

2016

JOURNAL OF CENTRAL EUROPEAN  
GREEN INNOVATION



4 (3)

Eszterházy Károly University

HUNGARY



**Chief Editor / Főszerkesztő**

Lehoczky Éva

**Editor / Felelős szerkesztő**

Fodor László

**Editor assistant/ Szerkesztőségi referens**

Ambrus Andrea

**Chair of the Editorial Board / Szerkesztőbizottság elnöke**

Liptai Kálmán, rektor

**Editorial Board / Szerkesztőbizottság**

Bai Attila, Debreceni Egyetem  
Baranyai Zsolt, Budapesti Metropolitan Egyetem  
Csörgő Tamás, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Eszterházy Károly Egyetem  
Dazzi, Carmelo, University of Palermo  
Dinya László, Eszterházy Károly Egyetem  
Fodor László, Eszterházy Károly Egyetem  
Fogarassy Csaba, Szent István Egyetem  
Helgertné Szabó Ilona Eszter, Eszterházy Károly Egyetem  
Horska, Elena, Slovak University of Agriculture in Nitra  
Hudáková Monika, School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava  
Káposzta József, Szent István Egyetem  
Kőmíves Tamás, MTA ATK Növényvédelmi Intézet  
Majcieczak, Mariusz, Warsaw University of Life Sciences  
Mika János, Eszterházy Károly Egyetem  
Nagy Péter Tamás, Eszterházy Károly Egyetem  
Neményi Miklós, Széchenyi István Egyetem  
Németh Tamás, Magyar Tudományos Akadémia, Kaposvári Egyetem  
Némethy Sándor, Eszterházy Károly Egyetem  
Novák Tamás, Eszterházy Károly Egyetem  
Noworól, Alexander, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Krakow  
Otepka, Pavol, Slovak University of Agriculture in Nitra  
Pavlik, Ivo, Mendel University in Brno  
Popp József, Debreceni Egyetem  
Renata, Przygodzka, University of Bialystok  
Szegedi László, Eszterházy Károly Egyetem  
Szlávik János, Eszterházy Károly Egyetem  
Takács István, Óbudai Egyetem  
Takácsné György Katalin, Óbudai Egyetem  
Tomor Tamás, Eszterházy Károly Egyetem

**Editorial Office / Szerkesztőség**

Líceum Kiadó

3300 Eger, Eszterházy tér 1.

**Publisher / Kiadó**

Líceum Kiadó

3300 Eger, Eszterházy tér 1.

**Responsible Publisher / Felelős kiadó**

Liptai Kálmán, rektor

HU ISSN 2064-3004

2016



## ELŐSZÓ

Az Eszterházy Károly Egyetem kiemelt figyelmet fordít kutatási eredményeinek, valamint innovációinak a megismertetésére mind szélesebb körben konferenciák, workshopok, nyomtatott és elektronikus folyóiratok formájában egyaránt.

Ez utóbbi megvalósításához nyújt lehetőséget az intézmény számára a TÁMOP-4.2.3-12/1/1KONV-2012-0047 „Kutatási eredmények és innovációk disszeminációja az energetikai biomassa (zöldenergia) termelés, átalakítás, hasznosítás a vidékfejlesztés és a környezeti fenntarthatóság terén a Zöld Magyarorszáért” program, melynek keretében útnak indítjuk a „**Journal of Central European Green Innovation (JCEGI)**” című elektronikus folyóiratot.

Az intézményben folyó széles körű kutatások egyik kiemelt iránya a zöldenergia minél szélesebb körű hasznosítása, azokon a területeken, ahol erre adottak a lehetőségek, illetve az új innovációkra fogékony a környezet. A vidéki lakosság számára ez kiemelten fontos, hiszen ezeken a területeken egyre nagyobb problémát jelent a megnövekedett fosszilis energiaár, illetve a munkanélküliség, amelyek együttesen kezelhetőek ezen irány előtérbe helyezésével. Kutatásaink során számos területet vizsgáltunk már korábban is – biomassa, speciális fűtőberendezések, speciális fóliatakarások –, melyek azt igazolták vissza, hogy ezt mindenképpen folytatni – a lehetőségek kibővítésével – szükséges.

Az intézmény az Észak-magyarországi régió egyik meghatározó tudásbázisa, küldetésének vallja, hogy a régió fejlődése nem képzelhető el a tudás megosztása és együttműködés nélkül. A folyóirat alapításával teret kíván nyitni a régióban keletkező kutatási és innovációs eredmények publikálásával azok széles körű megismertetéséhez, a fentebb megfogalmazott célok teljesüléséhez.

*A szerkesztők*



## INTRODUCTION

Eszterházy Károly University pays special attention to disseminate its research results and innovations increasingly as widely as possible in conferences and workshops as well as in print and electronic journals.

The implementation of the latter by the institution is aided by the TÁMOP-4.2.3-12/1/1KONV-2012-0047 program “dissemination of research results and innovations in the field of biomass energy (green energy) production, transformation and utilization in the field of rural development and environmental sustainability for a Green Hungary” in the framework of which the electronic version of the “**Journal of Central European Green Innovation**” will be launched.

One of the key directions of the wide range of research at the institution is the more widespread utilisation of green energy in areas where the possibilities are appropriate and where the environment is receptive to new innovations. It is particularly important for the rural population since in these areas both the increasing fossil fuel prices and unemployment present an intensifying problem which can be treated simultaneously by giving a priority to this direction. A number of areas – biomass, advanced heaters, the use of special plastic greenhouse covers – have already been examined during our research activities which have confirmed that these experiments must by all means be continued – with a wider range of available possibilities.

The institution is one of the knowledge base of Northern Hungary mission believes that the development of the region cannot be achieved without the knowledge sharing and collaboration. Foundation of the journal would open up the region resulting from the publication of results of research and innovation is broad awareness, the fulfillment of the objectives set out above.

*The Editors*





## TARTALOMJEGYZÉK / TABLE OF CONTENTS

TANULMÁNYOK – SCIENTIFIC PAPERS .....	11
<b>SUBSTITUTION OF TRADITIONAL ANIMAL FEED WITH CO-PRODUCTS OF BIOFUEL PRODUCTION: ECONOMIC, LAND-USE AND GHG EMISSIONS IMPLICATIONS</b> A hagyományos takarmány helyettesítése a bioüzemanyagipar melléktermékeivel: gazdasági, földhasználati és környezeti hatások POPP József – HARANGI-RÁKOS Mónika– ANTAL Gabriella – BALOGH Péter – LENGYEL Péter – OLÁH Judit .....	13
<b>IMPORTANCE OF CROWDSOURCING IN SOCIAL INNOVATIONS: EVIDENCE FROM POLAND</b> A crowdsourcing fontossága a társadalmi innovációk terén: lengyelországi tapasztalatok LENART-GANSINIEC, Regina .....	31
<b>KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS EGYÉB KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK – NÖVEKVŐ PRUDENCIÁLIS KOCKÁZAT VAGY ÁTTÖRÉSI LEHETŐSÉG A BANKOKNAK?</b> Climate change and other environmental problems - increasing prudential risk or a breakthrough opportunity for banks? GYURA Gábor .....	43
<b>ECONOMICALLY SUSTAINABLE ORGANIC WINE PRODUCTION AND ECOLOGICAL WINE TOURISM CAN ENSURE THE CONSERVATION OF VALUABLE VITICULTURAL LANDSCAPES AND THEIR CULTURAL HERITAGE</b> A gazdaságilag fenntartható biobor-termelés és ökológiai borturizmus biztosíthatja az értékes szőlőtermő kulturtájak és azok kulturális örökségének megőrzését NÉMETHY, Sándor – LAGERQVIST, Bosse – WALAS, Bartłomiej.....	59
<b>AZ INTENZITÁS NÖVELÉSÉNEK ÖKONÓMIAI MEGÍTÉLÉSE A PAPRIKAHAJTATÁSBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TERMESZTŐBERENDEZÉS TÍPUSÁRA</b> Economical aspects of increasing intensity in paprika forcing in particular the type of the production equipment KICSKA Tibor .....	71
<b>FOOD SECURITY: OVERVIEW OF CURRENT SITUATION IN SELECTED EUROPEAN COUNTRIES</b> PALKOVIČ Jozef – FUSKOVÁ Martina.....	85
<b>A BIOSZÉN FELHASZNÁLÁS KÖRNYEZETGAZDASÁGTANI MEGKÖZELÍTÉSE LEHETSÉGES TECHNOLÓGIAI ÉS GAZDASÁGI SZCENÁRIÓK A MAGYARORSZÁGI BIOSZÉN HASZNOSÍTÁSBAN</b> Environmental economics aspects of biochar Possible technical and economical scenarios to utilize biochar in Hungary SZÓKE Linda – BATTAY Márton – HERCZEG Boglárka – FOGARASSY Csaba.....	105

A KLÍMAPOLITIKAI INTÉZKEDÉSEK ÉS A ZÖLD INNOVÁCIÓ HATÁSA AZ EURÓPAI UNIÓ IPARÁRA – ESETTANULMÁNY AZ ACÉLIPARBÓL The effect of climate policy and green innovation on the industry of the european union – case study from the steel industry BAKOSNÉ BÖRÖCZ Mária – HORVÁTH Bálint.....	125
A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK PROJEKTFINANSZÍROZÁSA A 2005 ÉS 2015 KÖZÖTT VÉGREHAJTOTT TRANZAKCIÓK ALAPJÁN CSISZÁRIK-KOCSIR Ágnes.....	141
BIOENERGIA ALAPÚ FALUFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK FARKASLAKÁN Bioenergy-Based Village Development in Farkaslaka BÁLINT Melinda – SEBESTYÉN Tihamér .....	157
NEW METHODOLOGICAL APPROACHES OF TEACHING ECONOMIC SCIENCES Új módszertani megközelítések a gazdaságtudományok oktatásában CSEH PAPP, Imola– RUDNÁK, Ildikó .....	179
ÉLETTARTAM TÍZEZER ÉVVEL EZELŐTT ÉS MA: TÉNYLEG HOSSZABB IDEIG ÉLÜNK? Life expectamcy at conception: do we really live longer? HORVÁTH Balázs.....	193

---

**TANULMÁNYOK – SCIENTIFIC PAPERS**

---



**SUBSTITUTION OF TRADITIONAL ANIMAL FEED WITH CO-PRODUCTS OF BIOFUEL PRODUCTION: ECONOMIC, LAND-USE AND GHG EMISSIONS IMPLICATIONS**

**A hagyományos takarmány helyettesítése a bioüzemanyagipar melléktermékeivel: gazdasági, földhasználati és környezeti hatások**

**POPP József – HARANGI–RÁKOS Mónika– ANTAL Gabriella –  
BALOGH Péter – LENGYEL Péter – OLÁH Judit**

---

**Abstract**

Growth in biofuel production has been accompanied by increased output of animal feed co-products from common biofuel processes. Co-product generation in early biofuel impact assessments was ignored leading to an overestimation of land requirements and GHG emissions. The output of feed co-products is relatively high in the USA and the EU due to the large share of grains used in ethanol production with high feed yields. Co-product yields are low for rapeseed and soybean used in the biodiesel industry. The ethanol industry in the U.S. and EU produces about 43 million metric tonnes of high-quality feed, however, the co-products of biodiesel production have a moderate impact on the feed market contributing to just 41 million tonnes of protein meal output a year. By economically displacing traditional feed ingredients co-products from biofuel production are an important and valuable component of the biofuels sector and the global feed market. Moreover, the return of co-products to the feed market has economic, land use and GHG emissions implications as well. The prospect of advanced biofuels is also analysed in this chapter. Giant reed is considered as a potential feedstock for

advanced biofuels, however the advanced biofuels industry faces several challenges today including regulatory uncertainty.

**Keywords:** bioenergy, biofuels, co-products, feed potential, land use

**JEL codes:** Q41, Q42, Q43

**Összefoglalás**

A globális bioüzemanyag-előállítás exponenciálisan emelkedett az elmúlt évtizedben, mert egyrészt számos országban bevezették a bioüzemanyag kötelező felhasználásának szabályozását, másrészt folyamatosan nőtt a kereslet az alternatív üzemanyagok iránt. Ehhez hozzájárult még az energiárok drasztikus fluktuációja, ráadásul a növekvő olajáraknál előtérbe került az energiabiztonság kérdése. A bioüzemanyagok még hosszú ideig a hagyományos folyékony motorhajtóanyagokba bekeverve azok kiegészítői, nem pedig versenytársai lesznek. Az élelmiszer-növényekre alapozott bioüzemanyag-előállítás csupán átmenet a nem élelmezési célú biomassza alapú bioüzemanyag termeléshez. A jövőben nyersanyagként elsősorban a

cellulóztartalmú mezőgazdasági melléktermékek – szalma, kukoricaszár, erdészeti, faipari hulladék – felhasználása jöhet szóba a lág- és fásszárú növények mellett, habár az új technológia piaci bevezetése még várat magára. A növekvő bioüzemanyag-előállításal párhuzamosan a melléktermékek (ikertermékek) egyre inkább hozzájárulnak a gazdasági és környezeti fenntarthatósághoz. Ma a számítások még alábecsülik a

melléktermékek szerepét a nettó földhasználat és ÜHG-kibocsátás alakulásában. Mivel a felhasznált nyersanyag egy része takarmányként visszakerül az állattenyésztéshez, az energianövények nettó földhasználatára és nettó ÜHG-kibocsátása csökken.

**Kulcsszavak:** bioenergia, bioüzemanyagok, melléktermék, takarmány, földhasználat

## Introduction

Energy consumption is still increasing rapidly, with an approximate 540 EJ consumed at the primary energy level in 2011. Of this total 78.3% was provided by fossil fuels, 2.5% from nuclear and about 19.2% from renewables (Figure 1). Renewable energy is derived from natural processes that are replenished constantly. In its various forms, it derives directly from the sun, or from heat generated deep within the earth. Included in the definition is electricity and heat generated from solar, wind, ocean, hydropower, biomass, geothermal resources, and biofuels and hydrogen derived from renewable resources. The bioenergy sector is relatively complex because there are many forms of biomass resources; various solid, liquid, and gaseous bioenergy carriers; and numerous routes available for their conversion to useful energy services. Biomass is the source of bioenergy and can be used to produce renewable electricity, thermal energy, or transportation biofuels. In the last 35 years global energy supplies have nearly doubled but the relative contribution from renewables has increased from 13% to 19.2%, including about 8.9% from traditional biomass and about 10.2% from modern renewables (Figure 1). The contribution of “modern” renewables (e.g., solar, wind, biofuel) is still a marginal component of total global renewable energy supply, however, they are continuously growing. Traditional biomass is already a major source of energy in developing countries, primarily for heating and cooking in rural areas. The future trends in developing countries continue with a shift away from traditional biomass cookstoves to more modern forms of stoves and fuels, including efficient biomass cookstoves and stoves that burn biogas or biofuels. The “traditional” share of biomass has been relatively stable for many years, while the “modern” share has grown since the late 1990s.

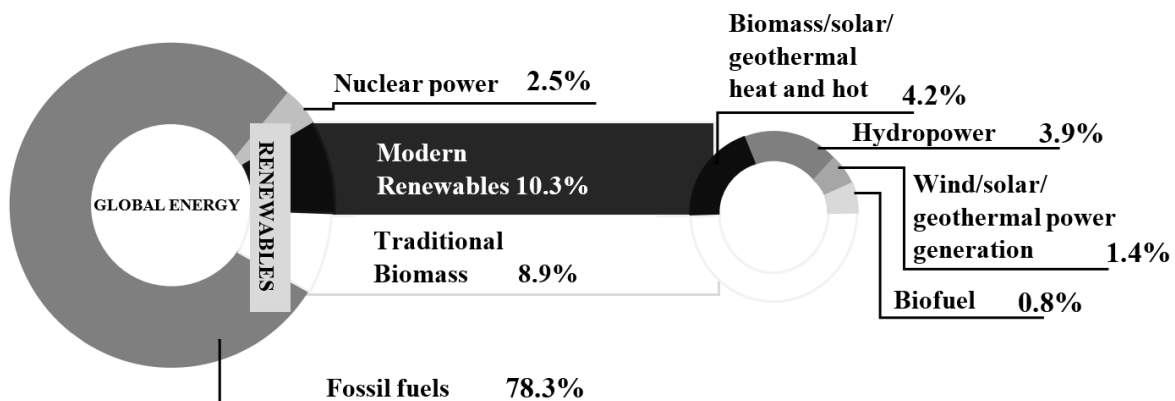


Figure 1. Estimated renewable energy share of global final energy consumption in 2014. Source: REN21, 2016

Most capacity expansion and financing need is expected for next generation biofuels in the longer term and strong competition from other renewable energy projects with lower risks (wind and solar) can be experienced. Liquid biofuels for transport are generating the most attention, although only a small fraction of biomass is used globally for biofuels production at present (POPP et al. 2016). The transport sector is responsible for about 20% of world primary energy demand. Transport biofuels are currently the fastest growing bioenergy sectors even they represent around 3-4% of total road transport fuel and only 7% of total bioenergy consumption today. Favourable market conditions and renewable energy policies have led to large increases in biofuel use globally. Demand for biofuels in the transportation sector was mostly driven by blending mandates in the main biofuels producing countries. Since 2006 prices of traditional transportation fuels have moderated to a point where policies mandating biofuel production and consumption have become critical to the market for renewable fuels (BECKMAN, 2015). In 2040 the share of biofuels in road transport fuels would range – depending on policies – from 5% to 18% globally, from 11% to 31% in the European Union and from 11% to 29% in the United States (IEA, 2015).

Liquid biofuels continue to make a small but growing contribution to transport fuel demand worldwide, currently providing about 3-4% of global road transport fuels and around 7% (3.5 EJ/year) of bioenergy. Still small but increasing use in the aviation and marine sectors can be experienced. At present around 80% of the global production of liquid biofuels is in the form of ethanol. In 2015 on average global fuel ethanol production reached 116 billion litres and global biodiesel production amounted to 31 billion litres (Figures 2 and 3). The two world's top ethanol producers, the United States and Brazil, accounted for around 75% of total production. Global expansion of biofuel production is projected to continue during the next decade, although at a slower pace than over the last half decade. Global ethanol production is expected to expand modestly from 116 billion litres in 2015 to 128 billion litres by 2025. Most of the additional ethanol production is expected to take place in Brazil and Thailand. The U.S. is projected to remain the major ethanol producer and exporter, followed by Brazil and the EU.

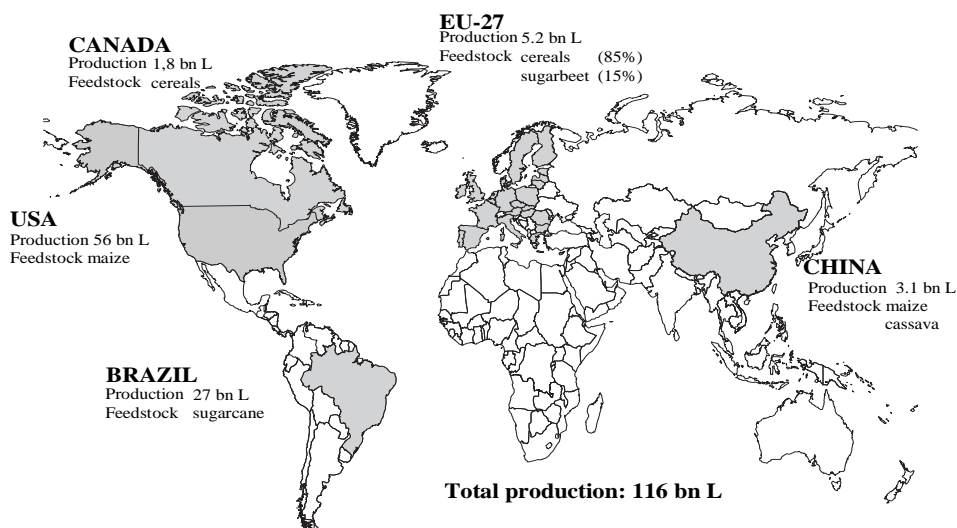


Figure 2: **World fuel ethanol production, 2015**

Source: OECD/FAO, 2016; RFA, 2016

Global biodiesel production is expected to increase from 31 billion litres in 2015 to 41 billion litres by 2025. The expansion of global biodiesel production will be driven by biofuels policies in place in the USA, EU, Argentina, Brazil and Indonesia. Biodiesel production is far less

concentrated than ethanol. The European Union remained the centre of global biodiesel production, with 12.5 billion litres in 2015 representing roughly 40% of total output, followed by the U.S. and Brazil with 5.3 and 4.1 billion litres biodiesel output, respectively (Figure 3). The EU will remain to be the major producer of biodiesel and other significant players are the U.S., Brazil, Argentina and Indonesia.

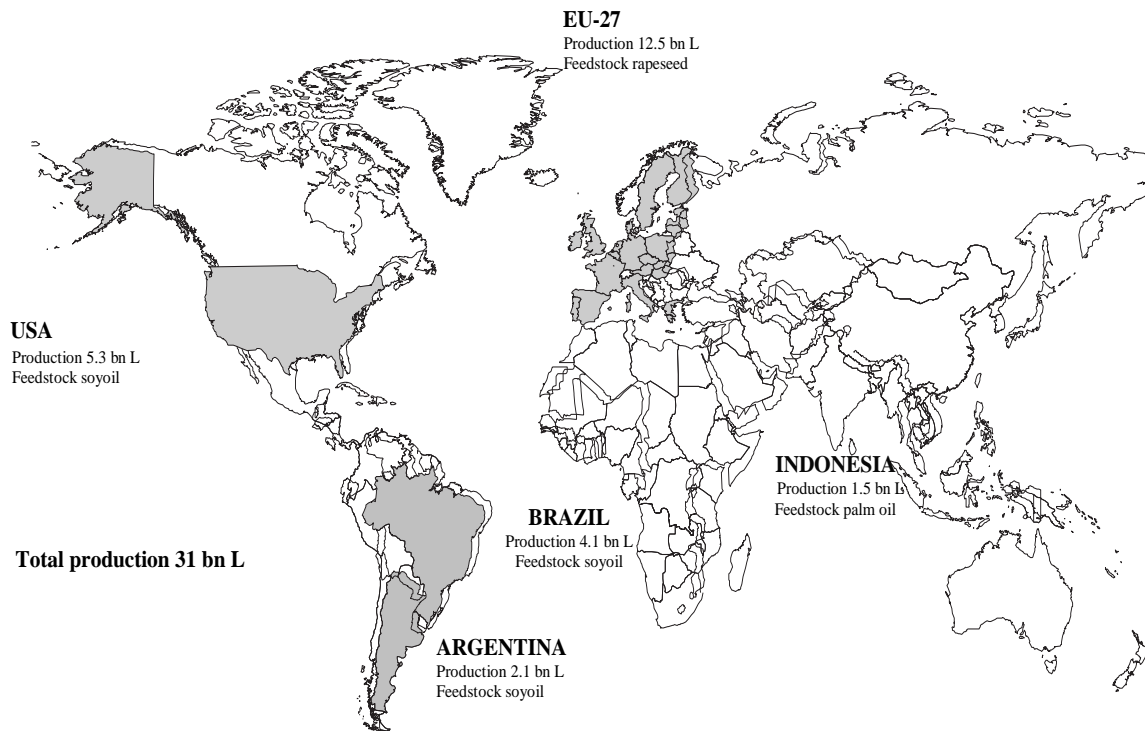


Figure 3: **World biodiesel production, 2015**

Source: OECD/FAO, 2016; STATISTA, 2016

World ethanol and biodiesel prices continued to decrease in nominal terms in 2015 due to weak crude oil and biofuel feedstock prices. However, in conjunction with the evolution of crude oil prices, the world ethanol price is projected to increase by 33% and biodiesel prices by 22% in nominal terms by 2025. Biofuel trade will remain limited around 5-6% of global production. Mandated biofuel consumption and market conditions in the United States and Brazil spurred trade in biofuels between these two countries. In the face of higher sugar prices, Brazil substantially increased its (maize) ethanol imports from the United States. The EU, China, Japan and Canada are the major ethanol importers. Biodiesel trade will be mostly directed from Argentina to the U.S. in order to meet the biodiesel mandates and remain limited in the rest of the world because of high duties in place. The current weak energy prices prevent investment in research and development for advanced biofuels produced from lignocellulosic biomass, waste or non-food feedstock. Most of the biofuels to be produced in the next decade will be produced out of agricultural feedstock. Biofuel production will have direct or indirect effects on the environment, on land use and to a certain extent on agricultural markets in the medium term. Revisions to biofuel policies are likely to take this into account and may contain more stringent sustainability criteria (OECD/FAO, 2016; USDA 2016). Global production of biofuel is projected to continue to increase during the next decade, although at a slower pace than over the last half decade. This slowdown in part reflects lower crude oil prices. As a result, demand for biofuel feedstocks will grow more slowly.



Coarse grains, sugarcane and molasses (in India) will remain the dominant ethanol feedstock and vegetable oil the feedstock in biodiesel production. Almost all U.S. production of ethanol uses corn as a feedstock. Even with the U.S. ethanol production decline, demand for maize to produce ethanol continues to have a strong presence in the sector, it accounts for over a third of total U.S. maize use throughout the period of 2015-2025. By 2025, 22% of global sugarcane and 10-11% of global coarse grains production is expected to be used to produce ethanol. Lignocellulosic biomass based ethanol is projected to account for less than 1% of world ethanol production. Biodiesel production is projected to consume 12% of global vegetable oil production and the use of non-agricultural feedstock and in particular waste oil and tallow will develop in the EU and the United States (OECD/FAO 2016; USDA 2016).

### **Animal feed produced from the ethanol and biodiesel industry**

Growth in biofuel production has been accompanied by increased output of animal feed co-products from common biofuel processes. Globally, these feed co-products are growing in volume and importance. The output of feed co-products is relatively high in the USA and the EU due to the large share of grains used in ethanol production with high feed yields. It is low in Brazil where ethanol production is dominated by sugarcane which generates no feed co-products.

Both the wet and dry mill processes in ethanol production utilize only the starch portion of the corn kernel for ethanol production. The remaining protein, fat, fiber and other nutritional components remain available for use as animal feed. In distillers dried grains with solubles (DDGS) or distillers dried grains (DDG), these remaining nutritional components from the corn kernel are essentially concentrated by a factor of three, meaning typical distillers grains have at least three times as much protein and fat as an equivalent amount of corn. If the distillers grains are being fed to livestock in close proximity to the ethanol plant, the drying step can be avoided and the product is called wet distillers grains (WDG). Dry mills have the capability to extract corn oil, which is then sold as an individual feed ingredient or as a feedstock for biodiesel production. Another co-product from the ethanol production process is CO<sub>2</sub>, which is used to carbonate beverages and make dry ice. In the wet milling process corn oil from the germ is either extracted on-site or sold to crushers who extract the corn oil. The remaining fiber, gluten and starch components are further segregated and sold as corn gluten feed (CGF) or corn gluten meal (CGM). The remaining starch can then be processed in one of three ways: fermented into ethanol, dried or modified corn starch, or processed into corn syrup.

The U.S. ethanol industry's primary market for distillers grains has historically been as a commodity livestock feed ingredient. Most often this has been in the form of DDGS, and in recent years in the form of DWG. Using ethanol co-products for livestock feed or feed supplements have become effective methods for using these materials. Co-products contain appropriate nutrients and they are highly digestible (depending on the species). Since these co-products are primarily used as animal feed ingredients, monitoring and maintaining the consistency of co-product compositions is critical to sales and utilization. DDGS from U.S. fuel ethanol plants typically contains about 30% protein, 10% fat, at least 40% neutral detergent fibre, and up to 12% starch. DDGS composition can vary somewhat between plants. Within a single plant over time, however, DDGS is much less variable than amongst plants. Furthermore, use of co-products in animal feeds (in place of corn grain) will actually help offset corn which has been used for ethanol production (the so-called food vs. fuel debate). In fact, it has been shown that DDGS can replace corn in livestock diets on a 1:1 up to a 1:1.2 level, depending on the species. The majority (over 80%) of U.S. distillers coproducts are used in beef and dairy

feeds, because ruminants can use high levels of fibre. As feed ingredient prices have increased in recent years, coupled with increasing knowledge about how to effectively use these feed ingredients, ethanol co-product use in swine and poultry diets have increased in recent years. Depending on the diet composition used, all livestock species have been shown to thrive at 10% DDGS inclusion, and most can tolerate levels up to and even greater than 20%. Many feeding trials have been conducted on co-products in livestock diets over the years, for both monogastric and ruminant feeds (LIU et al. 2016).

DDGS use in livestock diets has continued to increase over the years. Various predictions of peak potential DDGS use in domestic U.S. beef, dairy, swine, and poultry markets have estimated that 60 million tonnes could be used in the U.S. each year, depending upon inclusion rates, age, etc., for each species. Around the world, the need for protein-based animal feeds continues to grow, and DDGS has become a global commodity. The potential for global exports is projected to increase for the future. In recent years, China has become the dominant global importer of DDGS. The U.S. ethanol industry makes an enormous contribution to the global animal feed supply. One-third of every bushel of grain that enters the ethanol process is enhanced and returned to the feed market, most often in the form of distillers grains (DDGS), corn gluten feed and corn gluten meal. Only the starch portion of the grain is made into ethanol, the remaining protein, fat and fiber pass through the process. In 2015, ethanol biorefineries produced approximately 40 million metric tonnes of high-quality feed, namely distillers grains (90%), gluten feed and gluten meal. Ethanol co-products are fed to beef cattle, dairy cows, swine, poultry, and fish around the world. Feed co-products represent an increasingly important share of profit opportunities for ethanol producers as well (RFA, 2016).

Over the past decade, the ethanol industry has also emerged as a major producer of corn distillers oil (CDO), which is used as an animal feed ingredient or feedstock for biodiesel production. In 2015, approximately 85% of dry mills were extracting oil, and it is estimated that more than 1.2 million tonnes of CDO were produced. Exports of distillers grains surged to record levels in 2015, at approximately 12.6 million metric tonnes, 11% higher than in 2014. Nearly one-third of total distillers grains production in 2015 was exported. Increases in ethanol co-product exports are supplementing corn export levels, meaning total exports of corn and corn products continue to trend upward. Internationally distillers grains are gaining widespread acceptance as a high quality livestock feed component. These markets are particularly important to the U.S. as domestic co-products markets near saturation. China – the largest customer – was the cornerstone of international market expansion in 2015, receiving over half of all U.S. shipments. Mexico was the second-leading market for exports, followed by Vietnam, South Korea, Canada and Thailand (RFA, 2016).

The ethanol industry continues to develop new, valued-added materials from the corn kernels as well as from the co-product materials resulting in more products from the corn kernel itself (an approach known as upstream fractionation) and the distillers grains (known as downstream fractionation). These types of fractionation approaches can result in the separation of components of high, medium, and low value. For example, several mechanical and chemical approaches have been developed to remove protein, fibre, or oil components from the endosperm (which contains the starch). This type of separation will allow a highly-concentrated starch substrate to be introduced to the fermentation process, and will allow the other corn kernel components to be used for human food or other high-value applications.

Many plants have recently begun adding capabilities to concentrate nutrient streams such as oil, protein, and fibre into specific fractions, which can then be used for targeted markets and specific uses. For example, fibre is separated from the DDGS and used as a feedstock for cellulosic ethanol production. Additionally, many companies have begun removing oil from the

whole stillage and/or CDS streams. This oil, which is officially known as Distillers Oil, Feed Grade can readily be converted into biodiesel or animal feed ingredients, but they cannot be used for food grade corn oil, because they are too degraded. In fact, more than 85% of U.S. ethanol plants are now removing oil, because the economics are so favourable. In 2010 almost no ethanol plants were extracting oil and the rapid increase has solely been due to added value streams for the ethanol plants. On the horizon is concentrated corn proteins, which can be used for high-value animal feeds (such as aquaculture or pet foods), or other feed applications which require high protein levels (such as monogastrics or younger animals). As these process modifications are developed, tested, and implemented at commercial facilities, improvements in co-products will be realized and increasingly used in the marketplace. These new products will require extensive investigation in order to determine how to optimally use them and to quantify their values in the marketplace.

