



# KONFERENCIAKÖTET

## Conference Proceedings

**Nemzetközi tudományos konferencia  
a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából**  
International Scientific Conference  
on the Occasion of the Hungarian Science Festival

**Sopron, 2023. november 23.**  
23 November 2023, Sopron

**FENNTARTHATÓSÁGI ÁTMENET:  
KIHÍVÁSOK ÉS INNOVATÍV MEGOLDÁSOK**  
SUSTAINABILITY TRANSITIONS: CHALLENGES AND INNOVATIVE SOLUTIONS

Szerkesztők / Editors:

OBÁDOVICS Csilla, RESPERGER Richárd, SZÉLES Zsuzsanna, TÓTH Balázs István

**Nemzetközi tudományos konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából**  
International Scientific Conference on the Occasion of the Hungarian Science Festival

Sopron, 2023. november 23. / 23 November 2023, Sopron

**FENNTARTHATÓSÁGI ÁTMENET:  
KIHÍVÁSOK ÉS INNOVATÍV MEGOLDÁSOK  
SUSTAINABILITY TRANSITIONS:  
CHALLENGES AND INNOVATIVE SOLUTIONS**

**KONFERENCIAKÖTET  
CONFERENCE PROCEEDINGS**

**LEKTORÁLT TANULMÁNYOK / PEER-REVIEWED PAPERS**

**Szerkesztők / Editors:**

**OBÁDOVICS Csilla – RESPERGER Richárd – SZÉLES Zsuzsanna – TÓTH Balázs István**



**SOPRONI EGYETEM KIADÓ**

UNIVERSITY OF SOPRON PRESS

**SOPRON, 2024**

**Nemzetközi tudományos konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából**  
International Scientific Conference on the Occasion of the Hungarian Science Festival

Sopron, 2023. november 23. / 23 November 2023, Sopron



A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE



HUNGARIAN  
SCIENCE  
FESTIVAL

**A konferencia támogatói / Sponsors of the Conference:**



**Felelős kiadó / Executive Publisher: Prof. Dr. FÁBIÁN Attila**  
**a Soproni Egyetem rektora / Rector of the University of Sopron**

**Szerkesztők / Editors:**

Prof. Dr. OBÁDOVICS Csilla, Dr. RESPERGER Richárd,  
Prof. Dr. SZÉLES Zsuzsanna, Dr. habil. TÓTH Balázs István

**Lektorok / Reviewers:**

Dr. habil. BARANYI Aranka, Prof. Dr. BÁRTFAI Zoltán, Dr. BARTÓK István, Dr. BEDNÁRIK Éva,  
Bazsóné Dr. BERTALAN Laura, Dr. CZIRÁKI Gábor, Dr. DIÓSSI Katalin, Dr. habil. JANKÓ Ferenc,  
Dr. KERESZTES Gábor, Dr. habil. KOLOSZÁR László, Dr. KÓPHÁZI Andrea,  
Prof. Dr. KULCSÁR László, Dr. MÉSZÁROS Katalin, Dr. NEDELKA Erzsébet,  
Dr. NÉMETH Nikoletta, Dr. NÉMETH Patrícia, Prof. Dr. OBÁDOVICS Csilla,  
Dr. PALANCSA Attila, Dr. habil. PAPP-VÁRY Árpád Ferenc, Dr. RESPERGER Richárd,  
Dr. habil. SZABÓ Zoltán, Prof. Dr. SZÉLES Zsuzsanna, Dr. SZÓKA Károly, Dr. TAKÁTS Alexandra,  
Dr. habil. TÓTH Balázs István, Pappné Dr. VANCSÓ Judit

**ISBN 978-963-334-499-6 (pdf)**

**DOI: [10.35511/978-963-334-499-6](https://doi.org/10.35511/978-963-334-499-6)**

Creative Commons license: CC BY-NC-SA 4.0 DEED



Nevezd meg! - Ne add el! - Így add tovább! 4.0 Nemzetközi  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

## **SZERVEZŐK**

Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar (SOE LKK),  
A Soproni Felsőoktatásért Alapítvány

**A konferencia elnöke:** Prof. Dr. SZÉLES Zsuzsanna egyetemi tanár, dékán (SOE LKK)

### ***Tudományos Bizottság:***

elnök: Prof. Dr. OBÁDOVICS Csilla PhD egyetemi tanár, Doktori Iskola-vezető (SOE LKK)  
társelnök: Dr. habil. TÓTH Balázs István PhD egyetemi docens, igazgató (SOE LKK)  
tagok: Prof. Dr. FÁBIÁN Attila PhD egyetemi tanár (SOE LKK), rektor (SOE)  
Prof. Dr. SZÉKELY Csaba DSc professor emeritus (SOE LKK)  
Prof. Dr. KULCSÁR László CSc professor emeritus (SOE LKK)  
Prof. Dr. SZALAY László DSc egyetemi tanár (SOE LKK)  
Prof. Dr. Clemens JÄGER PhD egyetemi tanár, dékán (FOM)  
Dr. habil. BARANYI Aranka PhD egyetemi docens (SOE LKK)  
Dr. habil. POGÁTSA Zoltán PhD egyetemi docens (SOE LKK)  
Dr. habil. SZABÓ Zoltán PhD egyetemi docens (SOE LKK)  
Dr. habil. PAPP-VÁRY Árpád Ferenc PhD tudományos főmunkatárs (SOE LKK)  
Dr. Rudolf KUCHARČÍK PhD egyetemi docens, dékán (EUBA FIR)

