direkt pirolízisre termelt gumi granulátumokat egy-egy adagolóterbe helyezik, innen kerülnek a hőbontó reaktorba. A gumi a reaktorban (kb. 450°C-on) több értékes anyaggá bomlik szét. Ezek az anyagok gáz, folyékony és szilárd halmazállapotú termékekre oszthatók. (SZÜCS, 2020)

Cementgyári hasznosítás. Ennél a technológiánál a gumiabroncs nemcsak tüzelőanyag, hanem egyfajta nyersanyag is. A keletkező mérgező füstgázok, valamint égés során visszamaradt pernye/hamu a cementben megkötődik és onnan használat során sem oldódik ki. Ennek köszönhetően az adalékanyagok, valamint a fosszilis tüzelőanyagok mennyiségét is csökkentjük. A Dél-Dunántúlon található beremendi cementgyárban óránként 980 kg használt gumiabroncs kerül egy kemencébe. A gyár két kemencével rendelkezik így éves szinten 11000 tonna gumiabroncs kerül elégetésre. (WEB2, WEB3)

Energetikai hasznosítás: Az energiatermeléssel történő égetés újrahasonosításnak minősül az európai uniós rendelet szerint. Hazánkban inkább cementgyári égetésben használják a kiselejtezett gumiabroncsokat, de előfordul, hogy energiatermeléssel egybekötött égetésre kerül sor.

Általában nem mono égetés zajlik, tehát nem tisztán csak gumit égetnek, hanem pl. szénérőműben hozzákeverik a szénhez a teljes vagy darabolt gumiabroncsot, ezzel csökkentve a fosszilis tüzelőanyagok mennyiségét. A gumiabroncsnak kiváló a fűtőértéke, emiatt alkalmas a szénrel történő együtt égetésre.

A keletkező füstgáz összetétele sok esetben kedvezőbb, mint a kőszéné, elégetés során pl. kevesebb a kén, valamint a CO₂ tartalma. Az abroncs égetése során felszabadulhatnak egyéb rákkeltő anyagok is, ezek nem kerülhetnek ki a légkörbe, ezért az erőmű kürtőjét olyan füstgáztisztító rendszerrel kell ellátni, amely ezeket az anyagokat képes kiszűrni.

Gumiabroncs égetése során 1 kg elégetésekor 9 kWh energiát termelünk, ugyanakkor 1 kg abroncs előállításához 32 kWh energia szükséges, tehát ha azt vesszük az égetési folyamat energiaveszteséges. Összehasonlítva a mechanikai őrléssel 1 kg nyersanyag előállításához 1 kWh energia szükséges. Ilyen szempontból a gumiabroncs égetése tehát tényleg hátrányos.

Viszont vitathatatlan előnye, hogy a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását lehet csökkenteni és energiát termelünk vele (PERGE - BOROS 2012, WEB4, WEB5).

Anyag és módszer

Vizsgáltuk az egyes „égetéses” és „örléses” technológiákat különböző szempontból (1-3. táblázat) a kapott eredményeket összehasonlítottuk.

Eredmények

Az „örléses” hasznosítási technológiák összehasonlítása

Hazánkban a kriogén és a normál mechanikai őrlés terjedt el leginkább. Jelen helyzetben, a folyékony nitrogén ára csökken és megfizethető áron elérhető, a végtermék pedig versenyképesebb, ezért a kriogén őrlés technológiája is fellendülőben van.

A magas nyomású technológia, véleményünk szerint a három közül a leghatásosabb, viszont kevésbé elterjedt. Az előbb említett technológia végterméke hasznosítható legjobban. Befektetési szempontból a mechanikai őrlés az egyik legolcsóbb és a legegyszerűbb technológia. Környezettudatosági szempontból is a mikrorobbantásos technológia a legjobb a zárt rendszernek köszönhetően. Az őrlemény méretekben is különbségek figyelhető meg így pl. a sima őrlés során relatív nagy, míg mikrorobbantásnál kicsi szemcseméret jön létre. A technológiák a jobb átláthatóság kedvéért az 1. táblázatban összehasonlításra kerültek.

1. táblázat: „Őrléses” technológiák összehasonlítása. Szerkesztette: Szűcs Zsolt

	Mechanikai őrlés	Kriogén őrlés	Mikrorobbantásos eljárás
A végtermék felhasználó piaca	Járólapok, gumialkatrészek	Aszfaltba történő keverés, játszótéri és sportpályák járó/futó felületének alapanyaga	Szelektív hasznosítás miatt akár abroncs gyártásba visszaforgatható, gumialkatrészek gyártása
A technológia környezettudatossága	Szálló por és szaghatás	Szálló por és szaghatás	Zárt, tiszta technológia
A technológia fenntartásához szükséges feladatok	Egyszerű technológia megvásárlása és beüzemelése után csak karbantartási folyamatok	A technológiába a nitrogén folyamatos pótlása és szabályozása a karbantartási műveletek mellett	Programozni kell, bonyolult összetett szerkezet és karbantartás
A technológiával járó költségek	Karbantartási költségek	Folyékony nitrogén vásárlásából származó, valamint a karbantartási költségek.	Folyadékcsere, karbantartási, programozási költségek.
A kapott őrlemény mérete	10-50 mm	0,2-0,3 mm	0-500 µm

A termikus hasznosítási módszerek összehasonlítása

Gumiabroncs termikus hasznosításának több módját is használják hazánkban. A pirolízis technológiáját kivéve a folyamatok közvetlenül hőt állítanak elő a gumiabroncsból, míg a pirolízis esetében a létrejött termékekből állítható elő hőenergia.

Mindhárom esetben megfelelő füstgáztisztító technológiával kell ellátni a rendszert (cementgyári alkalmazás során maga a cement is egyfajta szűrő), hogy mérgező és káros hatású anyagok ne kerüljenek ki a környezetbe.

Termikus kezelés során, technológia függvényében különböző anyagokat állítunk elő, ebből szempontból a pirolízis a legelőnyösebb.

A hőbontás során több hasznosítható anyagot is nyerünk pl. pirolízisolaj, pirobenzin, pirolízisgáz, korom. Ezeket különböző iparágakban lehet hasznosítani. Pirolízis hőenergia, valamint villamos energia nyerhető. Minden esetben visszanyerhetők a fémhuzalok, ezeket kohászatban használják fel.

Az energetikai égetés jár a legkevesebb pozitív haszonnal, ebben az esetben égetés során csak hőenergia és elektromos áram, az, ami értékesíthető, valamint a folyamat végén a kikerülő salakból kiválasztott fémszalak.

A termikus technológiák közül a pirolízis a legösszetettebb technológia, és ez igényel komolyabb hulladék előkezelést pl. cementgyáraknál és energetikai égetésnél egész abroncsban kerül a tüztérbe általában a hulladék. Pirolízisnél a reaktorok hatásfokának növelése érdekében, hogy az anyag minél jobban kitöltse a reaktor kamrájának űrtartalmát, granulálják, darabolják az abroncsot. Az előbbieken leírtakat 2. táblázat összegzi.

2. táblázat: Termikus hasznosítások össze hasonlítása. Szerkesztette: Szűcs Zsolt

	Cementgyári égetés	Energetikai égetés	Pirolízis
Gumiabroncs előkezelése	Tisztítás	Tisztítás	Tisztítás aprítás/ granulálás
A gumiabroncsból nyert termékek	Hőenergia, fémhuzalok	Hő- és villamos energia, fémhuzalok	Pirolízis, pirobenzin, korom, biogáz, közvetett úton hő- és villamos energia fémhuzalok
Használatának előnye	Fosszilis tüzelőanyagok, valamint a cementgyártás során használt adalékanyagok csökkentése	Fosszilis tüzelőanyagok csökkentése	Új nyersanyagok előállítás
Környezet károsítása	A cement kiválóan megköti a gumiból kikerülő veszélyes és káros anyagokat csak nitrogén-oxidok kerülnek ki jelentős mértékben. De alkalmaznak füstgáz tisztító technológiákat is.	Füstgáz tisztítási technológiák alkalmazásával csökkentik a kikerülő káros anyagokat	Füstgáz tisztítási technológiák alkalmazásával csökkentik a kikerülő káros anyagokat

Következtetések

Az „örléses” és „égetéses” technológiák összehasonlítása (3. táblázat).

Újrahasznosítás szempontjából véleményünk szerint az örlési technológiák vannak előnyben hiszen, ha a technológia megfelelő tisztaságú, akár újra gumi terméket is előállíthatunk.

A pirolízisnél ugyan korom formájában nyersanyagot kapunk, de ez a gumi tömegének maximum 40%-át teheti ki.

Az égetést mindig sokkal bonyolultabb füstgáztisztítási technológiával kell ellátni, mint az örlési technológiákat. A végtermék felvásárló piaca a termikus kezeléssel származó termékeknek sokkal nagyobb. Az égetőművek beruházási költsége, ha alaptól fosszilis

tüzelőanyaggal működött az erőmű, akkor sokkal egyszerűbben és költséghatékonyabban átalakítható gumi tüzelésűre.

Az őrlésben ugyan sok lehetőség van, de felvásárló piac hiányában sajnos ezeknek felderítése hiányzik.

Az égetésből nyert energia jóval kevesebb, mint a gyártási energia mennyisége, míg az őrlés ilyen szempontból elenyésző mennyiségű energiát igényel. (SZÜCS, 2020)

3. táblázat Termikus kezelések és őrlést alkalmazó hasznosítási technológiák összevetése.

Szerkesztette: Szűcs Zsolt

	Termikus kezelés	Őrlés
A keletkező végtermékek	Villamos és hőenergia, valamint a fém huzalok Ezenkívül különböző technológiáknál cement, korom, pi-roolaj, pirobenzin, biogáz	Gumidarálék gumiőrlemény (gumiliszt) textil maradványok és fém huzalok.
Felvásárló pia-cok	Országos energia szolgáltató, helyi távhő szolgáltató, kohászat, vegyipar műanyag és gumiipar, cementkészít-mény felvásárlók	Sportpályák műfüvel ellátott helyek gumi járó/futófelület készítő cégek, kohászat, ce-ment gyárak, aszfalt készítő üzemek, gumigyárak
Környezetvé- delmi szem- pontból	Nagy beruházások füstgáztisztítás szempontjából így érhető el a kör-nyezetbarát technológia	Környezetbarát technológiák porleválasztó szükséges egyes technológiáknál.
Technológia előnyei	Gumi hulladék méretének csökken- tése, energia és hőtermelés, minimá- lis környezet károsítással	A gumiabroncs anyagában történő újrahasznosításkor nem egy új anyag keletkezik, hanem az abroncs aprítása után lesz újnyers anyag

Irodalomjegyzék

- MUGNIER, E.- FARHANGI - C. KLEY, S. - AUREZ, V. - CHHANG, A. (2016): The socio-economic impact of truck tyre retreading in Europe The circular economy of tyres in danger. Ernst & Young et Associés. Elérhető: https://www.etrma.org/wp-content/uploads/2019/09/201611-ey_retreading_lr.pdf
- PERGE P. - BOROS N. (2012): Gumiabroncs hulladék újrahasznosítás lehetőségei Debreceni Egyetem, Műszaki Kar. 8 old Elérhető: <https://core.ac.uk/download/pdf/161031137.pdf> Letöltve: 2020.09.27
- SZÜCS ZS. (2020): Gumiabroncs-hulladék hasznosítási lehetőségei Magyarországon. Szakdolgozat. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 74 p.
- WEB1: <https://www.etrma.org/key-topics/circular-economy/>
- WEB2: <https://humusz.hu/kukabuvvar/archivum/2003/tavasz/cementgyarihulladekegetes-ramp3371> (Letöltve: 2020.09.28)
- WEB3: <https://www.duna-drava.hu/hu/beremendi-cementgyar> (Letöltve: 2020.09.28)
- WEB4: <http://www.legszenyvezes.hu/gumi-kornyezetbarat/> (Letöltve: 2020.06.20)
- WEB5: <https://greenfo.hu/hir/gumihegyen-innen-es-tul-hol-tart-az-abroncsokujrahasznositasa/> (Letöltve: 2020.06.20)

KEVERT CSOMAGOLÁSI HULLADÉK MENNYISÉGÉNEK ELEMZÉSE SOPRONBAN ÉS NÉGY KÖRNYEZŐ TELEPÜLÉSEN

Analysis of the quantity of mixed packaging waste in Sopron and four surrounding settlements

VÁGVÖLGYI ANDREA¹, TAKÁCS KRISZTIÁN²

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

²Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft.
vagvolgyi.andrea@uni-sopron.hu

Kivonat

Kutatómunkánk során Sopron és négy, a Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft. (továbbiakban STKH Kft.) szolgáltatási területéhez tartozó település, kevert csomagolási hulladék mennyiségének alakulását elemeztük összmennyiség és egy főre jutó mennyiség tekintetében. Vizsgáltuk, hogy a COVID 2019 járvány által bevezetett korlátozások milyen hatással voltak a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségére a településeken. Eredményeink azt mutatják, hogy Bük település kivételével az egy főre jutó kevert csomagolási hulladék éves mennyisége 20 kilogramm fölött van. Harka, Fertőrákos és Ágfalva esetén a házhoz menő csomagolási hulladék gyűjtési gyakorlata kiforrottan tekinthető. A településeken a lakosság szelektív hulladékgyűjtési hajlandósága magas szintű. A COVID 2019 járvány nem okozott jelentős mennyiségi növekedést a kevert csomagolási hulladék tekintetében.

Abstract

During our research work, we analyzed the change of the amount of mixed packaging waste in Sopron and four settlements belonging to the service area of STKH Ltd. in terms of total and per capita amount. We investigated whether the restrictions introduced by the COVID 2019 epidemic caused any changes in the amount of mixed packaging waste collected in the settlements. Our results show that, apart from Bük, the annual amount of mixed packaging waste per capita is over 20 kilograms. In the case of Harka, Fertőrákos and Ágfalva, the practice of collecting household packaging waste can be considered mature. In the settlements, the population's willingness to collect waste selectively is high. The COVID 2019 epidemic did not cause a significant increase in the volume of mixed packaging waste.

Bevezetés

Az STKH Kft. és jogelődjei már évtizedek óta látják el Sopron és térsége hulladékgazdálkodási tevékenységeit. 2013-tól 39 környékbeli településen, majd 2017-től újabb 10 településen végez a társaság hulladékszállítási közszolgáltatási tevékenységet. 2018-tól a cég Győr-Moson-Sopron megye 47 településén továbbá Vas megyében 213 településen lát el közszolgáltatási feladatokat. A feladatok ellátásához alvállalkozókat is bevonnak. A vállalat 2 válogatóművet, 5 komposztáló telepet és 17 hulladékudvart üzemeltet szolgáltatási területén. (URL 1)

A szelektív hulladékok begyűjtését, válogatását és értékesítését a szelektív részleg végzi az STKH Kft-n belül. A begyűjtött szelektív hulladék kezelése az adott településekhez közelebbi válogatóműben történik. A soproni, celldömölki, körmendi, sárvári és kőszegi helyekről indulnak gépjárművek a szelektív hulladék begyűjtésére. Celldömölkéről és a közeli településekről a szelektív hulladékot először a celldömölki telephelyre szállítják be, majd innen kerül a szombathelyi vagy soproni válogatóműbe.

A szelektív hulladékgyűjtés keretén belül 4 frakció kerül begyűjtésre:

- papír és karton csomagolási hulladék (HAK 15 01 01);
- egyéb, kevert csomagolási hulladék (HAK 15 01 06);
- üveg csomagolási hulladék (HAK 15 01 07);
- biológiai lebomló hulladék (HAK 20 02 01).

A 15 01 06 HAK kódú hulladékot a válogatás során szelektálják frakciók szerint (PET (víztiszta, kék, vegyes), tetrapack, papír, alumínium doboz, PP+HDPE, konzerv vas).