In the EU, the required feedstock for bioethanol production is estimated at 10 million metric tonnes of cereals and 11 million metric tonnes of sugar beets accounting for about 3% of total EU cereal production and about 9% of total sugar beet production. In 2014 around 3.3 million tonnes of highly valuable animal feed (DDG, wheat gluten and yeast concentrates) was produced in the EU, which displaced nearly 10% of soybean and soybean meal imports by volume. However, by generating high-protein animal feed as a co-product of ethanol reduces the need for farmers to use imported animal feed, such as soya. For every tonne of cereals used by the ethanol industry as much animal feed is produced as ethanol. Reducing imports of animal feed improves environmental footprint in the EU and helps reduce land conversion and GHG emissions resulting from agricultural land use outside of Europe (ePURE, 2015).

Ethanol producers make both fuel and feed. Only the starch in the grain feedstock is converted to ethanol, while 100% of protein, fat, and fiber remain available to the feed market in the form of distillers grains or other co-products. Co-products from grain ethanol production are an increasingly important and valuable component of the biofuels sector and the global feed market. The ethanol industry in the U.S and the EU produces an estimated 43 million metric tonnes of feed, including distillers grains (90%) and gluten feed and gluten meal. The demand for protein is increasing and not for carbohydrates. Furthermore, using grain for ethanol has absolutely no impact on global protein supplies.

The main components used to make biodiesel are rapeseed and soybean oil. An estimated 80% of soybean seed 60% of rapeseed is left from the extraction process as seed meal. About 7 million tonnes of soybean oil and 9 million tonnes of rapeseed oil is used in biodiesel production contributing to almost 28 million tonnes of soybean meal 13 million tonnes of rapeseed meal output (IEA, 2015). Out of this 9 million tonnes or 70% was produced in the EU. Taking into consideration that 210 million tonnes of soymeal and 40 million tonnes of rapeseed meal is produced a year globally, the co-products of biodiesel production have a moderate impact on the feed market (POPP et al. 2016). The EU is the most important global biodiesel and seed meal producer. A significant share of domestically produced biodiesel feedstock is crushed from imported oilseeds (soybeans and rapeseed). The 6 million tonnes of rapeseed oil feedstock used for biodiesel production is equivalent to about 15 million tonnes of rapeseed. This also generates about 9 million tonnes of rapeseed meal as co-product, most of which is used for animal feed. Similarly, the 0.9 million tonnes of soybean oil has to be crushed from 4.3 million tonnes of soybeans generating about 3.4 million tonnes of soybean meal as co-product. In addition, about 0.8 million tonnes of sunflower is also used for biodiesel production with a co-production of 0.5 million tonnes of sunflower meal (USDA, 2015). The share of oilseed meals as feed material in the compound feed industry reached 42 million tonnes in 2014 and the contribution of the biodiesel industry accounted for over 30% (FEFAC, 2015).

### ***Economic and environmental implications***

Growth in biofuel production has been accompanied by increased output of animal feed co-products from common biofuel processes. Globally, these feed co-products are growing in volume and importance. Estimates on impacts of biofuel production often use models with limited ability to incorporate economic and environmental implications by ignoring generation of co-products from biofuel production. Co-product generation in early biofuel impact assessments was ignored leading to an overestimation of land requirements and GHG emissions. The output of feed co-products is relatively high in the USA and the EU due to the large share of grains used in ethanol production with high feed yields. It is low in Brazil where ethanol production is dominated by sugarcane which generates no feed co-products. Co-product yields are low for rapeseed and soybean used in the biodiesel industry. By economically displacing traditional feed ingredients co-products from biofuel production are an important and valuable component of the biofuels sector and the global feed market. Moreover, the return of co-products to the feed market has economic, land use and GHG emissions implications as well. Models used to evaluate biofuel policies should be enriched by incorporating more and better information on changes in land use, and economic and environmental implications of co-products.

Though some experts associated the unprecedented price spikes in food grain and oilseed in 2007/2008 with these countries' biofuels policies (DE GORTER – DRABIK 2012a; DE GORTER – DRABIK 2012b, DE GORTER et al. 2013), most of them now agree that these policies are unlikely to have been the main culprit, although they may have been a factor emphasizing that biofuel policy is only responsible for part of that fraction of price increases in food grain commodities that is due to biofuels (DURHAM et al. 2012). Another study estimates that the impact of EU biofuels demand from 2000 until 2010 has increased world grain prices by about 1%-2% and oilseed prices by around 4%. It also estimates that without any cap on crop-based biofuels, EU policy could raise grain prices by 1%, and oilseed prices by 10% by 2020 (HAMELINCK, 2013). Increasing the productivity of current and emerging bioenergy crops per unit land area is not only critical to economic viability, but also to biodiversity by minimizing the total land area needed. Land sparing is found far more effective than land sharing in strategies to realize bioenergy. Maize ethanol, often portrayed as the villain of the piece in the food *versus* fuel debate, may in fact have been key in stimulating yield improvement, including through genetically modified (GM) traits, that has resulted in increased exports of grain from the USA while providing a buffer in drought years

Co-products are important to the ethanol industry for a number of reasons. First and foremost, co-products are additional sources of revenue to ethanol plants. The sale of nonfermentable co-products is critical to the fuel ethanol industry as a source of revenue; and these materials have also become important feed ingredients to the livestock industry over the last decade. Sales of dry and wet distillers co-products generally translates into 10 to 20% of an ethanol plant's total revenues, and can even be as high as 40% (depending on the economics). These materials really are "co-products", not "by-products" or "waste materials". The prices of corn and DDGS have generally paralleled each other fairly well over the years. This trend occurs due, in large part, to the fact that DDGS is often used to replace corn in livestock diets. In the last decade, DDGS has increasingly been used as a soybean meal replacement also. Because soybean meal has a higher protein content, DDGS is often sold at a lower price compared to either corn or soybean meal. This has been true volumetrically as well as per unit protein. For some years in the early

2010s DDGS has actually been sold at more than 100% the value of corn. This is frequently due to external impacts on the marketplace, including international exports (USDA, 2016).

DDGS and corn prices are highly correlated, and their correlation has strengthened in recent years. Soy and rapeseed meals have always been a major component of animal feeds, because they are excellent sources of protein. Prices of co-products are highly correlated with prices of feedstocks, such as grains and oilseeds and they represent an important component of total industry revenues. As a result, co-products prices fall relative to other feed ingredients. This encourages livestock producers to use more biofuel co-products in their production processes. On the other hand, any reduction in the prices of co-products diminishes total revenue and acts as a brake on growth of the biofuel industry. Biofuel co-products function as both a shock absorber and a price adjuster (TAHERIPOUR et al. 2010). Between 1983 and 2006 the price of DDGS relative to maize has fallen by nearly 50%. This has provided a strong incentive for livestock producers to use more DDGS in their production process and has also enhanced US exports of DDGS (TAHERIPOUR et al. 2010). The ratio of the average price of DDGS to the average price of maize reported for Iowa plants from 2007 through March 2015 ranged from 0.67 to 1.48 and averaged 0.91 for the entire period (IRWIN – GOOD, 2015). Further, the relative contribution of distillers' grains to gross returns has varied over time as the price of DDGS has varied.

Changes in land use, principally those associated with deforestation and expansion of agricultural production for food, contribute about 15% of global emissions of GHG. Currently, less than 3% of global agricultural land is used for cultivating biofuel crops and land use change associated with bioenergy represents only around 1% of the total emissions caused by land-use change globally most of which are produced by changes in land use for food and fodder production, or other reasons (EU, 2009). Indirect land-use changes, however, are more difficult to identify and model explicitly in GHG balances. Most current biofuel production systems have significant reductions in GHG emissions relative to the fossil fuels displaced, if no indirect land use change (ILUC) effects are considered.

In the EU, the biofuels policy is determined by the 2009 Renewable Energy Directive (RED), which states that renewable fuels (including non-liquids) should increase to 10% of total transport fuel use by 2020 on an energy equivalent basis, and by the Fuel Quality Directive (FQD), which requires fuel producers to reduce the GHG intensity of transport fuels by 6 % by 2020 and also regulates the sustainability of biofuels. Both directives (RED, FQD) were amended in September 2015 by a new Directive referred as the "Indirect Land Use Changes" (ILUC) Directive that introduced a 7% cap on renewable energy in the transport sector coming from food and feed crops (EU, 2015). Member States were given an indicative target value of 0.5% for the share of advanced biofuels consumed in transport in 2020. The EU biofuels industry believes the emphasis on the production of advanced biofuels from waste feedstocks will increase uncertainties and further constrain biofuels production in Europe. According to the European Biofuels Technology Platform (EBTP), the ILUC debate has caused many uncertainties and blocked many investment decisions for the past three years. Furthermore, the non-binding and double counted advanced biofuels target of 0.5% is not ambitious enough to foster the deployment of advanced biofuels (EBTP, 2015).

The Energy Policy Act of 2005 originated the Renewable Fuel Standard (RFS) program, which initially mandated 4.0 billion gallons of renewable fuel to be blended into gasoline in 2006, growing to 7.5 billion gallons in 2012. The scope of the RFS was expanded and extended in the Energy Independence and Security Act (EISA) of 2007. The new mandates include 18.15 billion gallons of renewable fuel use in U.S. transportation fuel in 2014, growing to 36 billion

gallons in 2022. The Environmental Protection Agency (EPA) provided on an annual basis the minimum quantities for each of the four classes of biofuels required. However, the mandates specified by the EPA in 2015 are considerably lower than the initial levels proposed in 2007. By 2022, due to several factors the total mandate should be 50% lower than what was initially specified in EISA of 2007. EISA established four quantitative annual mandates up to 2022: the total and advanced mandates that require fuels to achieve respectively at least a 20% and a 50% GHG reduction as well as the biodiesel and the cellulosic mandates that are nested within the advanced mandate. The advanced mandate is assumed to expand in the next decade, given lower gasoline use prospects and the restricted availability of blends going behind the 10% blend wall, the implied corn based ethanol mandate is projected to decline after 2018. Biodiesel mandate will rise because biodiesel like sugarcane based ethanol qualifies for the advanced mandate (USDA, 2016).

The advanced mandates are defined by eligible feedstock types and lifecycle GHG emission reductions. Biofuel that does not qualify for these specific mandates can still count toward the overall RFS. The potential annual amounts of biofuel in this last category are not specified explicitly in EISA, but are derived as the residual from the total RFS and the advanced biofuel mandates. This residual category is frequently referred to as the “non-advanced” mandate or the “conventional” mandate and has typically been met with corn-starch based ethanol. Argentinean soybean oil based biodiesel is certified to meet the biodiesel and advanced mandates. The need for sugarcane based ethanol imports to fill the advanced gap is expected to decrease in the next years. By 2025 only about 2% of the cellulosic mandate specified by EISA will be filled (USDA, 2016).

Biofuel co-products help mitigate the environmental consequences of expansion by the biofuel industry. Co-products are supposed to be credited with the area of cropland required to produce the amount of feed they substitute. If co-products are taken into account, the net use of feedstocks decline. By adding co-products substituted for grains and oilseeds the land required for cultivation of feedstocks declines from about 2% to 1.5% net land requirement of the global crop area. Moreover, it is important to include the co-products in GHG assessment, because of their potential impact on the overall emissions. Most existing biofuel regulations significantly undervalue the contribution of co-products when assessing the net land use and GHG impacts of biofuel production. In the future accurate co-products accounting is of increasing importance. The future use of agricultural crops for biofuel resulting in a small increase in livestock feed costs, which will be offset to some extent by the use of co-products as feed and by increases in crop yields over time. Feed co-product output is expected to grow more slowly in the coming years. However, a number of new and emerging technologies may change the composition and further improve the nutritional quality and utility of feed co-products. New technologies and practices promise to change the complexion of the ethanol co-products market in the years ahead (POPP et al. 2016).

## Advanced biofuels

Growth in the use of agricultural commodities for biofuels is expected to continue through to 2020, but growth rates will slow in key producing countries as government-imposed limits on grain use for biofuels are reached and advanced biofuels capacity is expected to expand only slowly. The second reason for moderation in the growth in the use of agricultural commodities for biofuels is the expectation that future growth in biofuels production will primarily come from new feedstocks that currently have no or limited application in the animal feed market, such as perennial grasses, agricultural residues, algae and other materials. However, advanced biofuels capacity is expected to expand only slowly, though the first commercial-scale plants in the United States, Brazil and Europe were recently commissioned.

There is no commonly agreed upon set of criteria used to define advanced biofuels. Advanced biofuels include cellulosic ethanol, butanol, methanol, and dimethyl ether (DME), Fischer-Tropsch diesel, drop-in fuels, and biofuels made from algae. Second generation biofuels are commonly agreed to be biofuels derived from non-food feedstocks. In the RED, second generation biofuels get a double credit. This means that biofuels made out of lignocellulosic, non-food cellulosic, waste and residue materials will count double towards the 10% target for renewable energy in transport in 2020. Furthermore, a 0.5% non-binding Member State target was set for advanced biofuels in 2020. Through Ministerial Decree of October 10, 2014, Italy was the first EU Member State to mandate the use of advanced biofuel. The Italian Decree requires gasoline and diesel to contain at least 1.2% of advanced biofuel as of January 2018, rising to 2% by 2022. With the goal to support the commercialization of advanced biofuels and the bio-based economy in general the EC developed several programs since 2012, namely the „Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe”, the Bio-based Industries Consortium (BIC) and the European Bioeconomy Alliance (EBA). Since the past several years, the production of hydrotreated vegetable oils (HVO) has taken off in the EU, however the commercialization of cellulosic ethanol is lagging behind compared to the development of HVO. Currently there are less a dozen advanced biofuel plants operational at commercial scale in the EU (EC, 2009).

According to OECD projection the blending of first generation biofuels in total gasoline and diesel use expressed in energy terms will remain below the 7% cap at 6,3% by 2020 including advanced biofuel produced from used cooking oil and tallow, which counts double for the purpose of the Directive. Additional progress towards the RED target should be related to the development of other energy sources for transportation including electric cars (OECD/FAO, 2016). Low oil prices and poor margins continue to challenge biofuel producers in Europe. Under current market conditions it is unlikely that the 7% cap will be reached in the EU by 2020. Further market expansion is hampered by the lower fossil fuel use, adjustment of national mandates, and the double counting of biofuels made from non-food inputs. While consumption fell, production took advantage of the low feedstock prices and protective trade measures by the European Commission. Since the past five years, production of biodiesel from waste and animal fats has taken off, while the commercialization of cellulosic ethanol is lagging behind compared to this development. Currently the policy and financial structure is insufficient to support the switch from food based to the production of cellulosic bioethanol. The blending of non-food based ethanol and biodiesel is estimated at respectively 0.2 and 0.7%, combined about 0.6%, and thus already surpassing the non-binding target of 0.5% for second generation biofuels by 2020 (USDA, 2016).

North American advanced biofuel capacity topped 800 million gallons in 2014, almost double the capacity in 2011. By 2017, as many as 180 companies are expected to produce 1.7 billion

gallons of advanced biofuel. In 2014 a total of 181 companies were actively working on advanced biofuels in North America, with 167 commercial facilities and nine demonstration facilities either operating, under construction or in advanced planning stages. The majority were multifeedstock biodiesel facilities. Just five of the other, nonbiodiesel, facilities operated at commercial scale. Advanced biofuel is a nonpetroleum liquid fuel that achieves a 50% reduction in carbon intensity compared to a petroleum-fuel baseline, as determined by the EPA and the California Air Resources Board. Nationwide, the private sector has invested \$4 billion between 2007 and 2014, and an additional \$848 million in grants have been distributed since 2007 (E2, 2015).

For biodiesel, the volume coming from nonvirgin feedstocks was estimated between 512 and 619 million gallons in 2014. The second largest volume of advanced biofuel capacity in 2014 was categorized as drop-in fuel (between 214 million and 216 million gallons), renewable hydrocarbons that can be refined into gasoline, diesel or jet fuel. Cellulosic ethanol capacity reached just 58 million gallons in 2014. The advanced biofuels industry faces several challenges including regulatory instability, feedstock availability, operating and capital costs. Regulatory uncertainty remains a continued challenge, and is likely the cause of the decline in investments since 2012. Companies are working carefully and deliberately to overcome industry challenges. While many companies continue to commercialize with a large biorefinery, other companies are looking at more distributed generation models, which are less capital and feedstock intensive. Algae is well represented among the many technologies being pursued by the advanced biofuels community. A number of companies in the U.S. that are looking to algae for advanced biofuels, including Algae Systems, producing biocrude, Algenol, producing ethanol, Altranex, producing renewable diesel, Aquatech Bioenergy, producing ethanol (E2, 2015).

### ***Giant reed as potential feedstock***

Biofuels from dedicated lignocelluloses energy crops on marginal land is likely to be a cost-efficient contribution. However, extreme territorial and climatic conditions resistant species and varieties are required. Perennial crops may be sustainable because the annual soil cultivation increases the air's carbon-dioxide level and these plants can mobilize mineral nutrients from the stems and leaves to rhizomes at the end of growing season, reducing the fertilizer needs. These species can rehabilitate the quality of marginal land (ANTAL et al. 2015).

*Arundo donax* L. (common name "giant cane" or "giant reed") is a perennial, rhizomatous species which has been introduced around the world by humans as an ornamental/crop plant. Giant reed is a sterile plant (not produced any viable seeds), but it can be propagated vegetatively from the rhizome or stems (PILU et al. 2013; BELL 1997). Propagules can be produced also by hydroponic or *in vitro* micropropagation methods (ANTAL et al. 2014). From the second half of the 1990s, giant reed is regarded as one of the most promising plants of the biomass industry due to high biomass production per hectare (PILU et al. 2013). For example in Central Italy, a 12-year field trial without irrigation could produce 38 tonnes dry matter per hectare per average year (ANGELINI et al. 2009) 20 and 20 tonnes dry matter with no fertilization on sandy soil (DI NASSO et al. 2013). For its cultivation low agronomic and energetic input is required (PILU et al. 2013). Giant reed can be cultivated almost in all climatic zones, the cold seems to be limitation factor. Therefore researchers have started to develop cold resistant giant reed varieties (ANTAL et al. 2014; POMPEIANO et al. 2015).

There is increasing commercial demand for giant reed production (PILU et al. 2013; MARIANI et al. 2010). Particularly, it is produced for bioenergy, biogas, biofuels purposes, but also for direct biomass combustion. However, there are limited available data about production of biogas or bio-ethanol from giant reed. According to (SCHIEVANO et al. 2012) giant reed has



lower potential production of biogas per dry matter unit, than other traditional energy crops, such as maize, sorghum or triticale. The high biomass productivity of *A. donax* has resulted in higher bio-methane production in comparison in terms of surface area unit per year. SCHIEVANO et al. (2012) reported average 9200 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> depending on biomass yield (7170-11280 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> under single harvest management). Results of RAGAGLINI et al. (2014) showed that double harvest can increase the methane yield per hectare by 20-35% (in case of one mowing 9580 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>, two mowing 11585 - 12981 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> could be reached). However, CORNO et al. (2014) reported 19440 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>, from 3 years old giant reed plantation by harvested one time in early October. In case of two mowing during the same year, the total methane production was 9930 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>, so one harvesting time per year results much higher methane production per hectare. Therefore, bio-methane production from giant reed is depending on environment and agronomics factors and it is also influenced by biomass yield and dry matter content (Table 1).

**Table 1. Potential bio-methane production of *Arundo donax* L.**

References	Fresh matter	Dry matter content	Dry matter (DM)	Bio-methane production	
	Mg ha <sup>-1</sup>	%	Mg ha <sup>-1</sup>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup>	Nm <sup>3</sup> Mg <sup>-1</sup> DM <sup>-1</sup>
SCHIEVANO et al. (2012) (one mowing, average minimum biomass yield)	97	36	35	7 536	approx. 450
SCHIEVANO et al. (2012) (one mowing, average maximum biomass yield)	131	42	55	11 843	approx. 450
CORNO et al. (2014) (one mowing, early October, 3 years old plant)	n.d.	34,5	71,8 ± 8,4	19 440	524 ± 2
CORNO et al. (2014) (first mowing, early June, 3 years old plant)	n.d.	19,7	25,7 ± 5,3	9 930	495 ± 7
CORNO et al. (2014) (second mowing, early October, 3 years old plant)	n.d.	28,5	13,5 ± 1,8		482 ± 7
RAGAGLINI et al. (2014) (one mowing, average data, from 4 harvesting time between June and Sept)	n.d.	51	23–38	9 580	n.d.
RAGAGLINI et al. (2014) (two mowing, average data, first harvesting time June and July, second harvesting time October)	n.d.	39,6 – 46,9	17–13	11 585 – 12 981	n.d.

Source: Authors' composition based on literature review

The second generation bio-ethanol production is conducted also from lignocellulosic raw materials. Compared to sugar and starch based biomass, lignocellulosic biomass processing is more complex. Due to the resulting recalcitrant materials, pretreatment of raw material is essential to hydrolyze hemicelluloses, removing or arranging lignin structure and converting cellulose structures for following enzymatic hydrolysis. Biological (funghi or special bacteria), physical (grinding or milling), microwave or chemical (with acids or lyes) or physicochemical (steam explosion) pretreatment can be used as well (KOMOLWANICH et al.; 2014, DE BARI et al.; 2013, SCORDIA et al. 2011; SCORDIA et al. 2012). Due to the high biomass per hectare and chemical composition of giant reed large amounts bio-ethanol can be produced (Table 2.).

WILLIAMS et al. (2008) and JARADAT (2010) reported same bio-ethanol production (11 000 L ha<sup>-1</sup>) in case of 45 tones ha<sup>-1</sup> biomass yield. According to CORNO et al. 12 960-15 228 L ha<sup>-1</sup> bioethanol can be produced, which is higher than reported from other energy crops.

Table 2. **Chemical composition of *A. donax***

References	Hemi-cellulose %	Cellulose %	Lignin %	Ashes %
RABEMANOLONTSOA et al. (2013)	24,2	41,6	24,9	3,2
FRANSCISCO et al. (2010)	34,8	20,9	23,0	n.d.
SHATALOV – PEREIRA (2012)	25,61 ± 0,07	33,85 ± 0,06	24,02 ± 0,04	5,04 ± 0,03
KOMOLWANICH et al. (2014)	24,4 ± 0,52	39,1 ± 0,25	19,2 ± 3,25	4,2 ± 0,67
CORNO et al. (2014)	14,5	39,6	24,3	5,3
E SILVA et al. (2015)	35,27 ± 2,80	31,10 ± 1,03	18,49 ± 0,10	n.d.

Source: Authors' composition based on literature review

## Conclusions

The global biofuel industry has grown exponentially during the last decade in response to government mandates and due to increased demand for alternative fuels. This has become especially pronounced as the prices of fossil fuels have drastically fluctuated. Additionally, energy has become an issue of national security. Biofuel is not the entire solution to transportation fuel needs but it is clearly a key component to addressing energy needs. Food based biofuel is seen by many as a transition to other bio-based fuels in the long run. However, this industrial sector will continue to play a key role in the bioeconomy, as it is a proven approach to large-scale industrial bioprocessing. And as the industry grows, co-products will become increasingly important for economic and environmental sustainability. One way to improve sustainability is to diversify co-products as well as integrate systems, where materials and energy cycle and recycle. For example, upstream outputs become downstream inputs for various components of a biorefinery factory, animal operation, energy production (i.e., heat, electricity, steam, etc.), feedstock operation, and other systems. By integrating these various components, and developing a diversified portfolio (beyond just ethanol, biodiesel and animal feed) the biorefinery will not only produce fuel, but also fertilizer, feed, food, industrial products and energy. Biofuels produced from non-food feedstocks, lignocellulosic feedstocks are developing slowly due to several challenges including regulatory instability, feedstock availability, operating and capital costs. However, giant reed seems to be a potential lignocellulosic feedstock.

Biofuel co-products help mitigate the environmental consequences of expansion by the biofuel industry. Most existing biofuel regulations significantly undervalue the contribution of co-products when assessing the net land use and GHG impacts of biofuel production. In the future accurate co-products accounting is of increasing importance. Co-products are supposed to be credited with the area of cropland required to produce the amount of feed they substitute. If co-products are taken into account, the net use of feedstocks decline. By adding co-products substituted for grains and oilseeds the land required for cultivation of feedstocks declines from about 2% to 1.5% net land requirement of the global crop area. Moreover, it is important to include the co-products in GHG assessment, because of their potential impact on the overall emissions. Feed co-product output is expected to grow more slowly in the coming years. However, a number of new and emerging technologies may change the composition and further improve the nutritional quality and utility of feed co-products.

## References

- ANGELINI, LG. – CECCARINI, L. – DI NASSO, O NN. – BONARI, E. (2009): Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: analysis of productive characteristics and energy balance. *Biomass and Bioenergy*. Volume 33. Issue 4. pp. 635-43.
- ANTAL, G. – KURUCZ, E. – FÁRI, M. (2015): Alternatives of bioenergy feedstock production based on promising new perennial rhizomatous grasses and herbaceous semishrub crops in Hungary. *International Review of Applied Sciences and Engineering*. Volume 6. Issue 1. pp. 41-6.
- ANTAL, G. – KURUCZ, E. – FÁRI, MG. – POPP, J. (2014): Tissue culture and agamic propagation of winter-frost tolerant ‘longicaulis’ *Arundo donax* L. *Environ Eng Manage J*. Volume 13. Issue 11. pp. 2709-15.
- BECKMAN, J. (2015): Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade. *Economic Information Bulletin-USDA Economic Research Service*. p. 144.
- BELL, G. (1997): Ecology and management of *Arundo donax* and approaches to riparian habitat restoration in southern California. In: BROCK, J. – WADE, M. – PYSEK, P. et al., editors. *Plant invasions: Studies from North America and Europe*. The Netherlands: Backhuys Publishers: Leiden. pp. 103-13.
- DE GORTER, H. – DRABIK, D. – JUST, DR. (2013): Biofuel policies and food grain commodity prices 2006–2012: All boom and no bust? *AgBioForum*. Volume 16. Issue 1. pp. 1-13.
- DE GORTER, H. – DRABIK, D. (2012a): Policy update: the effect of biofuel policies on food grain commodity prices. *Biofuels*. Volume 3. Issue 1. pp. 21-4.
- DE GORTER, H. – DRABIK, D. (2012b): Policy update: Biofuel policies and grain crop price volatility. *Biofuels*. Volume 3. Issue 2. pp. 111-3.
- DI NASSO, NNO. – RONCUCCI, N. – BONARI, E. (2013): Seasonal Dynamics of Aboveground and Belowground Biomass and Nutrient Accumulation and Remobilization in Giant Reed (*Arundo donax* L.): A Three-Year Study on Marginal Land. *Bioenergy Research*. Volume 6. Issue 2. pp. 725-36.
- DURHAM, C. – DAVIES, G. – BHATTACHARYYA, T. (2012): Can biofuels policy work for food security. UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Contract No.: PB13786.
- E2 (2015). Advanced Biofuel Market Report 2014, Environmental Entrepreneurs (E2) On-line: [http://cleanenergyworksforus.org/wp-content/uploads/2015/01/E2-Biofuel-Market-Report-2014.Final\\_Web.pdf](http://cleanenergyworksforus.org/wp-content/uploads/2015/01/E2-Biofuel-Market-Report-2014.Final_Web.pdf).
- EBTP (2015): European Biofuels Technology Platform- an Overview. On-line: <http://www.biofuelstp.eu/overview.html>.
- EC (2009): Directive 2009/30/ec of the european parliament and of the council of 23 April 2009 amending directive 98/70/ec as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending council directive 1999/32/ec as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing directive 93/12/eec. In Directive 2009/30/EC; European Commission. Brussels, Belgium: 2015a. pp. 88–113.
- ePURE (2015). European renewable ethanol. Enabling Innovation and Sustainable Development, State of the industry 2015. Brussels. On-line: [http://epure.org/media/1215/epure\\_state\\_industry2015\\_web.pdf](http://epure.org/media/1215/epure_state_industry2015_web.pdf).

EU (2009). Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC.

EU (2015): Directive (EU) 2015/1513 of the European Parliament and of the Council of 9 September 2015 amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources (OJ L 239/1. 2015. On-line: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32015L1513>.

FEFAC (2015): Feed and food. Statistical yearbook 2014. Brussels: Federation Europeenne Des Fabricants D'aliments Composes Pour Animaux; (European Feed Manufacturers Federation). p. 66.

HAMELINCK, C. (2013): Biofuels and food security. Risks and opportunities. 2013 Contract No.: BIENL13469.

IEA (2015): World Energy Outlook 2015. Paris, France: International Energy Agency. p. 200.

IRWIN, S. – GOOD, D. (2015): Ethanol Production Profits: The Risk from Lower Prices of Distillers Grains. *Farmdoc daily*. Volume 5. Issue 46.

LIU, K. – ROSENTRATER, KA. (2016): Distillers grains: Production, properties, and utilization: CRC Press.

MARIANI, C. – CABRINI, R. – DANIN, A. – PIFFANELLI, P. – FRICANO, A. – GOMARASCA, S. et al. (2010): Origin, diffusion and reproduction of the giant reed (*Arundo donax* L.): a promising weedy energy crop. *Annals of Applied Biology*. Volume 157. Issue 2. pp. 191–202.

OECD/FAO (2016). OECD–FAO Agricultural Outlook 2016–2025. Paris: OECD Publishing. On-line: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2016-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en).

PILU, R. – MANCA, A. – LANDONI, M. (2013): *Arundo donax* as an energy crop: pros and cons of the utilization of this perennial plant. *Maydica*. Volume 58. Issue 1. pp. 54–9.

POMPEIANO, A. – VITA, F. – MIELE, S. – GUGLIELMINETTI, L. (2015): Freeze tolerance and physiological changes during cold acclimation of giant reed (*Arundo donax* (L.)). *Grass and Forage Science*. Volume 70. Issue 1. pp. 168–75.

POPP, J. – HARANGI-RÁKOS, M. – GABNAI, Z. – BALOGH, P. – ANTAL, G. – BAI, A. (2016): Biofuels and Their Co-Products as Livestock Feed: Global Economic and Environmental Implications. *Molecules*. Volume 21. Issue 3. 285; 26 p.

REN21 (2016): Renewables 2016 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat; 2016. p. 177. ISBN 978-3-9815934-0-2. Renewable Energy Policy Network for the the 21<sup>st</sup> century. On-line: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21\\_GSR2016\\_KeyFindings\\_en\\_10.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_KeyFindings_en_10.pdf)

RFA (2016). World fuel ethanol production. Renewable Fuels Association 2016. On-line: <http://ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454098996479-8715d404-e546>.

STATISTA (2016). The Statistics Portal. On-line: <http://www.statista.com/statistics/271472/biodiesel-production-in-selected-countries/>.

TAHERIPOUR, F. – HERTEL, TW. – TYNER, WE. – BECKMAN, JF. – BIRUR, DK. (2010): Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implications. Biomass Bioenerg. Volume 34. Issue 3. pp. 278-89.

USDA (2015): Oilseeds. World markets and trade. Washington DC: United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, 2015.

USDA (2016): USDA Agricultural Projections to 2025. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2016-1. pp. 99.