### ***Szervező Bizottság:***

elnök: Dr. RESPERGER Richárd PhD adjunktus (SOE LKK)  
tagok: Dr. KERESZTES Gábor PhD egyetemi docens, dékánhelyettes (SOE LKK)  
Dr. habil. Eva JANČÍKOVÁ PhD egyetemi docens (EUBA FIR)  
Dr. habil. KOLOSZÁR László PhD egyetemi docens, intézetigazgató (SOE LKK)  
Dr. HOSCHEK Mónika PhD egyetemi docens, intézetigazgató (SOE LKK)  
PAPPNÉ Dr. VANCSÓ Judit PhD egyetemi docens, intézetigazgató (SOE LKK)  
Dr. SZÓKA Károly PhD egyetemi docens (SOE LKK)  
titkár: NEMÉNY Dorka Virág kutatási asszisztens (SOE LKK)

## ORGANIZERS

University of Sopron Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics (SOE LKK),  
For the Higher Education in Sopron Foundation

**Conference Chairperson:** Prof. Dr. Zsuzsanna SZÉLES PhD Professor, Dean (SOE LKK)

### ***Scientific Committee:***

Chair: Prof. Dr. Csilla OBÁDOVICS PhD Professor, Head of Doctoral School (SOE LKK)

Co-Chair: Dr. habil. Balázs István TÓTH PhD Associate Professor, Director (SOE LKK)

Members: Prof. Dr. Attila FÁBIÁN PhD Professor (SOE LKK), Rector (SOE)

Prof. Dr. Csaba SZÉKELY DSc Professor Emeritus (SOE LKK)

Prof. Dr. László KULCSÁR CSc Professor Emeritus (SOE LKK)

Prof. Dr. László SZALAY DSc Professor (SOE LKK)

Prof. Dr. Clemens JÄGER PhD Professor, Dean (FOM)

Dr. habil. Aranka BARANYI PhD Associate Professor (SOE LKK)

Dr. habil. Zoltán POGÁTSA PhD Associate Professor (SOE LKK)

Dr. habil. Zoltán SZABÓ PhD Associate Professor (SOE LKK)

Dr. habil. Árpád Ferenc PAPP-VÁRY PhD Senior Research Fellow (SOE LKK)

Dr. Rudolf KUCHARČÍK PhD Associate Professor, Dean (EUBA FIR)

### ***Organizing Committee:***

Chair: Dr. Richárd RESPERGER PhD Assistant Professor (SOE LKK)

Members: Dr. Gábor KERESZTES PhD Associate Professor, Vice Dean (SOE LKK)

Dr. habil. Eva JANČÍKOVÁ PhD Associate Professor (EUBA FIR)

Dr. habil. László KOLOSZÁR PhD Associate Professor, Director of Institute (SOE LKK)

Dr. Mónika HOSCHEK PhD Associate Professor, Director of Institute (SOE LKK)

Dr. Judit PAPPNÉ VANCSÓ PhD Associate Professor, Director of Institute (SOE LKK)

Dr. Károly SZÓKA PhD Associate Professor (SOE LKK)

Secretary: Dorka Virág NEMÉNY Research Assistant (SOE LKK)

## TARTALOMJEGYZÉK / CONTENTS

### Plenáris szekció

#### Plenary Session

<b>How to Make European Integration Fair and Sustainable?</b> <i>István P. SZÉKELY</i> .....	13
---	----

### 1. szekció: Fenntartható gazdálkodás és menedzsment, körforgásos gazdaság Session 1: Sustainable Economy and Management, Circular Economy

<b>A zöld ellátási láncok aktuális kérdései - Kritikai szakirodalmi összefoglalás</b> <i>PIRICZ Noémi</i> .....	27
--	----

<b>Well-being - kulcs a fenntartható működéshez</b> <i>KÓPHÁZI Andrea – KOVÁCSNÉ LACZKÓ Éva Mária</i> .....	36
--	----

<b>Szervezeti kultúra és fenntarthatóság</b> <i>KOVÁCSNÉ LACZKÓ Éva Mária</i> .....	48
--	----

<b>Az új mexikói kvótakereskedelmi rendszer és erdészeti vonatkozásai</b> <i>KIRÁLY Éva – BOROVICS Attila</i> .....	61
--	----

<b>A designesztétika gazdasági megközelítésének lehetőségei</b> <i>REMÉNYI Andrea – ZALAVÁRI József</i> .....	76
--	----

<b>A körforgásos üzleti modellek a vállalati gyakorlatokban</b> <i>KRIZA Máté</i> .....	98
--	----

### 2. szekció: Társadalmi kihívások és társadalmi innovációk a fenntartható fejlődésben Session 2: Social Challenges and Innovations in Sustainable Development

<b>Társadalmi kihívások a divatipari fogyasztás terén</b> <i>VIZI Noémi</i> .....	119
--	-----

<b>Klímaszorongás jelenléte az X, Y és Z generáció életében</b> <i>SZEBERÉNYI András</i> .....	128
---	-----

<b>Közelségi torzítás – a home office egyik kihívása</b> <i>IONESCU Astrid</i> .....	147
---	-----

<b>Megérti-e a választ, ha megkérdezi kezelőorvosát, gyógyszerészét? Az egészségműveltség mérésének aktuális kérdései Magyarországon</b> <i>PORZSOLT Péter</i> .....	154
---	-----

<b>A digitális egészségügyi ellátás, mint innováció mérési lehetőségei</b> <i>KOVÁCS Erika</i> .....	168
---	-----