A továbbiakban a házhoz menő zsákos és szigetes begyűjtésből származó műanyag és papír frakciók mennyiségi alakulását, változását vizsgáljuk egyes településeken.

Anyag és módszer

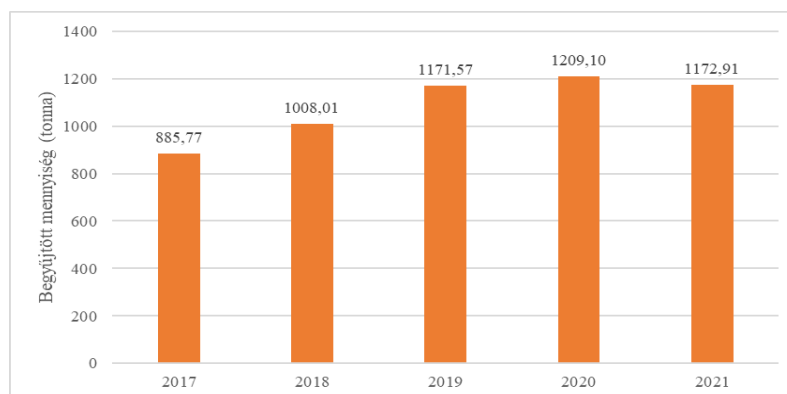
A kutatómunka során kiválasztottunk öt, az STKH Kft. szolgáltatási területéhez tartozó települést, amelyeken a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségének alakulását elemeztük. Az öt település az alábbi volt: Sopron, Fertőrákos, Harka, Bük, Ágfalva. Azért esett erre az öt településre a választás, mivel ezek reprezentálják jól a STKH Kft. szolgáltatási területén található gyűjtési módokat és település típusokat.

Sopron a legnagyobb település a STKH Kft szolgáltatási területén. A településen házhoz menő, és szigetes gyűjtés is üzemel. Ezen a településen került elsőként bevezetésre a szelektív hulladékgyűjtés, szigetes gyűjtés formájában, majd 2016-tól a házhoz menő gyűjtési rendszert is bevezette a vállalat Sopron családi házas övezeteiben. Így a lakosság már jól ismeri a vállalat gyűjtési rendszereit. Sopronon kívül a többi kiválasztott településen a kevert csomagolási hulladék begyűjtése kizárólag házhoz menő rendszerben történik. Fertőrákos és Harka településeken már régóta lát el a STKH Kft. közszolgáltatási tevékenységet. Ágfalva és Bük települések 2017-től tartoznak a STKH Kft. szolgáltatási területéhez. Sopron város esetén 2017-2021 közötti időszakot elemeztük. A többi település esetén 2018-2021 között követtük a kevert csomagolási hulladék alakulását. Azért ezt a négy évet vizsgáltuk, mivel 2018-as évtől változtak a szelektív hulladékgyűjtés gyűjtési körei, így 2018-tól az általunk vizsgált községek önálló gyűjtési napra kerültek, így nem szükséges a lakosság szám alapján történő mennyiség visszaosztás, tehát a választott települések reprezentatívabb adatokat adnak a szelektíven gyűjtött mennyiségekről. Munkánk során azt is vizsgáltuk a COVID 2019 járvány által bevezetett korlátozások okoztak-e valamilyen változást a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségében a választott településeken.

Eredmények

Sopron

Sopron város esetén a szigetekről begyűjtött és a házhoz menő zsákos gyűjtésből származó kevert csomagolási hulladékkal számoltunk, mivel a két adat együttesen ad átfogó képet a begyűjtött frakció mennyiségéről.



1. ábra: Sopron városából begyűjtött kevert csomagolási hulladék 2018-2021 között

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy 2017 és 2020 között a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége folyamatos növekedést mutatott. 2018-ban a begyűjtött mennyiség 13,8%-ot növekedett 2017-hez képest. 2019-ben a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége 16,2%-os emelkedést mutat az előző évhez viszonyítva. 2020-ban 3,2%-kal nőtt a begyűjtött mennyiség 2019-es évvel összevetve. 2021-ben a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége 3%-kal visszaesett az előző évhez viszonyítva, tehát megközelítőleg visszatért a 2019-es szintre. Ennek egyik oka lehet a COVID 2019 járvány által bevezetett korlátozások, ezáltal az otthon töltött idő megnövekedése.

Sopron város esetén a népesség változását, a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségének alakulását és az egy lakosra vonatkoztatott kevert csomagolási hulladék éves mennyiségét a 1. táblázat mutatja, a népességszám adatok a KSH-tól származnak (URL 2). Feltételezhetően azonban a lakosság szám a városban magasabb. (TAKÁCS, 2022).

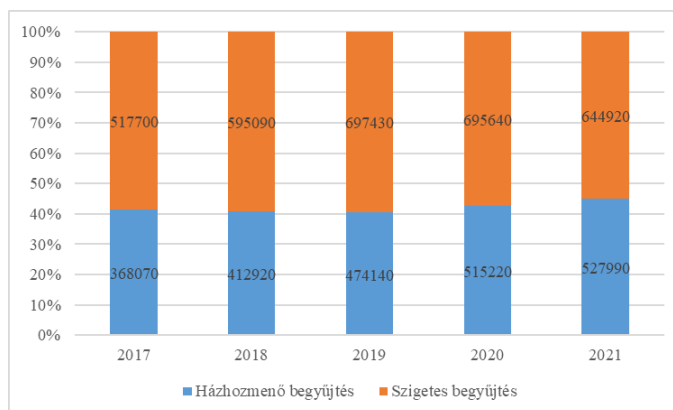
1. táblázat: Az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiség Sopron városában (2017-2021)

Sopron	2017	2018	2019	2020	2021
lakosság (fő)	62246	62454	62671	63065	62900
kg/fő/év	14,23	16,14	18,69	19,17	18,65
kg/fő/hó	1,90	1,35	1,56	1,6	1,55

A 1. táblázat alapján megállapítható, hogy az egy főre jutó éves kevert csomagolási hulladék mennyisége 2017-2020 között folyamatos növekedést mutatott. 2021-ben az egy főre vetített éves kevert csomagolási hulladék mennyisége 0,52 kg-mal csökkent az előző évhez képest, ez a begyűjtött mennyiség és a nyilvántartott lakosság csökkenéséből is következik.

A fenti adatok alapján 2020-ban 37,53 tonnával több kevert csomagolási hulladék került begyűjtésre, mint az előző évben, továbbá a begyűjtött mennyiség 2021-ben szinte ugyanennyivel (36,19 tonnával) csökkent, így nem kizárható, hogy a mennyiségi növekedést a COVID 2019 járvány által előidézett fogyasztási szokások változása okozta. Ezt igazolja az is, hogy 2021-re a mennyiség visszatér közel a 2019 évben begyűjtött értékre. További tény, hogy a KSH alapján a népesség számban nem történt akkora emelkedés 2020-ban, hogy az ekkora mennyiségi változást hozott volna magával. Ugyanakkor megállapítható, hogy ez a mennyiségi növekedés nem számottevő a begyűjtött mennyiséghez képest.

Sopron város esetén megvizsgáltuk, hogy a szigetes és a házhoz menő begyűjtés aránya hogyan változott a vizsgált években.

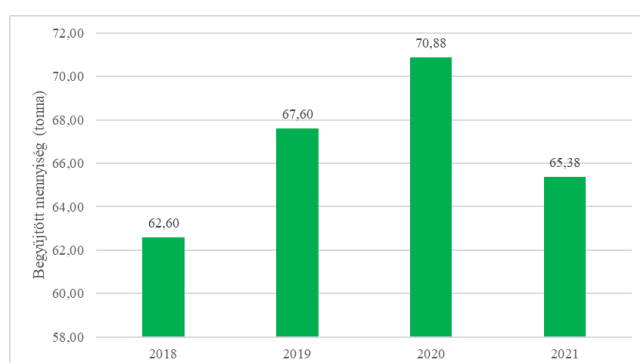


2. ábra: A házhoz menő és szigetes kevert csomagolási hulladék százalékos megoszlása Sopron városában (2017-2021)

A 2. ábra alapján látható, hogy a Sopronból begyűjtött kevert csomagolási hulladék megközelítőleg 40% a házhoz menő, míg 60% szigetes begyűjtésből származik a vizsgált időszakban. 2017 és 2021 között a szigetes és házhoz menő begyűjtés arányában nem következett be jelentős változás. (TAKÁCS, 2022).

Fertőrákos

Fertőrákos községben a közszolgáltatást a STKH Kft és annak jogelődjei végezték a közszolgáltatás megjelenésétől. A községben a STKH Kft. az elsők között vezette be a házhoz menő gyűjtést. Így elmondható, hogy a vizsgált településen már kiforrott módszerré vált ez a gyűjtési forma. A településről begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségét 2018 és 2021 között a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: Fertőrákos községből begyűjtött kevert csomagolási hulladék 2018-2021 között

A 2018-as évhez képest a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége 13,2%-kal nőtt, míg a 2019-es évhez képest 4,8% emelkedett a begyűjtés 2020-ban (3. ábra). A 2021-es évben az előző évhez képest 7,8%-os volt a visszaesés a begyűjtött kevert csomagolási hulladék tekintetében.

Megvizsgáltuk, hogy a népességszám alapján hogyan változik az egy főre eső elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék arány (2. táblázat).

2. táblázat: Az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiség Fertőrákos községben (2017-2021)

Fertőrákos	2018	2019	2020	2021
lakosság (fő)	2291	2323	2338	2436
kg/fő/év	27,32	29,10	31,36	26,84
kg/fő/hó	2,28	2,43	2,61	2,24

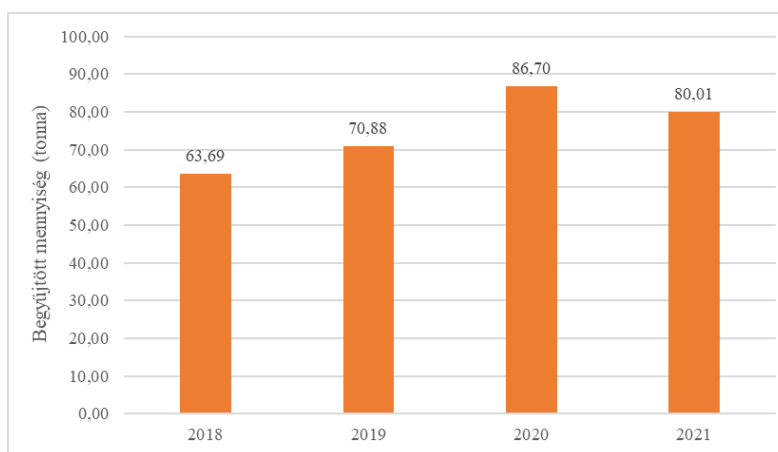
A fenti táblázat alapján látható, hogy az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék esetén 2018 és 2020 között folyamatos emelkedés figyelhető meg, majd ezt követően a 2021-es évben visszaesés látható. Megállapítható, hogy 2018 és 2020 között a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége, így az egy főre jutó mennyiség együttesen emelkedik, ez abból következik, hogy a település lélekszámában nem következett be jelentős változás, a lakosság száma csupán 47 fővel emelkedett. A 2021-es évben az egy főre jutó kevert csomagolási hulladék mennyisége a 2018-as mennyiség alá esett, ugyanakkor a begyűjtött mennyiség 2020 évben 2,78 tonnával a 2018-as mennyiség fölött van, ennek oka,

hogy a lakosság száma 2020-ról 2021-re 98 fővel, míg 2018 és 2021 között a lakosság 145 fővel nőtt.

Fertőrákos község esetén nem okozott jelentős változást a COVID 2019 járvány. Ez következik abból, hogy 2018-2020 között a begyűjtött mennyiség folyamatos növekedést mutatott. Továbbá 2019-ről 2020-ra 4,8% emelkedett csak a kevert csomagolási hulladék mennyisége, amely akár a lakossági aktivitás növekedésének is köszönhető. Az is megfigyelhető, hogy az egy főre lebontott kevert csomagolási hulladék mennyisége csak 0,26 kg-mal nőtt 2019 és 2020 között (TAKÁCS, 2022).

Harka

Harka községben is kiforrott már a házhoz menő zsákos gyűjtés rendszer. A Harka községről begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségét a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Harka községből begyűjtött kevert csomagolási hulladék 2018-2021 között

A fenti ábra alapján megállapítható, hogy 2018 és 2020 között a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége folyamatos emelkedést mutatott, viszont amíg 2019-ben a 2018-as mennyiséghez képest csak 11,3%-kal emelkedett a mennyiség, addig 2020-ban az előző évhez képest 22,3%-kal nőtt a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége. 2021-ben az előző évhez képest 7,7%-os visszaesés figyelhető meg.

A lakosság számának változását és az egy főre jutó éves illetve havi kevert csomagolási hulladék mennyiségét a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat: Az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiség Harka községben (2018-2021)

Harka	2018	2019	2020	2021
lakosság (fő)	2395	2622	2818	3080
kg/fő/év	26,59	27,03	30,72	25,98
kg/fő/hó	2,22	2,25	2,56	2,16

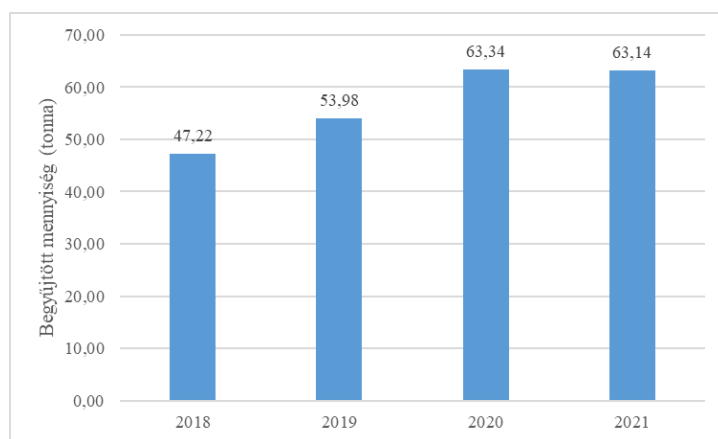
Amennyiben összevetjük a 4. ábrát és 3. számú táblázatot, megfigyelhetjük, hogy begyűjtött mennyiség 2020. évi ugrásszerű növekedését az egy főre lebontott mennyiség nem követi, ez a népesség szám emelkedéséből következik. 2019-ről 2020 évre a település lélekszáma 196 fővel emelkedett. Harka lakossága a vizsgált időszakban folyamatosan nőtt. Ebből következik, hogy a 2021-es begyűjtött mennyiség visszaesése jelentősen kihatott az egy főre lebontott mennyiségre, hiszen a település lélekszáma 2020-ról 2021-re 262 fővel emelkedett.

Harka esetén sem állapítható meg, hogy a COVID 2019 járvány jelentős mennyiségi emelkedést okozott volna. A begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségének emelkedése a település lélekszámának növekedéséből következik 2018 és 2020 között. Harka település, mint Sopron agglomerációja vonzza a Sopronból kitelepülni vágyókat és az újonnan családot alapító fiatalokat. A 2021 évben az egy főre jutó szelektív hulladék éves mennyiségének visszaesésének egyik oka a begyűjtött mennyiség csökkenése mellett az is lehet, hogy az új lakások még nem csatlakoztak be a szelektív gyűjtés rendszerébe. (TAKÁCS, 2022).

Ágfalva

Ágfalva község 2017-től tartozik az STKH Kft. szolgáltatási területéhez. A településen 2020 második félévétől folyamatosan bevezetésre kerültek a sárga zsákok kiváltását célzó sárga fedelű kevert csomagolási hulladék gyűjtőedények.

A begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségének alakulását az alábbi ábra mutatja.