## **Authors**

### **Prof. Dr. József Popp, professor**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Sectoral Economics and Methodology  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: popp.jozsef@econ.unideb.hu

### **Dr. Mónika Harangi-Rákos, assistant professor**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Sectoral Economics and Methodology  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: harangi.rakos.monika@econ.unideb.hu

### **Gabriella Antal, PhD student**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Sectoral Economics and Methodology  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: antal.gabriella@econ.unideb.hu

### **Dr. Péter Balogh, associate professor**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Sectoral Economics and Methodology  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: balogh.peter@econ.unideb.hu

**Dr. Péter Lengyel, assistant professor**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Applied Informatics and Logistics  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: lengyel.peter@econ.unideb.hu

**Dr. Judit Oláh, associate professor**

Debrecen University  
Faculty of Economics and Business  
Institute of Applied Informatics and Logistics  
Debrecen University  
Hungary-4032, Böszörményi út 138.  
E-mail: olah.judit@econ.unideb.hu

## IMPORTANCE OF CROWDSOURCING IN SOCIAL INNOVATIONS: EVIDENCE FROM POLAND

A crowdsourcing fontossága a társadalmi innovációk terén: lengyelországi tapasztalatok

LENART-GANSINIEC, Regina

---

### Abstract

This article covers the problems connected with creating open social innovations using crowdsourcing. In this work the importance of crowdsourcing in the context of creating open social innovations, which serve the realisation and solving of social needs, was presented. This elaboration is divided into three parts. Following a short introduction, the essence of open social innovations, including the notion of innovation and social innovations, was presented. In the second part, the essence of crowdsourcing and its potential, were presented. The subject of the final, third part is showing the possibilities of using crowdsourcing to create open social innovations. Theoretical considerations were supported by three examples. Three examples from Poland were purposefully chosen. It is worth underlining that the obtained results confirm the demands made in the subject literature connected with the importance of crowdsourcing in creating open social innovations since this phenomenon contributes to obtain and generate new ideas and ways of solving problems including social ones.

**Keywords:** crowdsourcing, open social innovation, open innovation, innovation

**JEL code:** O35

**Összefoglaló**

A cikk a nyitott társadalmi innovációk létrehozásának kérdését veti fel a crowdsourcing alkalmazása által. A tanulmány bemutatja a crowdsourcing jelentését, társadalmi igények megvalósítására és megoldására szolgáló nyitott társadalmi innovációk létrehozásának kontextusában. Az értekezés három részből áll. A rövid bevezetés után, az első részben a nyitott társadalmi innovációk lényege kerül bemutatásra, tekintettel az innováció és a társadalmi innováció fogalmára. A második részben a crowdsourcing lényege valamint annak potenciálja kerül bemutatásra. Az utolsó, harmadik rész tárgya a crowdsourcing alkalmazásának lehetőségének bemutatása, új nyitott társadalmi innovációk létrehozásában. Az elméleti feltevések három példával lettek alátámasztva. Szándékosan három lengyelországi példa lett kiválasztva. Érdemes kiemelni, hogy az elért eredmények alátámasztják a szakirodalomban a crowdsourcing jelentőségéről felállított feltevéseket a nyitott társadalmi innovációk kialakításában. Ez a jelenség hozzájárul az új ötletek kialakításához és generálásához, valamint problémák - köztük társadalmi problémák megoldásához is.

**Kulcsszavak:** crowdsourcing, nyílt társadalmi innováció, a nyitott innováció, innováció

## **Introduction**

Current social, economic, or environment challenges, necessity of transparency, responsibility, and efficiency of public and non-governmental organisations (HOLZER – KLOBY, 2005) – require remodelling of the way they function. In this respect the necessity to create for the citizens possibilities of coparticipation in the process of creating new solutions, decision-making, codecision, co-determination, and interaction in favour of realising public tasks, appears (LISTER, 1998). It is key to involve all interested parties to continuously create new products, enhance and improve processes or create new solutions, particularly those which raise the society's quality of life. Therefore, one seeks ways and possibilities of realising the said demands: on the one hand openness to the interested parties' voices and on the other hand solving social problems.

In the subject literature it is pointed out that the tool that enables citizens' participation in problem solving and idea generation is crowdsourcing. Despite the fact that this issue constitutes a certain novum (first publication are dated 2006), however one observes a continuous increase of the number of publications (ALBORS – RAMOS – HERVAS, 2008; BRABHAM, 2008; KITTUR – CHI – SUH, 2008). This interest results above all from the benefits and its potential, among others: in the context of accessibility to knowledge resources, which are present in the crowd, in other words virtual societies, acquiring new ideas, data, ways of solving problems with lower financial outlay and in a short time (VUKOVIC, 2009).

Crowdsourcing is perceived as a phenomenon which enables inclusion in creating new solutions those social groups that are directly interested and which use new solutions. It is often pointed out that crowdsourcing may be useful in creating open social innovations. This is reinforced by the fact that crowdsourcing is a kind of participant on-line activity (BRABHAM, 2008), which enables establishing cooperation with involved entities and creating innovations and solutions to social problems (DAVIES – SIMON, 2013). Such are the premises which inspire this article.

The principal subject of considerations and at the same time the goal of this article is indicating the possibilities of applying crowdsourcing in creating open social innovations, which serve the realisation and solving social needs. The above considerations were based on an analysis of non-serial publications, mainly written in English. Theoretical considerations were supported by three examples. To this aim public, local governmental and non-governmental organisations from Poland were purposefully chosen. Justification for such choice is the fact that crowdsourcing is still used by few entities from the public and non-profit sectors.

This elaboration was divided into three parts. Following a short introduction, the essence of open social innovations, with particular inclusion of the notion of innovation and social innovations, were presented. In the second part, the essence of crowdsourcing and its potential, were presented. The subject of the final, third part is showing the possibilities of using crowdsourcing to create open social innovations.

### ***The notion and essence of open social innovations***

Innovation refers to a new - in the commercial and industrial sense - product, process, or manufacturing method. This notion was used for the first time by SCHUMPETER (1961). Therefore, innovation is: (1) launching production of new products or improvement of the already existing ones, (2) implementation of a new or improvement of a manufacturing method,



(3) opening to new markets, (4) application of a new sales or purchase method, (5) application of new raw materials or unfinished products, (6) implementation of a new production organisation. Schumpeter understood innovations as creation of fundamental or radical changes, including transformation of a new concept into a market product or process. Innovation is a unique and one-time change, every time. This definition shows the close bonds of innovation with innovativeness and the ability to organise for the innovation.

According to the *Oslo Manual* handbook, innovation means implementation of a new or significantly improved product, a new or significantly improved process, a new marketing method or a new organisational method in the scope of business practices, workplace organisation or relationship with the external environment (OSLO MANUAL, 2005). Hence, the products, services or processes are innovations if they are new or considerably improved, at least from the perspective of the implementing enterprise.

Another definition, included in the Green Paper developed in 1995 by the European Union, presents innovations as a transformation of a new concept into a product or service. It grasps the significance of the social context - innovations are generated in accordance with the social needs (GREEN PAPER ON INNOVATION, 1995).

Taking the above into consideration, it may be stated that innovations pose a purposeful and conscious change, which: (1) takes place in certain spatial and time conditions, (2) is expressed in a non- or material form, (3) is achieved thanks to non-routine actions, (4) is combined with additional effort and risk, and (5) is naturally referred to a human being and the society as the final addressee of the innovation.

Social innovation is a relatively young notion. The first attempts to define it are related to a necessity to change a situation, to take purposeful actions, where the undertaken resources contribute to delivery of social goods (CAJAIBA-SANTANA, 2013). A significant number of definitions emphasise that the innovations are of a social character, when they respond to social needs, unfulfilled traditionally by the market or the existing institutions, and directed to weaker social groups. It renders the organisation not wanting or not being able to develop new solutions. Stress is placed on the matters related to design and implementation of better manners of the social needs realisation (table 1).

Social innovations compared with various contexts. Emphasis is put on the role of a civil society in the process of social transformations, and role of the social economy and social entrepreneurs in the realisation of economic growth and social integration. Furthermore, the social innovation is related to development of business strategies that encompass changes in human, institutional, and social capital, which lead to the improvement of organisational fitness and competitiveness. The social innovations also cover the scope of development of new and innovative manners of facing social challenges, through involvement of the socially engaged entrepreneurs (WESTLEY, 2008). Here it is significant to provide public services and other means of redistributions, in the direction of budgetary savings in the country of wealth (BATTISTI, 2012). Hence, position and skills of the social institutions become stronger, mutual relationships between various social entities are improved, skills, competences, social capital are enhanced among the social life actors involved in development and realisation of social and economic programs and strategies (NICHOLLS – MURDOCK, 2012; CAULIER-GRICE et al., 2013).

**Table 1. Selected definitions of social innovation**

<b>Date</b>	<b>Author/ authors</b>	<b>Definition</b>
2007	R. HEISCALA	changes in cultural, normative, or regulatory structures that drive the society, leading to improvement of economic and social effectiveness
2008	FLEW ET. AL.	application of a new concept, which contributes to a permanent social value
2008	J.A. PHILLS, K. DEIGLMEIER, D.T. MILLER	a new solution to a social problem, which is more efficient, effective, permanent, or fair than the existing methods, and the advantages brought by the innovation serve the society
2008	A. KESSELRING, M. LEITNER	an idea for solving a social problem is implemented
2008	J.A. PHILLS, K. DEIGLMEIER, D.T. MILLER	real creation of a certain social value
2009	M. HARRIS, D. ALBURY	a result of the influence of a public, private, or non-profit sector, as well as of the local society or single entities
2011	OECD	fulfilment of new needs, not provided by the market, or development of new, more satisfactory manners for society's activation
2013	COULIER-GRICE ET AL.	the new solution, which at the same time fulfils the social need and leads to new or improved realisation abilities of the society, as well as to better exploitation of the held resources
2013	EUROPEAN COMMISSION	social in the sense of both the process as well as social and society-oriented aims, which everyone would like to achieve

Source: own work

Open innovation constitutes a new paradigm, in opposition to the closed innovations. It is a notion that refers to precious ideas, which may come from the organisation's environment, or are developed in the organisation itself, with participation of the environment (CHESBROUGH, 2001, 2003). Great significance is adopted by a concept flowing to the organisation from its environment, its implementation in the process of innovation creation or sharing the idea with others (SELTZER, MAHMOUDI, 2013) (table 2).

**Table 2. A comparison between an open and a closed innovation**

<b>Qualities</b>	<b>Closed innovation</b>	<b>Open innovations</b>
Specialists	Employing the best experts in a given field	Cooperation with experts from outside the company
Creation of innovation	Creation, development in the organisation	Concepts and solutions from the outside
Priority	Each new idea should be presented as the first one on the market	No necessity to be the first
Competition	Only the company, which will launch the innovation first has an opportunity to become better than its competition	Development of a better business model is more important than primacy on the market
Participation	Control over the innovation process, so nobody can derive from its concepts	Benefiting from the open access to ideas and acquisition of solutions from others

Source: own work on the basis of: CHESBROUGH, 2001

A basic feature of open innovations is cooperation and involvement of various partners, who acquire concepts and resources from outside the organisation (CHESBROUGH, 2003). Three situations appear within this process: (1) acquisition of external knowledge, mainly from business partners; (2) innovations are generated inside an organisation, and they pose the main

source of profit - the basis is posed by purchased licenses; (3) innovations are developed together by the partners (ENKEL et al., 2009). Here, the basis is the knowledge, which may be acquired from various sources (CHALMERS, 2013). It is allowed by organisational cooperation within the innovation network, which improves the innovation effectiveness. Therefore, the knowledge may be useful and applied in various innovation processes (table 3).

**Table 3. Flow of knowledge and concepts in the open innovation**

<b>Direction of the process</b>	<b>Pecuniary Non-pecuniary</b>	<b>Pecuniary Non-pecuniary</b>
internal to the external environment	Companies market their inventions and technologies through licensing or sale	Companies reveal internal resources without financial rewards, instead of seeking indirect benefits
the external environment to internal	Companies acquire foreign expertise as sources of innovation	Companies use ideas available in the external environment as sources of innovation

Source: own work on the basis of: DAHLANDER – GANN, 2010

Open innovations employ external and internal sources of ideas. Hence, the organisations are oriented on seeking for manners to develop their products, with special emphasis put on maximising of profits for all of the cooperating entities. Thanks to cooperation with the broadly comprehended partners, the organisation is able to transform the business, from focus on production towards an organisation that serves the environment. In case of public organisations, the priority is posed by care over the community's interest (PHILIS et al., 2008) and its common good.

A condition for realisation of the open innovation is focused on voluntary interactions, i.e. not an automatic integration of partners. What is more, proper division of the utility must be guaranteed, as long-standing cooperation may develop only if the benefits for both parties are greater than the incurred costs.

In case of open social innovations, key meaning is ascribed to the social needs and inclusion of the society in their provision, as well as solution of social problems (NEUMEIER, 2012). Therefore, the main aim is not maximising of profit, but delivery of social goods of the highest level possible (Table 4). It requires exchange, partnership between social entities towards generation of ideas, resources, concepts and values (PHILIPS et al., 2008) - as a result of which, they become involved in co-creation of systemic transformations (MURRAY et al., 2010). This may lead to development of cooperation within a network (POL – VILLE, 2009).

Table 4. **Social innovation versus open innovation**

Fields	Social innovation	Open innovation
Actors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuals (LETTICE, PAREKH, 2010)</li> <li>• policymakers, foundations, entrepreneurs, philanthropists, social organisations (MURRAY ET AL., 2010)</li> <li>• governments (POL, VILLE, 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• private companies (HUIZINGH, 2011),</li> <li>• involving users of innovations (BALDWIN, VON HIPPEL, 2010)</li> </ul>
Objectives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• social change (CAJAIBA-SANTANA, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• create technical articles that meet a social need (TAYLOR, 1970)</li> </ul>
Process	<ul style="list-style-type: none"> <li>• collective action (NEUMEIER, 2012)</li> <li>• intentional innovation by stakeholders (CAJAIBA-SANTANA, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• collaborative (LOREN, 2011)</li> </ul>
Expected results	<ul style="list-style-type: none"> <li>• provide benefits to society through products, processes or services that meet a social need (TAYLOR, 1970)</li> <li>• social changes that institutionalise a new social practice (HOWALDT ET AL., 2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• new products, services, systems, and more effective models are developed in the context of more porous organisational structures that feature greater absorption capacity</li> <li>• involvement of various stakeholders in the innovation process (CHALMERS, 2013)</li> </ul>

Source: own work on the basis of ENKEL et al., 2009

Open social innovation, through cooperation may lead to development of new ideas, solutions and benefits for the common good as well as fulfilment of the social needs, which have not been fulfilled yet. These actions may lead to public involvement in the local issue, exchange between the citizens, improvement of social standards and community well-being. They pose a manner of stimulation and improvement of citizens' participation in initiation and realisation of the bottom-up projects, related to fulfilment of the previously unfulfilled and elaborate social needs, within the framework of the social inclusion and social cohesion policies. It happens without the need to incur any costs, and it may be transferred to various contexts (WESTLEY, 2008).

The main components of the social innovation process include: (1) identification of new, unfulfilled or insufficiently recognised social needs, (2) development of new solutions to those social needs, (evaluation of effectiveness of the new solutions, in terms of fulfilment of the social needs and (4) promotion of effective social innovations. Furthermore, the initiatives in favour of the social innovations are strictly connected with all measures in the scope of social investments, which are devoted to particular citizens, taking into account the average lifespan, and where crucial meaning is borne by prevention.

Initiators in the open social innovations are citizens, institutions, or governments, thus the entities that are interested in social issues, being driven by the desire for changes (CASSERLY, 2013). Later, there is lease or provision of access to appropriate software and platforms, which allow to record ideas on how to solve social problems. Afterwards, the publicity or community becomes mobilised to ask questions and express opinions on various matters. Through Internet platforms, the citizens are able to send their ideas, evaluate concepts presented by other users, and express their opinions on a given issue. Additionally, the citizens may publish videos, while

the ideas are promoted and awarded. The most interesting concepts solving social issues are entered into force. Such a solution renders an open approach to promotion of the social innovation.

### ***The notion and essence of crowdsourcing***

The term crowdsourcing was used for the first time in the beginning of 2006 by a journalist J. Howe (HOWE, 2006). This definition is related to the activity of an organisation, which consists in assigning certain functions and their outsourcing to a large group of people, which is not closely defined, in the form of an open invitation (HOWE, 2006). This peculiar neologism constitutes a contamination of the following notions: outsourcing, crowd, social Internet services (WHITLA, 2009). Therefore, it is a new, Internet based business model, in which a network of dispersed persons is used to create creative solutions. And so the principal building material is the crowd, which is considered to be the expert (JEPPESSEN – LAKHANI, 2010; LEIMEISTER, 2010). These are usually virtual Internet communities and societies (TAPSCOTT – WILLIAMS, 2008).

Daren B. Brabham, continuator of J. Howe's concept, points out that crowdsourcing is a means of solving problems, in which, in order to develop solutions important for the organisation, one makes use of the common intelligence of Internet communities. At the same time, cooperation between the communities and organisations and creating of new products, seeking agreement in social issues are emphasised. In addition, crowdsourcing is: (1) discovering, creating, managing, gathering of knowledge present in different sources, (2) commissioning to the virtual community seeking a solution to a given problem, (3) partner production, creating new solutions by the virtual community, (4) analysis of a great volume of data by the crowd: experts and amateurs (BRABHAM, 2008).

In crowdsourcing information technologies, telecommunication networks, and software become significant, which are used for creating of a virtual outsourcing platform and inviting a dispersed circle of people, i.e. the crowd to carry out tasks. These technologies constitute a tool for communicating and exchanging opinions. Therefore, the crowd, on the basis of self-organisation, proposes new, innovative solutions, further on it evaluates the submitted ideas, and next chooses the best ones by means of voting. By the same, one may ascertain that crowdsourcing is a kind of participating on-line activity, in which the organisation invites the crowd to collaborate (PRPIĆ et al., 2015). Simply speaking, we may speak of crowdsourcing in a situation when the organisation would like to hand over a task to be executed into the hands of the crowd and the crowd executes it in a voluntary way (GASSMANN, 2012), while the results of this work are beneficial to both parties.

Making use of outsourcing and the crowd in the crowdsourcing process enables the following: (1) building relations with virtual communities (YANG et al., 2008), (2) acquiring their knowledge and wisdom (SUROWIECKI, 2004) to solve problems (VUKOVIC, 2009) at low costs, (3) acquiring and creating innovative solutions to various problems (SLOANE, 2011), (4) creating open innovations (CHESBROUGH, et al., 2008), and (4) building an organisation's capability to compete (GRUNDSTRÖM et al., 2011). In case of the crowd – the main benefits are: satisfaction, building prestige and position in a group, social recognition, realisation of personal ambitions, needs of self realisation, feeling of one's value, participating in creating innovations, new products and creative solutions, development of individual skills (ESTELLES-AROLAS – GONZÁLEZ-LADRÓN-DE GUEVARA, 2012). Moreover, crowdsourcing refers to innovative processes conducted by the crowd (LEIMEISTER – ZOGAJ, 2013).

### ***Crowdsourcing and open social innovation – case study***

In previous parts of the article the issues of open social innovation and crowdsourcing were presented. Its use in the context of creating these innovations is presented below. In the subject literature it is pointed out that crowdsourcing, applied by public or non-governmental organisations enables generating new ideas, developing innovative solutions to problems, or increasing citizen participation in decision-making, especially related to legal, social, or ethical issues (BRABHAM, 2015). Three case studies, more precisely examples of practical application of crowdsourcing, are presented below. The first one concerns a non-governmental organization (Unit for Social Innovation and Research – Shipyard), the second one a public organisation (City of Lodz), whereas the last one a local government organisation (Pomeranian Science and Technology Park Gdynia).

The first example is the [www.naprawmyto.pl](http://www.naprawmyto.pl) portal, established by the Unit for Social Innovation and Research - Shipyard, following the example of the British FixMyStreet and SeeClickFix website, enabling its users to report problems observed in the closest social space. The portal assumes two possibilities of citizens' participation in solving social problems and creating new solutions. The first one is an anonymous application which will be moderated. When such application enters the system, the service administrator will have 72 hours to verify and transfer it for realization. The second type of application is an application from persons who create their account in the service. Its main idea is implementing solutions proposed by the virtual community and their immediate putting into effect. Highly varied problems may be reported: holes in roads, not-functioning traffic lights, uncleaned waste, no lights on the streets, no passageways for passers-by in crucial places. The project is operated in 14 communes in Poland.

Another example is Fundusz Inicjatyw Społecznych (Social Initiative Fund). It was established in Lodz by the initiative of the United Nations' Programme of the Federation of Non-Governmental Organizations in Lodz and the Municipal Office of the City of Lodz. The Fund is composed in 60% of the City's resources and in 40% of resources guaranteed by the United Nations Development Programme. The city has allocated to this aim resources provided for subsidies within the Framework of competitions for non-governmental organisations. Its main aim is supporting innovative projects in the fields of: culture, education, participation, or social assistance. In addition it is oriented on, among others: efficient solving of local problems and satisfying important social needs, improving the city's social capital and social activation of the residents, making use of the city's cultural, historical, and creative potential, and aiming at long-term sustained development. In the context of open social innovations, the Fund supports such actions as: counteracting against social exclusion of children and youth up to 25 years of age, especially through the development of niche sport disciplines and other cultural and educational activity, promoting sex equality in the territory of Lodz, and initiatives counteracting against social exclusion. The best solutions are finances and put into effect.

Within the Fund framework, it is planned to support innovative initiatives and grant some creative projects. The innovations, as defined by the Fund, is a mold-breaking approach to settlement of the social problem, which is more effective, efficient, and permanent than those existing in a given place and at a given time, the results and value of which are essential for the whole community, not just for particular individuals. One of the awarded projects was the initiative undertaken by the "Power in Spirit" Association. Actions are directed at activation of youth deprived of pro-social patterns to follow, coming from environments, where a demand attitude prevails. The undertaking assumes improvement of social competences and skills in the

scope of cooperation in various organisational forms of young people, aged 12-25, coming from families that are threatened by social exclusion. Realisation of the project will comprise: integration workshops entitled "Power in friendship", organisation of an event celebrating Children's Day, together with adults, plays and activities in the summer, realisation of the projects developed by the youth, as well as constant cleaning help in the Recreational Room.

"Social Innovations" is a section of the Pomeranian Science and Technology Park Gdynia, where 100 workers of social institutions, non-governmental organisations and local activists are hired, who support development of innovative concepts in various manners. A task of the "Social Innovations" module, called by the local authorities of Gdynia, is to develop, support, and spread innovative social solutions, so that Gdynia's residents - regardless of their age, social origin, or place of residence - can live on a greater level. The main goals are: creating and realising of innovative strategies, models, and methods as well as project solutions in response to social challenges, designing social services, supporting community entrepreneurship, revitalising and animating processes organised in local communities.

Three selected examples of the possibilities of crowdsourcing application to create open social innovations were presented above. It is worth noting the diverse possibilities of making use of this tool. It is used in many areas: from life improvement, through new products or services, to improving the condition of the natural environment or the life of poor or excluded people.

### ***Discussion and propositions***

Open social innovations are an instrument for realisation of changes and social needs. They contribute to creation of new social practices. They pose a certain tool for fulfilment of social needs. The knowledge resources, which they remain at a hold of, become active then (HUIZINGH, 2011). The involvement reduces the risk that the innovations will be rejected by the society, and encourages to use it. Open innovations may find solutions to infrastructural problems, as well as those related to social space development, appearance of cities, approaching the persons in need with proper social and health care, adjustment of space to the needs of persons with disabilities, and many others.

From the point of view of crowdsourcing potential in the scope of creating and arising of open innovations, the possibilities of acquiring, but also generating new ideas, contents, or means of solving general social problems are undoubtedly pointed out. It also enables adapting the solutions to the needs of specific users. This results from the fact that many times they are the originators, but at the same time the users. Crowdsourcing enables it and it becomes a specific mediator. In addition it allows for co-participation, specific involvement in the creation of new ideas.

The selected examples of the possibilities of making use of crowdsourcing projects to create initiatives that involve virtual communities to create and initiate open social innovation, presented in this work, prove that it is becoming a tool, which improves and facilitates these actions. In any case, its implementation determines seeking new solutions, but also facilitates contact with potential beneficiaries. It is particularly necessary taking into account the specifics of arising social problems. It should be emphasised that the examples, selected intentionally, constitute only a picture of the possibilities of making use of crowdsourcing in creating open social innovations. It is not the author's intention to generalise.

## References

- ALBORS, J. – RAMOS J. C. – HERVAS J. L. (2008): New learning network paradigms: Communities of objectives, crowdsourcing, wikis and open source. *International Journal of Information Management*. Vol. 28(3).
- BALDWIN C. – VON HIPPEL E. (2010): Modeling a paradigm shift: From producer innovation to user and open collaborative innovation. *Harvard Business School Finance Working Paper*. Vol. 10-038).
- BATTISTI S. (2012): Service innovation: the challenge for management in hypercompetitive markets. *Int. J. Technology Marketing*. Vol. 7(2).
- BRABHAM D.C. (2008): Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases, *Convergence*. *The International Journal of Research into New Media Technologies*. Vol. 14(1).
- BRABHAM D. C. (2015): *Crowdsourcing in the Public Sector*: Georgetown University Press.
- CAJAIBA-SANTANA G. (2013): Social innovation: Moving the field forward. A conceptual framework. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 82.
- CASSERLY M. (2013): MindMixer Acquires VoterTide, Bets Social Tech Can Save Democratic Process. *Entrepreneurship*. Download: <http://www.forbes.com/sites/meghancasserly/2013/03/26/mindmixer-acquires-votertidebets-social-tech-can-save-democratic-process>.
- CAULIER-GRICE J. – DAVIES A. – PATRICK R. – NORMAN W. (2012): Defining Social Innovation. A deliverable of the project: 'The theoretical, empirical and policy foundations for building social innovation in Europe' (Tepsie), European Commission-7th Framework Programme, Brussels: European Commission, DG Research.
- CHALMERS D. (2013): Social innovation: An exploration of the barriers faced by innovating organizations in the social economy. *Local Economy*. Vol. 28(1).
- CHESBROUGH H. W., (2001): Assembling the elephant: A review of empirical studies on the impact of technical change upon incumbent firms, in R. A. Burgelman, H. W. Chesbrough (Ed.) *Comparative Studies of Technological Evolution. Research on Technological Innovation, Management and Policy*, Vol. 7. Emerald Group Publishing Limited.
- CHESBROUGH H. W. (2003): *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*: Harvard Business Press.
- CHESBROUGH H. W. (2008): *Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation*. In H. CHESBROUGH, W. VANHAVERBEKE, J. WEST (eds.): *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. Oxford: OUP
- CHESBROUGH H. W. – VANHAVERBEKE W. – WEST J. (2008): *Open Innovation: Researching a New Paradigm: Researching a New Paradigm*: Oxford University Press.
- DAHLANDER L. – GANN D. M. (2010): How open is innovation? *Research Policy*. Vol. 9(6).
- DAVIES A. – SIMON J. (2013): Growing social innovation: a literature review. A deliverable of the project: The theoretical, empirical and policy Foundations for Building social innovation in Europe (TEPSIE). European Commission - 7th Framework Programme, Brussels: European Commission, DG Research.
- ENKEL E. – GASSMANN O. – CHESBROUGH H. (2009): Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&d Management*. Vol. 39(4).



- ESTELLES-AROLAS E. – GONZALEZ-LADRON-DE-GUEVARA F. (2012): Towards an Integrated Crowdsourcing Definition. *Journal of Information Science*, 38(2).
- GASSMANN O. (2012): *Crowdsourcing - Innovationsmanagement mit Schwarmintelligenz*. München: Hanser-Verlag.
- Green Paper On Innovation (1995). Download:  
[http://europa.eu/documents/comm/green\\_papers/pdf/com95\\_688\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com95_688_en.pdf).
- GRUNDSTRÖM C. – ÖBERG C. – ÖHRWALL RÖNNBÄCK A. (2011): View and management of innovativeness upon succession in family-owned SMEs'. *International Journal of Innovation Management*. Vol. 15. No. 3.
- HOLZER M. – KLOBY K. (2005): Public performance measurement: An assessment of the state-of-the-art and models for citizen participation. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 54(7).
- HOWALDT J. – SCHWARZ M. – HENNING K. – HEES F. (2010): Social innovation: Concepts, research fields and international trends. IMA/ZLW. Download:  
[http://www.asprea.org/images/IMO%20Trendstudie\\_Howaldt\\_englisch\\_Final%20ds.pdf](http://www.asprea.org/images/IMO%20Trendstudie_Howaldt_englisch_Final%20ds.pdf).
- HOWE J. (2006): The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine*. Vol. 14(6).
- HUIZINGH E. K. (2011): Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*. Vol. 31(1).
- JEPPESEN L.B. – LAKHANI K.R. (2010): Marginality and Problem Solving Effectiveness in Broadcast Search. *Organization Science*. Vol. 21(5).
- KITTUR A. – CHI E. – SUH B. (2008): Crowdsourcing for Usability: Using Micro-Task Markets for Rapid, Remote, and Low-cost User Measurements. *Proceedings of CHI*.
- LEIMEISTER J. M. (2010): Collective intelligence. *Business and Information Systems Engineering*. Vol. 4(2).
- LEIMEISTER J. M. – Zogaj S. (2013): *Neue Arbeitsorganisation durch Crowdsourcing: Eine Literaturstudie*. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.
- LETTICE F. – PAREKH M. (2010): The social innovation process: themes, challenges and implications for practice. *International Journal of Technology Management*. Vol. 51(1).
- LISTER R. (1998): Citizen in Action: Citizenship and community development in Northern Ireland Context. *Community Development Journal*. Vol. 33(3).
- LOREN J. D. (2011): What is Open Innovation? In KoganPage (Ed.), *A guide to Open Innovation and Crowdsourcing* (Vol. 1). United States.
- MURRAY R. – CAULIER-GRICE J. – MULGAN G. (2010): *The open book of social innovation: National Endowment for Science, Technology and the Art*.
- NEUMEIER S. (2012): Why do Social Innovations in Rural Development Matter and Should They be Considered More Seriously in Rural Development Research? Proposal for a Stronger Focus on Social Innovations in Rural Development Research. *Sociologia ruralis*. Vol. 52(1).
- NICHOLLS A. – MURDOCK A. (2012): *Social Innovation – Blurring Boundaries to Reconfigure Markets*. United Kingdom: Palgrave MacMillan. OSLO MANUAL. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, Third Edition, OECD/Eurostat, Paris 2005.
- PHILLS J. A. – DEIGLMEIER K. – MILLER D. T. (2008): Rediscovering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*. Vol. 6(4).

- POL E. – VILLE S. (2009): Social innovation: Buzz word or enduring term? *Journal of Socio-Economics*. Vol. 38(6).
- PRPIĆ J.- SHUKLA P. – KIETZMANN J. – MCCARTHY I. (2015): How to Work a Crowd: Developing Crowd Capital through Crowdsourcing. *Business Horizons*. Vol. 8(1).
- SELTZER E. – MAHMOUDI D. (2013): Citizen Participation, Open Innovation, and Crowdsourcing: Challenges and Opportunities for Planning. *Journal of Planning Literature*. Vol. 28(1).
- SLOANE, P. (2011): *A Guide to Open Innovation and Crowdsourcing: Advice from Leading Experts*. UK: Kogan Page Publishers.
- SUROWIECKI J. (2004): *The Wisdom of Crowds*. New York: Norton & Company, Inc.
- TAPSCOTT D. – WILLIAMS A. D. (2008): *Wikinomics. How mass collaboration changes everything*. New York: Portfolio.
- TAYLOR J. B. (1970): Introducing social innovation. *The Journal of Applied Behavioral Science*. Vol. 6(1).
- VUKOVIC M. (2009): Crowdsourcing for enterprises. In: *Proceedings of the 2009 Congress on Services – I*, IEEE Computer Society.
- WESTLEY F. (2008): *The social innovation dynamic*. Frances Westley. SiG@ Waterloo.
- WHITLA P. (2009): Crowdsourcing and its Application in Marketing Activities. *Contemporary Management Research*. Vol. 5(1).
- YANG J. – ADAMIC L. A. – ACKERMAN M. S. (2008): Crowdsourcing and Knowledge Sharing: Strategic User Behavior on Taskcn. *Proceedings of the 8th ACM conference on Electronic Commerce*.