**3. szekció: Fenntartható pénzügyek és számvitel**  
Session 3: Sustainable Finance and Accounting

<b>A közösségi költségvetési számvitel koncepciója és dilemmái</b> <i>SISA Krisztina A. – SIKLÓSI Ágnes – VERESS Attila – DENICH Ervin</i> .....	181
<b>Az iszlám banki számvitel digitalizációjának elméleti és filozófiai megközelítése</b> <i>CSEH Balázs</i> .....	193
<b>A vállalkozások csőd kockázatának és a kötvényminősítések együttmozgása</b> <i>SZÁNTÓ Tünde Katalin</i> .....	202
<b>A globális minimumadó következményei és megvalósíthatósága a multinacionális vállalatok számára</b> <i>MATTIASSICH Enikő – SZÓKA Károly</i> .....	211

**4. szekció: Fenntartható turizmus és marketing**  
Session 4: Sustainable Tourism and Marketing

<b>A fenntartható turizmus: valóság vagy átverés?</b> <i>PALANCSA Attila</i> .....	221
<b>Metamarketing: fenntartható innovációk a valós és virtuális lehetőségek imperatív szimbiózisa mentén</b> <i>REMÉNYI Andrea</i> .....	237
<b>A fennmaradás és fenntarthatóság aspektusainak vizsgálata a szálláshely-szolgáltatással foglalkozó KKV-szektorban rendkívüli helyzetek idején</b> <i>VARGYAS Daniella – KERESZTES Gábor</i> .....	261
<b>Tudatosság és fenntarthatóság a nyaralás alatt is</b> <i>MÉSZÁROS Katalin – HOSCHEK Mónika – Németh Nikoletta</i> .....	270
<b>A soproni egyetemisták külföldi tervei</b> <i>OBÁDOVICS Csilla – RUFF Tamás</i> .....	283
<b>Country Branding of the Hashemite Kingdom of Jordan</b> <i>Mohammad Hani KHLEFAT</i> .....	295
<b>Community-Based Tourism in Southeast Asia</b> <i>Thi Thuy Sinh TRAN – Nikoletta NÉMETH – Md. Sadrul Islam SARKER – Yuan ZHANG – NHAT ANH NGUYEN</i> .....	309

**5. szekció: Sustainable Finance and Accounting, Sustainable Development**  
Session 5: Sustainable Finance and Accounting, Sustainable Development

**Stakeholder Engagement in the Development of the Sustainability Reporting Standards of the Global Reporting Initiative (GRI) and of the International Sustainability Standards Board (ISSB)**

*Alina ALEXENKO* ..... 329

**The IFRS and the Financial Accounting System in Algeria: A Literature Review**

*Asma MECHTA – Zsuzsanna SZÉLES – Ágnes SIKLÓSI* ..... 342

**Potential Effects of Industry 4.0 Technologies on Environmental Sustainability - A Systematic Literature Review**

*Mohamed EL MERROUN* ..... 351

**The Use of Geothermal Energy for Sustainable Development and Economic Prosperity**

*Nadjat KOUKI – Andrea VITYI* ..... 365

**6. szekció: Sustainability Transformation and Circular Economy**  
Session 6: Sustainability Transformation and Circular Economy

**A fenntarthatóság, a társadalmi szerepvállalás és a felelős vállalatirányítás szabályozásának szerepe a vállalati innovációban**

*BARTÓK István János* ..... 381

**Circular Economy Research Trends in the Textile and Apparel Industry: A Bibliometric Analysis**

*Md. Sadrul Islam SARKER – Thi Thuy Sinh TRAN – István János BARTÓK* ..... 389

**The Historical Evolution of Employee Idea Management: A Comprehensive Review**

*Viktória ANGYAL* ..... 405

**7. szekció: Sustainable Economy and Management**  
Session 7: Sustainable Economy and Management

**Bewältigungsstrategien eines nachhaltigen Managements von Organisationen innerhalb einer VUCA-Umwelt: Eine systematische Literaturrecherche**

*Mike WEISS* ..... 421

**Influences of Autonomous Vehicles on Sustainability: A Systematic Literature Review**

*Phillipp NOLL – Zoltán SZABÓ* ..... 436

**Trends in Sustainable Leadership**

*Roland SEESE – Katalin DIÓSSI* ..... 452

**Recruiting for Resilience: An Economic Approach to Mitigate Candidate Ghosting**

*Laureana Anna Erika TEICHERT* ..... 460



<b>Führung auf Distanz - Herausforderungen für Führungskräfte durch die Nutzung von Home-Office</b>	
<i>Norbert KLEIN</i> .....	473
<b>A Generative AI and Neural Network Approach to Sustainable Digital Transformation: A Focus on Medical and Marketing Sectors</b>	
<i>Alexander Maximilian RÖSER – Cedric BARTELT</i> .....	483
<b>Allgemeine Alterswahrnehmung bei StudentInnen in den österreichischen und ungarischen Grenzregionen</b>	
<i>Dorottya PAKAI – Csilla OBÁDOVICS</i> .....	498
<b>8. szekció: Társadalmi kihívások és társadalmi innovációk a fenntartható fejlődésben</b>	
Session 8: Social Challenges and Innovations in Sustainable Development	
<b>Fenntartható olvasás a digitális korban</b>	
<i>MOLNÁR Csilla</i> .....	509
<b>Okos és fenntartható városfejlesztés felelősségteljes digitális innovációval</b>	
<i>GYULAI Tamás – NAGY Marianna</i> .....	518
<b>A coaching szerepe a vezetőfejlesztésben</b>	
<i>KÓPHÁZI Andrea – Éva LÖWE</i> .....	535
<b>9. szekció: Fenntartható gazdálkodás és menedzsment</b>	
Session 9: Sustainable Economy and Management	
<b>A szolgáltatók szerepe és felelőssége a desztinációk fenntartható turizmusának megteremtésében, illetve kialakításában: Szisztematikus irodalmi áttekintés</b>	
<i>TEVELY Titanilla Virág – BEHRINGER Zsuzsanna</i> .....	548
<b>Bükkfürdő imázsának élménymarketing alapú vizsgálata</b>	
<i>HORVÁTH Kornélia Zsanett</i> .....	563
<b>A public relations (PR) tevékenység határai és viszonya a marketinghez - Egy PR szakemberek körében végzett kvantitatív kutatás eredményei</b>	
<i>KÁROLY Róbert – LUKÁCS Rita – PAPP-VÁRY Árpád Ferenc</i> .....	572
<b>Márkázott superhősök: Hogyan formálják a különböző termék- és szolgáltatásmárkák Amerika kapitány és Vasember karakterét a Marvel filmekben?</b>	
<i>PAPP-VÁRY Árpád Ferenc – RÖNKY Áron</i> .....	591
<b>Sztármárka-építés hosszú távon: Cristiano Ronaldo és CR7 márkájának megítélése – Egy kvalitatív kutatás tapasztalatai</b>	
<i>KORIM Dorina – PAPP-VÁRY Árpád Ferenc</i> .....	609