5. ábra: Ágfalva községből begyűjtött kevert csomagolási hulladék 2018-2021 között

Az 5. ábra alapján megállapítható, hogy 2018 és 2020 között folyamatosan emelkedett a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége. 2019-ben a begyűjtött mennyiség 14,3%-kal emelkedett az előző évhez képest, míg 2020-ban 17,3% nőtt a mennyiség az előző évhez viszonyítva. 2020-tól stagnálás figyelhető meg a begyűjtött mennyiség tekintetében.

Ágfalva esetén is megvizsgáltuk a település népességének alakulását, továbbá az egy főre jutó szelektíven gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségét hónapra és tárgy évre lebontva 2018-2021 között.

4. táblázat: Az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiség Ágfalva községben (2018-2021)

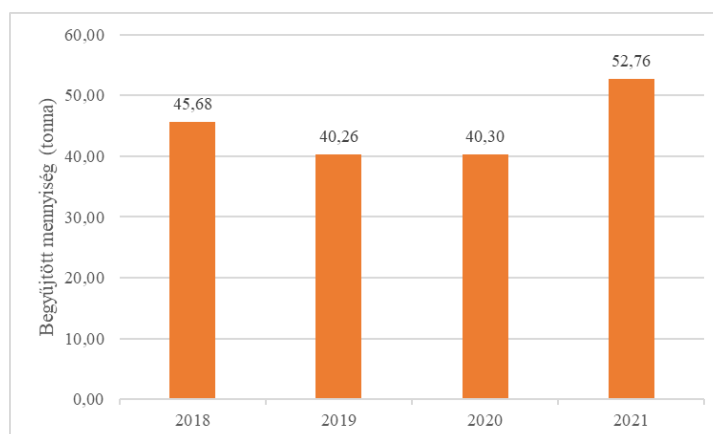
Ágfalva	2018	2019	2020	2021
lakosság (fő)	2309	2389	2439	2418
kg/fő/év	20,45	22,3	25,95	26,11
kg/fő/hó	1,7	1,88	2,16	2,18

A 4. táblázat alapján megállapítható, hogy a lakosság lélekszáma folyamatos növekedést mutat 2018 -2020 között. 2018 és 2020 között a lakosság 130 fővel emelkedett. 2021-ben a népesség 21 fővel csökkent, ez a begyűjtött mennyiség stagnálása miatt az egy főre jutó

mennyiség további növekedését okozta. A COVID 2019 járvány Ágfalva esetén sem okozott a kevert csomagolási hulladék mennyiségében változást. (TAKÁCS, 2022).

Bük

Bük település 2017-től került az STKH Kft. szolgáltatási területéhez. A településen házhoz menő szelektív hulladék gyűjtési rendszer üzemel. A településről begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségét az alábbi ábra mutatja be.



6. ábra: Bük városból begyűjtött kevert csomagolási hulladék 2018-2021 között

A 6. ábra alapján megállapítható, hogy a 2019-ben begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyisége 11,9%-kal volt kevesebb a 2018-as évhez képest. 2019-2020-ban a begyűjtött mennyiség stagnált, majd 2021-ben 30,9%-os emelkedés volt megfigyelhető a begyűjtött mennyiségben 2020-hoz képest.

Bük város esetén a népességszám alakulását és az egy főre jutó kevert csomagolási hulladék mennyiségét az 5. táblázat mutatja.

5. táblázat: Az egy főre jutó elkülönítetten gyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiség Bük városban (2018-2021)

Bük	2018	2019	2020	2021
lakosság (fő)	3631	3624	3806	3731
kg/fő/év	12,58	11,11	10,59	14,14
kg/fő/hó	1,05	0,93	0,88	1,18

A fenti táblázat és a 6. ábra alapján megállapítható, hogy nem a lakosság szám csökkenése okozta 2019-ben a begyűjtött kevert csomagolási hulladék mennyiségében a visszaesést. Így az egy főre jutó szelektív hulladék mennyisége is csökkent 2019 évben az előző évhez képest. 2020-ra Bük népessége 182 fővel emelkedett, a begyűjtött szelektív hulladék mennyisége viszont stagnált, ez az egy főre vetített mennyiség további csökkenését okozta. 2021 évben az egy főre vetített kevert csomagolási hulladék éves mennyisége 3,55 kg-mal növekedett, ez köszönhető részben a begyűjtött mennyiség növekedésének, részben pedig a település népesség csökkenésének.

Bük település esetén nem állapítható meg, hogy a COVID 2019 járvány okozott volna mennyiségi növekedést a kevert csomagolási hulladék tekintetében.

Az eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy a lakosság szelektív hulladékgyűjtéshez való hajlandóság változó az adott településen. Ez abból is következhet, hogy a

település csak 2017-ben csatlakozott az STKH Kft szolgáltatási területéhez és még nem vált teljesen megszokottá a gyűjtési rendszer a lakosság számára. (TAKÁCS, 2022).

Következtetések

A vizsgált települések alapján látható, hogy a kisebb településeken az egy főre jutó kevert csomagolási hulladék éves mennyisége 20 kilogramm fölött van Bük település kivételével. Feltételezhetően abból következik, hogy Bükön még nem terjedt el teljes mértékben a házhoz menő csomagolási hulladék gyűjtés rendszere, mivel a település 2017 lépett be a STKH Kft. házhoz menő gyűjtési hálózatába.

Harka, Fertőrákos és Agfalva esetén elmondható, hogy a házhoz menő csomagolási hulladék gyűjtési gyakorlata kiforrottnak, a lakosság által kedveltnek tekinthető, ezt a begyűjtött mennyiségi adatok is bizonyítják.

Az érintett településeken a lakosság szelektív hulladékgyűjtési hajlandósága magas szintűnek számít. Sopron város esetén az egy főre jutó éves mennyiség a vizsgált időszakban 14,23-19,17 kg között mozgott, ami a település méretéhez képest jónak mondható.

A COVID 2019 járvány nem okozott jelentős mennyiségi növekedést a kevert csomagolási hulladék tekintetében.

Irodalomjegyzék

TAKÁCS K. (2022): Az STKH Nonprofit Kft. szelektív hulladékgyűjtési tevékenységének elemzése, valamint a fejlesztési lehetőségek vizsgálata. Diplomaterv. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 105 p.

URL1: <https://stkh.hu/cegunkrol/cegismerteto/> (megtekintés: 2022.01.29)

URL2: www.ksh.hu (megtekintés: 2022.01.29)

A KIOLDHATÓ SZÉNHI DRÁTOK RADIÁLIS ÉS VERTIKÁLIS MEGOSZLÁSA ÁLGESZTES ÉS ÁLGESZTMENTES BÜKKBEN (*FAGUS SYLVATICA* L.). ÖSSZEFÜGGÉSEK A KIOLDHATÓ SZÉNHI DRÁT TARTALOM ÉS AZ ÁLGESZTESEDÉS KÖZÖTT

Radial and vertical distribution of the dissoluble total carbohydrates in the beech (*Fagus sylvatica* L.) with and without red heartwood. Relationships between the dissoluble carbohydrates and the red heartwood formation

VISINÉ RAJCZI ESZTER, ALBERT LEVENTE
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

Kivonat

Az idős bükkállományok nagy részében álgeszt képződik, ami a faanyag kereskedelmi forgalmi értékét jelentősen csökkenti. Az álgesztesedés kémiai és biokémiai folyamatainak jelentős részét feltárták, de az eddigi kutatások csak a törzs egy szintjére korlátozódtak (mellátmérő). Vizsgáltuk egy álgesztes és egy álgesztmentes bükk (*Fagus sylvatica* L.) kioldható szénhidrát tartalmának radiális és vertikális eloszlását. Mértük az álgesztes törzs 17 és az álgesztmentes 12 magassági szintjén a koncentrációk sugárirányú eloszlását a bél irányába. Megállapítottuk, hogy a kioldható szénhidrátok koncentrációja, valamint radiális és vertikális megoszlása mind az álgesztes, mind az álgesztmentes törzsben magasságfüggő. A koncentrációk sugár irányú változásai szignifikánsan különböznek az álgesztes és álgesztmentes bükkben. Az álgesztesedésnek nem kötelező feltétele a kioldható szénhidrátok koncentrációjának megemelkedése a tranzicionális zónában, de a koncentráció csökkenés a tranzicionális zóna után minden esetben bekövetkezik.

Abstract

In most of the old beech stands, red heartwood is formed, which significantly reduces the commercial value of the wood. A significant part of the chemical and biochemical processes of red heartwood have been revealed, but the research so far has been limited to only one level of the trunk (chest diameter). We investigated the radial and vertical distribution of dissoluble carbohydrates in a beech (*Fagus sylvatica* L.) with and without red heartwood. We measured the radial distribution of the concentrations at different height levels within a red heartwooded (17 levels) and a non-red-heartwooded (12 levels) trunk. We found that the concentration and radial and vertical distribution of dissoluble carbohydrates in both trunks is height-dependent. The radial changes of the concentrations differ significantly in beech with and without red heartwood. An increase in the concentration of dissoluble carbohydrates in the transition zone is not a mandatory condition for red heartwood formation, but the decrease in concentration always occurs after the transition zone.

Bevezetés

A bükk Európában elterjedt kemény lombos fafaj. Gazdasági szerepén túl ökológiai és erdőgazdálkodási szempontból is jelentős (FRÝDL et al. 2011). Az idős bükkállományok nagy részében álgeszt képződik, ami a bükk legfontosabb szerkezeti és szín anomáliája. A bél körüli elszíneződés elsősorban esztétikai-vizuális hibát jelent, az álgesztes anyag legfontosabb mechanikai tulajdonságai alig különböznek az álgesztmentes bükkétől. (PÖHLER et al. 2006, TODOROVIC et al. 2012), ennek ellenére kereskedelmi forgalmi értéke jelentősen alacsonyabb. (ALBERT 1999, MOLNÁR et al. 2001). Az álgesztesedés folyamatában élénk kémiai és biokémiai folyamatok zajlanak, amelyekben a tranzicionális zóna szerepe

kiemelkedő. A tranzicionális zónában nagy mennyiségű kioldható szénhidrát akkumulálódik (ALBERT et al. 2002, VISI-RAJCZI et al. 2002, 2003), csökken a szabad és kötött savtartalom (ALBERT et al. 1998, 1999), megemelkedik a pH, változik a pufferkapacitás (ALBERT et al. 1999), nő a polifenolok koncentrációja (KOCH et al. 2001, HOFMANN et al. 2004) és a fenolokat oxidáló enzimek aktivitása (MAGEL 2000, ALBERT et al. 2000). A polifenol koncentráció a színhatár után drámaian csökken (ALBERT et al. 2003). Mindez arra utal, hogy tranzicionális zónában a megemelkedett pH-n a kioldható szénhidrátokból képződött, felhalmozódó polifenolok enzimatikusan oxidálódnak és polimerizálódnak. A faszövetek megváltozott színét a keletkezett polimerek keveréke okozza (DEHON et al. 2002).

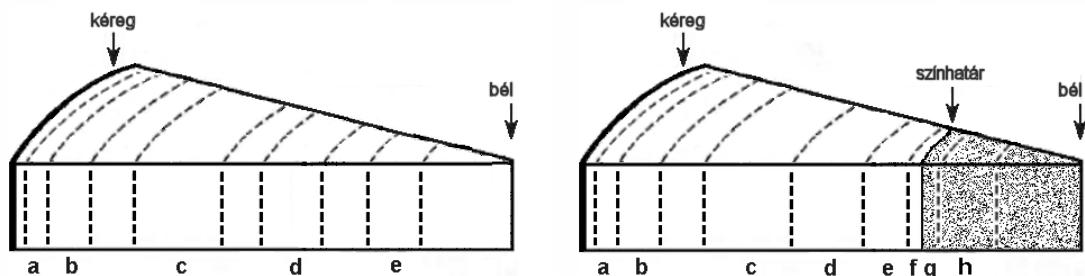
Hipotézis, kutatási cél

Az eddigi kutatások csak a törzs egy szintjére (mellátmérő) korlátozódtak. Az álgesztes bükk nedvességtartalmának eloszlása megváltozik a törzs belsejében (PÖHLER et al. 2006, VEK et al. 2013), azonos törzsön belül a szöveti szerkezet és a törzsátmérők is különböznek vertikálisan, ezért feltételezhető, hogy a különböző magassági szinteken eltérőek az összeített kioldható szénhidrát koncentrációk és változó azok radiális és vertikális megoszlása is. Ennek bizonyítására két azonos termőhelyről származó és közel azonos korú álgesztes és álgesztmentes bükk (*Fagus sylvatica* L.) törzs 17, ill. 12 magassági szintjéről vett mintakorongjaiban mértük a kioldható szénhidrát koncentrációk sugárirányú megoszlását a külső szíjacstól a belső gesztig, illetve az érett fáig. A mérések lehetővé tették a vertikális megoszlások követését is. Célunk volt annak vizsgálata is, hogy kimutathatók-e eltérések az álgesztesedés folyamatában a magasság függvényében. Az álgesztmentes bükk viszonyítási alapul is szolgált.

Anyag és módszer

Mintavétel

A vizsgált faminták a Soproni hegyvidék Tanulmányi Erdőgazdaságából, a „Sopron 171” erdőrészletből származtak. A fák életkora 100-110 év közötti volt. Az álgesztes törzset öt (I-V) rönkre vágtuk, majd középen felhasítottuk a rönköket. A 19 m hosszú álgesztes törzsben az álgeszt átmérője a magasság függvényében 1 cm és 13,1 cm között változott, 1 m alatt, 15 m fölött és a IV. és V. rönkök közepén nem volt álgeszt. Mindkét vizsgált törzsből méterenként vettünk mintakorongokat az első villáig. Az álgesztes törzsből 17, az álgesztmentesből 12 mintakorongot vágunk. Minden álgesztes korongból radiálisan 8, az álgesztmentesből 5 mintát vettünk. Összesen 196 mintát vizsgáltunk. A bükk törzs magasság szerinti vizsgálatának mérési eredményeit lásd: VISINÉ RAJCZI 2008. A mintavételi helyek jelölései az álgesztes és álgesztmentes korongokban az 1. ábrán látható.



1. ábra: Mintavételi helyek az álgeszt mentes és az álgesztes bükkben. a: külső szíjac, b: belső szíjac, c: átmeneti zóna, d: külső érett fa, e: belső érett fa, f: határzóna előtt (fehér), g: határzóna után (színes), h: álgeszt belseje.

A korongokat kivágás után azonnal beszállítottuk, kijelöltük, a mintákat aprítottuk és egy napon belül feldolgoztuk.

Extrakció: Az összecukor-tartalom meghatározásához 0,5 g fareszeléket 50 ml 80%-os vizes metanollal extraháltuk 6 óráig folyamatos extrakcióval mágneses keverővel. Az extraktumot Whatman GF/A üvegszálás szűrőpapíron szűrtük.

Mérések: A kioldható összecukor-tartalmakat Dubois-módszer szerint mértük (DUBOIS et al. 1956), standardként glükózt használtunk.

Eszközök: Shimadzu UV 3101 PC spektrofotométer, Varimag Poly15 típusú mágneses keverő.

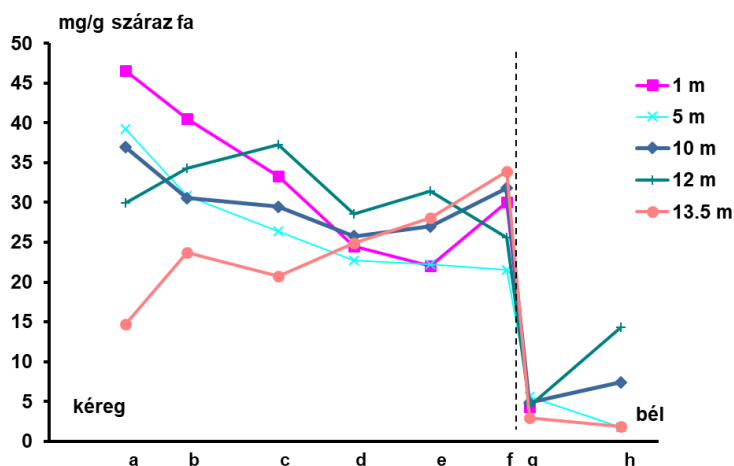
Vegyszerek: Glükóz (Merck, Darmstadt, Németország), metil-alkohol, kénsav (72%) (Reanal, Budapest). A felhasznált vegyszerek analitikai tisztaságúak voltak.