**Regina Lenart-Gansiniec**

PhD, Assistant Professor

Jagiellonian University

Department of Management of Public and Civic Organizations

Institute of Public Affairs

30-348 Kraków, ul. Prof. S. Łojasiewicza 4.

regina.lenart-gansiniec@uj.edu.pl

## KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS EGYÉB KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK – NÖVEKVŐ PRUDENCIÁLIS KOCKÁZAT VAGY ÁTTÖRÉSI LEHETŐSÉG A BANKOKNAK?

**Climate change and other environmental problems - increasing prudential risk or a  
breakthrough opportunity for banks?**

**GYURA Gábor**

---

### **Összefoglalás**

A környezeti fenntarthatósági problémák és azon belül a klímaváltozás negatív hatásait egyre jobban, számszerűbben ismerhetjük. E fenyegetettség a természeti környezet és a bankrendszer kapcsolatának újragondolását is igényli. Amellett, hogy szükségesnek mutatkozik, hogy a hitelintézetek, mint finanszírozók a környezeti fenntarthatóság megvalósításában is markánsabb szerepet játszanak, nagyobb figyelem irányul arra is, hogy a környezeti anomáliák a bankokra nézve többféle csatornán növekvő pénzügyi kockázatot is jelentenek. Bár Magyarország nem tartozik a klímaváltozás által legdrasztikusabban érintett országok közé, a környezeti problémák valamint a környezeti fenntarthatóság megteremtése hazánkban is igen jelentős kihívást jelent. A tanulmány bemutatja, hogy a megoldások konkretizálásához azonban első lépésként a vállalatok környezetterheléssel, különösen üvegházhatású gázkibocsátással kapcsolatos adatainak közzétételi, jelentési rendszerének kiépítésére lenne szükség.

**Kulcsszavak:** klímaváltozás, fenntartható fejlődés, környezetvédelem, kockázatkezelés, bankrendszer

**JEL kódok:** G21, G32, Q01, Q54

### **Abstract**

The negative impacts of environmental sustainability problems and in particular climate change are increasingly understood. This kind of risk requires us to rethink the relationship between the natural environment and the banking system. On the one hand, it seems necessary that banks as financiers play a larger role in ensuring environmental sustainability, and on the other hand, there is an increased attention on the financial risks that are driven by environmental anomalies via a number of channels. Even though Hungary is not among the countries most affected by climate change, environmental problems and sustainability in general do pose a serious challenge in the country. In order to find the solutions a first step would be to establish a reporting and disclosure framework for firms' environmental footprint and especially for their CO2 emissions.

**Keywords:** climate change; sustainable development; environmental protection; risk management; banking system

## Bevezetés

Az emberi társadalom és gazdaság működésének ökológiai fenntarthatatlanságát ma már számos, részletes számításokkal alátámasztott elemzés igazolja. Az ENSZ Millenniumi Ökoszisztéma Értékelési Programja szerint az elmúlt évtizedekben a 24 ökoszisztéma-szolgáltatás közül 15 jelentősen sérült, három területen pedig - a fajok kihalásának sebességében, a nitrogén-körforgás megbontásában és a klímaváltozásért felelős üvegházhatású gázok (ÜHG-k) kibocsátásában - az emberiség már átlépte a Föld biológiai eltartóképességének korlátait. (BOARD OF THE MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Egy újabb, a Stockholmi Egyetem fenntarthatósággal foglalkozó intézetében készült, nagy visszhangot keltő nemzetközi tanulmány, STEFFEN et al. (2015) szerint az erdők illetve a termőföld kipusztítása, kimerítése is hozzásorolandó az előzőekhez. Más szóval, immár négy alapvető ökoszisztéma-szolgáltatás esetében mutatható ki, hogy oly mértékben igénybe vette azt az emberiség, amivel áthaladt a biztonságos emberi létezés szempontjából kritikus határon. E helyzetben egyre nagyobb figyelmet kapnak a pénzügyi közvetítőrendszer elemei, a pénzügyi intézmények is. Értelemszerűen e piaci szereplőknek – mint minden vállalatnak - saját maguknak is van ökológiai lábnyoma: igénybe veszik a természet erőforrásait valamint van például ÜHG-kibocsátásuk is. Ennél azonban lényegesen fontosabb a környezet szempontjából, hogy a pénzügyi intézmények a gazdaság vérkeringését biztosítják. Mint a különböző pénzügyi szolgáltatásokat nyújtó intézmények, tevékenységük igen nagy mértékben hat a reálgazdaságra, a vállalkozások beruházásaira, ezen keresztül pedig a környezet állapotára és a fenntarthatóságra. Alapvető fontosságú, hogy a megtakarítások milyen hányadban finanszírozzák a környezetet terhelő iparágakat illetve projekteket, vagy éppen ellenkezőleg, azokat a beruházásokat, melyek a természeti környezet megóvását biztosító működést tennék lehetővé. Ebből a szempontból a pénzügyi intézmények kulcstényezők lehetnek a környezeti fenntarthatóság megteremtésében.

Az ENSZ főtitkára, Ban-Kimoon éppen ezért több alkalommal felhívta a hitelintézeteket<sup>1</sup> illetve az intézményi befektetőket a szükséges átállás finanszírozására (EURACTIVE 2016), és világszerte számos kormányzati program született a bankok ösztönzésére a környezeti fenntarthatóság megteremtésében. Az ENSZ Kereskedelmi és Fejlesztési Konferenciájának jelentésében publikált becslések szerint az ENSZ által meghatározott fenntartható fejlődési célok eléréséhez (mely tehát a környezeti fenntarthatóságnál egy tágabb célrendszer) éves szinten körülbelül 5-7000 milliárd dolláros beruházásra lenne szükség, például a tiszta energiára való átállás vagy éppen az ivóvíz-kincs megőrzése érdekében (UNCTAD, 2014). Ehhez az állami finanszírozás fontos, de önmagában elégtelen. A privát forrásokban ellenben óriási potenciál van, hiszen a globális bankrendszer önmagában körülbelül 140 000 milliárd dollárnyi eszközt tart. A magánszektor ma azonban relatíve szerény mértékben járul hozzá a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos szektorokba való beruházásokhoz (UNEP FI 2015). Ha az előbb említett hatalmas globális megtakarítás-állomány csak néhány százaléka a fenntarthatóságot szolgáló beruházásokra csatornázná át, már igen jelentős hatást válthatna ki.

Eközben az a felismerés is erősödik, hogy a környezeti problémák egyre jelentősebb pénzügyi veszteségek forrásai is lehetnek. Valójában ugyanis egy komplex kölcsönhatásról beszélhetünk: mivel a pénzügyi közvetítőrendszer nagymértékben formálja a reálgazdaságot és ezen keresztül a környezetet, a környezet is nagymértékben „visszahat” a pénzügyi intézményekre. E kapcsolatáról azonban – a szerző ismeretei szerint - Magyarországon eddig a téma fontosságához mérten kevés elemzés készült. A hazai szakirodalomban elsőként említendő KUTI MÓNIKA

<sup>1</sup> A tanulmány a hitelintézetekre az egyszerűség kedvéért felváltva használja „bank” és a „hitelintézet” kifejezéseket, e téren eltérve a magyar jog szerinti pontos kategorizálástól.

(2014) kifejezetten a fenntarthatóság és a pénzügyek kapcsolatával foglalkozó tanulmánya, mely bemutatta, hogy a pénzügyi szektoron belül a fenntarthatóság kérdésköre jelentős teret nyert, a teljesítményméréssel kapcsolatban azonban még sok kihívás maradt. PINTÉR ÉVA és DEUTSCH NIKOLETT (2012) tanulmánya a zöld bankolás külföldi felfutását illetve a környezettudatos banki működéssel kapcsolatos nemzetközi irányelveket ismertette. A fentiek mellett természetesen a vállalati társadalmi felelősségvállalásnak (CSR) Magyarországon már kiterjedt szakirodalmi van, amelyen belül a banki illetve egyéb pénzügyi intézmények CSR tevékenységéről valamint az etikus bankok, etikus pénzügyi intézmények témájában is több értekezés említhető (például GYÓRI (2011); LENTNER (2011); BÁNFI (2013) valamint LENTNER et. al. (2015).) E tanulmányok azonban elsősorban a felelős pénzügyi intézményekkel, mint egyfajta speciális piaci szereplőkkel foglalkoztak, és nem a normál, profitmaximalizáló banki működés és a természeti környezet kapcsolatát vizsgálták.

Jelen tanulmány célja éppen ezért egyrészt a téma jelentőségének valamint a legfőbb nemzetközi fejlemények bemutatása, másrészt egy rövid magyarországi helyzetjelentés készítése, melyre a későbbiekben további hazai kutatások építhetők. Az írás a pénzügyi szervezetek közül a hitelintézetekre fókuszál, mivel a magyar pénzügyi közvetítőrendszerben messze e szereplők töltik be a legfontosabb szerepet. (Megjegyzendő továbbá, hogy a biztosítók és a természeti környezet közötti kapcsolat tudományos feltárása egyébként is már lényegesen előrehaladottabb.) A tanulmány először „mikroszinten”, a banküzem szempontjából felvázolja a környezet és a hitelintézeti működés kapcsolatát, majd kitér azokra a jelenlegi trendekre, jelenségekre, melyek felértékelik a környezet jelentőségét a banki kockázatkezelés szempontjából. Végül pedig a tanulmány a magyar bankok fenntarthatósági jelentéseinek elemzésével kiemeli a lehetséges további kutatási irányokat.

## **Anyag és módszertan**

A tanulmány alapvetően kvalitatív kutatási módszerre, dokumentumelemzésre épül. Ennek során a hazai kereskedelmi bankok közül a legjelentősebb (ezermilliárd forintnál nagyobb mérlegfőösszegű) nyolc intézmény honlapját, fenntarthatósággal foglalkozó szabályzatait és különösen fenntarthatósági vagy társadalmi felelősségvállalási jelentései kerültek áttekintésre. A legfontosabb ismérvek egy közös adatbázisba kerültek, melyek kivonatát a tanulmány táblázatai tartalmazzák.

## **A környezetből eredő kockázat és a bankok**

A bankok és a természeti környezet kapcsolatának megértésének kulcsa, hogy a hitelintézetek működése szempontjából a környezet elsősorban maga is kockázatok forrása. A bankok tevékenységük során többféle környezeti eredetű kockázattal szembesülnek, melyek egymástól eltérő módon hatnak eredményükre, mérlegükre, illetve eltérő módon kezelhetők. E kockázatok többféleképpen kategorizálhatók, mely között az a legfontosabb logikai választóvonal, hogy az adott kockázat közvetlenül a bankot magát éri vagy pedig a bank hitelfelvevőit, befektetéseit (JEUCKEN 2001; ELSAKIT – WORTHINGTON 2013).

### ***Közvetlen környezeti kockázatok***

#### A hitelintézetek saját környezeti kockázata

A bankok saját környezeti kockázata jellegében nem tér el egy egyéb (termelő vagy szolgáltató) vállalat ugyanezen kockázatától. A környezetvédelmi előírások megsértése bírságokkal, illetve magas költségekkel járó hatósági kötelezésekkel járhat. Ilyen értelemben tehát a saját

környezeti kockázat a működési kockázatok része. Fontos azonban látni, hogy a hitelintézetek sajátos vállalatoknak számítanak: bár a magas tőkeáttétel miatt egy kisbank is nagyvállalatnak tekinthető mérlegfőösszege alapján, a banki tevékenység jellemzően immateriális jellege miatt azonban – összevetve a hasonló méretű termelő vállalatokkal - közvetlenül csak relatíve csekély mértékben hatnak a környezetre. Elsősorban a fizikai fiókhálózat energiaszükséglete, a közlekedéshez kapcsolódó ÜHG-kibocsátás illetve a papírfelhasználás terheli a környezetet, miközben a fizikai eszközökkel végzett tevékenység minimális mértéke miatt a jogszabályba ütköző környezetszennyezés és így a környezeti bírságok esélye igen alacsony.

#### A hitelezésből eredő közvetlen környezeti kockázat

Szintén közvetlen kockázat fakad abból, hogy - a jogi környezettől függően - a bankokat mint hitelezőket felelőssé tehetik a finanszírozott ingatlan (vagy az ingatlanon lévő létesítmény) környezeti rehabilitációjáért, a fedezet vagy projekt által okozott környezeti károkért. Tipikusan sor kerülhet erre például a fedezet érvényesítése után, vagy pedig ha az adós ellen indított fizetéseképtelenségi eljárásban a hitelező bank árnyékvezetőnek minősül. Ez a kártérítési kötelezettség az eredeti hitelnél lényegesen nagyobb összegű – annak akár sokszorosa is - lehet. A legtöbb fejlett országban főszabályként mentesítették a bankokat az ilyen jellegű jogi felelősség alól, de ennek ellenére olykor születnek a banki felelősséget megállapító bírósági ítéletek (FEDERAL RESERVE BANK 2015).

Az egyik legtöbbet idézett történelmi példa a Maryland Bank and Trust (MBT) 1986-os esete, amikor egy általa hitelezett hulladékkezelő vállalat nem teljesítése után a jelzáloghitel-fedezetként szolgáló ingatlan hozzákerült. A bíróság az MBT-re hárította az ingatlan szennyező anyagoktól való megtisztításának terhét (LABATT, S. – WHITE R. 2002).

#### ***Közvetett környezeti kockázatok***

##### A környezeti eredetű hitelkockázat

E kockázat akkor materializálódhat, ha a hitelfelvevő vállalat tevékenysége megterhelheti a környezetet, ami rontja az adós cég jövedelmezőségét. Ez utóbbi több „csatornán” is bekövetkezhet, például az esetleges környezetvédelmi bírságok vagy éppen a környezetvédelmi szabályozásnak való megfelelés emelkedett költségei miatt, vagy akár a negatív reputáció következtében, mely szélsőséges esetben fogyasztói bojkottokat is eredményezhet. Az adós jövedelmezőségének romlása viszont növeli a hitel vissza nem fizetésének kockázatát. Ugyanebbe a körbe tartozik a hitelkockázati fedezet esetleges elértéktelenedésének kockázata valamilyen környezeti szennyeződés miatt, mely kockázati tényező explicite szerepel is a bázeli bankszabályozási szövegekben.

A közvetett kockázatból eredő történelmi példának tekinthető a Magyarországon a MAL Zrt. esete is: a céget a 2010 év végi mérlegadatok alapján négy bank hitelezte, a cég 1,1 milliárd forint hosszú lejáratú hitellel, valamint 9,9 milliárd forint rövid lejáratú hitellel rendelkezett. A környezetvédelmi hatóság a társaságot összesen 137 milliárd forint bírsággal sújtotta, de a bíróság új eljárást rendelt el, mely még nem zárult le (*Index 2016*). Az érintett bankok a vörösiszap-katasztrófa miatt bekövetkezett fizetéseképtelenség miatt követelésüket a felszámolási eljárásban próbálták érvényesíteni - a megtérülésről nem érhető el publikus adat.

Piaci kockázat

A bankok által tartott árupiaci eszközök (jellemzően elsősorban az agrárium- illetve energiaszektorbeli befektetések, opciók, határidős ügyletek, indexek vagy egyéb származtatott pénzügyi termékek) árfolyama jelentősen megváltozhat a környezeti változások vagy a környezetvédelmi szabályozás hatására. Mivel az árupiacok volatilitása nem újkeletű jelenség, e kockázat mérésére, elemzésére, kezelésére már viszonylag szofisztikált módszerek, modellek és gyakorlatok állnak rendelkezésre.

Reputációs kockázat

Reputációs kockázat származik abból, hogy a finanszírozott ügylet esetleges környezetkárosító hatása a bank társadalmi megítélését is ronthatja. Ez bevételkiesést vagy megemelkedett költségeket (például a marketing terén) okozhat, különösen, ha ügyfelek egy szélesebb köre elfordul tőle.

A reputációs kockázat materializálódására sokat hivatkozott példa a korábban magyarországi leánybankkal is rendelkező Westdeutsche Landesbank (WestLB) ezredfordulós esete egy equadori olajvezeték kiépítésének finanszírozása kapcsán. A vezeték elsősorban a biodiverzitást veszélyeztette, mivel az Andok egy köderdejében, védett madárfajok lakóhelyén épült volna, ráadásul a földrengések miatt az országban korábban is gyakran következett be nagymértékű szivárgás. Az ügyletet világméretű tiltakozás övezte, mely rendkívüli mértékben erodálta a bank reputációját. Ez utóbbi javítása érdekében a WestLB is csatlakozott a nagyösszegű projekthitelek folyósításakor környezeti hatásvizsgálatot vállaló Egyenlítő-elvekhez (*Sustainability Research Institute s.a.*)

A fenti kockázati kategorizálás főbb eltérései és közös elemei az alábbiak szerint összegezhetők (1. táblázat).

1. táblázat: A legfontosabb környezeti eredetű kockázatok áttekintése

	A kockázat eredete	Példák a kockázatkezelési eszközökre
<b>Saját környezeti kockázat</b>	A bank saját működése (például ingatlanok energiafogyasztása, papírfelhasználás, hulladéktermelés)	Energiahatékonyság fejlesztése, digitalizáció, alkalmazottak képzése
<b>Hitelezésből eredő közvetlen kockázat</b>	A bankra hárulhat a finanszírozott ügylethez kapcsolódó, jellemzően környezetvédelmi kötelezettség	Jogi elemzés, alapos környezeti átvilágítás hiteldöntés előtt; kovenánsok kikötése; monitorozás a hitel élettartama alatt
<b>Környezeti eredetű hitelkockázat</b>	Az ügyfél törlesztési képessége romolhat a környezeti kockázatok materializálódása vagy a környezetvédelmi szabályozás miatt	Alapos környezeti átvilágítás hiteldöntés előtt; kovenánsok kikötése; monitorozás a hitel élettartama alatt
<b>Piaci kockázat</b>	Árupiaci eszközök illetve egyéb, környezetnek kitett pénzügyi eszközök árfolyamának emelkedett volatilitása	A hagyományos piaci kockázatkezelési módszerek bővítése erősebb ökoszisztémális illetve környezetvédelmi fókusszal
<b>Reputációs kockázat</b>	A bank általános társadalmi megítélése romlik a tevékenységéhez kapcsolódó környezeti problémák miatt	Környezetileg felelős hitelezési politika, CSR tevékenység

Forrás: JEUCKEN 2001 és ELSAKIT – WORTHINGTON 2013 alapján a szerző saját összeállítása

## **A környezeti kockázat felértékelődése**

A környezeti kockázat a jövőben több tényező miatt jelentősen felértékelődhet a banki működésben. E tényezők egy része környezeti, másik része pedig magára a környezeti problémára adott szabályozói válaszból ered.

### ***Klímaváltozás és egyéb ökoszisztémabeli változások***

Az első és legfontosabb tényező magának a természeti környezetnek a megváltozása. Az a fejlemény, hogy az emberiség a környezet megterhelésében - a bevezető fejezetben már említettek szerint - több tekintetben a fenntarthatóság határára vagy azon túl jutott, különböző, nagy hatású és sok esetben nehezen előjelezhető illetve kalkulálható, olykor extrém jelenséget eredményez, melyek visszahatnak a realgazdaságra.

Ilyen jelenség elsősorban a klímaváltozás, mely számos szektort érint a mezőgazdaságtól kezdve (ahol a termelést az ismétlődő és elhúzódó aszályok, hóhullámok, tüzek valamint árvizek sújtják) az ipari termelésig (ahol az extrém időjárás miatt infrastrukturális illetve termelőeszközökben bekövetkező károkkal kell számolni). Sőt - például a lakosság egészségi helyzetének megromlásán keresztül - a munkaerő termelékenységére általánosságban is negatívan hathat. A Standard & Poor's (S&P) hitelminősítő szerint a klímaváltozás a társadalmak előregedése mellett századunk másik megatrendje, mely nemcsak egy-egy vállalatra, de az egyes országok fizetőképességére is kihat majd. Elemzésük szerint elsősorban a legszegényebb és legrosszabb hitelminősítésű államokat fogja sújtani, mivel jellemzően ezek vannak leginkább ráutalva az agrártermelésre, illetve a felmerülő adaptációs költségekhez viszonyítva e nemzeteknek a legkorlátozottabbak a pénzügyi lehetőségeik (STANDARD & POOR'S 2014).

Valójában a klímaváltozás nem az első (és vélhetően nem is utolsó) ilyen nagyhatású környezeti eredetű jelenség. A gazdaságtörténet számos korábbi epizódja mutatja, hogy a környezeti problémák egy-egy bank teljes működését ellehetetleníthetik, sőt akár a pénzügyi közvetítőrendszer egészének stabilitását is veszélyeztethetik. Példa erre az USA-ban az 1800-as évek végétől az 1930-as évekig tartó periódus, amikor a fenntarthatatlan mezőgazdasági művelés kimerítette a talajt, ami hozzájárult a korszak recessziós periódusaihoz és jelentős banki veszteségek képződéséhez. A pénzügyi rendszeren belüli problémák pedig fertőzőszerűen terjedtek, egészen egy bankválsággá kiteljesedve. A 2000-es éveket megelőző és azt követő évek hurrikánjai, vulkánkitörései, földrengései szintén nagymértékű veszteségeket okoztak nemcsak a biztosítóknak, de számos bank mérlegében is (UNEP FI - CISL 2015).

A figyelem ezért egyre inkább a lehetséges jövőbeni hasonló válságesemények vizsgálata felé fordul. A Lloyd's bank közelmúltban publikált, nagy visszhangot keltő szenárióelemzése például bemutatta, hogy csupán három katasztrofális időjárási esemény felboríthatja a világ élelmiszertermelését, ami az ezzel járó politikai instabilitással együtt az európai illetve az USA-beli tőzsdéken forgó részvények értékének tíz illetve öt százalékának elvesztésével járna (LLOYD'S BANK 2015).

### ***Szigorodó vállalati környezetvédelmi szabályozás***

A környezeti fenntarthatósági problémákból fakadó kockázatok komplexitását növeli, hogy rövidtávon a környezet túlzott terhelését leküzdeni hivatott – és önmagában társadalmi



szempontból pozitív – közpolitikai intézkedések is veszteségek forrásai lehetnek. Mikroszinten, elsősorban a hitelfelvevő vállalatokat érintő – és ezen keresztül közvetett hitelkockázatot növelő – ilyen fejlemény, hogy a környezeti problémák súlyosbodása miatt világszerte szigorodik a környezetvédelmi szabályozás. Az Európai Unió tagállamaiban például 2010-re kellett életbe léptetni az új környezeti felelősségről szóló (2004/35/EK) irányelvet. (Rendelkezéseit Magyarország 2007-ben ültette át.) Az új szabályozás a „szennyező fizet” elvének érvényesítését szolgálja a környezetkárosítóra hárítva nemcsak a helyreállítási költségeit, de a környezetkárosodást megelőző, például a kárveszély felmérésének költségeit is. Az irányelv emellett a korábbinál lényegesen tágabban definiálja, hogy mi minősül környezetszennyezésnek - többek között bevezette a biológiai sokféleségben bekövetkező kár miatti felelősség intézményét, illetve a genetikailag módosított organizmusok által okozott kár fogalmát. A szennyezőre megállapítható kötelezettségnek az irányelv nem szabott felső határt, azaz az elvileg korlátlan.

A szigorodó szabályozási környezet egy másik, kiemelendő eleme lehet a hitelezői felelősség (lender liability) intézményének kiterjedtebb alkalmazása, mely viszont a banki közvetlen környezeti kockázatot növeli. A témáról széles körben – köztük az ENSZ Környezetvédelmi Programjának égisze alatt is - zajlik diszkusszió, egyes országok azonban már konkrét szabályozói lépéseket is tettek. Brazíliában például 2009-ben a legfelsőbb bíróság úgy határozott, hogy a hitelezők környezeti felelőssége az adósok által okozott környezeti károkért potenciálisan korlátlan. Kína is felülvizsgálja erre vonatkozó szabályozását, és nagyobb felelősséget kíván a hitelezőkre tenni, hogy azok alaposabb elemzéseket végezzenek a hitelezés előtt. (SAMPAIO, R.S. et.al. s.a.).

Szintén a szigorodó környezetvédelmi sztenderdekből, azon belül a klímaváltozás elleni nemzeti programokból fakadó – azonban már makroszintű - kihívás az úgynevezett meg nem térülő fosszilis készletek (stranded assets) problémája. Annak érdekében ugyanis, hogy a nemzetközi konszenzusnak megfelelően 2 celsius fok alatt maradjon a globális hőmérséklet-emelkedés, széles körben strukturális változtatásokra van szükség: csökkenteni kell a fosszilis energiahordozókra való gazdasági ráutaltságot. Emiatt nagy mennyiségű fosszilis energiahordozót kell kitermeletlenül hagyni, valamint számos energiafogyasztó eszközt kell használaton kívül helyezni. Ezek miatt eszköz egy széles köre "beragad", azaz a befektetett költségük nem térülhet meg, ami a befektetőknek veszteségeket okoz majd.

A potenciális veszteségekkel kapcsolatban jelenleg csak közelítő becslések vannak. A Nemzetközi Energia Ügynökség például 304 milliárd dollárra becsülte az érintett eszközök értékét, míg a Climate Policy Initiative intézet több mint 1000 milliárd dollárra (OECD 2015). Értelemszerűen a kapcsolódó veszteségek csak akkor realizálódnak, ha a gazdasági átállás ténylegesen megtörténik. Amennyiben azonban az átállás nem valósulna meg, akkor a klímaváltozás negatív hatásaival kellene fokozottan szembesülni.

### ***Átalakuló fogyasztói szokások***

További globális trend, hogy erősödik a lakosság környezeti tudatossága, ami a környezetbarát cégek vagy termékek felé tereli a keresletet – sőt például az Európai Unióban deklarált közpolitikai cél is a fogyasztók környezettudatosabb döntéseinek ösztönzése (EURÓPAI BIZOTTSÁG 2012). Az intézményi befektetők esetében is van hasonló trend, egyrészt a CSR keretében általánosan, másrészt kifejezetten a klímaváltozás miatt az úgynevezett *divestment* tevékenység is megindult. A *divestment* mint egyfajta mozgalom keretében számos intézményi befektető, alapítvány, vállalat ugyanis már deklarálta szándékát, hogy szisztematikusan leépítik

meglévő fosszilis befektetéseiket. Ez a szénhidrogén alapú energiahordozókra építő vállalatok részvényeinek illetve kötvényeinek árára nyomást gyakorolhat, növelve az elvárt hozamokat.

Az ily módon átalakuló befektetői szokások ugyan az egyes iparágak átrendeződését inkább fokozatosan eredményezhetik, ám előfordulhatnak sokszerű, széleskörű fogyasztói reakciók is (például egy-egy leleplezés vagy környezeti hatásokat feltáró tudományos kutatás eredményeképpen), ami a keresleten keresztül a vállalati hitelkockázatot növeli. Természetesen a fogyasztói szokások átalakulása a betételhelyezési preferenciákat is megváltoztathatja, amennyiben egyes bankok magukat versenytársaiknál környezettudatosabbnak képesek pozícionálni.

### ***A rendszerszintűvé váló környezeti kockázat***

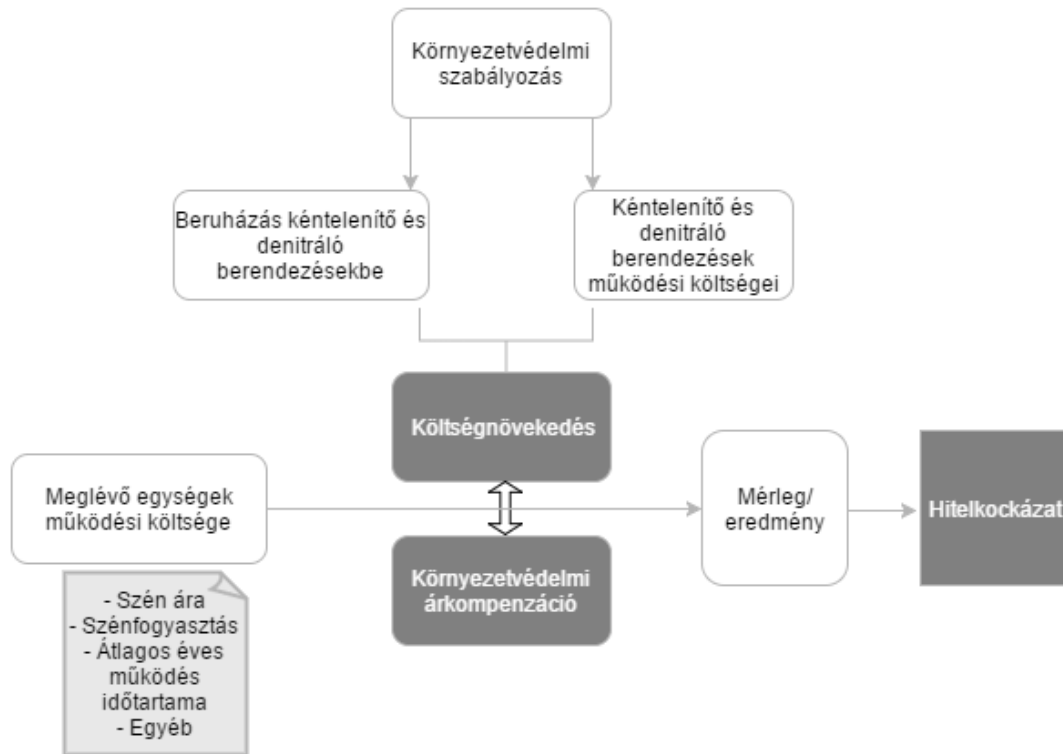
Az előbbieknél kapcsán egyre inkább környezeti eredetű rendszerkockázatokról beszélhetünk, ami immár a felügyeleti hatóságok „radarjára” is felkerült. Amellett, hogy számos mikroprudenciális hatóság fordít nagyobb figyelmet arra, hogy a bankok kellő alaposággal kezelik-e a környezeti eredetű kockázatokat, Schoenmaker at. al. (2015) azt javasolta, hogy a pénzügyi rendszer egészének stabilitására irányuló makroprudenciális politika fókuszát is indokolt lenne bővíteni, hogy az ökológiai eredetű egyensúlytalanságokat is vegye figyelembe.

Az Európai Rendszerkockázati Tanács tudományos tanácsadó testületének klímaváltozással kapcsolatban 2016 februárjában publikált tanulmánya az első ilyen vizsgálatnak tekinthető.

Az elemzés kétféle scenáriót tekintett át. A kedvező forgatókönyv fokozatos átállással számol az alacsony széndioxid-kibocsátású (low-carbon) gazdaságra, mely esetben a "fosszilis eszközök" átázódása nem vált ki rendszerkockázatot. A negatív forgatókönyvben az átállás későn és gyorsan valósul meg, ami lényegesen nagyobb veszteségekkel jár, ami három csatornán erősítheti a pénzügyi rendszerkockázatot: egyrészt az energiahasználat hirtelen változásából fakadó makroökonómiai hatásokon, másrészt a fosszilis eszközök átértékelődésén, harmadrészt pedig a természeti katasztrófák gyakoriságának növekedésén keresztül. Ennek pénzügyi közvetítőrendszerre gyakorolt hatását a jelenlegi adatok alapján azonban még nem lehet számszerűsíteni (EURÓPAI RENDSZERKOCKÁZATI TANÁCS, 2016).