**10. szekció: Sustainable Economy and Management I.**  
Session 10: Sustainable Economy and Management I.

<b>The Role of Mountain Tourism Activities and Facilities on Domestic Tourism Consumption in Tourism Destinations</b> <i>Deborah KANGAI – Eliyas Ebrahim AMAN – Árpád Ferenc PAPP-VÁRY – Viktória SZENTE</i> .....	624
<b>Sustainable Project Management</b> <i>Attila LEGOZA</i> .....	633
<b>The Effect of Sustainability Development Using the Example of Green Washing</b> <i>Dijana VUKOVIĆ – Tanja UNTERSWEG</i> .....	641
<b>Sustainable Strategies in Case of Start-Up Enterprises</b> <i>Peter IMRICSKO</i> .....	654
<b>Sustainable Strategic Management at Multinational Companies</b> <i>Peter IMRICSKO</i> .....	663
<b>The EU as a “Leadiator” in Climate Governance - a Successful Soft Power Instrument? An Analysis with a Focus on Sustainable Mobility</b> <i>Sarah DIEHL</i> .....	674
<b>Az irodater komfortjának vizsgálata a munkavállalók szempontjából – Út a jövő optimális irodája felé</b> <i>GROZDICS Anett Tímea – BORSOS Ágnes</i> .....	684
<b>Mögliche Auswirkungen von CSRD &amp; ESRS auf die digitale Wirtschaft und der Fertigungsindustrie in Deutschland: aus der Perspektive der Industrieperformance und der nachhaltigen Entwicklung</b> <i>Mohammad Reza ROBATIAN</i> .....	696

**11. szekció: Sustainable Economy and Management II.**  
Session 11: Sustainable Economy and Management II.

<b>Sustainability and Climate Protection in Hospitals - Green Hospitals in the Future in Germany</b> <i>Patricia Carola MERTEN</i> .....	719
<b>Territoriality in Climate Adaptation? Space Interpretations of Different Disciplines and Fields and their Potential Utilization in the Examination of Climate Adaptation’s Territorial Aspects</b> <i>Attila SÜTŐ</i> .....	727
<b>Sustainable Unity in the European Insurance Market: Calculating Personal Injury Claims (From Experience to Methodology)</b> <i>Zsolt Szabolcs EKE</i> .....	745

**12. szekció: Poszter szekció**  
Session 12: Poster Session

<b>A dendromassza-hasznosítás, mint megújuló természeti erőforrás szerepe a fenntartható, körkörös gazdaságban</b> <i>SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS Katalin</i> .....	755
<b>Az I szektor karbonhatékonyágának vizsgálata Magyarországon</b> <i>KOVÁCSNÉ SZÉKELY Ilona – MAGYAR Norbert – JAKUSCHNÉ KOCSIS Tímea</i> .....	761
<b>A visegrádi országok egészségügyi reformjainak és intézkedéseinek összehasonlítása</b> <i>VITÉZ-DURGULA Judit – SÓTONYI Tamás Péter</i> .....	766
<b>A márkaépítés hatása a fogyasztói lojalításra a Magyar Telekom esetében</b> <i>TAKÁTS Alexandra – SZÁSZ Zsombor Levente</i> .....	780
<b>Examining the Impact of Certain Factors on the Delivery Time of a Manufacturing Firm Using Data Science Methods</b> <i>Zsolt TÓTH – József GARAB</i> .....	800
<b>Artificial Intelligence with an Economic Growth Perspective</b> <i>Firat ŞAHİN</i> .....	809

## **A dendromassza-hasznosítás, mint megújuló természeti erőforrás szerepe a fenntartható, körkörös gazdaságban**

*The Role of Dendromass Utilization as a Renewable Natural Resource in a Sustainable, Circular Economy*

**SZAKÁLOSNÉ Dr. MÁTYÁS Katalin PhD**

egyetemi adjunktus (*Assistant Professor*)