Statisztika: A korrelációs vizsgálatokat és a variancia analízist adott szignifikancia szintek mellett a Statistica 12 software (StatSoft Inc., Tulsa, USA) segítségével végeztük.

Eredmények

A kioldható összecukor tartalom radiális megoszlása különböző magassági szinteken

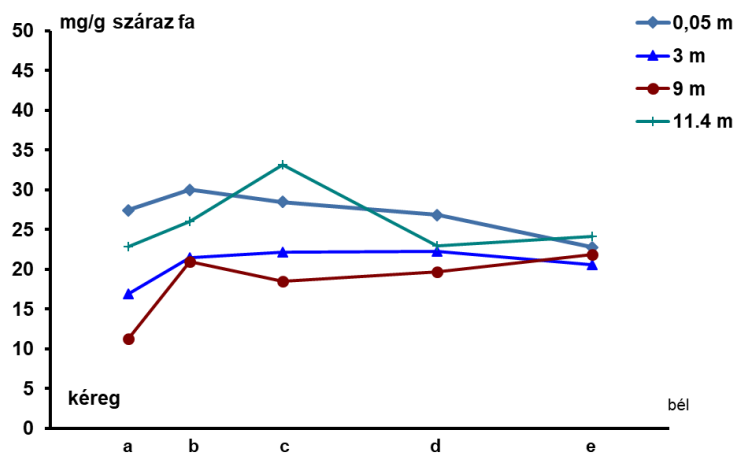
Az álgesztes törzsben a sugárirányú koncentráció megoszlásban 9 szinten a szakirodalmi adatokkal (ALBERT et al. 1998a, 2002, 2003, 2005) megegyező tendenciát tapasztaltunk. A koncentráció folyamatos radiális csökkenését a belső érettfá (e) szövetekig, emelkedését a tranzicionális zónában (f) és drámai csökkenését a külső gesztben (g). A radiális koncentráció megoszlás a többi szinten eltért ettől a tendenciától. 2,96 m-en, 5 m-en és 12 m-en a csökkenés folyamatos volt és a tranzicionális zónában (f) nem volt emelkedés. 10 m-en a csökkenés csak a külső érettfá (d) szövetekig tartott, a belső érettfá (e) szövetekben megemelkedett, a tranzicionális zónában (f) ugrásszerűvé vált. 12 m-en a növekedések és csökkenések váltakoztak, nem volt emelkedés a tranzicionális zónában (f). 13,5 m-en a koncentráció a tranzicionális zónáig (f) nem csökkent, hanem folyamatosan nőtt. A külső álgesztben (g) ezeken a szinteken is drámaian csökkent a koncentráció. A belső álgeszt szövetek (h) is tartalmaztak kis mennyiségű kioldható szénhidrátot. A jellemző változások követhetők a 2. ábrán. Az általános tendencia 1 m-en figyelhető meg: a koncentráció csökken a belső érettfá (e) szövetekig, emelkedik a tranzicionális zónában (f) és drámai csökken a külső álgesztben (g). 5 m-en a radiális csökkenés folyamatos; 10 m-en a csökkenés csak a külső érettfá (d) szövetekig tart, az emelkedés már a belső érettfá (e) szövetekben megkezdődik, majd a tranzicionális zónában (f) ugrásszerűvé válik. 12 m-en a koncentráció a belső érettfá (e) szövetekben a legmagasabb és már a tranzicionális zónában (f) csökken. 13,5 m-en a koncentráció sugár irányban folyamatosan emelkedik. A tranzicionális zóna (f) után ezeken a szinteken is drámaian csökken a koncentráció. A belső álgesztes szövetek (h) is tartalmaznak kioldható szénhidrátokat.



2. ábra: A kioldható összszukor koncentráció radiális változása álgesztes bükkben 1, 5, 10, 12 és 13,5 m-en.

Az álgesztmentes bükkben a kioldható összszukor tartalom magas volt a törzs alsó és felső szakaszában és alacsony a középső szakaszban. Az (a-e) szövetekben a legalacsonyabb összesített értéket 8 m-en, a legmagasabbat 0,05 m-en mértük.

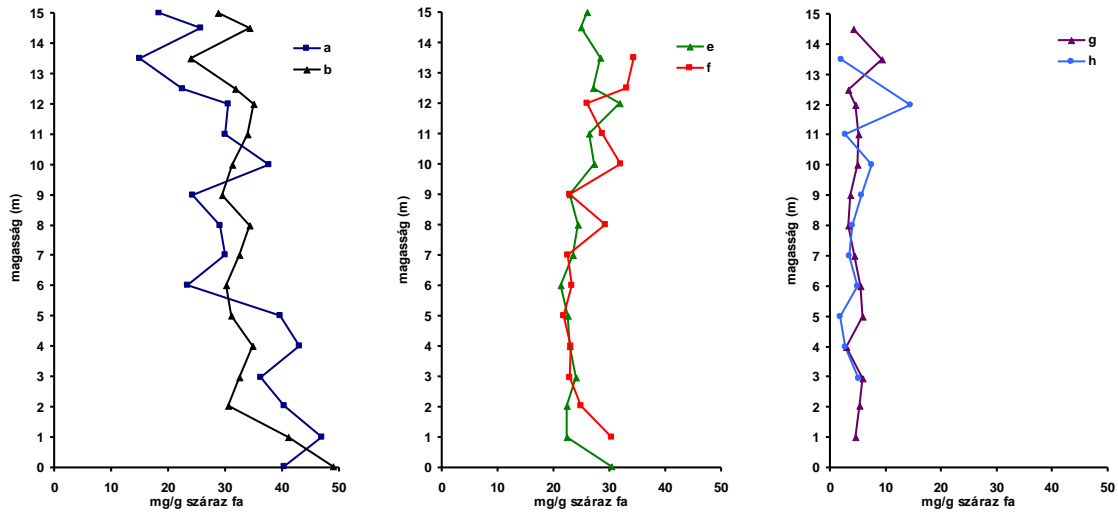
A szakirodalom szerint az álgesztmentes bükkben a szíjács szövetek magas kioldható szénhidrát tartalma sugár irányban folyamatosan csökken, de a csökkenés az érett fában nem válik nagymértékűvé (VISI-RAJCZI et al. 2002, ALBERT et al. 2002). A vizsgált álgesztmentes törzs öt magassági szintjén a koncentrációk radiális változásai követték a szakirodalomban leírt tendenciát, hét magassági szinten eltértek tőle. 1 m, 9 m és 11,4 m-en a belső érettfá (e) szövetekben a kioldható szénhidrát tartalom megemelkedett. 2 m-en és 3 m-en a belső szíjács (b) és a külső érettfá (d) szövetekben nőtt, vagy állandó maradt, csak a belső érettfában (e) csökkent. 9 m-en a külső érettfá (d) szövetektől folyamatosan emelkedett. 11,4 m-en a belső szíjács (b) szövetekben jelentősen megemelkedett, a külső érettfá (d) szövetekben csökkent, a belső érettfában (e) megemelkedett. A 3. ábra a kioldható összszukortartalom radiális változását ábrázolja 0,05 m, 3 m, 9 m és 11,4 m-en. A koncentráció tendenciaszerű radiális csökkenése 0,05 m-en követhető. 3 m-en a koncentráció a szíjács (b, c) szövetekben nő, a külső érettfá (d) szövetekben állandó marad, a belső érettfában (e) csökken. 9 m-en az átmeneti zóna (c) után folyamatosan emelkedik. 11,4 m-en a szíjács (b-c) szövetekben jelentősen megemelkedik, a külső érettfá (d) szövetekben csökken, a belső érettfában (e) megemelkedik.



3. ábra: A kioldható összszukor tartalom radiális változása 0,05, 3, 9 és 11,4 m-en álgesztmentes bükkben.

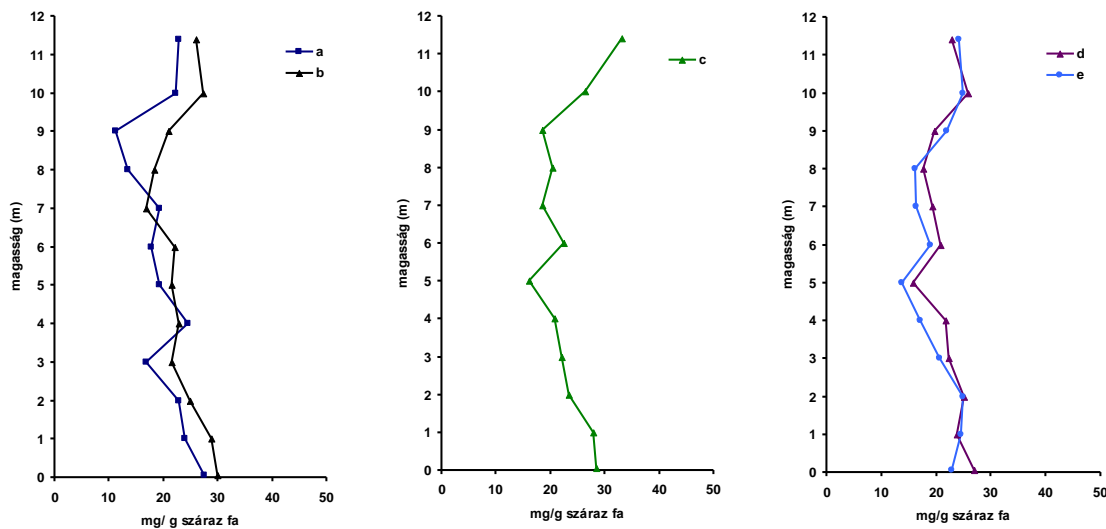
A kioldható összecukor tartalom vertikális megoszlása különböző magassági szinteken

Az álgesztes törzsben az a-h szövetek összegzett kioldható szénhidrát tartalma a magasság függvényében jelentősen különbözött, 6 m-en volt a legalacsonyabb és 12 m-en a legmagasabb. A koncentrációk a kéreg közeli szövetekben a legmagasabbak, a belső érett fában és a tranzicionális zóna előtt alacsonyabbak, a tranzicionális zóna után drámaian lecsökkennek. Jelentős különbségek voltak a kéreg közeli szövetek (a, b) kioldható szénhidrát tartalmában: alacsony értékeket mértünk 6 m-en és 9 m-en, magasakat 0,04 m-en és 1 m-en. A tranzicionális zóna után, a külső álgesztben a koncentrációk minden szinten drámaian lecsökkennek (4. ábra).



4. ábra: A kioldható szénhidrát koncentráció magasság szerinti megoszlása álgesztes bükk szövetekben. a: külső szíjács, b: belső szíjács, e: belső érett fa, f: tranzicionális zóna (fehér), g: tranzicionális zóna (színes), h: álgeszt belseje.

Az álgesztmentes bükkben az összesített kioldható szénhidrát tartalom magas volt a törzs alsó és felső szakaszában és alacsony a középső szakaszban: a legalacsonyabb összesített koncentrációt 8 m-en, a legmagasabbat 0,05 m-en mértük. A kioldható szénhidrát koncentráció az azonos anatómiai helyeknek megfelelő vertikális szöveti sávokban 10-35 mg/g száraz fa értékek között változott minden magassági szinten (5. ábra).



5. ábra: A kioldható szénhidrát koncentráció magasság szerinti megoszlása álgesztmentes bükk szövetekben. a: külső szíjács, b: belső szíjács, c: átmeneti zóna, d: külső érett fa, e: belső érett fa.

Következtetések

A kioldható szénhidrátok koncentrációja, valamint radiális és vertikális megoszlása mind az álgesztes, mind az álgesztmentes törzsben magasságfüggő.

A sugár irányú megoszlások szignifikánsan különböznek az álgesztes és álgesztmentes bükkben. Releváns különbség, hogy az álgesztes bükkben a tranzicionális zóna után a koncentráció drámaian csökken, az álgesztmentes bükk érettfájában a csökkenés kismértékű.

Az álgesztesedésnek nem kötelező feltétele a kioldható szénhidrátok koncentrációjának ugrásszerű megemelkedése a tranzicionális zónában, csökkenése a tranzicionális zóna után minden szinten bekövetkezik.

Egyes magassági szinteken a kioldható szénhidrátok koncentrációjának csökkenése már a külső érettfában megkezdődik.

Az álgeszt kis mennyiségű kioldható szénhidrátot tartalmaz.

Az álgesztesedés minden magassági szinten lejátszódhat.

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

- ALBERT L. – NÉMETH ZS. I. – HALÁSZ G. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – TAKÁCS L. (1998): A szabad és kötött savtartalom sugárirányú változása a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagában. *Faipar* 46(2), 23-24.
- ALBERT L. – NÉMETH ZS. I. – HALÁSZ G. – BIDLÓ A. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – TAKÁCS L. (1998a): Eltérések a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagának kémiai paramétereiben. *Faipar* 46(1), 36-37.
- ALBERT L. – NÉMETH ZS. I. – HALÁSZ G. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – TAKÁCS L. (1999): Radial variation of pH and buffer capacity in the red-heartwooded beech (*Fagus sylvatica* L.) wood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 57, 75-76.
- ALBERT L. – NÉMETH ZS. I. – HOFMANN T. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – CSEPREGI I. (2000): Variation of the Chemical Parameters, Endogenous Formaldehyde Content and Catalase Activity in the Red-Heartwooded Beech (*Fagus Sylvatica* L.) Wood”, 5th International, Jubilee Conference On Role Of Formaldehyde In Biological Systems, Sopron, Hungary.
- ALBERT L. – HOFMANN T. – VISI-RAJCSI E. – RÉTFALVI T. – NÉMETH ZS. I. (2002): Relationships among total phenol and soluble carbohydrate contents and activities of peroxidase, and polyphenoloxidase in red-heartwooded beech (*Fagus sylvatica* L.). 7th European workshop on lignocellulosics and pulp - Towards molecular-level understanding of wood, pulp and paper, Turku, Finland, pp 253-256.
- ALBERT L. – HOFMANN T. – NÉMETH ZS. I. – RÉTFALVI T. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – CSEPREGI I. (2003): Radial variation of total phenol content in beech (*Fagus sylvatica* L.) wood with and without red heartwood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 61, 227-230.
- ALBERT L. – HOFMANN T. – RÉTFALVI T. – NÉMETH ZS. I. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – CSEPREGI I. (2005): A fenoloidok, a polifenol-oxidáz és a peroxidáz szerepe a bükkálgeszt kialakulásában. [The role of phenolic compounds, peroxidase and polyphenol-oxidase enzymes in the formation of red heartwood in beech – Edition of the Hungarian Academy of Sciences]. *Erdő és fagazdaságunk időszerű kérdései - Az MTA Erdészeti Bizottsága Kiadványa*, Budapest, pp 161-176.
- DEHON L. – MACHEIX J. J. – DURAND M. (2002): Involvement of peroxidases in the formation of the brown coloration of heartwood in *Juglans nigra*, *Journal of Experimental Botany* 367, 303-311.
- DUBOIS M. – GILLES K. A. – HAMILTON J. K. – REBERS P. A. – SMITH F. (1956): Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28, 350-356.
- FRÝDL J. – NOVOTNÝ P. – FENNESSY J. – VON WÜHLISCH G. (2011): Genetic resources of beech in Europe – current state, *COST Action E 52*, 10-11.