### **Egy megújult banki megközelítés igénye**

A hitelintézetek oldalán a környezeti eredetű kockázatok növekedése egyrészt a kockázatkezelés fejlesztését, másrészt az üzletpolitika igazítását teheti szükségessé, tekintettel arra, hogy a környezeti kockázat egyre jobban hathat jövedelmezőségükre. A bankoknak várhatóan alaposabban kell az egyedi ügyletekkel kapcsolatos környezeti elemzést elvégezniük, illetve sokkal mélyebben kell feltárniuk - például speciális stressz tesztekben - hogy a természeti környezet illetve az azzal kapcsolatos környezetvédelmi szabályozás hogyan hat akár teljes ágazatokra illetve a banki portfóliók egészére. Az egyik első úttörő e tekintetben a kínai Industrial and Commercial Bank of China (ICBC), mely 2016 tavaszán publikálta környezeti kockázattal kapcsolatos stressz tesztjeit bemutató tanulmányát. A megközelítés logikáját jól jellemzi a hőerőművekre vonatkozó stressz teszt példája (1. ábra), melyhez hasonló modellt építhető bármilyen más környezeti szenszitiv iparágban vagy szegmensben.



1. ábra: A környezetvédelmi szabályozás, mint sokk transzmissziós mechanizmusa az ICBC hőerőművekre vonatkozó stressz tesztjében

Forrás: ICBC, 2016

A környezeti kockázatok kezelésével a bankok elsősorban saját pénzügyi veszteségeiket igyekeznek mérsékelni. Értelemszerűen, ha e kockázatkezelési tevékenység csupán arra irányul, hogy minimalizálja a közvetlen környezeti kockázatokat (azaz például hogy egy esetleges környezetszennyezés miatt ne a hitelezőt terhelje felelősség), az a környezet szempontjából nem jár valódi előnnyel. Ugyanakkor, ha a közvetett környezeti kockázatokra tekintettel például egyes – a környezetet jobban terhelő – vállalatok hiteligényléseit a bankok elutasítják vagy magasabb kockázati felárral fogadják be, vagy olyan kovenánsokat kötnek ki, melyek végül ténylegesen környezetbarátabb működésre sarkallják a hitelfelvevőket, az ténylegesen segíti a környezeti fenntarthatóságot. (Természetesen egy bank mint felelős vállalat ennél lényegesebben többet is tehet a környezetéért, ugyanakkor a legfontosabb kérdés mindig az, hogy a társadalmilag „nem felelős” többség esetében mi valósulhat meg.)

E megközelítésben az állam legfőbb szerepe az lehet, hogy a környezeti szabályozást megfelelő szigorúság mellett kiszámíthatóvá, „árazhatóvá” tegye, másrészt biztosítsa a vállalatok környezetterheléséről rendelkezésre álló adatok elérhetőségét valamint megbízhatóságát. Ez utóbbi terén már vannak ígéretes kezdeményezések, a már említett 2014/95/EU EU-irányelv mellett Franciaországban például hamarosan kötelező lesz a nagy cégek fosszilis adatainak nyilvánosságra hozatala, és globálisan a Pénzügyi Stabilitási Tanács is megkezdte egy klímaváltozással kapcsolatos nyilvánosságra hozatali szabályozás előkészítését (FINANCIAL STABILITY BOARD 2015). Az elképzelések szerint a piaci szereplők bevonásával egy olyan sztenderd alakulhatna ki, mely egységesen lehetővé tenné a bankoknak, biztosítóknak és egyéb pénzügyi intézményeknek, hogy ügyfeleik klímaváltozással kapcsolatos kockázatait elemezhesék, minősíthessék, kalkulálhassák.

Természetesen a környezeti fenntarthatóság megteremtéséhez önmagában elégtelen lesz a környezeti kockázat pénzügyi kockázatként való felfogása és ekként való prudens kezelése. Éppen ezért megmarad a vállalati CSR fontossága illetve az olyan önkéntes kezdeményezéseké, mint például az Egyenlítő-elvek valamint szükség van az önként vállalt etikus banki modellre. Főként pedig nem nélkülözhető a fenntarthatóságot szolgáló beruházások állami ösztönzése sem, például adókedvezménnyel vagy fejlesztési banki refinanszírozással, hiszen végső soron egy piaci kudarc kezeléséről van szó.

### **Pillanatkép a magyarországi helyzetről**

Az előbb leírtak a magyarországi kontextusban is értelmezhetők: a környezeti fenntarthatóság terén hazánk is súlyos kihívásokkal szembesül, mely várhatóan egyre inkább hatással lesz a bankok portfóliójára, miközben a hitelintézetek szerepvállalására az átállás finanszírozásában is szükség lehet. A kérdés a mértékekben rejlik, melynek becsléséhez a publikus információk számbavétele az első lépés.

### ***A magyarországi környezeti fenntarthatósági kihívások***

A Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanácsa javaslatára az Országgyűlés 2013-ban fogadta el hazánk hatályos fenntarthatósági keretstratégiáját (*NFFT 2013*). A Keretstratégia - mely a rendelkezésre álló hazai kutatások szintéziseként is felfogható - rámutat, hogy Magyarország természetes ökoszisztéma-szolgáltatásainak mintegy 90%-át már elvesztettük, és számos további trend hat a környezeti fenntarthatóság ellen. Az éghajlatváltozás – bár a világ országainak többségénél kevésbé veszélyezteti a Kárpát-medencét – számos negatív hatással jár hazánkban is. Így különösen kevesebb víz áll majd rendelkezésre öntözésre illetve ivóvízként, romlik a mezőgazdasági termékenység a talaj vízellátottságán keresztül, miközben a talajok túlzott kihasználása, valamint a termőföldek művelés alóli kivonása – azok széndioxid megkötő képességének romlása révén – tovább fokozzák az ÜHG-k légköri koncentrációját. A levegő- és vízszennyezési problémák ma is jelen vannak, de fokozódhatnak is.

Magyarországra is igaz, hogy a környezeti kihívások közül a legtöbbet a klímaváltozás hatásairól tudjuk. Hazánk egy főre jutó ÜHG-kibocsátása Európában viszonylag alacsonynak számít, és mivel a 2015-i párizsi klímacsúcson Magyarország az uniós állásponttal összhangban a rendszerváltáskori, 1990. évi szinthez képest vállalta 2030-ra 40 százalékkal csökkenteni az ÜHG-k kibocsátását, ez - már önmagában a rendszerváltáskori ipari visszaesésből fakadóan is - csekély alkalmazkodási kényszert jelent. Ez azonban csak az emisszióra igaz, ettől függetlenül a klímaváltozásnak itthon is jelentős hatásai vannak.

Ez utóbbiakat az Országgyűlés előtt álló a „Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re” című, H/5054 számú határozattervezet (MAGYARORSZÁG KORMÁNYA 2015) is részletesen ismerteti, és a dokumentum elfogadása után az abban foglaltak immár politikailag is a legmagasabb szinten kerülnek elfogadásra. A Nemzeti Éghajlatvédelmi Stratégia (NÉS) bemutatja az elsősorban a Nemzeti Alkalmazkodási Központ égisze alatt készült, 21. századra vonatkozó prognózisokat, melyek Magyarországra – többek közt - növekvő átlaghőmérsékletet, a szélsőségesebb, hóhullámos napok számának emelkedését, a csapadék évszakos eloszlásának átrendeződését valamint a csapadékkal kapcsolatos szélsőségek gyarapodását mutatják.

Szükség van tehát alkalmazkodásra, mely célra a dokumentum a Hazai Dekarbonizációs Útíttervet (HDÚ) és a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégiát (NAS) vázolja fel. A HDÚ a

klímaváltozáshoz hozzájáruló kibocsátások mérséklésének technológiai és fogyasztói viselkedésben rejlő lehetőségeit mutatja be, törekedve arra, hogy a kibocsátás-csökkentés gazdasági növekedéssel párosulva valósuljon meg. A HDÚ emellett a hosszú távú ágazati tendenciák és az egyes ágazatok lehetséges kibocsátás-csökkentési pályáit is bemutatja, egyúttal az egyes szereplők számára vázolja a hazai dekarbonizáció eszközrendszerét és a lehetséges feladatokat is. A NAS kiindulópontja, hogy a klímaváltozás nem határolható el a társadalom, - gazdaság vagy környezetpolitika témakörétől, és mint ilyen, a fenntarthatóság felé való átmenet szempontrendszerével összhangban kezelendő. A stratégia fő megközelítése a kockázatoknak elébe menő felkészülés.

A NÉS tehát – elfogadása esetén – egy referenciapontként szolgálhat a gazdasági szereplők és így a hitelintézetek számára is a gazdaság átalakulásával kapcsolatban. Az elemzéseket tovább segítheti a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR) adatbázis létrejötte, melyben az éghajlatváltozás várható hatásairól és a sérülékenységről lesznek elérhetők információk a vízgazdálkodás, a biodiverzitás, a területhasználás és az erdészet területén, de a turizmusra, mezőgazdaságra, egészségügyre és más szektorokra vonatkozó adatok is be fognak kerülni.

Előrelépést jelenthet az egyes nagyvállalatok és vállalatcsoportok kötelező nem pénzügyi adatainak közzétételét előíró 2014/95/EU irányelv is, melyet 2014-ben fogadtak el, és 2016 végéig kell legkésőbb átültetni a nemzeti jogszabályokba. Az irányelv által lefedett körbe a legtöbb hitelintézet is beletartozik majd.

A klímaváltozás és egyéb környezeti problémák hazai reálgazdasági hatásai így egyre inkább becsülhetők lesznek, ez pedig megnyithatja az utat a makrogazdasági illetve pénzügyi rendszerre gyakorolt hatások feltárásához is, valamint annak közelítéséhez, hogy a környezeti fenntarthatóság megteremtéséhez mekkora mennyiségű többletberuházásra lenne szükség hazánkban. A szélesebb információs bázis hozzájárulhat majd, hogy mind az ügyfelek, mind a kutatók-elemzők pontosabb információval rendelkezzenek bankjaink környezeti politikájáról, és nem utolsósorban a hitelintézetek környezeti kockázatelemzéseit is nagyban támogathatja.

### ***Amit a magyarországi bankok környezeti politikájáról tudhatunk***

Hitelintézeteink a természeti környezettel kapcsolatos politikájukat, tevékenységüknek környezeti hatásait jellemzően a fenntarthatósági vagy CSR-jelentéseikben vagy azokhoz kapcsolódóan publikálják. A legnagyobb (ezermilliárd forintnál nagyobb mérlegfőösszegű) nyolc hazai kereskedelmi bankból aktuálisnak tekinthető fenntarthatósági jelentés három intézmény, a CIB Csoport, a K&H Csoport és az OTP Csoport publikált. (Az MKB esetében 2011-ről szóló fenntarthatósági jelentés lelhető fel a bank honlapján, az UniCredit Bank esetében pedig az UniCredit Group csoportszintű – és így a magyar leánybankot is lefedő - fenntarthatósági jelentésére való hivatkozást tették közzé a magyarországi intézmény honlapján.) E három jelentés mindegyike a nemzetközileg leginkább bevett fenntarthatósági jelentési szabványnak, a Global Reporting Initiative-nek (GRI) felel meg. (2. táblázat).

#### **2. táblázat: Egyes magyarországi bankok fenntarthatósági jelentéseinek főbb jellemzői**

<b>Intézmény</b>	<b>Jelentés</b>	<b>Auditáltság</b>	<b>Elérhető legutolsó jelentés kiadása</b>
<b>CIB Csoport</b>	Fenntarthatósági jelentés (GRI G4 szerint)	Nem	2014
<b>K&amp;H Csoport</b>	Fenntarthatósági jelentés (GRI G3 szerint)	Nem	2015
<b>OTP Csoport</b>	Felelősségvállalási jelentés, (GRI G4 szerint)	Igen	2015

Forrás: CIB Csoport (2014), K&H Csoport (2014) és OTP Csoport (2014)

A jelentésekkel kapcsolatban az első kérdés, hogy kellő mennyiségű és minőségű információt biztosítanak-e ahhoz, hogy társadalmilag hatékony tőkeallokáció valósuljon meg. Azaz, lehetővé teszik-e a betétes, befektető vagy akár hitelfelvevő számára, hogy megítéljék, mely hitelintézet működése áll leginkább összhangban a környezeti fenntarthatóság követelményeivel. Ez utóbbinak értelemszerűen fontos kritériuma az összehasonlíthatóság.

A nemzetközi jelentéskészítési szabványok legfőbb erénye a sztenderdizáltság. Ennek ellenére az összehasonlíthatóság a három vizsgált jelentésben a környezeti dimenzióban csak korlátozottan valósul meg, és nem is feltétlenül azért, mert a K&H csoport a GRI 3, míg a CIB és az OTP Csoport a GRI 4 szabvány szerint jelent. A GRI mutatószettből ugyanis alig van olyan elem, melyről mindhárom bank szolgáltatna adatot. Az összehasonlíthatóság korlátját jelenti továbbá, a három jelentés közül hogy csak az OTP riportja auditált, ám az is csak korlátozások mellett (3. táblázat).

### 3. táblázat: Egyes banki fenntarthatósági jelentések tartalmi elemei

GRI mutatókód	Mutató leírása	Szolgált-e adatot?		
		CIB	KH	OTP
G4-EC8/G3 EC 9	Jelentős közvetett gazdasági hatások, a hatások mértékét is beleértve	N	N	N
G4-EN1	Felhasznált anyagok mennyisége	I	N	N
G4-EN3	Energiafelhasználás a szervezeten belül	I	I	I
G4-EN6 /G3-EN5	Az energiatakarékosági és az energiahatékonysági intézkedések révén megtakarított energia mennyisége	I	I	N
G4-EN7 / G3-EN6	A megújuló energiaforrások használatára épülő és energia-hatékony termékek és szolgáltatások előállítására irányuló kezdeményezések, valamint az ezek által megtakarított energia	N	I	N
G4-EN15	Közvetlen ÜHG-kibocsátás	N	N	I
G4-EN16	Energiafelhasználásból eredő CO2 kibocsátás	I	I	I
G4-EN19 / GR-EN18	Az ÜHG-k kibocsátásának csökkentését célzó kezdeményezések és az elért kibocsátás-csökkenések	I	I	N
G4-EN23 / G3-EN22	Az összes hulladék mennyisége súlyban, típus és lerakási módszer szerinti bontásban	N	I	N
G4-EN27 / G3-EN26	A termékek és szolgáltatások környezeti hatásainak mérséklését célzó kezdeményezések	I	I	N
G4-EN29	A legjelentősebb büntetések összege, valamint a környezetvédelmi jogszabályok és szabályozások megsértésének száma és ezek nem anyagi következményei	N	N	I
G4-EN30 / G3-EN29	A termékek és más, a szervezet tevékenységéhez kapcsolódó áruk és anyagok, valamint a munkaerő szállításának jelentősebb környezeti hatásai	N	I	N

A környezeti fenntarthatóság és a bankok kapcsolatának feltárása szempontjából másik fontos kérdés, hogy a közzétett adatok kellő mennyiségű, részletességű és megbízhatóságú információt tartalmaznak-e elemzési, kutatási célból. E téren kiemelendő, hogy a hitelintézetek közvetett környezeti hatásáról, a hitelezési vagy befektetési tevékenységről nagyon kevés információ derül ki a dokumentumokból. A GRI 4 sztenderd EC8 részével kapcsolatban („Jelentős közvetett gazdasági hatások, a hatások mértékét is beleértve”) egyik bank sem publikált információkat, azaz éppen a talán legfontosabb információ nem derül ki a jelentésekből. Igaz, a hitelezett vállalatokról rendelkezésre álló adatok szükségessége nem is tenné könnyűvé az externális hatások becslését.

Szintén igen kevés derül ki arról, hogy az intézmények milyen környezeti politikát alkalmaznak a hitelezés során. E téren kivétel valamelyest a K&H Csoport, melynek közzétett irányelvei a fenntartható fejlődés területén mind fizikai, társadalmi és szabályozói környezetére kiterjednek. E dokumentum kitér az intézmény környezeti politikájára, mely szerint az ügyfeleken (hitelfelvevőkön) a hitelezési és biztosítási céllal végzett kockázatelemzések kiterjednek a környezetvédelmi kockázatokra is, többek között azért, mert ezek káros hatással lehetnek az ügyfél tevékenységére, a hitel-visszafizetési képességére, és a felajánlott fedezetre is. Ennek megfelelően – amennyiben van rá lehetőség, és ha szükségesnek látszik -a bank megvizsgálhatja, hogy az adott ügyfél mennyiben felel meg a környezetvédelmi jogszabályoknak, és milyen szinten mutatkozik meg alkalmazottai képzésében a környezetvédelmi kérdések fontosságára való odafigyelés (*K&H Csoport s.a.*). A nyilvános dokumentumokból kiderül továbbá, hogy – az anyabank csoportszintű politikáját követve - az Egyenlítő-elveket követi a CIB, a K&H és az UniCredit is.

Az európai valamint nemzeti jogszabályoknak megfelelően a hazai bankok is nyilvánosságra hozzák kockázatkezelési politikájuk kereteit, főbb elemeit a bázeli sztenderdek harmadik pillére keretében. A jelen tanulmány szerzője által vizsgált bankok e dokumentumaiban a környezeti kockázat explicite, önálló elemként nem jelenik meg sem a hitel-, sem a működési kockázatok között. (Ez természetesen jelenleg nem is kötelező számukra.)

## **Összegzés**

A környezeti fenntarthatósági problémák világszerte felértékelik a környezetből fakadó banki kockázatok jelentőségét. Ez a bankok oldalán a kockázatkezelés fejlesztését, a kutatók illetve a felügyelet oldalán pedig a környezeti dimenzió, annak gazdasággal és pénzügyi rendszerrel való összekapcsolódásának mélyebb megértését igényli. A hitelintézetek továbbá fontos szerepet játszhatnak a környezetileg is fenntartható fejlődésre való átállás finanszírozásában. Magyarország ugyan nem tartozik a klímaváltozás által leginkább veszélyeztetett országok közé, de a környezeti, fenntarthatósági problémák hazánkban is jelentősek. Azonban ma még igen keveset tudunk a magyar környezeti fenntarthatósági átállás finanszírozási igényeiről, illetve a klímaváltozás pénzügyi közvetítőrendszerre gyakorolt hatásairól. A környezeti adatok terén a NATÉR beindulása fontos előrelépést jelent, míg a vállalatok környezetterhelési adatait az uniós előírásoknak köszönhetően széles körben megismerhetjük majd, jelentősen megkönnyítve ezzel a további kutatásokat.

## **Felhasznált források**

BÁNFI, A. (2011): Társadalmilag hasznos befektetések? *Vezetéstudomány*; 2011/67 – 74;

BÁNFI, A. (2014): *Ethical Finances? A Special View of Ethical Banking, Socially Responsible Investments*. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola.

BOARD OF THE MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005): *Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being*. Internetes elérhetőség: [www.millenniumassessment.org](http://www.millenniumassessment.org). Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 18.

CENTER FOR SUSTAINABILITY STUDIES AT GETULIO VARGAS FOUNDATION (2015): *The Brazilian Financial System and the Green Economy: Alignment with Sustainable Development*. Internetes elérhetőség: [web.unep.org/inquiry/publications](http://web.unep.org/inquiry/publications). Utolsó letöltés dátuma: 2016. február 19.

CISL - UNEP FI (2014): *Stability and Sustainability in Banking Reform: Are Environmental*

### Risks Missing in Basel III?

ELSAKIT, M. O. – Worthington, A. C. (2013): Using Environmental and Social Information in Lending Decisions. *International Journal of Economics and Finance*; Vol. 5, No. 1; 2013

ENSZ KÖZGYŰLÉSE (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Az ENSZ Közgyűlésének 2015. szeptember 25-i határozata (A/RES/70/1). Internetes elérhetőség: [www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E). Utolsó letöltés dátuma: 2016. január 30.

EURÓPAI RENDSZERKOCKÁZATI TANÁCS (2016): Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk. Reports of the Advisory Scientific Committee. No 6/February 2016

EURÓPAI BIZOTTSÁG (2012): A European Consumer Agenda - Boosting confidence and growth. COM (2012) 225 final.

EURACTIVE (2016): Ban Ki-moon calls for clean energy investment to be doubled. Internetes elérhetőség: [www.euractiv.com/section/climate-environment/news/ban-ki-moon-calls-for-clean-energy-investment-to-be-doubled/](http://www.euractiv.com/section/climate-environment/news/ban-ki-moon-calls-for-clean-energy-investment-to-be-doubled/) Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 14.

FEDERAL RESERVE BANK (2015): Commercial Bank Examination Manual

FINANCIAL STABILITY BOARD (2015). Proposal for a disclosure task force on climate-related risks.

GYŐRI, ZS. (2011). Ökológiailag orientált vállalkozások. BCE Műhelytanulmány.

ICBC (2016): Impact of Environmental Factors on Credit Risk of Commercial Banks. Internetes elérhetőség: [www.greenfinance.org.cn](http://www.greenfinance.org.cn). Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 25.h

Index.hu (2016): Mindenkit felmentettek a vörösiszap-perben. Internetes elérhetőség: [http://index.hu/belfold/2016/01/28/vorosizsap\\_katasztrofa\\_bunteto\\_itelet\\_a\\_mal\\_zrt\\_embereirol/](http://index.hu/belfold/2016/01/28/vorosizsap_katasztrofa_bunteto_itelet_a_mal_zrt_embereirol/). Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 24.

JEUCKEN, M. (2001): Sustainable Finance and Banking. The Financial Sector and the Future of the Planet. Earthscan Publications Ltd, London.

K&H CSOPORT (s.a.): Fenntarthatósági irányelvek. Internetes elérhetőség: [www.kh.hu](http://www.kh.hu) Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 5.

KUTI, M. (2014). A fenntarthatóság és a pénzügyek integrálhatóságának kihívásai. *Hitelintézeti szemle*, 2014. (13. évf.) 2. sz. 164-173. old.

LABATT, S. - WHITE R. (2002): *Environmental Finance*. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey

LENTNER Cs. (2011): A pénzügyi intézetek társadalmi felelősségvállalásának új dimenziói és a könyvvizsgálat szerepe. *Számvitel – adó – Könyvvizsgálat*. 2011/6. szám, 280–283. oldal

LENTNER et al. (2015): Társadalmi felelősségvállalás a bankszektorban. *Pénzügyi Szemle* 2015/1., 96-104

LLOYD'S BANK (2015): Food System Shock - The insurance impacts of acute disruption to global food supply. Internetes elérhetőség: [lloyds.com](http://lloyds.com). Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 24.

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA (2015): H/5054. számú országgyűlési határozati javaslat a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról 2014-2025-re, kitekintéssel 2050-re.

NFTT (2013): Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia. Internetes elérhetőség:



www.nfft.hu. Utolsó letöltés dátuma: 2016. február 3.

OECD (2015): Divestment and Stranded Assets in the Low-carbon Transition. Background paper for the 32nd Round Table on Sustainable Development, 28 October 2015, OECD Headquarters, Paris

PINTÉR, É. – DEUTSCH, N. (2012): A fenntartható fejlődés elvei és azok érvényre jutása a banki gyakorlatban II. rész. Vezetéstudomány 43 (1). pp. 57-63. ISSN 0133-0179

SAMPAIO, R.S. et.al. (s.a.). Lender's and Investor's Environmental Liability: How Much is Too Much? UNEP Inquiry Working Paper. UNEP Inquiry/FGV. <http://unepinquiry.org/publication/lenders-and-investors-environmental-liability-how-much-is-too-much/>

SCHOENMAKER et. al. (2015). What role for financial supervisors in addressing systemic environmental risks? DSF Policy Paper, No 50

STANDARD & POOR'S (2014): Climate Change Is A Global Mega-Trend For Sovereign Risk.

STEFFEN AZ AL (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing plane. Science, 2015. február 13; Vol. 347, Issue 6223, DOI: 10.1126/science.1259855

SUSTAINABILITY RESEARCH INSTITUTE (s.a.) Environmental Aspects in Bank Lending Decisions. Sustainable Development. Atkinson GDSNE (Ed.). Edward Elgar Publishing Ltd.

UNEP FI (2015): Inquiry Global Report: The Financial System We Need. Internetes elérhetőség: [ww.unepinquiry.org](http://ww.unepinquiry.org). Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 24.

UNEP FI - CISL (2015): Banking & Sustainability Time for Convergence. A Policy Briefing on the links between Financial Stability and Environmental Sustainability

UNICREDIT GROUP (2015): 2014 Integrated Report - Supplement. Internetes elérhetőség: [www.unicreditgroup.eu](http://www.unicreditgroup.eu) Utolsó letöltés dátuma: 2016. március 20.

UNCTAD (2014). World Investment Report 2014. Investing in SDGs.

## Szerző

**Gyura Gábor**

PhD hallgató

Pécsi Tudományegyetem TTK

[gyurag@gamma.ttk.pte.hu](mailto:gyurag@gamma.ttk.pte.hu)

főosztályvezető, Magyar Nemzeti Bank ([gyurag@mnbb.hu](mailto:gyurag@mnbb.hu))<sup>2</sup>,

---

<sup>2</sup> A tanulmányban leírtak a szerző személyes véleményét képezik, és nem feltétlenül egyeznek meg az MNB hivatalos álláspontjával.



**ECONOMICALLY SUSTAINABLE ORGANIC WINE PRODUCTION  
AND ECOLOGICAL WINE TOURISM CAN ENSURE THE  
CONSERVATION OF VALUABLE VITICULTURAL LANDSCAPES  
AND THEIR CULTURAL HERITAGE**

**A gazdaságilag fenntartható biobor-termelés és ökológiai borturizmus biztosíthatja az értékes szőlőtermő kulturtájak és azok kulturális örökségének megőrzését**

**NÉMETHY, Sándor – LAGERQVIST, Bosse – WALAS, Bartłomiej**

---

**Abstract**

The high-quality, additive-free wines, thriving vineyard landscapes and the cultural heritage of wine regions with substantial organic production constitute the main resource for many destinations of wine tourism. Tourists are increasingly interested in visiting unspoiled viticultural locations and consuming healthy wines, which encourage vintners to apply ecologically sustainable practices and expand their business with touristic facilities. As the environmental knowledge of wine-consumers increases, their changing attitudes influence the producers' perceptions of the environmental policies, product structures, branding and marketing strategies of vintners. Sustainable consumption is based on a number of decision-making processes regarding the social responsibility of consumers. One possible opportunity of incorporating environmental responsibility in planning wine consumption and tourism is targeted marketing towards consumers interested in protecting the environment and reducing the ecological footprint. Organic viticulture seeks to create robust and healthy soils and vines through proactive vineyard management in order to foster resilience, biodiversity and balance in the healthy

agro-ecosystems of vineyards, even accepting lower yields. We propose a holistic concept, which comprises organic production, cultural heritage, educative tourism, development of complex product structures and special marketing strategies for the viability of organic wine production.

**Key words:** wine tourism, organic viticulture, sustainability, organic wine, brand equity, cellar door strategies, product involvement, product development, wine marketing.

**JEL codes:** Q01, Q13, Q57

**Összefoglalás**

A magas minőségű, adalékanyag-mentesborok, viruló szőlőtermő tájak és a borrégiók kulturális öröksége továbbá az egyre jelentősebb biotermelés alkotják a borturizmus legjelentősebb erőforrásait. A turisták egyre inkább érdeklődnek a romlatlan szőlőtermő tájak meglátogatása és az egészséges borok fogyasztása iránt, ami arra serkenti a termelőket, hogy egyre nagyobb mértékben térjenek át az ökológiai gazdálkodásra és kibővítsék gazdaságukat turisztikai szolgáltatásokkal is. A borfogyasztó közönség környezettudatosságának növekedése befolyásolja a termelők környezetpolitikához való

viszonyát, a termékszerkezetet, a márkanevek kialakítását és a marketing stratégiák fejlesztését. A fenntartható fogyasztás számos, a fogyasztók szociális felelősségével kapcsolatos határozat-formáló folyamaton nyugszik. Egy lehetőség a környezeti felelősségvállalás beépítése a borfogyasztás és turizmus tervezésébe a célesoport irányos marketing azon fogyasztók felé, akiket komolyan foglalkoztat a környezetvédelem és az ökológiai lábnyom csökkentése. Az ökológiai (bio)szőlőtermesztés erős és egészséges talajokat és szőlőnövényeket hoz létre a proaktív menedzsment révén azért, hogy fenntartsa a szőlőültetvények

egészséges agro-ökoszisztémáinak rugalmasságát, alkalmazkodóképességét, biodiverzitását és egyensúlyát még akkor is, ha a terméshozam mennyisége alacsonyabb lesz. Mi egy holisztikus koncepciót javasolunk, amely magában foglalja a biogazdálkodást, a kulturális örökség ápolását, az oktató célú turizmust, komplex termékszerkezet kialakítását és speciális marketing stratégiákat annak érdekében, hogy növeljük az ökológiai bortermelés életképességét.

**Kulcsszavak:** borturizmus, ökológiai szőlőtermesztés, fenntarthatóság, organikus bor, márkaminőség, nyitott pincék-stratégia, termékfejlesztés, bormarketing.

---

## Organic viticulture

The continuously increasing environmental awareness of farmers and consumers caused that organic farming became widely popular in all areas of agriculture, including the field of viticulture. The use of chemicals in organic farming is strictly controlled by law. Almost none of the chemicals used in traditional agriculture are permitted in organic farming except for some organic fertilizers and non-synthetic pesticides while in conventional farming manufactured inorganic fertilizers and chemical/synthetic pesticides are frequently used. Although the organic grower intends to grow a healthy vine, which is able to withstand pests and feed itself naturally, the issues of sheltering the vine from anything that might harm it are not neglected. This means developing hardy, disease resistant, quality wine grape varieties and balanced vineyard-ecosystems by using biological defence against pests and diseases and maintaining healthy soils and biodiversity. By definition, "Organic farming is an ecological production management system that promotes and enhances biodiversity, biological cycles, and soil biological activity. It is based on minimal use of off-farm inputs and on management practices that restore, maintain and enhance ecological harmony." It is important to keep in mind, that there are significant differences between the terms "sustainable" and "organic," and they should not be confused or used interchangeably.

Soils of good quality are prerequisites for organic viticulture. The aim of organic soil management (Figure 1) is to enhance the biological functions of soils by improving their physical, chemical, and biological properties, including water circulation and aeration, availability of nutrients, and soil-biodiversity (REEVE et. al. 2005). The physical and chemical variables, which determine soil quality, include soil bulk density, pH, nutrient availability (Cation Exchange Capacity- CEC and Base Saturation), organic matter content, and soil water holding capacity (SCHWANKL – McGOURTY, 1992; McGOURTY – REGANOLD, 2005). Furthermore, soil microorganisms are very important indicators of soil health, due to their role in decomposition of organic matter, humus formation, nutrient cycling, and symbiotic relationships with other organisms in the soil. Soil dwelling macroorganisms such as nematodes and earthworms are also important bioindicators of soil health since they also alter the physical and chemical properties of the soil, maintain and improve its structure. Recent research confirmed that there were clear differences in soil

quality between conventional and organically managed vineyards over time (COLL et. al. 2011).