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet (*University of Sopron, Faculty of Forestry, Institute of Forest and Natural Resource Management*)

szakalosne.matyas.katalin@uni-sopron.hu

### **Absztrakt:**

Közismert tény, hogy napjainkra a világ energiaellátási válságba került, hiszen az energiafelhasználás a népesség ugrásszerű gyarapodásával, a technika robbanásszerű fejlődésével oly mértékben növekedett meg, amely igényt a foszilis energiahordozókkal kielégíteni már egyre kevésbé lehet. Mindemelllett a klímaváltozás elleni küzdelem egyik célja a megújuló energiaforrások egyre nagyobb arányban történő használata. Hazánk e téren jelentős potenciálokkal rendelkezik. Energia nyerésére hasznosítható faanyag jelentős mennyiségben négy forrásból származhat. A hagyományos erdőgazdálkodás (állami- és magánszektorból) tűzifa választékából, amelynek elnevezése lehet lakossági tűzifa, export tűzifa, erőművi tűzifa, hosszú tűzifa, energiafa stb. A fahasználatok során képződő apadék, vágástéri melléktermék, vékonyanyag, gallyanyag, tuskó stb. A faanyag feldolgozása során képződő melléktermék, illetve az elhasznált fatermékek. Energetikai faültvények faanyaga, amely többnyire apríték formában hasznosul. A fás szárú biomassza alapanyagok között lehet még megemlíteni a gyümölcsösökben és szőlőültvények gondozása során képződő, energetikai célra hasznosítható faaprítékot, nyesevéket is. A tanulmány igyekszik meghatározni és előrevetíteni ezen lehetőségek potenciális dendromassza és energiatartalmát, illetve a reálisan kiaknázható mennyiségeket.

**Kulcsszavak:** megújuló energiaforrás, dendromassza, potenciál, reális hasznosítási arány

JEL-kódok: Q01, Q22

### **Abstract:**

It is a well-known fact that today the world is in an energy supply crisis, as energy consumption has increased with the rapid growth of the population and the explosive development of technology to such an extent that the demand can no longer be met with fossil energy carriers. In addition, one of the goals of the fight against climate change is the increasing use of renewable energy sources. Our country has significant potential in this field. Significant amounts of wood that can be used for energy can come from four sources: from the selection of firewood of traditional forestry (from the state and private sector), which can be named residential firewood, export firewood, power plant firewood, long firewood, energy wood, etc.; shavings, sawing area by-products, thin material, twig material, stumps, etc.; formed during the use of wood; a by-product formed during the processing of wood, or used wood products; wood from energetic tree plantations, which is mostly used in the form of chips. Among the woody biomass raw materials, we can also mention the wood chips and cuttings that can be used for energy purposes, formed during the care of orchards and vineyards. In the study, we try to determine and forecast the potential dendromass and energy content of these opportunities, as well as the quantities that can realistically be exploited.

**Keywords:** renewable energy source, dendromass, potential, realistic utilization rate

JEL Codes: Q01, Q22

## 1. Bevezető

Hazánkban 7,3 millió hektár termőterületen folyik gazdálkodás, amelyből közel 2 millió hektáron található erdőterület. Az erdő- és mezőgazdálkodásban előforduló megújuló biomassza (dendro- és fitomassza) évente átlagosan 55-58 millió tonna szárazanyagban kifejezve (Szilágyi, 2022). A 25-26 millió tonna mezőgazdálkodás és 1-2 millió tonna erdőgazdálkodás során évente képződő melléktermék potenciál nagyobb arányú kihasználása számos ökológiai, gazdasági és technológiai feltételhez kötött (Bíró, 2012). Energetikai célra akár 6-8 millió tonna is hasznosítható lenne, amelynek energiatartalma 17-23 TWh. Az energiamérlegben a tűzifa 3,5-5,8 TWh, az egyéb biomassza közel 1,2 TWh energiatartalommal szerepel. Jelen elemzésben az energiapotenciál csak egy részét, a fás szárú alapanyagra alapozott ún. dendromassza hasznosítási lehetőségek vizsgálata történik, amely terület egyre hangsúlyosabbá válik tekintve, hogy a fosszilis energiahordozók kimerülése miatt fokozottan a megújulóakra kell fókuszálnunk és minél nagyobb arányban hasznosítani. Sok esetben a gazdaságilag egyébként veszendőbe menőnek számító ún. gazdálkodási, termelési apadékok, amelyek ökonómiai szereppel sem bírnak, alapját képezhetik az energianyerés alternatív formájának.

A klímaváltozás elleni küzdelem egyik célja a megújuló energiaforrások egyre nagyobb arányban történő használata. Hazánk e téren jelentős potenciálokkal rendelkezik (Láng, et al., 1995).

Energia nyerésére hasznosítható dendromassza jelentős mennyiségben alapvetően négy forrásból származhat, de nem szabad megfeledkezni az agrárszektor egyéb területeiről sem:

- 1) Hagyományos erdőgazdálkodás (állami- és magánszektorból) tűzifa választékából, amelynek elnevezése lehet lakossági tűzifa, export tűzifa, erőműi tűzifa, hosszú tűzifa, energiafa stb.;
- 2) Fahasználatok során képződő apadék, vágástéri melléktermék, vékonyanyag, gallyanyag, tuskó stb.;
- 3) A faanyag feldolgozása során képződő melléktermék (pl. kéreg, „bördeszka”, illetve az elhasznált fatermékek ún. „altholz” (pl. bútor, épület bontási faanyagok);
- 4) Energetikai faültetvények faanyaga, amely többnyire apríték formában hasznosul.

A fás szárú biomassza alapanyagok között lehet még megemlíteni a gyümölcsösökben és szőlőültetvények gondozása során képződő, energetikai célra hasznosítható faaprítékot, nyesevéket is.

A kutatás során számos statisztikai adat, hazai és külföldi vizsgálati eredmény került áttekintésre, szintetizálva az adatokat és így feltárva a lehetséges dendromassza potenciált, energiatartalom értékeket, illetve a reálisan kiaknázható mennyiségeket.

## 2. Eredmények

### 2.1. Tűzifa választék

A Nemzeti Földügyi Központ (NFK) Erdészeti Főosztályának statisztikai adatai szerint az elmúlt évek adatai alapján átlagosan és megközelítőleg a magyarországi erdők élőfakészlete 400 millió bruttó m<sup>3</sup>, folyónövedéke 13 millió bruttó m<sup>3</sup>/év, a fakitermelések összesen 7 millió bruttó m<sup>3</sup>/év.