- HOFMANN T. – ALBERT L. – RETFALVI T. (2004): Quantitative TLC analysis of (+)-catechin and (-)-epicatechin from *Fagus sylvatica* L. with and without red heartwood. *J Planar Chromatogr.* 17, 350-354.
- KOCH G. – BAUCH J. – PULS J. – WELLING J. (2001): Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung von Holzverfärbungen - Interdisziplinäre Forschung am Beispiel der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). Forschungsreport Verbraucherschutz - Ernährung - Landwirtschaft 2/2001 Heft 2, pp 30–33.
- MAGEL E. (2000): Biochemistry and physiology of heart-wood formation. In: Savidge, R., Barnett, J. and Napier, R., Eds., *Molecular and Cell Biology of Wood Formation*. BIOS Scientific Publishers, Oxford.
- MOLNÁR S. – NÉMETH R. – FEHÉR S. – TOLVAJ L. – PAPP GY. – VARGA F. – APOSTOL T. (2001): Technical and technological properties of hungarian beech wood consider the red heart. *Wood Research – Drevársky Vyskum* 46, 21-30.
- PÖHLER E. – KLINGNER R. – KÜNNIGER T. (2006): Beech (*Fagus sylvatica* L.) - technological properties, adhesion behaviour and colour stability with and without coatings of the red heartwood. *Ann For Sci* 63, 129–137.
- TODOROVIĆ N. – POPOVIĆ Z. – MILIĆ G. – POPADIĆ R. (2012): Estimation of heat-treated beechwood properties by colour change. *BioRes* 7(1), 799–815.
- VEK V. – OVEN P. – POLJANŠEK I. (2013): Content of total phenols in red heart and wound-associated wood in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Drvna Ind* 6(1), 25–32.
- VISINÉ RAJCSI E. (2008): Bükk (*Fagus sylvatica* L.) extrakt anyagok képződése, akkumulációja és megoszlása. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti- és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Erdészeti és vadgazdálkodási tudományág, 95 p. Sopron.
- VISI-RAJCSI E. – ALBERT L. – HOFMANN T. – SÁRDI É. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – CSEPREGI I. (2003): Storage and accumulation of nonstructural carbohydrates in trunks of *Fagus sylvatica* L. in relation to discoloured wood, International Conference on Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, Bratislava, Slovak Republic, pp 330-334.
- VISINÉ RAJCSI E. – ALBERT L. – KOLOSZÁR J. – VARGA SZ. – CSEPREGI I. – SÁRDI É. (2002): Az álgesztes bükk (*Fagus sylvatica* L.) kioldható szénhidrát tartalmának vizsgálata, A Kémiai Intézet tudományos ülészaka, Sopron, pp 97-101.

TOTÁLFENOL TARTALOM ÉS ANTIOXIDÁNS KAPACITÁS MEGHATÁROZÁSA ELTÉRŐ MINTAELOKÉSZÍTÉSI ELJÁRÁSON ÁTESETT BOGYÓS GYÜMÖLCS MINTÁK ESETÉBEN

Determination of total phenol and antioxidant capacity for fruit samples subjected to different sample preparation procedure

VISINÉ RAJCZI ESZTER, HOFMANN TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Természetvédelmi Intézet
visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

Kivonat

A bogyós gyümölcsöknek a többi gyümölcshez viszonyítva akár tízszer nagyobb antioxidáns hatása van, így ezeknek a növényeknek különösen fontos a szerepe a szabadgyökökkel szembeni védekezésben. Kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy a különböző minta-előkészítési módok milyen hatással vannak a gyümölcsökből kivonható antioxidáns hatású vegyületek mennyiségére. Szeder (*Rubus fruticosus* L.), málna (*Rubus idaeus* L.), piros ribiszke (*Ribes rubrum* L.) és fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.) minták totálfenol tartalmát és FRAP antioxidáns kapacitását mértük fagyasztott, vákuumszárított és liofilizálással előkészített minták esetén. Mérési eredményeink azt bizonyítják, hogy a fagyasztott és a liofilizált minták (kivéve a málna) szignifikánsan jobban teljesítettek a vákuumszárított mintákkal szemben. A málna esetében magasabb értékeket kaptunk a vákuumszárított minták totálfenol tartalmában, illetve nem tapasztaltunk eltérést a FRAP antioxidáns kapacitás értékek között.

Abstract

Compared to other fruits, the antioxidant effect of berries is up to ten times greater, so these plants play a particularly important role against the harmful effects of free radicals. During our experiments, we investigated the effect of different sample preparation methods on the amount of antioxidant compounds that can be extracted from fruits. The total phenolic content and FRAP (Ferric reducing antioxidant power) antioxidant capacity of blackberry (*Rubus fruticosus* L.), raspberry (*Rubus idaeus* L.), red currant (*Ribes rubrum* L.) and black currant (*Ribes nigrum* L.) samples were measured in frozen, vacuum-dried and lyophilized samples. Our measurement results prove that frozen and lyophilized samples (except raspberries) performed significantly better than vacuum-dried samples. In the case of raspberries, higher values were obtained in the total phenol content of the vacuum-dried samples, and no differences were observed between the FRAP antioxidant capacity values.

Bevezetés

A bogyós gyümölcsök rendkívül magas antioxidáns hatásuk, jelentős vitamin- és flavonoidtartalmuk révén fontos szerepet játszanak a szabadgyökök káros hatásaival szembeni küzdelemben (WANG et al. 1996, WU et al. 2004, CAPOCASA et al. 2008, ZULUETA et al. 2009). A jelenkor orvoslása egyre inkább a megelőzésre helyezi a hangsúlyt a betegségek kezelésével szemben, ami a természetes alapanyagú gyógyhatású készítmények előtérbe kerülését jelenti. A bogyós gyümölcsök számos, ezzel kapcsolatos kutatási munka főszereplőivé váltak, mivel a szív- és érrendszeri betegségek (HUNTLEY 2009, CASSIDY 2018), a dagados megbetegedések (JIA et al. 2012, WAWRUSZAK et al. 2016) megelőzésében és utókezelésében is elengedhetetlenül fontosak. Kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy a különböző minta-előkészítési módok milyen hatással vannak a gyümölcsökből kivonható antioxidáns hatású vegyületek mennyiségére. Szeder (*Rubus fruticosus* L.), málna (*Rubus idaeus* L.),

piros ribiszke (*Ribes rubrum* L.) és fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.) minták totálfenol tartalmát és FRAP (Ferric reducing antioxidant power) antioxidáns kapacitását mértük fagyasztott, vákuumszárított és liofilizálással előkészített minták esetén. Mérési eredményeink azt bizonyítják, hogy a fagyasztott és a liofilizált minták (kivéve a málna) szignifikánsan jobban teljesítettek a vákuumszárított mintákkal szemben. A málna esetében magasabb értékeket kaptunk a vákuumszárított minták totálfenol tartalmában, illetve nem tapasztaltunk eltérést a FRAP antioxidáns kapacitás értékek között.

Anyag és módszer

Mintavétel és feldolgozás

A minták azonos termőhelyről (Szentliszló, Zala megye) származtak, termesztésük azonos körülmények között valósult meg. A mintavétel időpontja 2020. július és augusztus. A friss gyümölcsök azonnal feldolgozásra kerültek. Első lépésben fajtánként 3 részre osztottuk, majd liofilizálásig (ScanVac liofilizáló, Dánia) és vákuum szárításig fagyasztóban tároltuk (-20 °C). Az analitikai vizsgálatokig a már liofilizált és vákuumszárított minták tárolása szobahőmérsékleten fénytől elzártnan történt. A fagyasztott mintákat leturmixoltuk, a liofilizált mintákat porítottuk, a vákuumszárított mintákat daraboltuk. Minden mintából 0,6 g-ot centrifugacsőbe mértünk, és 40 ml-re kiegészítve desztillált vízzel extraháltuk alapos összerázással. Ezután 20 percig centrifugáltuk. Az extraktumokat felhasználásig Eppendorf csőben fagyasztva tároltuk.



1. kép: vákuumszárítás



2. kép: liofilizálás

Mérési módszerek

A vizsgálatokat a Hitachi U-1500 spektrofotométer (Hitachi Ltd., Tokio, Japan) segítségével adott hullámhosszokon végeztük.

A totálfenol tartalom meghatározása Folin - Ciocâlteu módszerrel történt, standardként galluszsavat használtunk. A reakció során keletkező kék színű vegyület mennyisége fotometriásan meghatározható $\lambda=760$ nm-en. Az eredményeket mg galluszsav/g szárazanyagban (mg G/g sz.a.) adtuk meg (SINGLETON és ROSSI, 1965).

A FRAP antioxidáns kapacitást BENZIE és STRAIN (1996) módszerével 593 nm-en fotometriásan mértük, standardnak aszkorbinsavat alkalmaztunk. A FRAP módszer lényege, hogy a ferri-(Fe³⁺)-ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-(Fe²⁺)-ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal (TPTZ= 2,4,6 tripiridil-S-triazin) komplexet képezve színes termékeket adnak (ferro-tripiridil triazin). Az abszorbanciát 5 perc eltelte után mértük. Az eredményeket mg aszkorbinsav/g szárazanyag egységben (mg AS/g sz.a.) adtuk meg.

Statisztikai kiértékelés

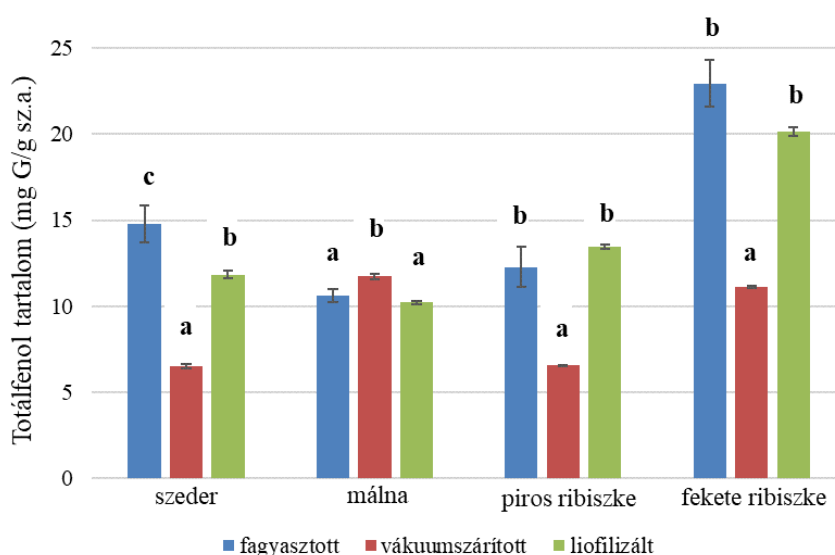
A variancia analízist adott szignifikancia szintek mellett a Statistica 12 software (StatSoft Inc., Tulsa, USA) segítségével végeztük el.

Eredmények

Vizsgálataink során meghatároztuk az egyes bogyós gyümölcsök: szeder (*Rubus fruticosus* L.), málna (*Rubus idaeus* L.), piros ribiszke (*Ribes rubrum* L.) és fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.) minták totálfenol tartalmát és FRAP antioxidáns kapacitását eltérő mintaelőkészítési módszerek mellett (1. Táblázat). Arra voltunk kíváncsiak, hogy a mintaelőkészítés milyen hatással van a gyümölcsök antioxidáns tulajdonságaira.

1. Táblázat: Bogyós gyümölcs extraktumok totálfenol tartalma és FRAP antioxidáns kapacitása különböző mintaelőkészítési módok esetén.

Minta	Totálfenol (mg G/g sz.a.)	FRAP (mg AS/g sz.a.)
Szeder fagyasztott	14,79 ± 1,08 ^c	11,74 ± 0,73 ^c
Szeder vákuumszárított	6,50 ± 0,12 ^a	4,01 ± 0,12 ^a
Szeder liofilizált	11,85 ± 0,24 ^b	9,66 ± 0,23 ^b
Málna fagyasztott	10,62 ± 0,39 ^a	8,61 ± 0,70 ^a
Málna vákuumszárított	11,72 ± 0,13 ^b	8,16 ± 0,91 ^a
Málna liofilizált	10,22 ± 0,10 ^a	8,46 ± 0,21 ^a
Piros ribiszke fagyasztott	12,28 ± 1,18 ^b	11,40 ± 0,07 ^c
Piros ribiszke vákuumszárított	6,55 ± 0,03 ^a	4,97 ± 0,05 ^a
Piros ribiszke liofilizált	13,47 ± 0,13 ^b	10,83 ± 0,00 ^b
Fekete ribiszke fagyasztott	22,92 ± 1,35 ^b	20,71 ± 0,13 ^c
Fekete ribiszke vákuumszárított	11,14 ± 0,07 ^a	9,11 ± 0,01 ^a
Fekete ribiszke liofilizált	20,15 ± 0,22 ^b	15,33 ± 0,01 ^b

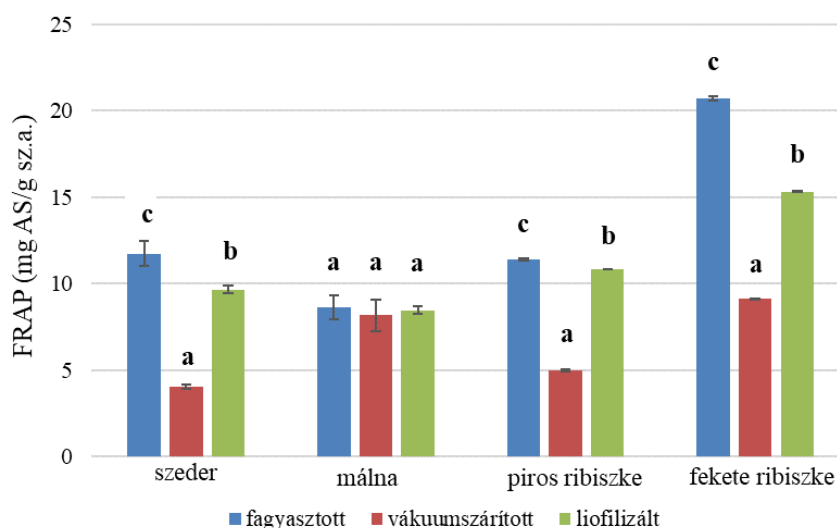


11. ábra: Bogyós gyümölcs extraktumok totálfenol tartalma különböző mintaelőkészítési módok esetén. Az azonos betűvel jelölt értékek között statisztikailag nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$).

A totálfenol tartalom tekintetében egyedül a szeder minták esetében teljesített szignifikánsan jobban a fagyasztás, mint mintaelőkészítés, a többi fajnál a liofilizálás és a fagyasztás között nem találtunk szignifikáns eltérést. Kivételt képezett a málna mintaelőkészítése, mert itt az extraktumok közül a vákuumszárítással kezelt minták mutattak magasabb totálfenol tartalmat. A szeder, piros és fekete ribiszke minták esetében a vákuumszárítás totálfenol tartalom csökkenést eredményezett a fagyasztott és a liofilizált minták eredményeihez képest (1. ábra).

A 2. ábra a vizsgált bogyós gyümölcsök FRAP antioxidáns kapacitását mutatja. Itt a szeder, a piros és a fekete ribiszke esetében szignifikánsan magasabb értékeket kaptunk a fagyasztott mintákra a liofilizált és a vákuumszárított mintákhoz képest is. A málna kivonatok adataiban itt sem volt eltérés a különböző előkészítések között.

Összességében megállapítható, hogy a mintaelőkészítési eljárások közül a fagyasztás és a liofilizálás teljesít a legjobban, a vákuumszárítás kevésbé hatékony eljárásnak bizonyult az antioxidánsok kinyerését illetően.



12. ábra: Bogyós gyümölcs extraktumok FRAP antioxidáns kapacitása különböző mintaelőkészítési módok esetén. Az azonos betűkkel jelölt értékek között statisztikailag nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$).