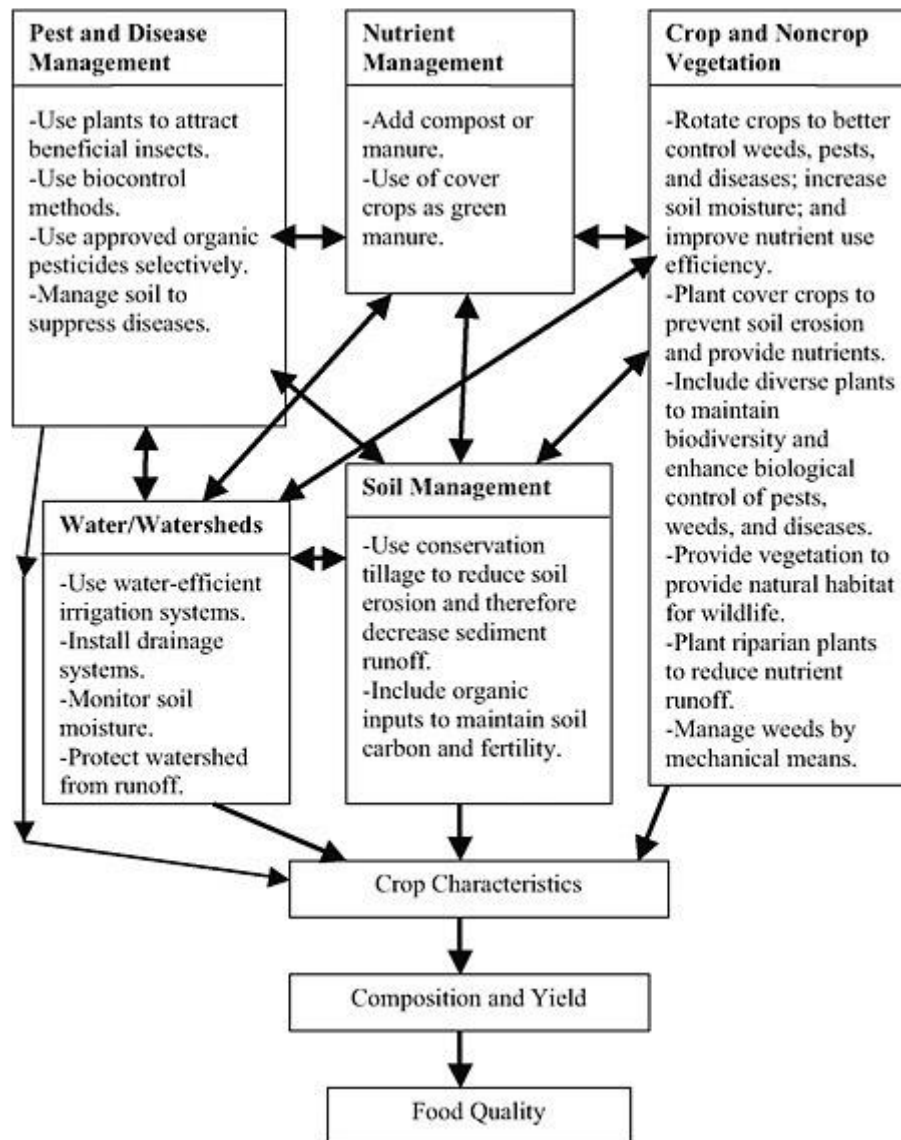


Figure 1. Practices used to manage systems interactions in an organic farming system

Source: <http://www.nap.edu/read/12832/chapter/8>

The other important factor in organic vineyards is biodiversity and sustainable interactions between systems (Fig. 1). A conventional vineyard is a monoculture, which has only one crop, the vine, and all other organisms are either killed or prevented from finding an ecological niche among the grapevines. In organic vineyards the vine constitutes a healthy agro-ecosystem together with other plants and animals, which may compete with or prey on the vine, but they will also compete with and prey on each other, creating an ecosystem, which is inherently far more stable than a monoculture (ROSS – GOLINO, 2008). Cover crops can substantially contribute to biodiversity and help the grapevine in many ways, including the maintenance of good soil quality (McGOURTY – REGANOLD, 2005):

- by encouraging the natural predators of the vine's enemies;
- by acting as decoys for anything that preys on the vine;
- by fixing nitrogen from the atmosphere;
- by enriching soil with new nutrients after being ploughed back into the soil;

- by enhancing soil biodiversity.

One single crop can be destroyed very quickly by a single pest or disease while a functioning ecosystem might be able to raise more effective barriers against new pests or diseases. In practice, organic farmers use a wide range of farming systems ranging from old fashion techniques such as head pruning, cross tillage, sulphur dusting, composting, cover cropping, and no irrigation to more contemporary practices, including trellising, drip irrigation, denser spacings, international varieties and modern rootstocks.

### **Organic wine**

The two main phases of wine production are the grape growing and the oenological phase, i.e. the wine production from the fruit. The most widespread definition of organic wine as "wine made with grapes farmed organically", deals only with the first phase, while the oenological practices have at least as large role in wine quality as vineyard operations. There are a number of oenological manipulations, which may include different additives in order to ferment and preserve the wine. The most universal and the only effective wine preservative is sulphur dioxide, which is considered by many vintners as non-organic, and, therefore, the issue of wine preservation is central to the discussion of how organic wine is defined since the use of added sulphites is still heavily debated within the organic winemaking community and influence the relevant legislation in different countries. Those organic wines, which are not preserved with sulphites, should be consumed within a few years of bottling (McGOURTY et. al. 2011).

The European legislation for "organic wine" has been agreed in the Standing Committee on Organic Farming (SCOF) in February 2012 in order to improve transparency and better consumer recognition taking into account the fact, that many other countries (USA, Chile, Australia, South Africa) have already created their own legislation for organic wine standards. The Wine Common Market Organisation (CMO) Regulation 606/2009 stipulates that addition of sorbic acid and desulfurization will not be allowed and the level of sulphites in organic wine, depending on the residual sugar content, must be at least 30-50 mg per litre lower than in the non-organic wines of equivalent quality and composition. Furthermore, the council regulation EC 834/2007 identifies oenological techniques and levels of substances in organic wine in detail (EUROPEAN COMMISSION, 2012):

- organic wines can be made only from organically grown grapes;
- maximum sulphite content set at:
  - o 100 mg per litre for red wine (150 mg/l for conventional);
  - o 150mg/l for white/rosé (200 mg/l for conventional);
  - o 30mg/l differential where the residual sugar content is more than 2g/l.

A number of techniques used in conventional wineries such as clarification with gelatine, cow's blood, mesotartaric acid and other controversial agents, reverse osmosis, cryoextraction and mash heating to more than 40 degrees had to be abandoned in organic oenology. Furthermore, there is a continuous increase of the organic wine market worldwide, since the number of organic vineyards has almost tripled from 2004 to 2011 - from 88,000 to 256,000 hectares.

## **Wine tourism and heritage perspectives**

Oenotourism (or wine tourism) is much more than “travelling for food and drink” linked to some other leisure activities and utilizing the usual touristic service facilities of a particular locality or region. According to Don Getz (GETZ et al. 1999) wine tourism is “travel related to the appeal of wineries and wine country.” Wine tourism is a very complex business, a unique variety of special interest tourism comprising a whole system of touristic products ranging from wine appreciation and gastronomy to the cultural heritage of a wine region. Due to its complexity and cultural context, wine tourism has a number of formal and informal educational elements providing hereby valuable means for the protection, development and revival of viticultural landscapes and their cultural heritage. Differentiating a particular viticultural area and emphasizing its uniqueness can be achieved through the diversity and quality of its grape varieties and wines, wine-related products, the land where they are grown and the built and intangible heritage of the territory. Therefore, the experiences of wine tourism must also include the natural beauty of the landscape and the rural enclaves among its attractions. The *terroir*, the holistic concept of the particular place where the grapevines are grown, is a combination of soils, microclimates, and vine varieties, some of which are exclusive to the area, often is essential in wine and wine tourism marketing. Wine tourism is often a key factor for the viability of the European wine industry, since wine production around the world continues to exceed consumption. Many wine regions around the world have found it financially beneficial to promote such tourism; accordingly, growers associations and others in the hospitality industry in wine regions have spent significant amounts of money to promote such tourism. Direct sales from wine tourism, associated with the conventional sales, can represent a growing opportunity for farms and whole rural communities, leading to an improvement of business economic performances, an increase of investments and a creation of new job opportunities (SGROI et. al. 2014). Techniques which create new brands and brand loyalty, increase sales and diversify markets need to be developed, including wine tourism combined with events and on-site sales particularly for relatively new businesses or areas, which are less known for the general public. This can be vital for those regions, which lost their reputation due to adverse political and/or economical circumstances but have a great potential for recovery (e.g. the great wine countries of Eastern Europe, which lost most of their quality wine production during the dark decades of the communist era and Soviet occupation). Wine tourism has been increasing steadily around the world for the past decades. Tourists who are interested in visiting new wine regions are spending millions to taste different wines and enjoy a wine vacation experience, which offer a wide range of attractions related to the culture of wine or the cultural heritage of a certain wine region.

Motivations of wine tourists depend on several factors and some of these vary by country. Research showed, that in parts of Europe and Asia, consumers will often visit a wine region not only to taste wine, but because of the health benefits of wine consumption in moderation, while many tourists in the US and Australia may participate in wine tastings only for entertainment, without serious intentions to acquire deeper knowledge and skills in the science and culture of wine (THACH, 2012). However, smaller segments of wine consumers represent a more intellectual approach, they are motivated to visit wine regions because of the architecture or art in the wineries, to see nature and participate in eco-tourism, for food and wine matching, or for cultural or romantic reasons. However, the desire to taste new wines, learn about them, and see how the wine is made is common to the majority of wine tourists (THACH, 2012).

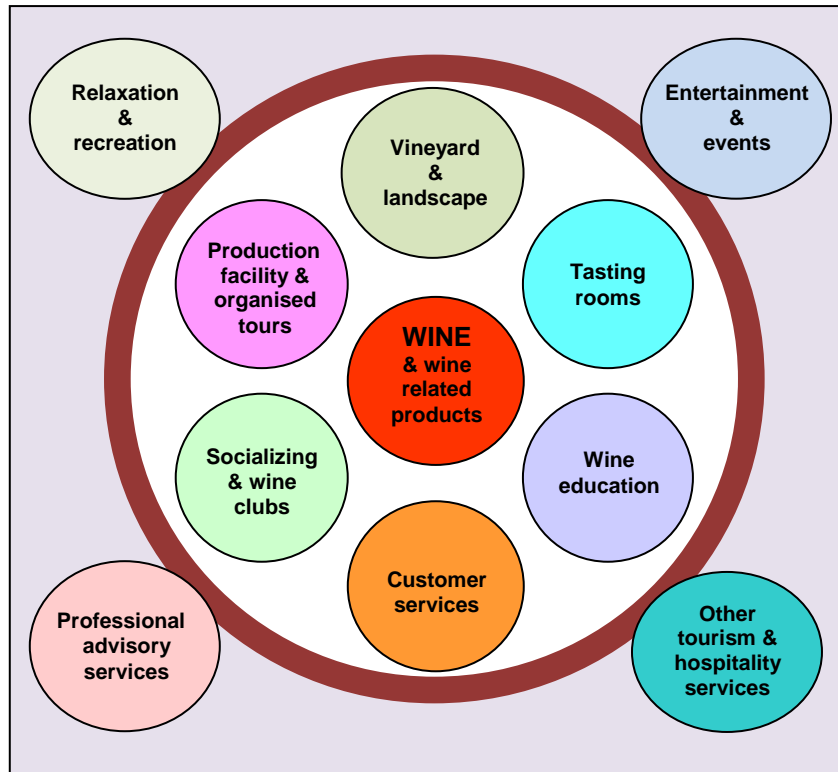


Figure 2. **Core, augmented and ancillary services in a wine region**

Source: modified after BYRD et. al., 2016

The main attractions of wine tourism are the quality and uniqueness of wines, the famous brands, the complex product structure of the winery, the gastronomy, the *terroir* and the viticultural landscapes, the cultural heritage of the wine region, other touristic attractions, which can be included in programme packages (e.g. wellness and recreation, health tourism, etc.), scenic wine routes, good accessibility, infrastructure and the quality and style of accommodation and other services, such as wine tasting courses, practical training: “make your wine”, personal treasure of wines, etc. (Figure 2). Wine tourism is therefore very beneficial not only for a number of individual wineries to sell their wines directly to the consumer, but at the same time improving the overall economy and infrastructure of an entire region. According to BYRD et. al (2016) there are three groups of touristic services/products in a wine region: the “core product” refers to the wine itself, “augmented services” include all services and activities within the control of the winery, such as vineyard and winemaking activities, customer service, and social or wine club events, and finally, the “ancillary services” refers to services and activities that are mostly out of control of the winery, including other regional tourist activities, local entertainment, lodging, and transportation. The results of recent research showed, that core benefits such as tasting the wine and purchasing wines were the most important factors to attract tourist to a wine region or a certain winery. Furthermore, despite considerable theoretical support for the proposition that wine consumers’ purchase decisions would be influenced by whether a wine was organic, taste overwhelmed all other considerations in consumer’s selection of wine (RAHMAN et. al. 2014). Augmented benefits, i.e. other factors that can be controlled by the winery such as the vineyard setting or attending a winery event, were the next most important factors while ancillary services like visiting a historical or cultural attraction or utilising outdoor recreation services were considered important, though not nearly as important as all other core and augmented factors (BYRD et. al, 2016). A special branch of wine tourism is the eco-wine tourism. As organic wine production increases, the number of wine tourists



interested in ecological farming is growing generating additional income for environmentally conscious, committed vintners (POMARICI – VECCHIO, 2013).

The importance of heritage qualities for the sustainable development of wine tourism need to be promoted through redefined heritage practices. In most heritage sites based on previous production or manufacturing economies the ability to maintain the tacit knowledge is instrumental for both the preservation as well as the development of the sites. This is also an important factor in the preservation of cultural landscapes where the heritage value rests more on the ongoing interaction between man and the landscape resulting in an expression of the landscape, than in the preservation of single objects. The traditional view of cultural heritage as purely material historical testimony is to an increasing degree challenged and replaced with a perspective on heritage as a living dynamic phenomenon. (SMITH, 2006; HARRISON, 2012) The preservation procedure of material structures, such as buildings, often means change, redevelopment, redesign, reconstruction, or even construction. As Germundsson states in his article on landscape preservation (GERMUNDSSON 2005:28):

*“Instead of taking departure primarily in the aesthetics of the visual landscape, it is crucial to reverse the focus and take departure in the fact that the cultural landscape is one that is worked and formed by people. If this were done, the meaning of landscape would increasingly become associated with the wants, beliefs, potentialities and powers of people living within the landscape. This would not exclude visual or aesthetic aspects, but it would ground them in local culture, not in a normative set of guidelines formed elsewhere.”*

The preserved cultural landscape thus becomes a vivid place with its significance in the present for the people that uses the landscape or are concerned by it. In this contemporary interaction with heritage at least two dimensions can be identified, one concerns the dynamics in how people relate to a site that is pending between the knowledge based and the emotionally experienced. The other concerns the dynamics in how people systemises or acts on those knowledge properties and experiences, that might be referred to as flow from theories/ideas/thoughts on one hand towards operative actions on the other, see Figure 3.

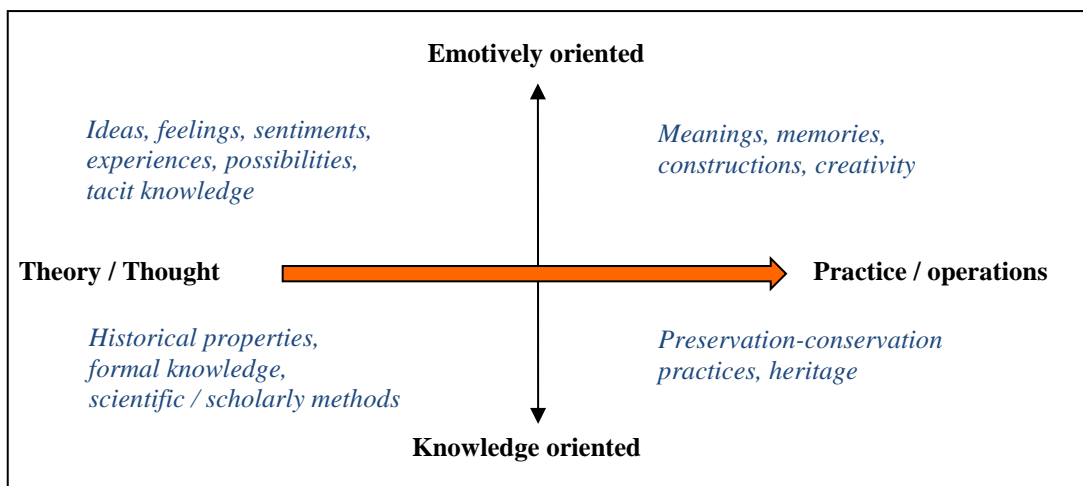


Figure 3. **Activity fields and perspectives in heritage production**

Source: LAGERQVIST – BORNMALM, 2016

Traditional heritage practices strive to remain in the lower, knowledge-oriented part of Figure 3. What is more important from a local economic development perspective is that the sustainability of an historical environment is often based on people's actions represented by a

flow of activities going from left to right in the upper, emotively oriented part of Figure 3. Here is where we could find e.g. user values. The need to redefine heritage practices has to address the traditional objective to define and preserve certain heritage, but also and perhaps more importantly, it need to engage people out of the developable qualities that arises through inclusive processes of dialogue among all concerned. It is therefore necessary to understand heritage in its broader context as an arena for continuous change and development through ongoing socio-cultural processes. In this process the historical narrative could be of increased importance for the local community, where the historical past could be intertwined with all sorts of societal development such as sustainable wine tourism.

### **Wine tourism best practices**

Although the attractions of wine tourism are typical for a location or region, there are several aspects, which can be considered as generally useful good practices (or “best practices”) with a global relevance and build on some important success factors, which have been identified by GETZ and co-workers (1999) as quality (of wine, service and experiences), wine country appeal, winery appeal, and developmental and marketing factors. According to THACH (2012) there are 12 best practices for global wine tourism, which have been adopted by the most successful wine regions in the world providing tourists with memorable experiences creating herewith a wide client base of returning visitors. The 12 globally applicable best practices of wine tourism are the following:

1. Wine Routes or Wine Roads are touring routes taking in several wine estates which are open to the public for wine tasting, wine related attractions and the sale of wine. Wine regions develop maps and descriptions of their wineries, other service providers such as local restaurants, hotels, and other tourist sites in order to help tourists plan their visit in the wine district. Wine routes may help wineries to develop their long-term market-based assets through building customer relationships at cellar door (LOCKSHIN – SPAWTON, 2001). There are a number of worldwide known famous wine routes with complex services e.g. Piedmont and Tuscany’s Chianti Wine Routes in Italy, the famous Tokaj and Villány-Siklós Wine Routes in Hungary, Champagne, Alsace and Provence Wine Routes in France, Californias Paso Robles Wine Route in the United States or South Africas Cape Wine Route etc.
2. Wine Community Partnerships are essential networks within a wine region among local and regional touristic service providers (local hotels, restaurants, airports and transportation companies) for increased economical viability. Successful marketing strategies and product development for wine regions create strong connections between local wines, regional cuisine and cultural heritage, promote sustainable resource management practices and protect wine tourism landscapes (WILLIAMS and KELLY, 2001). Establishing local or micro-regional clusters small businesses can share resources, access specialists, share knowledge and utilise the advantages of clustering to meet environmental goals (GRIMSTAD – BURGESS, 2014).
3. Special Wine Events and Festivals are arranged by many wine regions, the most successful ones develop unique events, often rooted in local or regional traditions, but adapted to the widest possible public. Some great examples include the Bordeaux Wine Festival (Fête de Vin), the wine festival of Valpolicella in San Pietro in Cariano, Italy, the Batalla del Vino de Haro, held annually in the quaint medieval town of Haro in Rioja, the annual “Wine and

Crane Festival” in Lodi, California or the “Cabaret & Wine Show” at Melton Wine Estate in New Zealand.

4. Experiential Wine Programs with informal education, which are related to special events offering wine tourists unique experiential programs such as wine blending seminars in Sonoma Valley, California where the participants mix together different types of wine to create their own customized bottle – such as a Bordeaux blend with merlot, cabernet sauvignon, and malbec. Next they design their own wine label and get to take the wine home with them. Another, longer experimental programme is the “grow your own vine and make your own wine” when tourists buy one row of vine in a vineyard and follow the production from the vine to the wine learning and actively participating in the winemaking.
5. Link Wine to Regional Tourism is a win-win strategy for everyone involved because the more activities that can be advertised, the more likely the region will attract greater numbers of tourists. In order to reach the economically necessary minimum number of visitors, a critical mass can be facilitated through establishment of major, landmark wineries that are purpose-built as tourist attractions (GETZ – BROWN, 2006). Interesting example can be found in the fast emerging wine producing regions of China, where tourists visiting Beijing for the first time always want to see the Great Wall and the Forbidden Palace, but now many also want to taste the local wine and visit famous wineries such as Chateau Changyu and Jinshanling.
6. Unique Partnerships, which connect different types of partners, rather than just the usual marriages of food, wine, music, and art, represent another best practice of successful wine regions. There are examples for sport and wine, spa and wine or hunting and wine combinations.
7. Wine Villages constitute unique assets of wine regions, particularly well designed to present the wine culture of the region in a holistic way from wine gastronomy to the historic roots of the area. These wine villages are usually quite old and have been known as a wine centre for generations, such as Chateauneuf du Pape in the Rhone Valley of France or the mountaintop wine village of Montalcino in the Brunello region of Italy or Tokaj wine village in Hungary. However, other regions, mainly in the New World, have created their wine villages from scratch such as the town of Healdsburg, California in Sonoma County or the town of Grapewine in Texas with many wine tasting rooms and wine-related tourist experiences.
8. Art & Architecture in many cases is intimately linked to the wine culture in wine producing countries. Some wineries are old, historical sites marked by their heritage in architecture and art (e.g. Col’Dorcia and the Frescobaldi Estates in Tuscany) while others attract visitors by adding art galleries, sculpture gardens or other unique art-related items to fairly modern constructions. Examples of the latter are Bodegas O Fournier Winery outside of Mendoza, Argentina and the Hess Collection Winery in Napa Valley, which have famous art collections that visitors can see while tasting wine.
9. Food & Wine Matching constitute another set of best practices, which is targeting tourists with particular interest in the culinary aspects of wine tourism. Generally this is implemented by a wine region organizing special food and wine tours or events. There are many food and wine tours offered in the various wine regions of France, Italy, Spain and Hungary throughout the year to attract tourists.

10. “Green” or Ecotourism Focus is one of the most important practices to enhance organic and biodynamic wine production and present the value of organic viticultural landscapes. In this case the “winescape” underlines the fact that a memorable experience for a wine tourist does not only evolve inside the winery's cellar door (BRUWER – ALANT, 2009). For wine tourists who seek organic and biodynamic wines or those who enjoy begin around nature and in the outdoors, a newer best practice is an emphasis on “green” or ecotourism aspects of wine. Furthermore, wine tourists may be willing to pay for organic or biodynamic wines with females possessing stronger environmental attitudes about protecting wine region destinations, thus influencing stronger behaviours toward purchase intention (BARBERA et.al. 2010). Some wineries offer special tours and educational programs on how they craft organic and biodynamic wines e.g. Banfi Winery, in Montalcino, Italy, the first winery in the world, which achieved the environmental certifications in ISO14001 and SA8000, offers tours and explanations of their special “green” practices. Another interesting example is Saturna Island Winery in Canada offering for ecotourists wine tasting and boating around the island in search of whales.
11. Unique Wine Tours is another cutting edge practice offering very unique tours for winery visitors by connecting several tourist attractions such adventures and wine, wine and hiking tours or vineyard tours with jeep. The target group of these programmes is the more adventurous wine consumers who are looking for something different.
12. Social Media for Wine Tourism is a new trend in wine marketing and networking, including mobile phones and Internet. Several wine regions have developed “apps” that can be downloaded onto mobile phones to provide winery information, maps, and even coupons and tasting fee discounts. Other wineries have set up Facebook fan pages and work with other sites, such as Trip Advisor, to ensure effective interaction with wine tourists.

## Conclusions

Sustainable wine tourism requires a wide range of competences for touristic product development, environmental assessment, marketing and management. Wine tourism, when carefully planned according to the ecological, economical and social conditions of the wine region, may greatly contribute to the economical viability of wine estates.

The cultural landscape perspective is essential for the preservation, successful maintenance and enhancement of wine regions, particularly when the landscape itself is a touristic product, which must be protected and sustainably utilized in order to generate incomes for maintenance and business development.

Organic wine production and, generally, organic farming, can be a very strong selling argument and constitute the core of new brands in the wine tourism, due to the increasing demand for organic, ecologically grown agricultural products. Organic wine tourism can be linked to ecotourism programs and informal environmental education alongside with wine appreciation training and wine fairs or international sommelier festivals.

The aforementioned 12 best practices in an ecological context constitute a powerful tool for efficient and effective touristic product development in a sustainable way and enhance the economical viability of organic wine production and wine tourism by a diversified product structure and reduced production costs.

## References

BARBERA, N. – TAYLOR, D. – DEALEC, C.S. (2010): Wine Tourism, Environmental Concerns, and Purchase Intention. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, Volume 27, Issue 2, pages 146-165 2010

BRUWER, J. – ALANT, K. (2009) "The hedonic nature of wine tourism consumption: an experiential view", *International Journal of Wine Business Research*, Vol. 21 Iss: 3, pp.235 – 257

BYRD, E.T. – CANZIANI, B. – HSIEH, Y-C. – DEBBAGE, K. – SONMEZ, S. (2016): Wine tourism: Motivating visitors through core and supplementary services. *Tourism Management* 52: 19-29.

COLL, P. – LE CADRE, E. – BLANCHART, E. – HINSINGER, P. – C. VILLENAVE (2011): Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. *Applied Soil Ecology* 50: 37-44. DOI: 10.1016/j.apsoil.2011.07.013

EUROPEAN COMMISSION (2012): Implementing regulation (EU) No 203/2012 of 8 March 2012 amending Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007, as regards detailed rules on organic wine. *The Official Journal of the European Union*, L 71/42 – 47, 9.3.2012.

GERMUNDSSON – TOMAS (2005): "Regional cultural heritage versus national heritage in Scania's disputed national landscape". *International Journal of Heritage Studies*, 11:1, pp. 21-37

GETZ, D. – DOWLING, R. – CARLSEN, J. – ANDERSON, D. (1999): Critical Success Factors for Wine Tourism, *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 11 Iss: 3, pp.20 - 43

GETZ, D. – BROWN, G. (2006): Benchmarking wine tourism development: The case of the Okanagan Valley, British Columbia, Canada. *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 18 Iss: 2, pp.78 - 97

GRIMSTAD, S. – BURGESS, J. (2014): Environmental sustainability and competitive advantage in a wine tourism micro-cluster. *Management Research Review*, Vol. 37 Iss: 6, pp.553 - 573

HARRISON, R. (2012) *Heritage. Critical Approaches*. London: Routledge. ISBN 978-0-415-59197-3

LAGERQVIST, B. – BORNMALM, L. (2016) *The steamer s/s Bohuslän as industrial heritage. A basis for re-thinking heritage practices, to be published in: Uses of heritage: then, now and tomorrow*. Eds. Kristina Thorell & Tomas Nilson. Halmstad University

LOCKSHIN, L. – SPAWTON, T. (2001) Using Involvement and Brand Equity to Develop a Wine Tourism Strategy, *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 13 Iss: 1, pp.72 – 81

McGOURTY, G. – OHMART, J. – CHANEY, D. (2011): *Organic Winegrowing Manual*. Agricultural and Natural Resources, University of California Publication 3511. 192 pp.

McGOURTY, G. – REGANOLD, J. (2005): Managing Vineyard Soil Organic Matter with Cover Crops. In *Proceedings - Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium*, L.P. Christensen and D.R. Smart, eds. American Society for Enology and Viticulture. pp145-151. ASEV Publications

REEVE, J. R. – CARPENTER-BOGGS, L. – REGANOLD, J.P. – YORK, A.L. – McGOURTY, G. – McCLOSKEY, L., (2005): Soil and Winegrape Quality in Biodynamically and Organically Managed Vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 56:4:367-376

- ROSS, K. – GOLINO, D. (2008) Wine grapes go green: The sustainable viticulture story. *California Agriculture*, 62:4:125-126. <http://CaliforniaAgriculture.ucop.edu>
- SCHWANKL, L. – MCGOURTY, G. 1992. Before-and-after tests on emitters show. Organic fertilizers can be injected through low volume irrigation systems. *California Agriculture*, 46:5:21-23. <http://CaliforniaAgriculture.ucop.edu>
- SMITH, L. 2006. *Uses of heritage*. London: Routledge. ISBN 978-0-415-31831-0
- POMARICI, E. – VECCHIO, R. (2013): Millennial generation attitudes to sustainable wine: an exploratory study on Italian consumers. *Journal of Cleaner Production* (Elsevier), Volume 66, Pages 537–545
- RAHMAN, I. – STUMPF, T. – REYNOLDS, D. (2014): A Comparison of the Influence of Purchaser Attitudes and Product Attributes on Organic Wine Preferences. *Cornell Hospitality Quarterly* February 2014 vol. 55 no. 1 127-134
- SGROI, F. – DI TRAPANI, A.M. – TESTA, R. – TUDISCA, S. (2014): The rural tourism as development opportunity for farms. The case of direct sales in Sicily. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 9 (3): 407-419, 2014. ISSN: 1557-4989
- THATCH, L. (2012): 12 Best Practices in Global Wine Tourism. *Fine Wine & Liquor Magazine*, Dec. 2012.
- WILLIAMS, P.W. – KELLY, J. (2001) Cultural Wine Tourists: Product Development Considerations for British Columbia's Resident Wine Tourism Market, *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 13 Iss: 3, pp.59 – 76

## **Authors**

### **Sándor Némethy, Ph.D**

University of Gothenburg, Sweden

Eszterházy Károly University, Károly Róbert Campus Gyöngyös, Hungary

### **Bosse Lagerqvist, Ph.D**

University of Gothenburg, Sweden

### **Bartłomiej Walas, Ph.D**

University College for Tourism and Ecology (WSTiE),

Sucha Beskidzka, Poland

## **AZ INTENZITÁS NÖVELÉSÉNEK ÖKONÓMIAI MEGÍTÉLÉSE A PAPIKAHAJTATÁSBAN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TERMESZTŐBERENDEZÉS TÍPUSÁRA**

**Economical aspects of increasing intensity in paprika forcing in particular the type of the production equipment**

**KICSKA Tibor**

---

### **Összefoglalás**

A hajtatasos technológiákban jelentős profit érhető el a különböző termesztéstechnológiai elemek racionális alkalmazásával, azonban az ágazat folyamatosan aktuális kérdésköre a termelés intenzitásának növelése. A zöldség-hajtatas legjelentősebb szakágazatára, a hajtatos paprikatermesztésre jellemző, hogy gyakorlatilag az összes hazánkban elterjedt termesztőberendezésben a mai napig történik termelés, azonban jövedelmezőség és a hatékonyság tekintetében jelentős különbség mutatkozik. Jelen dolgozat arra keresi a választ, hogy paprikahajtatasban a hajtatos-berendezések használatának tekintetében gazdaságos-e a legintenzívebb technológia – vagyis a modern üvegházak – alkalmazása, vagy hatékonyabb a lényegesen alacsonyabb beruházási költségű fóliaházakban történő termelés. Az elemzés termelői adatgyűjtésekre alapozott determinisztikus modellezéssel keresztül mutatja be a különböző technológiák költség-jövedelem viszonyait, valamint hosszú időtávon mért gazdaságosságát. A kutatás eredményeként egzakt eredményekre alapozott ökonómiai mutatók képződnek, melyek alapján lehetőség adódik a technológiai változatok

üzemgazdasági sajátosságainak összehasonlító értékelésére.

**Kulcsszavak:** paprika, hajtatas, termesztőberendezés, gazdasági elemzés

**JEL kód:** Q13

### **Abstract**

Significant amount of profit can be achieved in forcing technologies by the efficient use of different elements in cultivation techniques. However, increase in production intensity is on the agenda in the sector. Forcing paprika growing, as the most significant class of vegetable forcing, practically takes place under all the production equipment prostrated in our country, but there is a considerable difference in context of profitability and efficiency. This paper wonders whether the most intensive technology is efficient regarding the use of forcing equipment in paprika forcing, namely modern greenhouses, or production under greenhouses with significantly lower investment cost is profitable. The analysis represents cost-income factors and economy assessed on a long basis in different technologies via a deterministic model based on producer data collections. As a result of the research, economic indicators are calculated based on exact

results which will help to conduct a comparative assessment of economic features in technological versions.