Az erdőállomány élőfakészlete folyamatosan növekszik, ami a fakitermelések és a mortalitás, folyónövedéket meg nem haladó mértékéből egyértelműen következik. A magyarországi erdők faenergetikai lehetőségei a várható tűzifa mennyiségétől, valamint az erdei apadék hasznosításának lehetőségétől függenek.

2022-ben az iparifa összesen 2.900.991 nettó m<sup>3</sup>, a tűzifa választék mennyisége 4.442.665 nettó m<sup>3</sup> volt (FATAJ, 2023), ami a választék megoszlás tekintetében jelentős, 60,5%. Az előző

évihez (52,8%) és évekhez képesti kiugró érték az országos tűzifa-program miatt következett be. Többévi átlagos adatokat vizsgálva reálisan 3-4 millió nettó m<sup>3</sup>/év között várható a tűzifapotenciál. Az összesített tűzifamennyiség az energetikai célú erdei apríték, a vastag tűzifa, illetve vékony tűzifa mennyiségeket tartalmazza (NFK, 2024).

## **2.2. Fakitermelési apadék dendromassza potenciál**

A fakitermelések során jelentős mennyiségű úgynevezett vágástéri melléktermék, apadék képződik (Pappné Vancsó, 2010), amely a beavatkozásoktól, fafajtól és a termelési munkarendszertől függően a bruttó fatérfogatnak akár a 15-20%-át is jelentheti. A vágástéri apadék minden, a fakitermelés melléktermékeként keletkező gallyanyag, kéreg és egyéb pl. kieső hajttest, amelyek ipari célra nem hasznosíthatóak, azonban energetikai célra megfelelő.

Amíg a megtermelt tűzifa teljes mértékben hasznosítható energia-termelésre, addig a jelentős mennyiségű várható apadéknak csak egy kisebb része juttatható el az erdőből az energiatermelés helyszínére. Ennek okai az alábbiak:

A kéregapadék nagy része a faiparban jelenik meg, mert az erdei választékokkal együtt szállítják oda. A hasznosítható részt az egyéb faipari hulladékokkal együtt kell számba venni. Az a kevés kéreg, amely apró frakcióra tördelve, a növényzettel borított erdőtalajra kerül a terepi kéregzés során, gazdaságosan nem gyűjthető össze.

A fakitermelés során keletkező termelési apadéknak pedig csak egy töredéke hasznosítható (hajttest, törött fa, kiejtések), mert ennek jelentős része is a faiparhoz kerül (túlméretes, számbavételi felkerekítések miatt), vagy összegyűjthetetlen anyag (fűrészpor, apró forgács stb.) formájában.

A vékonyfa, az 5 cm átmérő alatti ágak, gallyak, koronarészek összegyűjtése növelheti jelentősebb mértékben az energia-nyerésre átadható faanyag mennyiségét. Egyedül a főleg tarvágások formájában végrehajtott véghasználatok vékonyfa része gyűjthető össze termelékeny és hatékony módon, kb. 2/3 részben, és adható át hasznosításra, pl. erdei apríték formájában.

Energetikai célokra lenne még hasznosítható a tuskó. A fakitermeléseket követően, a fadöntési munkaműveletek technológiájából következően a vágásterületen marad a vágáslap alatti törész a tuskó, illetve a gyökérfa, amely fafajtól függően a föld feletti fatérfogatnak általában a 10-20%-a, de akár a 25%-a is lehet.

A tuskó, gyökeres tuskó begyűjtése csak kevés esetben oldható meg gazdaságosan, illetve az ökológiai szempontokat is figyelembe kell venni. Költséges művelet, ezért csak ott indokolt az elvégzése, ahol a termőhely vagy a telepítendő célállomány igényli a teljes talajelőkészítést, forgatást, illetve az alapos mélylazítást. Évente 3–5 ezer ha területen végeznek az országban tuskókiemelést, a kiemelt tuskó hasznosítása viszont nem megoldott. A felhasználást nehezíti, hogy a tuskó sok szennyeződést, földet, homokszemcséket tartalmazhat, amely az energetikai hasznosítás során a berendezések, kazánok tönkremeneteléhez vezethet. Magyarországon a tuskózással érinthető területek fafaja nagyrészt akác, nyár és fenyő, ezért a kiemelhető tuskó mennyiségének becslését, ha ezen három fafaj esetében végezzük el, akkor potenciálisan akár 300 ezer m<sup>3</sup>-ról is beszélhetnénk, de az előzőekben részletezettek miatt, egyelőre ennek csak töredéke hasznosul. Nagyobb mennyiségben a tuskó csak azokon a területeken gyűjthető be technikailag, ahol a véghasználaton belül tarvágást hajtottak végre. Azonban a tuskózás és az azt követő forgatásos talaj-előkészítés csak sík vagy enyhén hullámos felszínű területen és csak néhány genetikai talajtípuson, pl. homoktalajon végezhető a felsorolt fafajok esetében, tehát mindezek alapján közel 160 ezer tonna tuskó keletkezhetne, amelyek energiataralma közel 1,8 PJ-t tenne ki (Szalay, 2018). Ehhez képest a 2022-es adatok alapján ennek a töredéke a kitermelt mennyiség, 4164 nettó m<sup>3</sup> volt.

Az energetikai célokra hasznosítható fakitermelési apadék mennyisége Szalay (2018) vizsgálatai szerint napjainkban a bruttó fatérfgogat közel 12%-át teszi ki. Ha a faanyag nem koncentráltan képződik, az apadék begyűjtése gazdaságtalan.