Irodalomjegyzék

- BENZIE I. F. F. – STRAIN J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, 70-76.
- CAPOCASA F. – SCALZO J. – MEZZETTI B. – BATTINO M. (2008): Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry* 111, 872-878.
- CASSIDY A. (2018): Berry anthocyanin intake and cardiovascular health. *Molecular Aspects of Medicine* 61, 76-82.
- JIA N. – XIONG Y. L. – KONG B. – LIU Q. – XIA X. (2012): Radical scavenging activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on gastric cancer cell proliferation via induction of apoptosis. *Journal of Functional Foods* 4(1), 382-390.
- HUNTLEY A.L. (2009): The health benefits of berry flavonoids for menopausal women: Cardiovascular disease, cancer and cognition. *Maturitas* 63(4), 297-301.
- SINGLETON V. L. – ROSSI J. A. (1965): Colometry of total phenolics with phosphomolibdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 161, 144-158.
- WANG H. – CAO G. H. – PRIOR R. L. (1996): Total antioxidant capacity of fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44, 701-705.

- WAWRUSZAK A. – CZERWONKA A. – OKLA K. – RZESKI W. (2016): Anticancer effect of ethanol *Lycium barbarum* (Goji berry) extract on human breast cancer T47D cell line. *Natural Product Research* 30(17), 1993-1996.
- WU X. L. – BEECHER G. R. – HOLDEN J. M. – HAYTOWITZ D. B. – GEBHARDT S. E. – PRIOR R. L. (2004): Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 4026-4037.
- ZULUETA A. – ESTEVE M. J. – FRIGOLA A. (2009): ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chemistry* 114, 310-316.

DENEVÉRFAUNISZTIKAI VIZSGÁLATOK VÍZTESTEK MENTÉN A SOPRONI-HEGYSÉGBEN

Bat faunistic investigations along water bodies in the Sopron-Mountains

WINKLER DÁNIEL¹, ZSOMBÉKI GERGELY², ERDŐ ÁDÁM³

¹Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet

²Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, Vagyongazdálkodási Osztály

³Savaria Múzeum, Természettudományi Osztály

winkler.daniel@uni-sopron.hu

Kivonat

A vizsgálat fő célkitűzése az erdőlakó denevérek felmérése volt a Soproni-hegységben, amelyhez három erdei víztestet választottunk ki (Szalamandra-tó, Hermesi-tó, Fehér úti tó). Az összehasonlító vizsgálatokhoz ezen kívül egy kontroll mintaterületet is kijelöltünk, városi környezetben (Ibolya-tó). A felméréséhez Pettersson D500X típusú denevérdetektort használtunk. Két időszakban detektoroztunk, a tavaszi vonulási időben, valamint nyár közepén, a szaporodási időszakban. Összesen 2138 hangfájlt rögzítettünk, amelyek közül 1774 tartalmazott használható denevérhangot. A hangok alapján összesen 13 fajt sikerült beazonosítani. A fajgazdagság, diverzitás és egyenletesség értéke a Szalamandra-tónál felmért közösség esetében adódott a legnagyobb, míg a legkisebb fajszámot, diverzitást és egyenletességet a kontroll mintaterület közössége mutatta. Szezonális különbséget a diverzitásban csak a Hermesi-tó és a Fehér úti tó esetében tapasztaltunk.

Abstract

The main goal of the research was to survey the forest bat species in the Sopron Mountains. For the surveys, three lakes (Szalamandra lake, Hermesi lake, Fehér úti lake) situated in the Sopron Mountains were selected, as well as a control lake (Ibolya lake) in an urban area of Sopron for comparative analyses. Bat surveys were carried out using an ultrasound detector in both during the spring migration period (early April) and during the nursery period (July). A total of 2138 sound file were recorded, of which 1774 contained useful echolocation calls of bat species. A total of 13 species were detected. Species richness, diversity and equitability were the highest in the area of the Szalamandra lake, while their values were the lowest in the urban control plot. Seasonal differences between community diversity were detected only in the case of the Hermesi lake and the Fehér úti lake.

Bevezetés

Az elmúlt évszázad során egész Európában, így hazánkban is drasztikus mértékben csökkent a denevérek száma (HUTSON et al. 2001). A legtöbb denevérfaj valamilyen mértékben kötődik az erdőkhöz, az erdő búvó-, pihenő-, és szaporodó-helyet biztosít számukra, valamint táplálékkínálat tekintetében is kielégíti igényeiket (DOBROSI 2014). A denevérek az olyan erdőket részesítik előnyben, melyek stabil ökológiai rendszert képeznek. Ilyenek az idős, holtfával rendelkező állományok, ahol kisebb víztestek, erdei tavak is találhatóak. Denevérfaunisztikai vizsgálatunk ilyen élőhelyek felmérését céloztuk meg.

Anyag és módszer

A felmérési pontok elhelyezkedését a Soproni-hegységben az alábbi áttekintő térkép (*I. ábra*) szemlélteti. A felvételeket minden esetben vizes élőhelyeken, tavak mentén készítettük, mivel jó táplálkozó- és ivóhelyek lévén akár néhány kilométeres körzetből is odavonzák a denevéreket, így szélesebb fajspektrum is felmérhető.



1. ábra: A vizsgálati terület (Soproni-hegység) a felmérési pontokkal

A vizsgálatokat 2015-ben végeztük. A felmérések idejét úgy választottuk meg, hogy mind a vonulási, mind pedig a szaporodási időszakból is kapjunk adatokat. Ezt figyelembe véve az első felmérésekre áprilisban, a másodikra pedig júliusban került sor. A felmérések

során a Pettersson D500X típusú detektort használtunk. A felméréseket eső- és szélmentes napokon végeztük. A detektor minden esetben alkonyattól éjfélig rögzített hangokat.

Az egyes mintavételi pontok denevérközösségeit közösségi-ökológiai értékelő módszerekkel hasonlítottuk össze. Hasonlóképpen összevetettük az egyes tavaknál felmért közösségek szezonális különbségeit.

Eredmények

A vizsgálatok során a denevérdetektor összesen 2138 hangfájlt rögzített, ebből 1774-ben találtunk denevérhangot. A felmérések során összesen 13 faj illetve fajcsoport fordult elő. A mintaterületeken (felmérési pontokon) észlelt denevérfajokat és a fajokhoz tartozó hangminták gyakorisági értékét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Az előfordult denevérfajok/fajcsoportok és hanggyakoriságuk a felmérési pontokon

Faj	Tavaszi vonulási időszak				Szaporodási időszak			
	Szalamandra-tó	Hermesi-tó	Fehér úti tó	Ibolya tó	Szalamandra-tó	Hermesi-tó	Fehér úti tó	Ibolya tó
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myotis daubentonii</i>	9	7	17	-	5	15	22	-
<i>Myotis myotis/Myotis blythii</i>	18	54	79	6	42	61	57	-
<i>Myotis nattereri</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nyctalus noctula</i>	22	16	42	62	34	23	56	79
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	81	142	124	187	94	176	109	298
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	29	16	12		49	22	23	
<i>Pipistrellus kuhlii/</i> <i>Pipistrellus nathusii</i>	22	12	9	4	37	36	16	12
<i>Hypsugo savii</i>	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Eptesicus serotinus</i>	-	-	-	6	-	-	-	14
<i>Barbastella barbastellus</i>	-	2	-	-	-	14	1	-
<i>Plecotus auritus</i>	1	2	-	-	2	7	-	-
<i>Plecotus austriacus</i>	-	-	-	1	-	-	-	9
Σ	184	251	283	266	263	354	284	414

A detektor által rögzített hangok alapján a leggyakoribb fajnak a közönséges törpedenevér (*Pipistrellus pipistrellus*) bizonyult mindegyik területen, mind a vonulási, mind pedig a szaporodási időszakban. Mivel téli szálláshelye is faodvakban, illetve épületrepedésekben van (BIHARI – ZSEBŐK 1997, DIETZ *et al.* 2009), előfordul, hogy a téli és nyári szálláshelye megegyezik, ami igazolhatja, hogy már a tavaszi időszakban is nagy számban volt jelen. A szoprán törpedenevér (*P. pygmaeus*) csak a Szalamandra-tónál ért el nagyobb dominancia értéket, a közönséges törpedenevér után ez a faj volt a második a dominancia-sorrendben. A *Myotis*-fajok közül a közönséges denevér (*Myotis myotis*) és/vagy a hegyesorrú denevér (*M. blythii*) voltak gyakori, szubdomináns fajok, bár kizárólag erdei környezetben fordultak elő, a lakótelepi Ibolya-tónál nem észleltünk egyetlen *Myotis* fajt sem. A rőt koraidenevér (*Nyctalus noctula*) az erdei tavaknál és a kontroll városi területen is előfordult, hiszen ez a faj faodvakban és gyakran a városi panelek repedéseiben is megtelepszik (SZATYOR 2000).

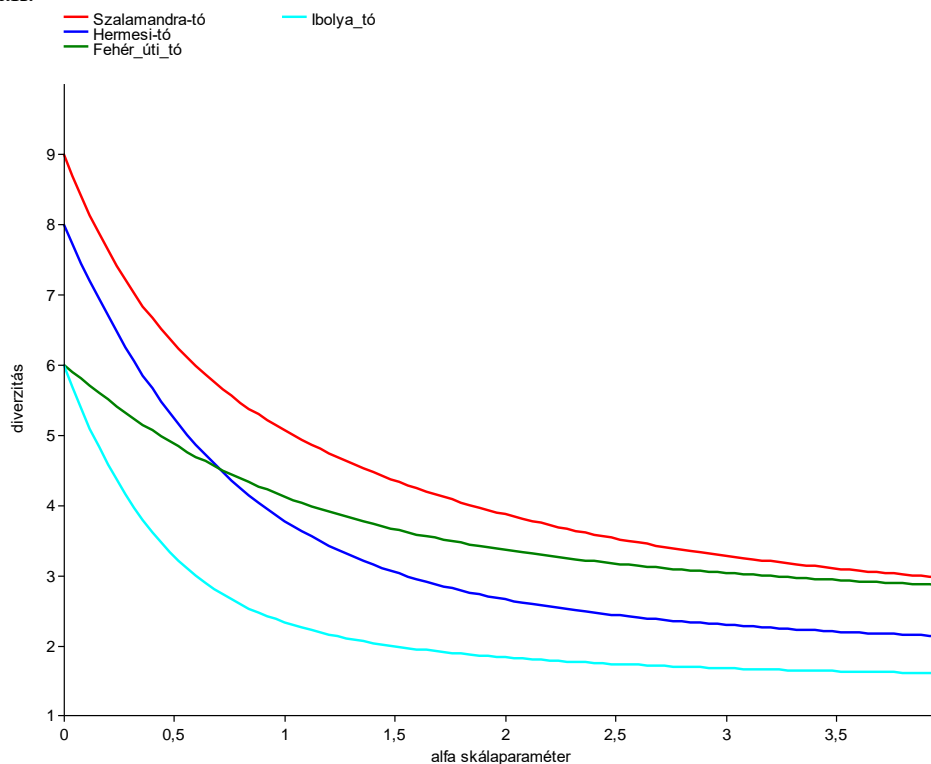
A fontosabb közösségi karakterisztikákat az 2. táblázat foglalja össze mindkét vizsgált időszakra vonatkozóan.

2. táblázat: A felmért denevérközösségek közösségi karakterisztikái

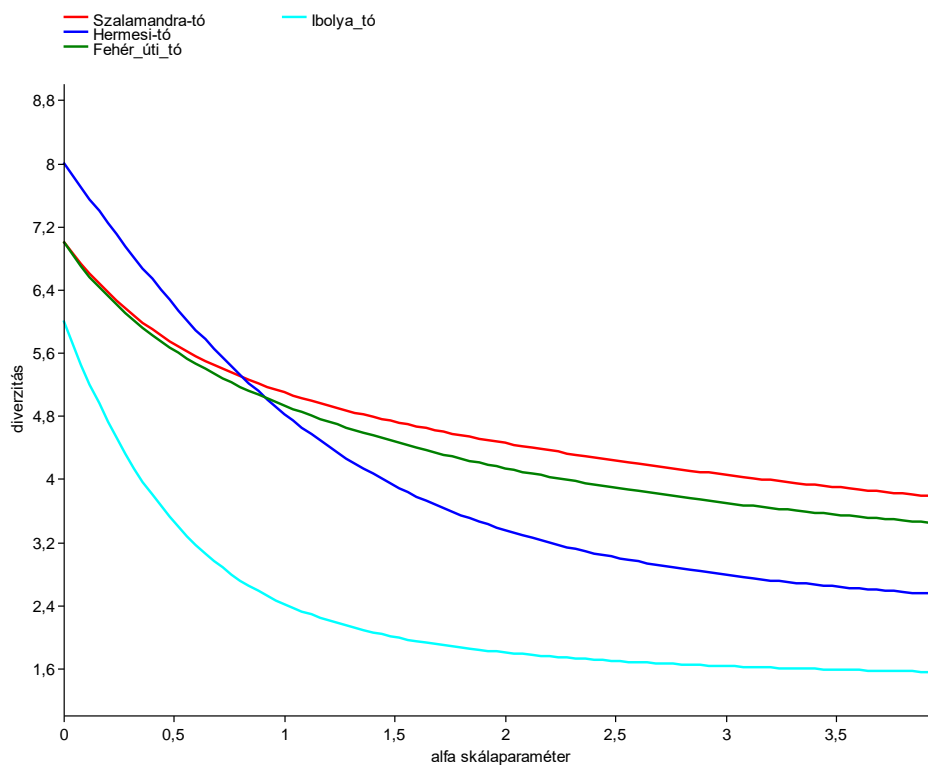
	Vonulási időszak			
	Szalamandra-tó	Hermesi-tó	Fehér úti tó	Ibolya tó
Fajszám	9	8	6	6
Hangadás gyakorisága	184	251	283	266
Shannon diverzitás	1,62	1,326	1,413	0,8423
Kiegyenlítettség	0,7374	0,6377	0,7889	0,4701
	Szaporodási időszak			
	Szalamandra-tó	Hermesi-tó	Fehér úti tó	Ibolya tó
Fajszám	7	8	7	6
Hangadás gyakorisága	263	354	284	414
Shannon diverzitás	1,627	1,572	1,594	0,8789
Kiegyenlítettség	0,8359	0,7562	0,819	0,4905

A legtöbb fajt (9) egyidőben a Szalamandra-tónál detektáltuk, vonulási időszakban. A nyári, szaporodási időben viszont már csak 7 fajt észleltünk ugyanitt, a kis patkósdenevér (*Rhinolophus hipposideros*) és a horgasszörű denevér (*Myotis nattereri*) már nem fordult elő. Legkisebb volt a fajszám (6) az Ibolya-tónál, mindkét időszakot tekintve, valamint a Fehér úti tónál, a tavaszi időszakban. A Shannon-diverzitás értéke a legmagasabb a Szalamandra-tónál volt, míg a legalacsonyabb az Ibolya-tónál (kontroll terület). A kiegyenlítettség a Szalamandra-tónál és a Fehér úti tónál volt magas, különösen a szaporodási időszakban. Az egyenletesség értéke a legkisebb az Ibolya-tónál észlelt, kis fajszámú közösségnek volt.

A Rényi-féle diverzitási rendezések (2. és 3. ábra) a területek közti diverzitási rangsort mutatják.