**Keywords:** pepper, forcing, forcing equipment, economic analysis

## Bevezetés

Magyarország mezőgazdaságában a harmadik legfontosabb szektor a kertészet, ráadásul exportteljesítménye alapján több év átlagában az első helyre sorolódik (CZERVÁN, 2014). A Központi Statisztikai Hivatal adataiból megállapítható, hogy termelési érték alapján a zöldségtermesztés (130-140 millárd Ft/év) tekinthető a kertészet legjelentősebb ágazatának. A zöldség szektor termékeinek előállítása során hazánk kedvező agroökológiai adottságaiból és gazdaságföldrajzi elhelyezkedéséből adódóan komparatív előnyökkel rendelkezik (LAKNER et al., 1997). Napjaink kereskedelmi viszonyai között alapkövetelménnyé vált a termesztés időzítése, tervezhetősége, kiszámíthatósága és az előállított áru egyöntetűsége. A hagyományos, szabadföldi termesztéstechnológiát alkalmazó termesztők azonban nem tudnak megfelelni e kihívásoknak, elvesztik versenyképességüket. Ezért a jelenlegi gazdasági, kereskedelmi és éghajlati körülmények között a zöldségtermesztésben az intenzív technológiai elemek jelentősége egyre nagyobb lesz, és ez a tendencia a jövőben várhatóan csak fokozódni fog (SKENDER et al., 2011). A zöldség-hajtásban az intenzitás növelésének érdekében egyre nagyobb teret hódít a talaj nélküli termesztés. A talaj nélküli hajtás legfontosabb sajátossága, hogy a növény tápanyag-utánpótlására és rögzítésére nem termőtalajt, hanem szerves, vagy szervetlen eredetű, mesterséges anyagokat használunk. (OMBODI, 2008). HOWARD (2013) szerint a termesztőközegek alkalmazásával kiküszöbölhetőek a talaj esetleges hinyosságai, illetve elkerülhetőek a talajból fertőző betegségek. Többek közt ennek a hatásnak, illetve az okszerűbb tápanyaggazdálkodásnak és fajtahasználtnak köszönhetően a talajos termesztéshez képest 4-10-szer magasabb hozamok érhetőek el a termesztőközegek alkalmazásával. A szerző kiemeli azonban azt is, hogy a technológia legjelentősebb hátránya, hogy a talajon történő termesztéshez képest lényegesen magasabb a kezdeti tőkeigénye. LIETH et al. (2008) elemzésében bemutatja, hogy talaj nélküli termesztés esetén – csakúgy, mint a korszerű talajos termesztésben – az öntözőrendszerek tartalmaznak vízben oldható műtrágyák kijuttatására alkalmas egységeket, így az öntözés és a tápanyagok kijuttatása egy menetben történhet. Az öntözővíz a növény egyik legfontosabb erőforrása, amit termesztőközeges termelésben pontosan lehet kijuttatni.

Hazánk a szabadföldi zöldségtermesztés mellett tradicionális zöldség-hajtással büszkélkedhet, azonban a rendszerváltás óta a teljes zöldség-hajtató felület folyamatos és drasztikus csökkenése jellemző. A Magyar Zöldség-Gyümölcs Szakmaközi Szervezet és Terméktanács szerint az elmúlt huszonöt évben a hajtatófelület 6 300 ha-ról mára nagyságrendileg felére, 3.700 ha-ra (2.600 ha technikai felület) esett vissza. A korábbi 450 ezer tonnás termelésről a termésmennyiségek csökkenése csak 15-20%-os volt, az utóbbi években a termelés 380 ezer tonna körül alakult. (FRUITVEB, 2013) A termőterület csökkenésénél kisebb arányú termésmennyiségbeli visszaesés a termesztéstechnológia egyes elemei folyamatos javulásának köszönhető. Ezzel együtt BALÁZS (2000) szerint a zöldség-hajtató berendezések magas létesítési és üzemeltetési költsége ellenére a hajtás itthon és külföldön is gazdaságos, s ma a kertészeti ágazatok közül a zöldség- és dísznövény-hajtás a legjövedelmezőbb tevékenység.

A termesztőlétesítmények alapvetően három nagy csoportra oszthatók. A következő felsorolás egyben fejlődéstörténeti korszakokat is jelent, így megkülönböztethetünk melegágyakat,



üvegházakat és műanyag fóliával borított berendezéseket. A talaj nélküli termesztéshez értelemszerűen csak az utóbbi két létesítménytípus jöhet számításba. (GYÚRÓS, 2008) Magyarországon 1955 óta építenek üvegházakat. Jellemző rájuk a kettős hasznosítás – palántanevelés és hajtás céljára. Legismertebb típusa az úgynevezett „gyulai blokk”, amely nagy légtérű, azaz a hajó szélessége 3,2 m vagy ennek többszöröse. Típusai: Venlo, Prins, Bolgár, Forsche, EG-2. Feladata, a hajtás és a fóliatelepek palántáinak előállítás, melyhez a nagy légtér tökéletes életteret biztosított, de drágább üzembe helyezési költsége miatt később háttérbe szorult a fóliás termesztés kialakulásakor. (TAKÁCSNÉ, 2013a)

Az 1950-es évek második felétől a műanyagipar rohamos fejlődésének eredményeként a zöldség-hajtásban is lehetőség nyílt a részben, esetleg teljes egészében műanyagból készült termesztőlétesítmények építésére. A palántanevelésre és hajtásra egyaránt jól használható építmények fontos jellemzője – összehasonlítva a melegágyakkal és az üvegházakkal – az alacsonyabb létesítési és üzemeltetési költség, az egyszerűbb és gyorsabb kivitelezhetőség. (GLITS et al., 2005) Az 1990-es évek közepétől épültek a nagy légtérű fóliasátrak és fóliablokkok. A technológiai fejlesztések hatására (hidrokultúrás termesztés) a hozamok dinamikusán nőttek, főleg a melegigényes növények esetében (LEDÓ, 2005).

A hazánkban használatos hajtási technológiák (üvegházi, fóliasátras, fóliaházi) mindegyikére a folyamatos technológiai fejlődés jellemző. A technológiai elemek fejlődése révén mára a legkorszerűbb műanyag borítású berendezések a legtöbb paraméter (légtér, fényáteresztő képesség) tekintetében az üvegházakkal közel azonos (de nem teljesen megegyező) tulajdonságokkal bírnak. A hajtásban termesztett zöldségek közül hazánkban a paprika a legjelentősebb. Országunkban paprikahajtással mintegy 2 250 ha-t hasznosítanak, a szakágazat éves exportja pedig kiemelkedő jelentőségű (TAKÁCSNÉ, 2013b). A hazai paprikahajtási terület mérete európai viszonylatban is jelentősnek mondható, hiszen VAN SICKLE et al. (2005) szerint a tradicionálisan nagy zöldség-hajtató országnak számító Hollandiában paprikahajtással mindössze 1 200 hektárt hasznosítanak, ezzel szemben Spanyolországban – a másik nagy zöldség-hajtató tagállamban – nagyságrendileg 10 000 hektáron természetesen hajtott körülmények között paprikát. A védetten termesztett zöldségek közül a paprika az a faj, amelyiknél a termesztőberendezés típusának megválasztása a leginkább releváns kérdés, hiszen kertészeti szempontból (szemben a paradicsommal) az üvegházak és a fóliaborítású berendezések egyaránt alkalmasak a termelésre.

### **A kutatómunka célkitűzései**

Jelen kutatómunka fő célkitűzése annak meghatározása, hogy a meglehetősen magas beruházási költségű üvegházak, vagy a relatíve kisebb bekerülési értékű fóliasátrak jelentenek-e gazdaságosabb alternatívát a paprikahajtásban. APÁTI (2012) szerint a „gazdaságosság” nagyon viszonylagos fogalom, ami semmiképpen nem azonos a nyereséggel, nyereséggel. Gazdaságosnak az a tevékenység tekinthető, ami biztosítja a termelő által elvárt nyereséget. Az elvárt nyereség elegendő kell, hogy legyen fejlesztések, beruházások megvalósításához, megfelelő tartalékot lehessen képezni belőle, illetve családi gazdaságok esetén biztosítani tudja a család megélhetését. A relatív értékelhetőség mellett minimumnak a mindenkori banki betétek – mint kockázatmentes alternatív befektetés – hozama tekinthető.

A fő célkitűzéshez illeszkedően – specifikus célkitűzésként – az alábbi kérdések megválaszolására van szükség:

1. Milyen különbségek mutatkoznak a különböző hajtatóberendezésekben alkalmazott termesztéstechnológiának köszönhetően a természetes ráfordítások, illetve az éves termelési és beruházási költségek között?

2. Mekkora a különbség a kibocsátási paraméterek tekintetében (hozam, termésminőség, értékesítési ár, termelési érték), a termesztőberendezések, illetve a hozzájuk illeszkedő termesztéstechnológia hatására?
3. A termelési költség és az árbevétel alakulásán keresztül hogyan alakul az egyes technológiák eredménye, a termelés hatékonysága, illetve rövid és hosszú időtávon mért gazdaságossága?

### **Anyag és módszer**

A kutatómunka elsősorban árutermelő üzemi primer adatgyűjtésre épülő determinisztikus szimulációs modellezésen alapuló ökonómiai vizsgálat, amely a „jó színvonalú” üvegházi és fóliasátras paprikahajtást egymással összehasonlítva mutatja be. A „jó színvonal” definiálása nehéz feladat, mert egzakt adatokkal nem írható le pontosan, de a bemutatott üzemmodellekről elmondható, hogy nem az országos átlagot reprezentálják, hanem a magas terméshozam, a jó termésminőség, a magas ráfordítás-színvonal illetve a nagy szaktudás és technológiai fegyelem alapján az elméleti felső harmadhoz tartoznak.

A vizsgálat a teljes termesztéstechnológia által igényelt természetes ráfordításokon alapul úgy, hogy minden egyes munkaművelet elemi műveleteire szedve szerepel, és az elemi műveleteknél minden egyes anyag-, kézi munka és gépi munka ráfordítást figyelembe veszünk. A bevételi oldal vizsgálatához a keletkező hozamok havi bontásban kerülnek feldolgozásra méret, illetve minőségi osztályok szerint. A ráfordítások, illetve a hozamok meghatározásához szükséges termelői adatgyűjtés minden technológiára vonatkozóan termelői adatgyűjtő lapok kitöltésével történt. A termelői adatgyűjtés személyes üzemlátogatáson és szakmai konzultáción alapult Szentes térségében, ahol országunkon belül legjelntősebb a paprikahajtás. A kalkulációs modellekben felhasznált inputadatok a bemutatott technológiai színvonalnak megfelelő termelői üzemekre vonatkoznak, emiatt a teljes országra vonatkozó következtetésekre a bemutatott eredmények nem alkalmasak. Az adatgyűjtés az országos átlaghoz viszonyítva nagy üzemekben történt, a kalkulációban szereplő fóliasátras termesztőrendszerek mérete minimum ötezer négyzetméter, míg az üvegházi termesztőrendszer mérete meghaladja az egy hektárt. Az adatgyűjtés mintegy tíz termelői üzemre terjedt ki (nyolc fóliasátras és két üvegházi technológia), melyek kiválasztása a fent jellemzett, magas technológiai színvonalnak való megfelelés alapján történt.

Az inputanyagok árának meghatározása egy, a vizsgált térségben meghatározó kiskereskedelmi mezőgazdasági bolt árlistája alapján történt. A kézi munka költsége a vizsgált vállalkozásokra jellemző 700 Ft/óra teljes bérköltséggel szerepel a kalkulációs modellekben. A munkák jelentős részét állandó munkaerő végzi, a munkacsúcsokkor viszont elkerülhetetlen a szezonális munkaerő alkalmazása. A 700 Ft/óra bérköltség nagyságrendileg megfelel az állandó és a szezonális munkaerő átlag bérköltségének.

Az értékesítési árak meghatározása a térség legnagyobb integrátor szervezetének havi bontású áradatai alapján történt. Az elemzés a termelői árak évenkénti ingadozásából eredő téves következtetések elkerülése végett az utóbbi négy év termelői árainak átlagával kalkulál. Az elemzések üzemi szinten készültek, a modellek nem számolnak általános költségekkel, a jövedelemkategóriák közül pedig a fedezeti összeg szolgál a következtetések alapjául.

A költség-haszon elemzésben a felhasznált ráfordítások (anyagok, kézi munka, gépi munka) ára, illetve önköltsége 2015. évi árszínvonalat tükröz. Az anyagok ára ÁFA nélkül, a kézi munkák bérköltsége pedig járulékkerhekkel együtt értendő. Az értékesítési árak és így a

bevételek szintén ÁFA nélkül értendők. A számítások a teljes üzemméretre vonatkoznak, de a technológiák és a szakirodalmi adatok összehasonlítása érdekében minden esetben meghatározásra kerültek az 1 m<sup>2</sup>-re vonatkoztatott értékek is.

A „klasszikus” költség-haszon elemzéseken túlmenően a hosszú távú gazdaságosság vizsgálatához beruházás-gazdaságossági elemzések készültek, melyekben más szerzők (GRAHAM-HARVEY, 2001.; WARREN, 1982; ILLÉS, 2002) kutatásaira alapozva elsősorban dinamikus mutatók alapján történik a kapott eredmények értékelése. A kutatásban alkalmazott beruházás gazdasági mutatók a következők:

- Az IRR (Internal Rate of Return, belső megtérülési ráta) azt mutatja meg, hogy mekkora kamatra kellett volna a természetberendezés használati idejével azonos futamidőre más alternatívába fektetni a termelésbe investált tőkét ahhoz, hogy ez a pénz ugyanakkora tiszta jövedelmet hozzon, mint az adott termelés. Lényegében arról ad tájékoztatást, hogy hány százalékos kamatozású pénzügyi betét hozamával egyenértékű az beruházás haszna.
- Az NPV (Net Present Value, nettó jelenérték) azt fejezi ki, hogy mennyivel hoz több nyereséget a beruházás a használat ideje alatt, mintha a termelésbe fektetett pénzösszeget, a kalkulációkban alkalmazott kalkulatív kamatra, azonos futamidőre bankba fektették volna.
- A DPP (Discounted Payback Period, diszkontált megtérülési idő) az az év, amikor a beruházás NPV-je először meghaladja a nullát. Ez azt jelenti, hogy a hajtásból származó bevételek ekkorra termelik ki először a beruházással és működéssel kapcsolatos összes kiadást, valamint a lekötött tőke potenciális banki kamatát.
- A PI (Profitability Index, jövedelmezőségi index) arról ad tájékoztatást, hogy a beruházási költség a pénzforgalmi eredményből jelenértéken hányszor térül meg a beruházás futamideje alatt.

A vizsgálatokban az alternatív befektetési lehetőség hozama (kalkulatív kamatláb) a „közel teljesen” kockázatmentes állampapírok jövedelme, amely a természetberendezések hasznos élettartamához hasonlóan hosszú, 10-15 éves futamidejű befektetés (ezek kamata az MNB adatai szerint az elmúlt 7 évben 5,5% körül alakult). Ennek megfelelően a dinamikus beruházás-gazdaságossági mutatók értékének meghatározásához a modellek 5,5%-os kalkulatív kamatlábat használnak. A modellek nem számolnak a természetberendezések maradványértékével, mivel az elavult természetrendszerek igazából nem forgalomképesek, tehát realizálható maradványértékkel nem célszerű kalkulálni. A hasznos élettartam ebben az esetben leginkább azt fejezi ki, hogy mindkét technológia 15 év alatt avul el technológiáját tekintve annyira, hogy beruházásként kezelendő felújításra van szüksége, tehát ez tekinthető a hasznos élettartamnak. A kalkulációk inflációval sem az output, sem az input oldali piacon nem számolnak. Az alapfeltételezés az, hogy az input és output árszínvonal változása mellett a termelés jövedelempozíciója érdemben nem változik. Az amortizációs költséget értelemszerűen nem tartalmazzák a kiadások és az adópajzs-hatást sem veszik figyelembe.

A költség-haszon elemzést és a beruházás-gazdaságossági elemzést érzékenységvizsgálatok egészítik ki (SZŰCS (2004) alapján), melyek célja, hogy a gazdasági és természeti környezet különböző (az átlagmodellben szereplő átlagos, normális évjáráttól eltérő) állapotainak a gazdálkodás eredményére gyakorolt hatását mérni lehessen, így a termelés gazdaságossága a normálistól eltérő feltételek mellett is megítélhető legyen. Az érzékenységvizsgálatok alternatívái közül a kutatás az elaszticitás-, valamint a kritikusérték-vizsgálatokat alkalmazza. Az elaszticitásvizsgálat eredményeként számszerűsíthetővé válnak az egyes gazdaságosságra

ható tényezők, míg a kritikusérték-vizsgálat azt mutatja meg, hogy a főbb ható tényezők esetében mekkora érték jelenti a jövedelmezőség fordulópontját. Az érzékenységvizsgálatok eredményeként meghatározható, illetve összehasonlítható, hogy a vizsgált technológiák az egyes ható tényezők tekintetében milyen mértékű változás kezelésére képesek és ezáltal meghatározható, hogy melyik technológia tekinthető gazdaságilag stabilabbnak.

A vizsgálatok SZÖLLŐSI (2008) és APÁTI (2009) munkáihoz hasonlóan determinisztikus szimulációs modell alkalmazásával történt, melynek input adatai a technológiai adatokhoz igazodó gazdasági paraméterek. A modell alkalmas a termesztőrendszerek komplex költség-haszon elemzésére, beruházás-gazdaságossági vizsgálatára, valamint érzékenységvizsgálatok elvégzésére, melynek során mérni lehet az input árak, az output árak, a terméshozamok, a beruházási költségek, a működési költségek változásának eredményre és gazdaságosságra gyakorolt hatását.

## Eredmények

Az elemzés primer adatgyűjtésre alapozott ökonómiai összehasonlítása az üvegház, illetve a fóliasátras intenzív termesztéstechnológiájú (mindkét technológiát relatíve magas ráfordításszínvonal és magas fajlagos hozam jellemez) paprikahajtató rendszereknek.

A bemutatásra kerülő termesztőrendszerek közös jellemzője a termesztőközeg alkalmazása, valamint az automatizált öntözés és klím szabályozás. Mindkét technológia termálenergiával fűtött, az üvegház melegen tartásához elsődleges termálvizet használnak, míg a fóliasátrakat az üvegházban már 40 °C körüli hőmérsékletűre hűlt, másodlagos termálvízzel fűtik. A vizsgált fóliasátor relatíve nagy légtérű, a palánták kiültetésére januárban kerül sor és a termelési időszak decemberig tart. Az elemzett üvegházi technológia „Venlo” típusú, modern, Holland technológiákat alkalmazó termesztés, ahol a palánták kihelyezése októberben történik, a termelés pedig júliusban ér véget.

1. táblázat: A paprikahajtás munkaműveletenkénti költségei (Ft/m<sup>2</sup>)

Munkaművelet	Fóliasátor	Üvegház
Termesztőberendezés előkészítése	349	332
Ültetés	787	379
Öntözés	61	-
Tápanyaggazdálkodás	490	351
Növényvédelem	252	328
Zöldmunkák	401	338
Betakarítás	455	681
Egyéb munkák és költségek	521	693
Telepi költségek	723	913
Termesztőberendezés amortizációja	867	1 533
<b>Összes közvetlen költség</b>	<b>4 906</b>	<b>5 547</b>

Forrás: saját kalkuláció, 2016

Az 1. táblázatban szereplő adatok alapján megállapítható, hogy a két elemzett technológia munkaműveletenként strukturált költségeiben jelentős eltérések mutatkoznak. A fóliasátras hajtás működési költségei közül a legnagyobb költségétel a palánta bekerülési értékét is tartalmazó ültetés költsége. Az ültetés mellett a második legmeghatározóbb tételt a telepi költségek jelentik, amelyek tartalmazzák a fűtésre használt termálvíz költségét, továbbá itt szerepelnek az egyéb olyan munkaműveletek (szemétszállítás, vagyonvédelem) költségei, amelyeket a termelő cég más vállalkozások szolgáltatásaként vesz igénybe. Az üvegház munkaműveleti bontásban vizsgált költségei között kiemelkedő tétel a telepi költség, ami ennél a technológiánál a fóliasátorhoz hasonlóan tartalmazza a termálüzem és az öntözés költségeit, valamint ide sorolandó az üvegház külső cégek által végzett karbantartásának költsége. Összességében – bár nem tekinthető munkaműveletnek – mindkét technológia legnagyobb tétele a természetberendezés-, illetve a hozzá kapcsolódó technológiai elemek éves amortizációs költsége. Az 1. táblázatból látszik, hogy az üvegház egy négyzetméterre vetített amortizációs költsége – a csaknem 200%-kal magasabb beruházási költségnek köszönhetően – meghaladja az 1.500 Ft-ot, ami közel 80%-kal több, mint a fóliasátor amortizációs költsége. Az üvegház beruházási költsége 23 000 Ft/m<sup>2</sup>, míg a fűtött, nagy légtérű fóliasátor bekerülési értéke 13 000 Ft/m<sup>2</sup>.

2. táblázat: A termelési költségek költségnemenkénti megoszlása

Költségnem	Fóliasátor		Üvegház	
	Költség (Ft/m <sup>2</sup> )	Megoszlás (%)	Költség (Ft/m <sup>2</sup> )	Megoszlás (%)
Anyagjellegű költség	2 126	43,3	1 541	27,8
Személyi jellegű költség	1 308	26,7	1 885	34,0
Gép- és épület költség	308	6,3	496	8,9
Egyéb közvetlen költség	298	6,2	93	1,7
Termesztőberendezés amortizációja	867	17,7	1 533	27,6
<b>Összesen</b>	<b>4 906</b>	<b>100,0</b>	<b>5 547</b>	<b>100,0</b>

Forrás: saját kalkuláció, 2016

A 2. táblázat adatai alapján kijelenthető, hogy a vizsgált technológiák költségnemenként csoportosított költségei között – a munkaműveletenkénti csoportosításhoz hasonlóan – számottevő a különbség. A fóliasátras hajtás 4 900 Ft/m<sup>2</sup> költségének több, mint 40%-át az anyagköltségek teszik ki. Ezzel szemben az üvegházi termelés esetén a személyi jellegű költségek (a technológia sajátosságából fakadóan) a meghatározóak, hiszen ez a költségnem teszi ki a teljes termelési költség (nagyságrendileg 5 550 Ft/m<sup>2</sup>) több, mint egyharmadát. Fontos megjegyezni, hogy mindkét technológiában a költségek döntő részét az anyag és a személyi jellegű költségek összessége jelenti, hiszen technológiától függetlenül ez a két tétel adja a teljes termelési költség 60-70%-át.

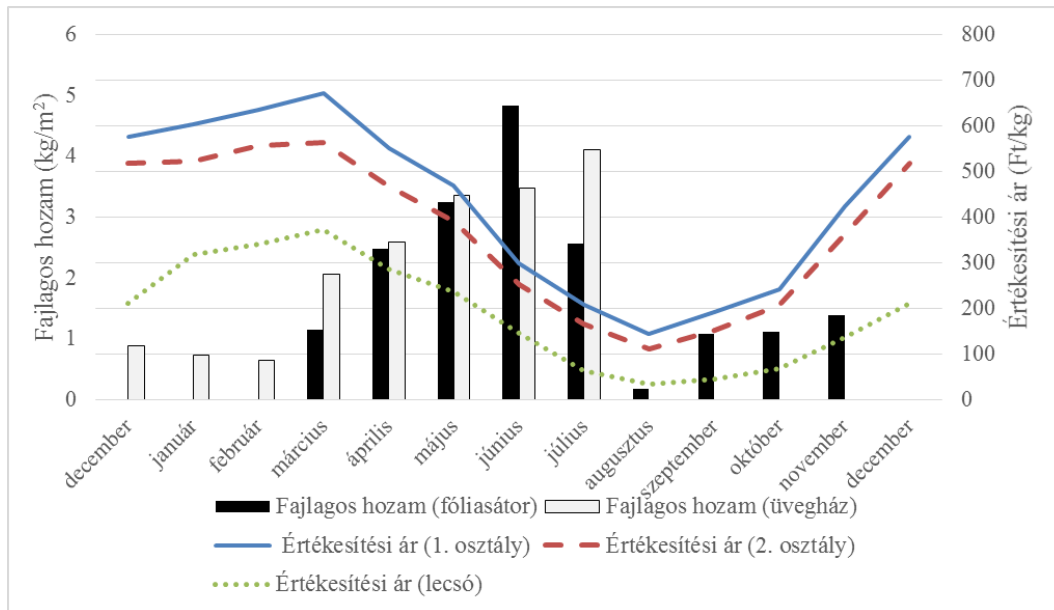
## 3. táblázat: A paprikahajtás eredménye és hatékonysága

Megnevezés	M.e.	Érték/m <sup>2</sup>	
		Fóliasátor	Üvegház
Terméshozam - 5/8-7/12	kg	10,1	10,9
- 4/7	kg	6,5	5,7
- lecsó	kg	1,5	1,3
<b>ÖSSZES HOZAM</b>	<b>kg</b>	<b>18,1</b>	<b>17,9</b>
Árbevétel - 5/8-7/12	Ft	4 170,1	5 198,2
- 4/7	Ft	1 740,2	1 684,4
- lecsó	Ft	217,3	210,5
ÁRBEVÉTEL ÖSSZESEN	Ft	6 127,6	7 093,1
<b>TERMELÉSI ÉRTÉK</b>	<b>Ft</b>	<b>6 127,6</b>	<b>7 093,1</b>
Összes közvetlen költség	Ft	4 906,2	5 547,0
Összes működési költség	Ft	4 039,5	4 013,8
<b>FEDEZETI ÖSSZEG</b>	<b>Ft</b>	<b>1 221,4</b>	<b>1 546,0</b>
CASH FLOW	Ft	2 088,0	3 079,4
Közvetlen önköltség	Ft/kg	271,4	310,0
<b>Közvetlenköltség-arányos jövedelmezőség</b>	<b>%</b>	<b>24,9</b>	<b>27,9</b>
<b>Befektetett eszköz-arányos jövedelmezőség</b>	<b>%</b>	<b>9,4</b>	<b>6,7</b>

Forrás: saját kalkuláció, 2016

Megjegyzés: A táblázatban kerekítésből eredő különbségek előfordulhatnak.

A termesztéstechnológiák eredményeit vizsgálva (3. táblázat) a legfontosabb tapasztalat, hogy a termelés hatékonyságát leíró legfontosabb mutató, a fajlagos hozam tekintetében csekély különbség mutatkozik a vizsgált technológiák között (az elemzésben szereplő fajlagos hozam összhangban van TOMPOS (2006) publikált eredményeivel), ráadásul az is megállapítható, hogy az üvegházi hajtás magasabb beruházási és termelési költségeihez 0,2 kg-mal alacsonyabb négyzetméterenkénti hozam társul. Ennek ellenére az üvegházi termelésben realizálódó hozam a kedvező időbeli alakulás miatt a fóliasátras termelésnél magasabb árbevételt (és termelési értéket) generál. A hajtattott zöldségfélék közös jellemzője, hogy értékesítési árak azokban az időszakokban a legmagasabb, amikor a szabadföldi termesztésből származó konkurens termékek árleszorító hatása nem érvényesül. Az 1. ábrán jól látszik, hogy a hozam időbeli alakulása jelentősen eltér a vizsgált termesztőberendezésekben. Az üvegházi termesztésben, azokban az időszakokban (a téli időszakban, amikor a szabadföldi termelésből származó áru nincs a piacon) keletkezik a hozam jelentős része, amikor az értékesítési ár (minőségi kategóriától függetlenül) relatíve magas. Ezzel szemben a fóliasátras technológiában a decembertől februárig tartó időszakban egyáltalán nem keletkezik hozam, ráadásul a termésmennyiség meghatározó része azokban a nyári hónapokban (június, július) terem, amikor az értékesítési ár közelíti az éven belüli legalacsonyabb árszínvonalat. Ebből adódóan az árbevétel a hozammal ellentétben sokkal, mintegy 1 000 Ft/m<sup>2</sup>-rel kedvezőbben alakul az üvegházi termelés esetén.



1. ábra: A fajlagos hozam és az értékesítési árak alakulása

Forrás: saját kalkuláció és DélKerTész adatok

Az üvegházi termelésben tehát a magasabb közvetlen költséggel lényegesen, négyzetméterenként csaknem 1 000 Ft-tal magasabb termelési érték realizálódik nagyságrendileg azonos hozamok mellett (3. táblázat). Ennek köszönhetően az üvegházi hajtás ágazati eredménye (fedezeti összege) több, mint 300 forinttal magasabb négyzetméterenként, mint a fóliasátras hajtás esetén. A fólias hajtásról tehát megállapítható, hogy az üvegházhoz viszonyítva alacsonyabb beruházási és termelési költséggel nagyságrendileg azonos fajlagos hozamot lehet elérni, viszont a termés időbeli alakulása miatt az árbevétel (és ezen keresztül a termelési érték is), valamint a fedezeti összeg kedvezőbben alakul az üvegházi technológiában. A fólias hajtás két mutató tekintetében teljesít jobban az üvegháznál, ezek pedig a közvetlen önköltség (39 Ft-tal alacsonyabb), illetve a befektetett eszköz-arányos jövedelmezőség (több, mint 2,5%-ponttal magasabb). Az üvegházas termesztőrendszerrel 1 546 Ft ágazati jövedelem realizálódik.

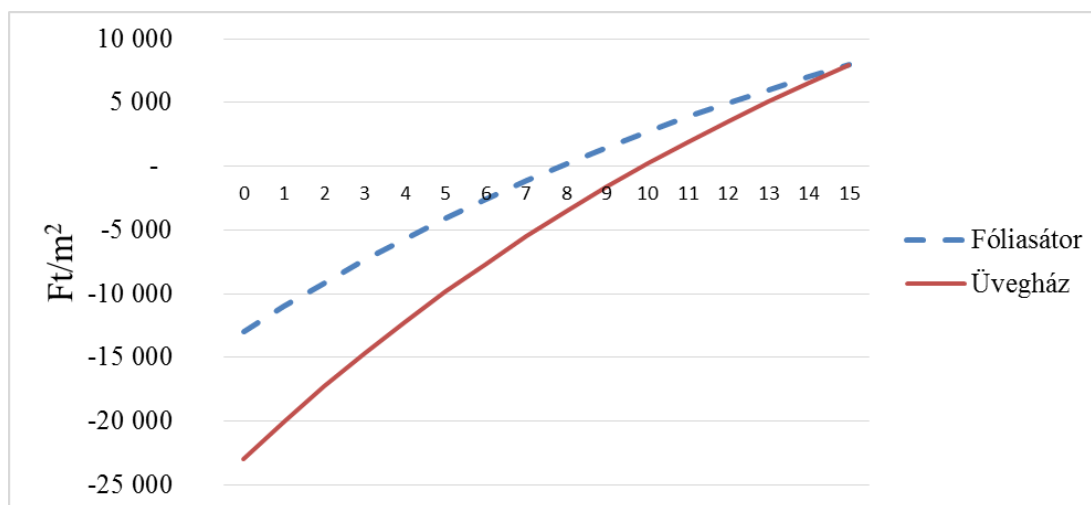
4. táblázat: A paprikahajtási technológiák beruházás-gazdaságossági vizsgálatának eredményei a 15 éves hasznos élettartam végén

Mutató	M.e.	Fóliasátor	Üvegház
Nettó jelenérték	Ft/m <sup>2</sup>	7 959	7 909
Dinamikus megtérülési idő	év	8.	10.
Jövedelmezőségi index	-	1,61	1,34
Belső megtérülési ráta	%	13,7	10,3

Forrás: saját kalkuláció

Az elemzésben bemutatott két termesztőberendezés és a hozzá kapcsolódó technológiai elemek beruházási költsége jelentősen eltér egymástól. A fűtött fóliasátor bekerülési értéke 13.000 Ft/m<sup>2</sup>, míg az üvegház beruházási költsége négyzetméterenként 23 000 forint. A nettó jelenérték (4. táblázat) értéke azt mutatja meg, hogy az egyes beruházások a kalkulációkban alkalmazott 5,5%-os kalkulatív kamatlábon felül mennyi többletprofitot hoznak a hasznos élettartam (15 év) alatt. Látható, hogy a két technológia hosszú időtávon nagyságrendileg ugyanakkor jövedelem előállítására képes, az NPV értéke négyzetméterenként mindössze 50

Ft-tal magasabb a fóliasátor esetén. A pozitív nettó jelenérték egyben azt is kifejezi, hogy mindkét vizsgált beruházás megtérül a hasznos élettartam alatt. A DPP (dinamikus megtérülési idő) mutató számított értékéből kiderül, hogy a fóliasátras hajtás beruházási költsége a 8. évben, míg az üvegházé a 10. évben térül meg (4. táblázat, 2. ábra).