Általánosan megállapítható, hogy a melléktermékként keletkező faanyagot csak részben gyűjtik össze, vágástéri apadék vékonyfa részének mintegy 4,5%-a kerül hasznosításra (NFK, 2024), amelyet leggyakrabban erőművek, kisebb mennyiségben fűtőművek, kazánok, pellet- és brikettgyárak számára értékesítenek. Megállapítható, hogy országosan évente közel 1 millió tonna apadék keletkezik, élőnedves állapotban számítva, amelyből a technikai és ökológiai szempontokat is figyelembe véve mintegy 700 ezer tonna gyűjthető be, amelyből mintegy 7,7 PJ energia nyerhető.

### 2.3. Faipari melléktermék, elhasznált fatermék dendromassza potenciál

A fafeldolgozási melléktermékek, valamint az elhasznált fatermékek (altholz) felhasználásának, újrahhasznosításának egyik lehetséges módja az energia előállítás. Alpár és munkatársai által végzett kutatások szerint a fa hulladékok keletkezésére, típusára és mennyiségére vonatkozóan régóta zajlanak felmérések, vizsgálatok. A faanyagot felhasználó cégektől (pl. fűrészipar vállalatoktól, faházgyártóktól, bútorigipari cégektől, parketta előállítóktól, építőipari faalapanyagokat gyártóktól) származó adatok alapján kalkulálható a képződő melléktermékek aránya. Becslések alapján a faipari feldolgozás során keletkezhet 0,5-0,7 millió m<sup>3</sup> melléktermék.

#### 1. táblázat: Kihozatal és melléktermék arányok főbb faipari ágazatokban

Faipari ágazatok	Termék (%)	Melléktermék (%)
<i>Fűrészipar</i>	50-70	30-50
<i>Faházgyártók</i>	45-55	45-55
<i>Bútorigipar</i>	20-45	55-80
<i>Parkettagyártók</i>	30-35	65-70
<i>Építőipar: Ajtó-ablak gyártás</i>	30-45	55-70
<i>Rétegelt-lemez gyártás</i>	35-45	55-65
<i>Forgácslap gyártás</i>	~95	~5

Forrás: Alpár és munkatársai (2011)

Az elhasznált fatermékek mennyisége lassan ugyan, de növekszik, átlagban 0,6-0,8 millió m<sup>3</sup>-el lehet kalkulálni, de a felületkezelt termékek energetikai célokra nem felhasználható. Megközelítőleg tehát összesen 1,5 millió m<sup>3</sup> potenciállal lehet számolni, amely közel 0,65 millió tonna. Becslések szerint mintegy 150 ezer tonna faalapú csomagolási hulladék is keletkezik évente, így tehát összesen 800 ezer tonna energetikai potenciálról beszélhetünk, ami 8,6 PJ energiát jelent.

### 2.4. Energetikai ültetvények faanyagpotenciálja

Magyarországon energetikai célú fás szárú ültetvény közel 4000 ha-on található, de a terület-nagyságban évről évre lehetnek nagy pontatlanságok, a bejelentés hiánya vagy épp az ültetvény felszámolása miatt. Fafajok tekintetében nemesnyár állományok a területek 80%-ban vannak, valamint fűz és akác aránya 7-7%. A különböző fafajok esetében nagyon eltérőek lehetnek a hozamok (Ranalli, 2007), a betakarítható fatérfgogatot a vágásfordulótól is függhet és a természetstechnológia, a termőhely, a klíma is nagy befolyással lehet, így a dendromassza potenciál meghatározása inkább csak nagyságrendi értéknek tekinthető (Rénes, 2008). A magyarországi területadatok, valamint a hozzávetőlegesen 10 atro t/ha/év hozammal és 18 MJ/kg fűtőértékkel

(Szalay, 2018) kalkulálva határozható meg az energetikai ültetvények betakarításából származtatható elméleti energiapotenciál értékeket, amely közel 0,7 PJ.

### 2.5. Szőlővenyige, fanyesedék dendromassza potenciál

A gyümölcsösökben és szőlő ültetvényekben történő gazdálkodási eljárásokból, elsősorban metszésekből, felújításokból származhat hasznosítható dendromassza, de annak gazdaságos begyűjtése kizárólag a nagyüzemi területek esetében képzelhető el (Pintér et al., 2009). Évente egyes vizsgálatok szerint országosan 150-700 ezer tonna szőlővenyige is keletkezhet. A metszés utáni fűtőértéket figyelembe véve, évente gyümölcsfa nyesedékből 165 ezer tonna gyűjtethető be, amely hasznosítás esetén 2,6 PJ energiát szolgáltatna. A szőlőültetvények esetében 57 ezer tonna venyige gyűjtethető be reálisan a jelenlegi hasznosítást is figyelembe véve, amelynek energiataralma közel 1 PJ.

## 3. Összefoglalás

Hazánkban energetikai célra hasznosítható megújuló erőforrások közül a dendromassza hasznosításban rejlő lehetőségek egy része még jócskán kiaknázatlan, leginkább a felhasználás technológiai és gazdaságossági korlátai miatt. Sajnos vészesen közelít az az idő, amikorra a foszilis energiahordozók kimerülnek, így kénytelenek leszünk alternatív megoldásokra hagyatkozni és a természetet nem kizsigerelve, minél inkább a képződő melléktermékeket, elhasznált fatermékeket, vagy akár szőlőmetszési faanyagot is felhasználni.

Az energetikai célra hasznosítható dendromassza források feltárásán keresztül megállapíthatóak, kalkulálhatóak az energetikai potenciálok.