2. ábra: Denevérközösségek diverzitási rendezései (vonulási időszak)



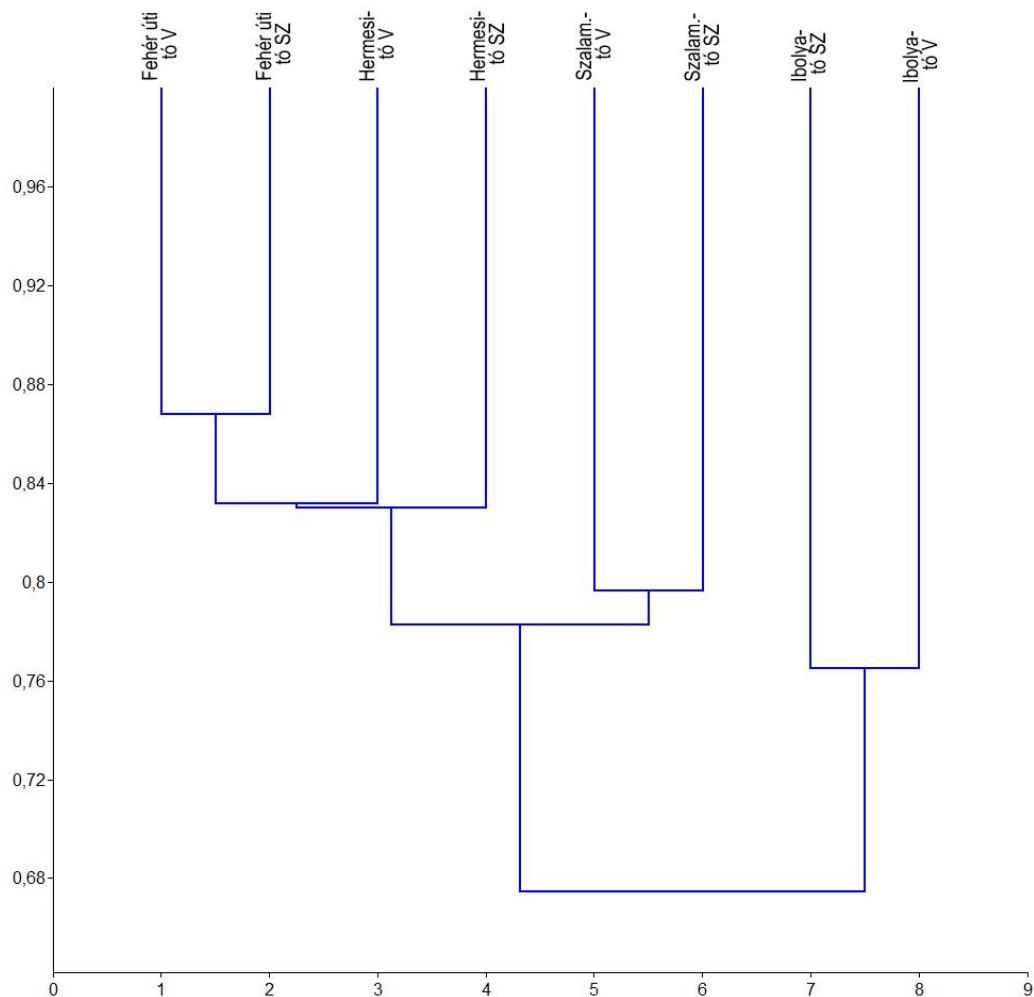
3. ábra: Denevérközösségek diverzitási rendezései (szaporodási időszak)

A vonulási időszakban (2. ábra) a legmagasabban a Szalamandra-tó közösségének diverzitási profilja fut, ezt követi a Hermesi-tó, a Fehér úti tó, végül pedig az Ibolya-tó diverzitási görbéje. A Hermesi-tó és a Fehér úti tó közösségeinek diverzitási profiljai azonban metszik egymást, így egymáshoz viszonyítva nem rangsorolhatók. A szaporodási időszakot (3. ábra) tekintve a Hermesi-tó diverzitási profilja metszi a Fehér úti tó és a Szalamandra-tó közösségeinek profilját, így azokkal nem rangsorolható. A városi Ibolya-tó diverzitási görbéje ebben az időszakban is alacsonyban fut.

A hasonlóság szemléltetésére a Bray-Curtis indexen alapuló hierarchikus cluster-analízist végeztünk (4. ábra). A dendrogramon jól megfigyelhető az urbán környezet (Ibolya-tó) határozott elkülönülése. A másik nagy csoportba az erdei tavaknál észlelt denevérközösségek sorolódtak. Ebben a csoportban további két alcsoport figyelhető meg, ahol is a Hermesi-tó és a Fehér úti tó közösségei mutatnak nagyobb hasonlóságot, míg a Szalamandra-tó elkülönülést mutat. Ez magyarázható azzal is, hogy előbbi két tó közelebb található egymáshoz, így hasonló közösségeket vonz be a vizes élőhely.

Következtetések

Az erdőlakó denevérek felmérését célzó vizsgálat során számos érdekes denevérfajt sikerült kimutatnunk. Jellemzően erdőlakó faj a nyugati pisedenevér (*Barbastella barbastellus*), amelynek Soproni-hegységben való előfordulásáról SZATYOR (1997) munkájában még nem tesz említést. Ez a fokozottan védett faj egészen az utóbbi időig kimondottan ritka, középhegységi erdőlakó fajnak számított, az elmúlt egy-két évben azonban számos helyről kimutatták, és nemcsak középhegységi erdeinkből, hanem síkvidéki, ártéri élőhelyekről is (DOMBI 2005, WINKLER *et al.* 2014).



4. ábra: A Bray-Curtis hasonlósági indexen alapuló hierarchikus cluster-analízis dendrogramja

Érdekes előfordulás még az alpesi denevér (*Hypsugo savii*), amely elsősorban tőlünk délre, mediterrán hegységekben fordul elő (DIETZ *et al.* 2009), de az utóbbi években areájának határa északabbra tolódott, és egyre gyakrabban kerül elő hazánk melegebb középhegységi területein, valamint városi környezetben is (ESTÓK 1995, GÖRFÖL 2007, GÖRFÖL *et al.* 2007). Nem véletlen éppen ezért, hogy a kontroll mintaterületen, lakótelepi környezetben észleltük, ahol valószínűleg, más törpedenevér-fajokhoz hasonlóan épületrepedésekben tányázhat.

Kis gyakorisággal észleltük a tipikus odúlakó barna hosszúfülű denevért (*Plecotus auritus*) a hegyvidéken, amely egyrészt ritkaságának, másrészt gyenge intenzitású, nehezebben detektálható echolokációs hangjának is köszönhető (ESTÓK 2007). Testvérfaját, az épületlakó szürke hosszúfülű denevért (*Plecotus austriacus*) a kontroll mintaterületen, lakótelepi környezetben észleltük. Bár Közép-Európa több országában erősen lecsökkent az állománya (HORÁČEK *et al.* 2004, SPITZENBERGER 2005), hazánkban a nyugat-dunántúli régióban még gyakori fajnak számít (HALMAI – KUGLER 2015).

A felmérések során megmutatkozott, hogy a leggyakoribb, domináns fajok azok az erendően odúlakó denevérek, – mint például a közönséges törpedenevér vagy a rőt koraidenevér –, amelyek sikeresen alkalmazkodtak a városi környezethez is (GOMBKÖTŐ 2005, DIETZ *et al.* 2009). Ugyanakkor az is megmutatkozott, hogy az erdei élőhelyeket, különösen a vizes élőhelyekkel, kisebb tavakkal, vízfolyásokkal tarkított állományokat olyan

épületlakó fajok is használják táplálkozó- és ivóhelyként, mint például a közönséges denevér, a hegyesorrú denevér, valamint a közönséges késeidenevér (SZATYOR 2000).

Irodalomjegyzék

- BIHARI Z. – ZSEBŐK S. (2007): Törpe denevér *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774). In: BIHARI Z. – CSORBA G. – HELTAI M. (szerk.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kosuth Kiadó, Budapest: 87–88.
- DOBROSI D. (2014): A holtfa és a denevérek. In: CSÓKA GY. – LAKATOS F. (szerk.): A holtfa. *Silva naturalis*. A folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata; Vol. 5. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron: 146–154.
- DOMBI I. (2005): Bat monitoring along the Drava River (Mammalia: Chiroptera). *Natura Somogyiensis* 7: 143–156.
- ESTÓK P. – KUGLER P. – WINKLER D. (2012): A hegység denevérei. In: KÁRPÁTI L. (szerk.): Monografikus tanulmányok a Soproni-hegység természeti és kulturális értékeiről. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 231–240.
- ESTÓK P. (1995): Az alpesi denevér (*Pipistrellus savii*) újabb magyarországi megkerülése. *Denevérkutatás* 1: 18.
- GOMBKÖTŐ P. (1995): Épületfoglaló közönséges törpedenevérek (*Pipistrellus pipistrellus*). *Denevérkutatás* 1: 25–26.
- GÖRFÖL T. (2007): Savi's pipistrelle (*Hypsugo savii* Bonaparte, 1837): new species in the bat fauna of Mecsek Mountains, SW Hungary. *Acta Naturalia Pannonica* 2: 183–186.
- GÖRFÖL T. – DOMBI I. – ZSEBŐK S. (2007): Az alpesi denevér (*Hypsugo savii* Bonaparte, 1837) Magyarországon - a faj hazai adatainak áttekintése, új eredmények. In: MOLNÁR V. (szerk.): Az V. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Pécs, 2005. december 3–4.) és a VI. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Mártély, 2007. október 12–14.) kiadványa. CSEMETE Egyesület, Szeged: 85–97.
- HALMAI Z. – KUGLER P. (2015): Adatok Győr-Moson-Sopron megye épületlakó denevérfaunájához, a 2015-évi épület felmérés nyomán. X. Magyar Denevérvédelmi Konferencia, 19.
- HORÁČEK, I. – BOGDANOWICZ, W. – DULIC, B. (2004): *Plecotus austriacus*. In: F. Krapp (ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Vol. Fledermause II, AULA-Verlag, Wiesbaden, Germany. pp. 1001–1049.
- HUTSON, A.M. – MICKLEBURGH, S.P. – RACEY, P.A. (2001): Microchiropteran bats: Global status survey and conservation action plan. Gland, Switzerland: IUCN.
- SPITZENBERGER, F. (2005): Rote Liste der Säugetiere Österreichs. In: ZULKA K.P. (ed.): *Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs*. Böhlau, Wien, Köln, Weimar.
- SZATYOR M. (1997): Denevérfaunisztikai kutatások a Fertő-Hanság Nemzeti Parkban, különös tekintettel a Soproni-hegység és a Hanság területeire. In: MOLNÁR V. – MOLNÁR Z. – DOBROSI D. (szerk.): Az I. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Sarród, 1997. november 29.) kiadványa. Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 49–51.
- SZATYOR M. (2000): *Európa denevérei*. Pro Pannónia Kiadói Alapítvány, Pécs.
- WINKLER D. – ERDŐ Á. – MILLE J. – KOVÁCS H. (2014): New data on the distribution of barbastelle bat (*Barbastella barbastellus*) in Western Hungary. *Natura Somogyiensis* 25: 213–218.

EGY VÖLGYFENÉKI ÉGERES TALAJVÍZDINAMIKÁJA A SOPRONI HEGYSÉGBEN

Groundwater Dynamics of a Riparian Alder Forest in the Sopron Hills

ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA¹, HOLIK BLANKA¹, NEVEZI CSENGE¹, HERCEG ANDRÁS¹, KALICZ PÉTER¹, GRIBOVSZKI ZOLTÁN¹

¹ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet
zagyvaine.kiss.katalin@uni-sopron.hu

Kivonat

A Hidegvíz-völgy kísérleti vízgyűjtőjén egy patakparti övezetben elhelyezkedő éger uralta erdei ökoszisztéma hidrológiai viszonyait vizsgáltuk. Ez a kutatás a talajvízszint 2021-es változására irányult. Az elemzéshez használt meteorológiai paramétereket a vizsgált ökoszisztémák melletti szabadtéri parcellán mértük. A talajvízszintek és a meteorológiai paraméterek mérése lehetőséget ad a növényzet-talajvíz kapcsolat komplex értelmezésére a potenciális párolgás Hamon módszerrel történő kiszámításával.

Abstract

In the Hidegvíz-valley experimental catchment we studied the hydrological conditions of an alder dominated forest ecosystem located in a streamside zone. This research focused on changes in groundwater levels in 2021. Meteorological parameters used for this analysis were measured in an open-air plot next to the investigated ecosystems. Measuring groundwater levels and meteorological parameters provides an opportunity for a complex interpretation of the vegetation-groundwater relationship by calculating potential evapotranspiration using the Hamon method.

Bevezetés

Az aszályos nyarak a talajvízből is fogyasztó fás szárú vegetációkra kevésbé károsak, amennyiben a talajvíz szintje nem süllyed olyan mértékig, hogy az már a fák számára is elérhetetlen mélységet jelentsen. A hidraulikus emelés révén a fás szárúak a társulás lágy-szárú elemeit is képesek bizonyos szintig támogatni a talajvízből (CALDWELL ET AL. 1998, AMENU – KUMAR 2008). A nyári vízháztartási hiányt évekig ellensúlyozta a téli csapadék, azonban az utóbbi időben már ez a téli bevétel is csökkenni látszik. Jelen cikkben a Hidegvíz-völgyben kialakított égeres intercepciós kert vízháztartását vizsgáltuk a 2021. évre vonatkozóan. A tanulmány elsősorban a potenciális evapotranszspiráció (PET) és a talajvízszint elemzését tárgyalja. A potenciális evapotranszspiráció egy elméleti párolgástípus, ami a talaj és a növényzet párolgásának együttes mértéke abban az esetben, ha a nedvesség folyamatosan korlátlanul rendelkezésre áll, így a nagyságát egyedül az elérhető energia korlátozza (THORNTHWAITE 1948). Meghatározását Hamon-módszer (HAMON 1963) segítségével tehetjük meg. Az állomány tényleges vízfogyasztását WHITE (1932) módszere teszi lehetővé, aminek alkalmazásához a talajvízszint nagy időbeli felbontású mérése (pl. 10 perces), valamint az adott talajt jellemző paraméterek (szemeloszlási görbe, szivárgási tényező stb.) szükségesek. Mindezek segítségével vizsgálhatjuk a becsült potenciális és a tényleges párolgás különbségét az adott állományon belül.

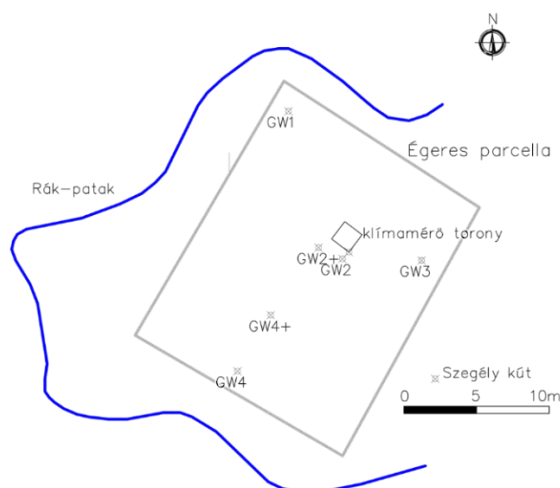
Anyag és módszer

A vizsgált éger állomány a Soproni kistáj területén helyezkedik el, mely szubalpin éghajlatú, ahol az évi átlaghőmérséklet 9,2 Celsius fok. Az évi csapadékösszeg 750 mm, amiből 430 mm a vegetációs időszakban esik. Az évi csapadékösszeg csökkenése folyamatos,

hiszen az 1901 és 1940 közötti adatok alapján a csapadékösszeg 917 mm volt 584 vegetációs időszakos csapadékkal. A kistáj alapközete kristályos pala, amire homokos-kavicsos-iszapos-kötőrmelék üledékek települtek. (DANSZKY 1963, DÖVÉNYI ET AL. 2010, HALÁSZ, 2006).

A mintaterület a Rák-patak mentén elhelyezkedő égeres intercepciós kert, és annak szegélye volt (1. ábra). Az itt gyűjtött adatokat a közeli szabad területi meteorológiai állomás hőmérséklet- és csapadékadataival egészítettük ki, melyet automata adatgyűjtők szolgáltattak, valamint átlagosan hetente a csapadék manuális észlelése is megtörtént Hellmann-féle csapadékgyűjtő segítségével. Az égeres kertben és szegélyében korábban telepített talajvíz-kutak segítségével kaptunk talajvízszint adatokat. A kutak jellemzően 1-3 méter mélységűek és alsó 1 méteres részükön szűrőzöttek. A talajvízszint értékeket átlagosan heti rendszerességgel LED-es érzékelővel ellátott mérőszalag segítségével mértük. A relatív talajvízszintet szintezés után tengerszint feletti magasságba számoltuk át. A részletes elemzéshez a 4+ kút adatait használtuk fel, ahol automata adatgyűjtő is telepítésre került, ami nagy gyakoriságú adatsort biztosított a számításokhoz.

A mintaterület állomány felvételezése is megtörtént a domináns mézgás éger (*Alnus glutinosa*) és a mellette megjelenő jellemző fajok megállapítására, amik a következők: hegyi szil (*Ulmus glabra*) a felső lombkoronaszintben; cserjeszintben a mogyoró (*Corylus avellana*), veresgyűrű som (*Cornus sanguinea*); a gyepszintben pedig az erdei tisztesfű (*Stachys sylvatica*) a podagrafű (*Aegopodium podagraria*) és a sárga árvacsalán (*Galeobdolon luteum*) fordult elő leginkább. A faállomány átlagos mellmagassági átmérő- és magasságbecslése is megtörtént.



1. ábra: Az égeres intercepciós kert elhelyezkedése a talajvízfigyelő kutakkal.

A potenciális evapotranszspiráció (PET) nagyságát egy területre a hőmérsékletadatok, mint energia birtokában ki tudjuk számolni, amit a Hamon-módszer (HAMON 1963) segítségével tehetünk meg az alábbi formulával:

$$PET = 29,8 \times D \times \frac{e}{T+273,2} \quad (1)$$

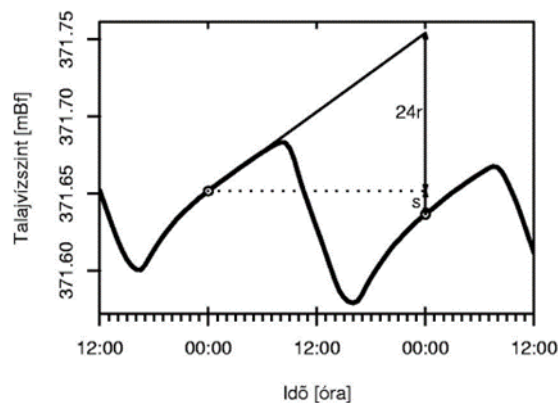
ahol D : a naphossz, e : a telítési párányomás, T : a napi átlaghőmérséklet.

A PET számításához a szabad terület hőmérséklet adatait használtuk fel. A vízfolyás menti zóna napi ciklusú talajvízszint változásából WHITE (1932) módszere alapján a vegetáció csapadékmentes időszakokban jellemző, elsősorban a talajvízből táplálkozó evapotranszspirációjának számítása történt meg. A módszer lényege (2. ábra), hogy a hajnali órákban (0 és 4 óra között) az evapotranszspirációt elhanyagolhatónak tekintjük, így ebben

az időszakban a talajvíznövekedés mértéke a terület talajvíz utánpótlódásával egyenlőnek vehető. A nagy időbeli felbontású adatsorban az erre a négy órás időszakra húzott egyenes iránytangense megegyezik az egységnyi idő alatti talajvíz-utánpótlódással. Amennyiben nem lenne a növényzet evapotranszpirációja, úgy a talajvízszint folyamatosan emelkedne a napon belül, a párolgás és párologtatás miatt azonban egy s nagyságú csökkenés jellemző (GRIBOVSKI 2008). Ez alapján a talajvíz napi párolgása a következőképpen számítható:

$$ET_{GW} = (24 \times r \pm s) \times S_y \quad (2)$$

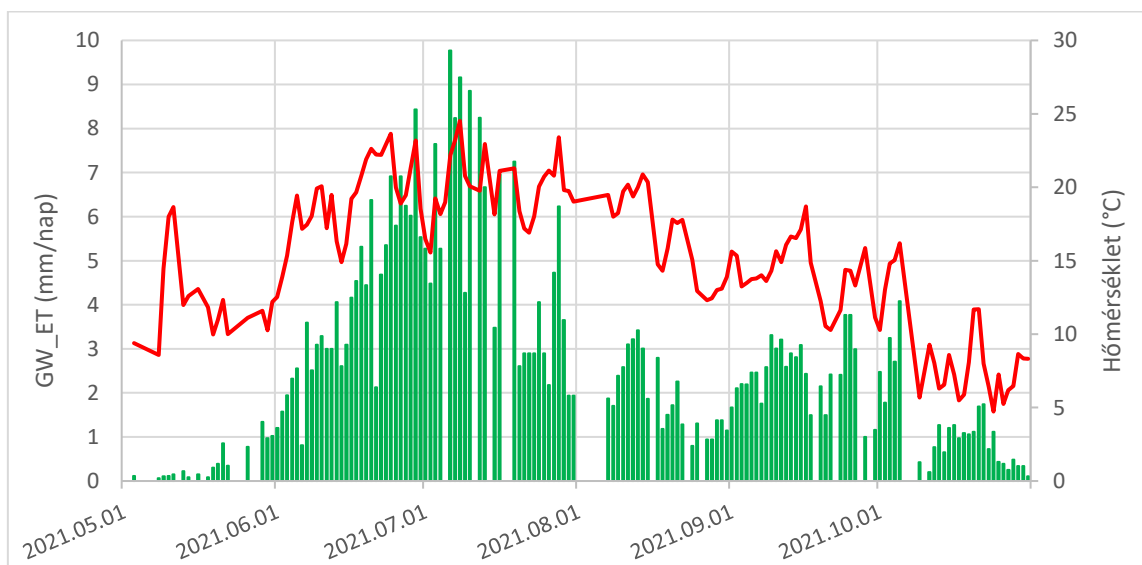
ahol ET_{GW} a talajvíz párolgása (mm/nap), S_y a talajra jellemző fajlagos hozam (víz-teleníthető hézagterefogat), r az átlagos vízszintkülönbség a 0 és 4 óra közötti időszakban (mm/óra) és s a készletváltozás (mm/nap).



2. ábra: A White-módszer elvi vázlatja a talajvízszint napi ingadozását felhasználva.

Eredmények

A talajvízszint-ingadozásból számított evapotranszpiráció és a napi átlaghőmérséklet idősorát mutatja a (3. ábra). Jól látható a lombfakadással meginduló talajvízfelhasználás növekedése a nyári (júliusi) maximumok eléréseig, ahol 8 mm-t meghaladó becslt napi vízfelhasználásról beszélhetünk, majd október végére újra nullához közelít a vegetáció napi fogyasztása, ahogy a lombhullás megtörténik.



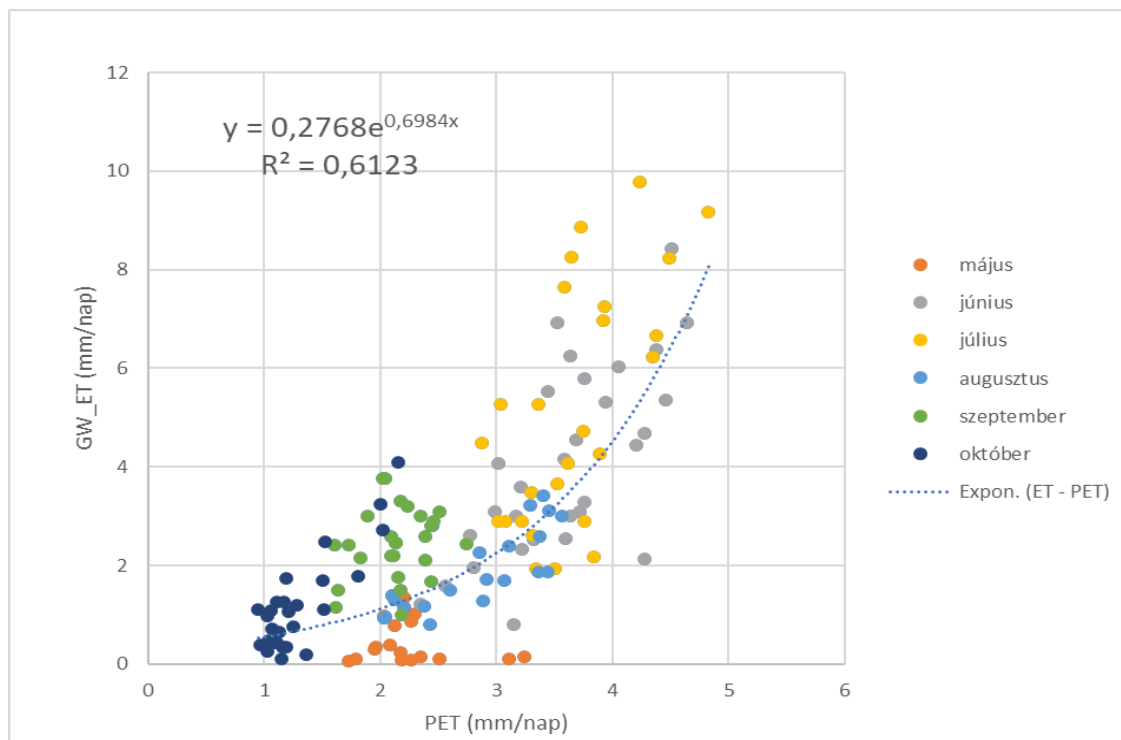
3. ábra: A napi talajvízszint-ingadozásból becslt evapotranszpiráció (zöld színnel) és átlaghőmérséklet (piros színnel) idősora.

Az egyes helyeken megjelenő adathiányt nem tekintve a talajvízfogyasztást és a hőmérsékletet összehasonlítva a korrelációs együttható értéke 0,72, ami jó összefüggésnek mondható, vagyis jól látszik, hogy a hőmérséklet emelkedésével nő az égeres vízfogyasztása a talajvízből. Számszerűsítve a vízfogyasztás havi átlagos értékeit (1. táblázat) láthatjuk, a június és július hónap rendelkezik kimagasló értékekkel, ami 4-5 mm átlagos napi vízfogyasztást jelent.

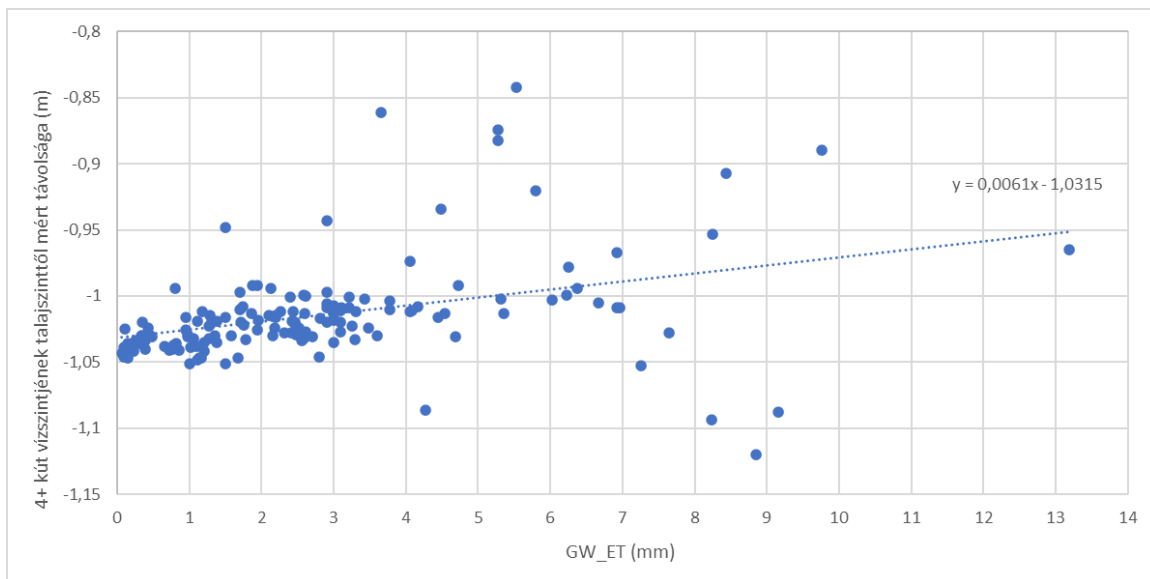
1. táblázat: Talajvízszint változásából becsült evapotranszpiráció átlagos értékei és szórásuk a vegetációs időszak hónapjaiban.

	ET (mm/nap)	
	Átlag	Szórás
2021. május	0,4	0,4
2021. június	4,1	1,9
2021. július	5,2	2,5
2021. augusztus	1,9	0,8
2021. szeptember	2,4	0,7
2021. október	1,2	1,0

A napi talajvízfogyasztás és a potenciális evapotranszpiráció összefüggését mutatja a 4. ábra. Az egyes hónapokat eltérő színnel jelöltük az ábrán. A korábban kiemelt június és július hónapok arányaiban is jelentős vízfogyasztásának következtében a pontthalmazt exponenciális összefüggéssel közelítettük. Az összefüggés szorosságát a korrelációs együttható 0,78-as értéke jellemzi. A nyári hónapokban magasabb potenciális evapotranszpirációs értékekhez magasabb talajvízfogyasztás tartozik, míg az értékek a tavaszi-őszi időszakban kisebbek. Tavasszal azonban a magasabb PET értékekhez kisebb vízfelhasználás tartozik.



4. ábra: A napi talajvízfogyasztás és PET összefüggés-vizsgálata.



5. ábra: A napi talajvízszint-ingadozásból becsült evapotranszpiráció és a 4+ kút vízszintjének távolsága a talajfelszíntől.

Az 5. ábra a napi becsült vízfogyasztás összefüggését mutatja a 4+ jelű kút talajfelszíntől mért vízszintjének távolságával. A kapcsolatot 0,37-os korrelációs együttható jellemzi, ami ilyen mintaszámnál jó összefüggést jelent: az evapotranszpiráció a talajvízszint emelkedésével együtt növekszik.

Következtetések

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az égererdő talajvízfelvétele a magasabb hőmérséklettel jellemezhető időszakokban jelentős. Ezek a melegebb időszakok az utóbbi években aszályosabbak is, ebből következően a változó klíma mellett a patakmenti erdők vízigénye a talajvízből a jövőben valószínűleg tovább növekszik majd. A különböző talajvízszinttel rendelkező kutak közelében fanövekedésvizsgálatot kezdtünk, ami lehetővé tesz egy ezzel kapcsolatos összefüggés-vizsgálatot a későbbiekben. Érdeemes lenne a számításokat más metódussal is elvégezni, és a kapott eredményeket összevetni, alkalmazhatóságukat értékelni.

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.

Irodalomjegyzék

- AMENU, G. G. – KUMAR, P. (2008): A model for hydraulic redistribution incorporating coupled soil-root moisture transport. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 4, 3719–3769. doi: <https://doi.org/10.5194/hess-12-55-2008>
- DANSZKY I. (szerk.) (1963): Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. „I. Nyugat-Dunántúl erdőgazdasági tájcsoport”. Budapest, OEF.
- DÖVÉNYI Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- GRIBOVSZKI Z. – KALICZ P. – SZILÁGYI J. – KUCSARA M. (2008): Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations. *Journal of Hydrology*, 349: 6–17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.049>

- HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- HAMON, W.R. (1963): Computation of Direct Runoff Amounts from Storm Rainfall. International Association of Scientific Hydrology Publication 63, 52-62.
- THORNTHWAITE C.W. (1948): An Approach Toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review 38, 55-94. <https://doi.org/10.2307/210739>
- WHITE W.N. (1932): Method of estimating groundwater supplies based on discharge by plants and evaporation from soil results of investigation in Escalante Valley, Utah. US. Geological Survey, Water Supply Paper 659 A: 1-105.