### 2. táblázat: Dendromassza energiapotenciál lehetőségek (előzőek szerinti összesítés)

Energiaforrás	Tömeg potenciál (t/év)	Energia potenciál (PJ/év)
<i>Tűzifa</i>	2 800 000	30,1
<i>Fakitermelési (erdészeti) apadék, melléktermék</i>	700 000	7,7
<i>Fafeldolgozási (faipari) melléktermék</i>	800 000	8,6
<i>Energetikai faültetvény</i>	40 000	0,7
<i>Gyümölcsfa-nyesedék</i>	165 000	2,6
<i>Szőlővenyige</i>	57 000	1,0
<b>Összesen</b>	<b>4 562 000</b>	<b>50,7</b>

Forrás: Saját szerkesztés (2023)

A Magyarországon lévő biomassza-alapanyagokat felhasználó erőművek és fűtőművek 2021-ben 57,6 százalékban faaprítékot (1 366 ezer tonna) használtak fel energiatermelésükhöz, az előző évben felhasznált mennyiséghez képest több mint 25 százalékos a növekedés. Az összes felhasználásból az apríték (erdei apríték, fűrészpor, kéreg) után a tűzifa 9,1 százalékkal, a napraforgóhéj 5 százalékkal, a gabonaszalma és a papíripari hulladék 6,3 és 6,6 százalékkal részesedett. Az egyéb alapanyagok 15,4 százalékot tettek ki, ami 6 százalékpontos csökkenés a 2020-as értékhez képest. Említésre érdemes az egyéb alapanyagok közül az egyéb kommunális hulladék, amely több mint 5 százalékos részesedéssel járult hozzá a biomassza-alapú energia-termeléshez 2021-ben. A MEKH által közölt adatok alapján hazánkban, bár folyamatosan növekszik arányuk, de a megújulók még mindig kis százalékban vesznek részt a hőenergiatermelésben, összesen 16,8% volt a részesedésük 2022-ben (MEKH, 2022).



#### 4. Következtetés

A Nemzeti Erdőstratégiában is megfogalmazottak alapján hazánkban középtávon közel 4 millió m<sup>3</sup> tűzifával, mint megújuló dendromasszával lehet kalkulálni. Az energetikai faigény növekvő keresletét némiképp az apadékhasznosítás lehetséges fejlesztésével, valamint a faipari melléktermékek és fahulladékok hatékony felhasználásával lehetne kielégíteni.

#### Irodalomjegyzék

- Alpár, T., Csóka L., & Németh, G. (2011). *Faipari melléktermékek hasznosítása és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás*. Magyar Asztalos és Faipar Konferencia.
- Bíró, B. (2012). *Biomassza hasznosítás*. [Kézirat]. Edutus Főiskola. Letöltve: 2023.12.10., forrás: <https://docplayer.hu/12381787-Biomassza-hasznositas-biro-borbala.html>
- FATÁJ. (2023. november 6). *Nettó fakitermelés 2022*. Letöltve: 2023.12.10., forrás: <https://fataj.hu/2023/11/netto-fakitermeles-2022/>
- Láng, I., Harnos, Z., Csete, L., & Tőkés, O. (szerk.) (1985). *A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei*. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- MEKH. (2022). *Energiastatisztika 2022. éves riport - előzetes adatok*. Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal. <https://www.mekh.hu/energiastatisztika-2022-eves-riport-elozetes-adatok>
- NFK. (2024). *Magyarország erdeivel kapcsolatos adatok*. Nemzeti Földügyi Központ. [https://nfk.gov.hu/Magyarország\\_erdeivel\\_kapcsolatos\\_adatok\\_news\\_513](https://nfk.gov.hu/Magyarország_erdeivel_kapcsolatos_adatok_news_513)
- Oudenhoven, S. R. G., Westerhof, R. J. M., Aldenkamp, N., Brillman D. W. F., Kersten S. R. A. (2013). Demineralization of wood using wood-derived acid: Towards a selective pyrolysis process for fuel and chemicals production. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 103, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.10.002>
- Pappné Vancsó, J. (2010). *A biomassza, mint lehetséges energiaforrás hasznosítási lehetőségei, különös tekintettel Magyarországra*. [Doktori disszertáció]. ELTE TTK, Budapest. Letöltve: 2023.12.10., forrás: [https://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2010/pappne\\_vancso\\_j.pdf](https://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2010/pappne_vancso_j.pdf)
- Pintér, G., Németh, K., & Kis-Simon, T. (2009). A szőlővenyige és a fanyesedék biomassza erőművi beszállításának elemzése. *Gazdálkodás*, 53(4), 357–363. Letöltve: 2023.12.15., forrás: <https://core.ac.uk/download/pdf/6532854.pdf>
- Ranalli, P. (2007). *Improvement of Crop Plants for Industrial End Use*. Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5486-0>
- Rénes, J. (2008). Fás szárú energiaültetvények a gyakorlatban II. *Bioenergia*, 3(4), 16–19.
- Szalay, D. (2018). Energetikai célú dendromassza termesztés és hasznosítás lehetséges szerepe a lignocellulóz biohajtóanyag üzemek alapanyag ellátásában. [Doktori (PhD) értekezés]. Soproni Egyetem, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron. <https://doi.org/10.13147/SOE.2019.006>
- Szilágyi, Zs. (2022). A biomassza felhasználása energiatermelésre. *Energiagazdálkodás*, 63(1-2), 44–47. Letöltve: 2023.12.15., forrás: [https://ete-net.hu/wp-content/uploads/2024/01/ENGA\\_2022\\_1-2\\_archiv.pdf](https://ete-net.hu/wp-content/uploads/2024/01/ENGA_2022_1-2_archiv.pdf)