2. ábra: Az NPV alakulása az elemzett termesztőrendszerekben

Forrás: saját kalkuláció

A vizsgált beruházások tőkearányos jövedelmezőségét fejezi ki a belső megtérülési ráta (4. táblázat). A 4. táblázat adataiból látszik, hogy mindkét beruházás esetén az IRR mutató értéke 10% feletti, ami azt jelenti, hogy jelenlegi gazdasági környezetben mindkét beruházás lényegesen magasabb profit realizálására képes, mint a kockázatmentesnek tekinthető banki befektetések.

A beruházás-gazdaságossági vizsgálatok eredményeként tehát összességében kijelenthető, hogy jövedelemtermelő képessége (NPV) alapján az üvegházi és a fűtött fóliasátras paprikahajtás között számottevő különbség nincs, viszont a fóliasátor a lényegesen alacsonyabb beruházási költségének köszönhetően az NPV kivételével minden egyéb mutató tekintetében jobbnak értékelhető.

5. táblázat: Az elaszticitásvizsgálat eredményei

Termesztőberendezés	Üvegház		Főliasátor	
	Eredeti NPV érték (Ft/m <sup>2</sup> )	7 909	7 959	7 959
Ható tényező	NPV érték (Ft/m <sup>2</sup> )	elaszticitás (%)	NPV érték (Ft/m <sup>2</sup> )	elaszticitás (%)
Hozam	8 621	9,0%	8 574	7,7%
Értékeítési átlagár	8 621	9,0%	8 574	7,7%
Minőség	7 932	0,3%	7 982	0,3%
Beruházási költség	8 139	2,9%	8 089	1,6%
Tápanyagok egységára	7 942	0,4%	8 001	0,5%
Növényvédelmi anyagok egységára	7 933	0,3%	7 977	0,2%
Munkabér	7 968	0,7%	8 083	1,6%

Forrás: Saját kalkuláció



Az 5. táblázat az előzőekben bemutatott termesztőrendszerek elaszticitásvizsgálatának eredményeit tartalmazza. A kalkulált értékek azt mutatják meg, hogy a ható tényezők 1%-os javulása miként hat – értékben és arányban is kifejezve – a nettó jelenérték alakulására. Az eredmények azt mutatják, hogy mindkét vizsgált technológiában a hozam, illetve az értékesítési ár a gazdaságosságra leginkább ható tényező (ezen ható tényezők értéke megegyezik, hiszen a termelési érték alakulására a hozam és az értékesítési ár változása ugyanolyan mértékben hat). Az értékesítési átlagár változásának modellezése a minőségkategóriánkénti havi értékesítési árak változtatásával történt. Az output oldal paraméterei között a hozamon és az értékesítési áron kívül mindenképpen érdemes szót ejteni az előállított áru minőségéről is. A determinisztikus modellben a minőségi javulás szimulálásához a lecsó minőségi osztály mennyiségét csökkentettem 1 százalékkal és az így „felszabaduló” hozamot az első- és a másodosztályú termék között abban az arányban osztottam fel, ahogy a két minőségkategória eredetileg viszonyult egymáshoz. A leírt eljárással küszöbölhető ki a minőségi változással együttjáró hozamnövekedés, ami hibás következtetést vonna maga után. A minőség 1 százalékos javulása technológiától függetlenül mindössze 0,3 százalékos változást indukál a NPV tekintetében, vagyis a gazdaságosság javításának szempontjából a termésminőség nem sorolandó a legfontosabb ható tényezők közé. Meg kell jegyezni, hogy ez csak azokra a paprikahajtató üzemekre igaz, ahol a technológiai színvonal meglehetősen magas, hiszen az elemzésben bemutatott üzemekben a lecsópaprika aránya csak a legmelegebb hónapokban – amikor a termés méret az időjárás miatt nehezen javítható – haladja meg a 10%-ot, a termelési időszak döntő részében jellemzően 2-7% között alakul.

Az inputoldal ható tényezői közül mindkét technológia esetén a beruházási költség a legnagyobb jelentőségű. Az 5. táblázat adataiból kiderül, hogy a fóliasátras hajtás gazdaságosságára a beruházási költség 1 százalékos csökkenése több, mint 1,5%-kal hat, míg az üvegházi termelés NPV értékére ugyanilyen változás csaknem 3,0 %-os javulást eredményez. Jelen gazdasági viszonyok között a termesztőberendezések bekerülési költségének csökkenése nem valószínű, viszont az elaszticitásvizsgálat eredményeire alapozva kijelenthető, hogy a beruházási támogatások nagyban javítják, illetve javítanák a teljes vertikum gazdaságosságát, hiszen a beruházási támogatások számszakilag a bekerülési költségek csökkenését jelentik a termelők szempontjából. A legfontosabb működési költségek közül kiemelkedik az élömunka költségének hatása. Az elemzett technológiákban a munkabér 1 százalékos csökkenése 0,7-1,6 százalékos javulást generál az NPV-ben. A beruházási költségekhez hasonlóan ennél a munkabér esetében sem életszerű a csökkenés, viszont a közterhek csökkenése jelentősen hozzájárulhatna a kertészek jövedelmezőbb termeléséhez. Fontos lehet végiggondolni, hogy a munkabér a jövőben várhatóan növekedni fog, ami értelemszerűen rontja a gazdaságoot, tehát várhatóan méginkább kardinális kérdéssé válik az élömunka-felhasználás hatékonysága.

**6. táblázat:** A kritikusérték-vizsgálat eredményei

Ható tényező	Üvegház			Fóliasátor		
	Kiindulási érték	Érték	Arány	Kiindulási érték	Érték	Arány
Fajlagos hozam (kg/m <sup>2</sup> )	17,9	15,9	11,1%	18,1	15,7	13,3%
Értékesítési átlagár (Ft/kg)	396,0	352,0	11,1%	339,0	294,0	13,3%
Beruházás kezdeti tőkeigénye (Ft/m <sup>2</sup> )	23 000,0	30 910,0	34,4%	13 000,0	20 960,0	61,0%
Munkabér (Ft/m.óra)	700,0	1 638,0	134,0%	700,0	1 147,0	64,1%

Forrás: Saját kalkuláció

A 6. táblázat az elaszticitásvizsgálat eredményeként legjelentősebbnek ítélt ható tényezők kritikusérték-vizsgálatát mutatja be ceteris paribus. A táblázatban szereplő értékek azok az értékek, amelyek mellett a különböző technológiákban az NPV értéke 5,5% kalkulatív kamatláb mellett a 15. év végén éppen nulla. Az „érték” oszlopban az adott tényező kritikus értéke került feltüntetésre, az „arány” pedig azt fejezi ki, hogy a kiinduló „realista” értékhez viszonyítva hány százalékos romlás engedhető meg, a gazdaságosság fordulópontják eléréséhez. A 6. táblázat adataiból kiderül, hogy a fajlagos hozam, illetve az értékesítési átlagár tekintetében mindkét technológiában relatíve alacsony a megengedhető csökkenés aránya (11,1-13,3%). Az elemzéshez kialakított modellek többéves átlaghozammal és átlagárral kalkulálnak, így a kritikus értékeket is többéves átlagra kell értelmezni. Mindenképpen megjegyzendő, hogy védett paprikatermesztésben, többéves átlagban a fajlagos hozam 2-2,5 kg-os csökkenése csak szélsőséges, Magyarországra nem jellemző időjárási körülmények között képzelhető el. A két vizsgált termesztőrendszer között lényeges eltérés mutatkozik a beruházási költség-, illetve a munkabér között. A beruházási költség 61%-os növekedése jelenti (ceteris paribus) a fóliasátras hajtátás gazdaságosságának fordulópontját, míg ez az arány az üvegházi termelés esetén a 35%-ot sem éri el. Az óránkénti teljes bérköltség kritikus értéke mindkét esetben relatíve magasnak tekinthető, azonban jól látszik, hogy az üvegházi termelés több, mint kétszer akkora emelkedést is képes elviselni, mint a fóliasátras hajtátás. Ez azzal magyarázható, hogy az üvegházi termelésben az egy kilogramm paprikára vetített személyi jellegű költség jóval kedvezőbb, mint a fóliás hajtátásban.

A kritikusérték-vizsgálatok eredményeként megállapítható, hogy mindkét elemzett technológiában vannak tartalékok mind input, mind pedig output oldalon.

### **Következtetések**

A kutatás fő célkitűzése annak meghatározása volt, hogy a nagyobb beruházási költségű üvegházak, vagy a relatíve kisebb bekerülési értékű fóliasátrak jelentek-e gazdaságosabb beruházást a paprikahajtátás tekintetében.

Az elemzésből kiderül, hogy az egy négyzetméterre eső össze működési költség tekintetében nincs jelentős eltérés a vizsgált technológiák között, viszont az üvegházak magas beruházási költsége miatt a teljes termelési költség a fóliasátrakban lényegesen, négyzetméterenként mintegy 650 Ft-tal (43%-kal) alacsonyabb, mint az üvegházi termelésben. Az üvegházi hajtátás magasabb költsége a realizálódó fajlagos hozamban nem fejeződik ki, hiszen az üvegházi paprikahajtátás fajlagos hozama 0,2 kg-mal elmarad a fóliás hajtátásától. A fóliás hajtátásban az elérhető értékesítési árak miatt mégis négyzetméterenként mintegy 950 Ft-tal alacsonyabb termelési érték realizálódik, ami annak köszönhető, hogy az üvegházi termelésben a hozam jelentős része az év azon időszakában keletkezik, amikor az értékesítési árak az éven belüli maximális érték közelében vannak. Összegezve tehát az üvegházi termelés mintegy 650 Ft-tal magasabb m<sup>2</sup>-enkénti teljes termelési költségéhez 950 Ft/m<sup>2</sup>-rel magasabb termelési érték társul, aminek eredőjeként az egy négyzetméterre vetített fedezeti összeg mintegy 300 Ft-tal, vagyis 21%-kal magasabb a fóliasátras hajtátáshoz viszonyítva. Egy átlagos év költség-haszon elemzése alapján az üvegházi termelés kedvezőbb jövedelemtermelő képességet és 11%-kal magasabb jövedelmezőséget mutat. A vizsgált beruházások hosszútávon mért gazdaságossága azonban kedvezőbb a fóliasátras hajtátás esetén, hiszen a fóliasátor és a hozzá kapcsolódó technológiai elemek megtérülési ideje két évvel rövidebb, mint az üvegházé, emellett a dinamikus beruházás-gazdaságossági mutatók mindegyike (NPV, PI, IRR) azt bizonyítja, hogy hosszú távon és a lekötött tőke kamatigényével számolva gazdaságosabb a fóliás hajtátás. Ennek alapvetően az az oka, hogy az üvegház a működés éveiben 26%-kal magasabb fedezeti összeget, 47%-kal magasabb cash-flow-t és 10%-kal kedvezőbb jövedelmezőséget 77%-kal magasabb beruházási költséggel ér el.

A kalkulációk eredményein túlmenően nem szabad megfélekezni az üzemméret kérdéséről sem. A kalkulációk optimális üzemméret feltételezésével készültek, ami jelentősen különbözik az egyes technológiák esetén. A fóliasátras hajtás jellemzője, hogy egy fóliatelep (korszerű, egyhajós termesztőberendezés mellett) több hajtatóberendezésből áll, a számított adatok pedig a telep minden egyes négyzetméterére igazak. Ebből arra lehet következtetni, hogy – reális határok között maradván, ami legalább egy fóliasátor (általában 7,5 m széles és 50 m hosszú) – az üzemméret minimálisra csökkenthető, vagyis a beruházás kezdeti tőkeszükséglete, illetve az éves termelési költség is relatíve alacsonyan tartható. Ezzel szemben az üvegházak fontos tulajdonsága, hogy – bár ez a kérdéskör nem része az elemzésnek – a gazdaságosan működtethető üzemméret alsó határa a meglehetősen magas (és arányosan nem csökkenthető) költségű technológiai berendezések miatt 5 000 m<sup>2</sup> körül van. TÉGLA (2010) kutatása szerint a termálvízzel fűtött termesztőberendezések a leggazdaságosabbak, de 0,5 hektáros üzemméretnél még ez a fűtési mód sem felel meg a gyakorlat által elvárt 25%-os (vagy magasabb) árbevétel-arányos jövedelmezőségnek. A fentiek értelmében a gazdaságos üvegházi termelés elkezdéséhez az üzemeltetőnek legalább fél hektár területre szükséges tőkével kell rendelkeznie. A konklúzió összességében tehát az (egyetértve LEDÓ (2012) véleményével, miszerint a fóliasátrak fontos jellemzője – összehasonlítva a melegágyakkal és az üvegházakkal – az alacsonyabb létesítési és üzemeltetési költség), hogy bár az üvegházi termelés rövid és hosszú időtávon vizsgálva egyaránt hatékony lehet, a hasonló jövedelmezőség és a lényegesen kedvezőbb fajlagos költségek (beruházási és termelési) miatt paprikahajtáshoz a fólia borítású termesztőberendezések jelentik a gazdaságosabb alternatívát. Ezt alátámasztják az érzékenységvizsgálatok eredményei is, melyekből arra a következtetésre jutunk, hogy a fóliasátras paprikahajtás az üvegházi termeléshez képest összességében kevésbé érzékeny a gazdaságosságot meghatározó tényezők változására.

### Hivatkozott források

- APÁTI F. (2012): A gyümölcsstermelés üzemgazdasági jellemzői In.: Gyümölcstüftvények fagy- ésjégvédelménektechnológiai lehtőségei és gazdasági megfontolásai. Debreceni Egyetem, AGTC MÉK, Kertészettudományi Intézet. 2012. 14p. ISBN: 987-615-5183-28-7
- APÁTI F. (2009): The comparative economic analysis of Hungarian and German apple production of good standard. In.: „International Journal of Horticultural Science” Vol. 15., Number 4, 2009., 79-85. pp. HU ISSN 1585 0404
- BALÁZS S. (2000): A hajtás fogalma In.: A zöldség-hajtás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13 p.
- CZERVÁN Gy. (2014): Zöldség-gyümölcs ágazati stratégia, 2014-2020. Agrofórum. 1. sz. pp. 20-21.
- FRUITVEB (2013): A magyar zöldség-gyümölcs ágazat fejlesztési javaslati a 2014-2020. évekre. Budapest. 4 p.
- GLITS M. – Gólya E. – Gyúros J. – Gyórfi J. – Hodossi S. – Holb I. – Hráskó I. – Kovács A., Kovácsné Gyenes M. – Nagy Gy. – Nagy J., Némethy Z. – Ombódi A. – Péznes B. – Slezák K. – Szóriné Z. A. – Terbe I. – Zatykó F., (2005): Általános tudnivalók a zöldségfélék hajtásáról In.: Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben. Mezőgazda kiadó. Budapest, 2005. 11 p.
- GRAHAM – HARVEY (2001): “The Theory and Practice of Finance: Evidence from the Field”. Journal of Financial Economics 61, 187-243. p.
- GYÚRÓS J. (2008): A talaj nélküli termelés műszaki alapjai In.: Talaj nélküli zöldség-hajtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 124 p.

- HOWARD M. R. (2013): Soil versus soilless culture. In: Hydroponic Food Production. CRC Press. Taylor & Francis Group. Broken Sound Parkway NW. 2013. 6. p. ISBN: 978-1-4398-7869-9.
- ILLÉS M. (2002): A beruházások gazdaságossága. In: Vezetői gazdaságtan. Szerk.: Illés M. Kossuth Kiadó 2002. 115-162. p.
- LAKNER Z. – SASS P. (1997): A zöldség és gyümölcs versenyképessége. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 1-199. p.
- LEDÓ F. (2005): A hajtattott zöldségtermesztés szervezése és ökonómiája. In: A zöldségtermesztés, -tárolás, -értékesítés szervezése és ökonómiája. (szerk.: Z. Kiss I. – Rédei I.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. 217-228. p.
- LEDÓ F. (2012): A Zöldség - Gyümölcs Piac és Technológia különszáma. A Magyar Paprika Napja 2012. Budapest. 13 p.
- LIETH J. H. – OKI R.L. (2008): Irrigation in soilless production. In: Soilless culture theory and practice. Elsevier. Theobald's Road, London. 2008. 117-153 p. ISBN: 978-0-444-52975-6
- OMBÓDI A. (2008): Intenzív zöldségtermesztési technológiák. SZIE Gödöllő, Egyetemi jegyzet. 11. p.
- SKENDER K. – OMBÓDI A. (2011): Az intenzív szabadföldi helyzete és lehetőségei Kelet-Európában, Koszovó és Magyarországon példáján keresztül. Kertgazdaság. 43. évf. 1. sz. pp. 74-83. 11.
- SZÖLLŐSI L. (2008): „A vágócsirke termékpálya 2007. évi költség és jövedelem viszonyai” In.: Baromfi Ágazat 8: (4) 2008/4. december, Budapest, pp. 4-12.
- SZÚCS I. (2004): Beruházások gazdasági elemzése. In.: Gyakorlati alkalmazások – Az üzleti tervezés gyakorlata. Campus Kiadó. Debrecen, 2004. 129-139 p.
- TAKÁCSNÉ HÁJÓS M.(2013b): Zöldségnövény fajok hajtattása In.: Zöldség-hajtattás. Debrecen. Debreceni Egyetemi Kiadó, 48 p.
- TAKÁCSNÉ HÁJÓS M.(2013a): Termesztőberendezések típusai In.: Zöldség-hajtattás. Debrecen. Debreceni Egyetemi Kiadó, 6-7 p.
- TÉGLA Zs. (2010): Üzemi méret és energiaköltség a zöldség-hajtattásban. Gazdálkodás. 54 (2): 169-175 p.
- TOMPOS D. (2006): Doktori értekezés. A közetgyapotos paprikahajtattás egyes technológiai elemei és ökonómiai összefüggései. Budapest. 103 p.
- VAN SICKLE, J. – Jovovich, E. – Cantliffe, D. – Stoffella, P. (2005): Production & Marketing Reports. HortTechnology.15 (2) 356 p.
- WARREN, M. F. (1982): Financial Management for Farmers, the Basic Techniques of 'Money Farming'. Third Edition, Stanly Thornes Ltd, 240-246., 259-260. p.

## Szerző

### Kicska Tibor

PhD hallgató

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

Gazdálkodástudományi Intézet, Üzemtani és Vállalati Tervezés Tanszék

4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

kicska.tibor@econ.unideb.hu

## FOOD SECURITY: OVERVIEW OF CURRENT SITUATION IN SELECTED EUROPEAN COUNTRIES

PALKOVIČ Jozef – FUSKOVÁ Martina

---

### Abstract

Food security is defined by the World food summit of 1996 as follows: „when all people at all times have access to sufficient, safe, nutritious food to maintain a healthy and active life”. Such definition includes several aspects; therefore, it is necessary to use multidimensional view to its investigation. This concept is based on three pillars: food availability, food access and food use. This issue is hence complex sustainable development issue closely connected to health, economic, environmental and other issues. Presented paper is focused on the food security analysis in European countries. For this purpose, are used data from Global food security index 2015 database by The Economist Intelligence Unit (EIU) and sponsored by DuPont about food security indicators.

In the first part of the paper is analyzed recent development of the food security indicators in the selected European countries, then multivariate analysis is used to reduce dimension of the data. Countries were sorted into classes according their food security performance. Results suggest positive tendency in the European countries from the perspective of increasing welfare, food accessibility and its distribution. On the other side, economic development and sufficient supply of food brings another phenomenon which can significantly reduce quality of life and is connected with prevalence of obesity in most of the European states.

**Keywords:** Food security, food security indicators, multivariate analysis, sustainable development

**JEL Codes:** N5, O13, P28, Q01, Q18, Q56

---

### Introduction

In a world of finite resources and rising populations, resource-efficiency is crucial. Over the last few years, food security became important challenge. This issue has an interdisciplinary character considering many factors which influence global food security situation. In accordance to economic, social, environmental and technical development, every country has possibilities which could lead to improvement of food security indicators. Many countries have sufficient food production but worse food allocation (1). Improvement of the food allocation is only one from variety of solutions which could lead to improvement in global food security situation.

Considering these characteristics, the units of analysis generally used in the food availability approach are the country (and its food balance sheet) or the world and the agricultural sector (its production and productivity). (2) However, the most important shift was from food availability at the macro-level to income at the micro-level (GRIFFIN – KHAN, 1977; (3) Haq, 1976; (4) REUTLINGER and SELOWSKY, 1976 (5); REUTLINGER, 1977 (6)). The approach is very similar to the one traditionally used to assess poverty.

While predominantly food demand analyses have been concerned with situations in developing countries, there are also several food demand studies employing household data from developed European countries (6) (e.g., MOLINA, 1994 for Spain; (7) BANKS et al., 1996 (8), 1997 for the UK (9); MORO and SCKOKAI, 2000 (10) for Italy; ABDULAI, 2002 for Switzerland (11)). Similar approach was used also in case of Slovakia by CUPAK, POKRIVCAK and RIZOV (2015) who analyzed food security using households' food demand. (12)

The main shortcomings of both these (country level, resp. world and agricultural production analysis) procedures are the several assumptions made to move from income to food security: (1) from income/expenditure to food through price per unit information; (2) from food to calorie through equivalence tables; (3) from calorie availability to food security/insecurity depending on the threshold. With respect to the unit of analysis, income could potentially be estimated per individual. However, there are problems related to children whose food security also depends on adults' income. Having enough food per capita at the national level is a necessary but not sufficient condition for food security. Therefore, in order to make a food security assessment, we need to extend the informational basis. (2)

A growing number of studies explore the main drivers affecting global food supply and demand in the future, explicitly focusing on agriculture and the food system (DORIN and PAILLARD, 2009; FISCHER ET AL., 2009; NELSON et al., 2010), or assessing broader issues (such as climate change) with outcomes that are relevant for food security analysis (e.g. PBL NETHERLANDS ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY, 2012; UNEP, 2012). (13)

In changing conditions of developed world raises also new issues with regard to food security. Recent papers conclude that today's food environments exploit people's biological, psychological, social, and economic vulnerabilities, making it easier for them to eat unhealthy foods. This reinforces preferences and demands for foods of poor nutritional quality, furthering the unhealthy food environments. (1)

ROBERTO C. et. al. (2015) adds that the high profits that come from the successful exploitation of vulnerabilities are often the driving force behind environmental changes that promote overconsumption of food. His paper (14) referred to earlier points out that in high-income countries, energy-dense and nutrient-poor foods tend to be inexpensive, thus saturating low-income neighborhoods with unhealthy options. This means, that especially in developed countries, food security is not only connected with affordability and availability of food but also quality of diet.

Important question connected with food security is the way how to evaluate and measure food security on national level. This problem is connected especially with methods and variables which should be used. The Sustainable Livelihoods (SL) framework is not just an approach to food security, but is a more general approach to development and poverty. (15) Although the concept was certainly used previously, the "emphasis on livelihood" was given in the 1980s by CHAMBERS (1983).

Presented paper follows multivariate approach, which was previously applied on the field of competitiveness, or sustainable development and is a synthesis of previously applied approaches to food security which are mentioned below.

For the purpose of measuring food security was developed many global indexes. One of the most often used is global food security index (GFSI) by the Economist Intelligence Unit (EIU). The index is a dynamic quantitative and qualitative benchmarking model, constructed from 28 unique indicators that measures drivers of food security across 109 developing and developed countries. Index considers three core pillars of food security – Affordability, Availability and Quality & Safety. This index was published first time in 2012 and since that time has been modified to its present form (16). Global index is too general and includes also indicators, which are not relevant in case of developed countries. Presented paper focus on the set of indicators which influence national food security level in developed countries. Selection of the indicators was carried on the basis of food security pillars as they are defined by leading institutions on this field. The most important are mentioned in following paragraphs.

The Food and AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) uses a different set of indicators to measure various aspects of food security. Indicators allow comparisons across regions over time. They can be divided into four dimensions of food security - availability, access, utilization and stability. An initial set of indicators was developed in 2011 (17).

World Health Organization explains tree pillars of food security as follows. Food availability - sufficient quantities of food available on a consistent basis. Food access - having sufficient resources to obtain appropriate foods for a nutritious diet. Food use - appropriate use based on knowledge of basic nutrition and care, as well as adequate water and sanitation. There also exist some critics, who argues that trade liberalization may reduce a country's food security by reducing agricultural employment (18). These two organizations focus mainly on developing countries, therefore many indicators included especially in first two pillars are not applicable in developed countries.

CIRAD, the French agricultural research and international cooperation organization defines four basic pillar of food security – Access, Availability, Food quality and Stability. According to research of this institution, is important to apply three main principles. First is increasing agricultural production, second is improving competitiveness of farm production and incomes of farmers and other agro-food sector actors and third is improving food safety as well as food quality, and by adding value to traditional local products (19). This food security definition includes also food safety and local conditions.

Both database obtained from EIU and FAOSTAT use wide range of indicators and includes data from various sources as World Bank, International Labor Organization, and National Statistical Offices' publications, WHO, FAOSTAT and many others with regards to objects of interest. (20) The set of chosen indicators is extended with background variables including economic development, welfare, lifestyle and social phenomenon strongly linked with measuring and improving food security. Presented paper is based on approaches to food security definition presented above and tries to create synthesis of indicators and methods appropriate for developed countries.

The main objective of the presented paper is the analysis of current food security situation in selected European countries. Since most of current papers on this field are focused on

developing countries, there could be questioned relevance of such analysis in case of European countries, where food security does not seem to be crucial problem compared to the rest of the world. Despite of this argument, such analysis is important to detect problems with food allocation and quality which are closely connected with increasing prevalence of obesity. This seems to be important phenomena in case of European countries with increasing incidence. Many papers were also focused to create food security ranking or index (21), on the other hand, this paper is focused to compare countries and detect main differences, especially those which seems to be crucial. Objective of the presented paper is accomplished by comparing countries with regard to analyzed indicators in the first part. In the second part are investigated countries clustered into different groups according analyzed indicators. Finally, created groups are compared and most different factors are identified. In the conclusion are identified the most and least positioned countries according their performance in food security indicators.

## 2. Material and methods

Source of the data was Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit (EIU) and sponsored by DuPont. Variables were selected according to pillars of food security (affordability or access, availability and food quality and stability which some sources define as a use of food) and include also background variables which can influence food security situation. With regards of analyzing a set of developed European countries from the total number of 36 indicators were selected variables which can be considered as important factors in Europe and represent individual pillars of food security. Following variables presented in the table 1 were selected across 26 European countries (this was influenced by the availability of data) for the period of year 2015. Conducted analysis include following countries: Austria, Belarus, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Ukraine and United Kingdom.

Table 1. Variables selected for the analysis

### *Pillar 1: Affordability*

<i>Indicators</i>	<i>Formula</i>	<i>Description</i>
<i>Food consumption</i>	% of household expenditure (% of total share)	household expenditure spent on food at national level
<i>Proportion of population under global poverty line (Poverty)</i>	% of population living under \$2/day PPP (%)	prevalence of poverty
<i>GDP per capita</i>	US \$ at PPP/capita	individual income and affordability of food



**Pillar 2: Availability**

<i>Indicators</i>	<i>Formula</i>	<i>Description</i>
<i>Average food supply</i>	kcal/capita/day	amount of food available for human consumption per capita
<i>Public expenditure on agricultural R&amp;D</i>	rating 1-9 (9=best, 1=worst)	government spending on agricultural research and development <sup>1</sup>
<i>Volatility of agricultural production</i>	standard deviation	standard deviations of the growth in agricultural production over the most recent twenty years period for which data are available
<i>Corruption</i>	rating 0-4 (4=highest risk)	pervasiveness of corruption in country by assessing the risk of corruption <sup>2</sup>
<i>Food loss</i>	total waste/total domestic supply quantity (tonnes)	post-harvest and pre-consumer food loss as a ratio of the total domestic supply of crops, livestock and fish commodities

<sup>1</sup>expenditure on agricultural R&D is a proxy for agricultural innovation and technology that increases market efficiency and access.

<sup>2</sup>corruption can impact availability through distortions and inefficiencies in the use of natural resources, as well as bottleneck inefficiencies in food distribution.

**Pillar 3: Quality and Safety**

<i>Indicators</i>	<i>Formula</i>	<i>Description</i>
<i>Diet diversification</i>	% of non-starchy foods (%)	the share of non-starchy foods (all but cereals, roots, and tubers) in total dietary energy consumption

**Background variables**

<i>Indicators</i>	<i>Formula</i>	<i>Description</i>
<i>Human Development Index (HDI)</i>	rating 0-1	a composite index that measures development by combining indicators on life expectancy, educational attainment and income
<i>Global Gender Gap Index (GGGI)</i>	rating 0-1	gender equality: the relative gaps between women and men, across a large set of countries and across the four key areas of health, education, economy and politics
<i>EIU Democracy Index</i>	rating 1-10	state of democracy <sup>3</sup>
<i>Prevalence of Obesity</i>	% of obese population	obese population over 20 years of age <sup>4</sup>

<sup>3</sup>index includes indicators in the following 5 categories: Electoral process and pluralism, functioning of government, Political participation, Political culture and Civil liberties in 165 states and 2 territories

<sup>4</sup>obesity is defined as having an age-standardized body mass index (BMI) greater than 30 %

Source: EIU Global Food Security Index, 2012

In the first part of presented research results were applied descriptive statistics to present current situation across investigated countries. Chosen statistics were mean, standard deviation, minimum, maximum, range, median and coefficient of variation. For the purpose of comparison was calculated also world mean of presented indicators which allowed to define each country position at global level. There was also analysed interaction between chosen indicators to show their possible interdependence to each other. Interaction is demonstrated on scatter plots with drawn values of word mean and European mean for the purpose of classifying countries into one of four possible quadrants according to level of indicators. The left lower quadrant represents below average values of both indicators. The right upper quadrant represents above average values of both indicators.

### Principal component analysis

To reduce dimension of the data and remove collinearity among indicators was applied multivariate analysis of principal components. This analysis is usually applied in case of too many variables, when it is necessary to preserve same information in less number of variables. Such analysis is usually applied to investigate multidimensional issues, such as human development, sustainable development, food security etc. Principal component analysis seeks to maximize variance of a linear combination of the variables. (22)

Principal component analysis deals with a single sample of  $n$  observation vectors  $y_1, y_2, \dots, y_n$  that form a swarm of points in a  $p$ -dimensional space. Principal component analysis can be applied to any distribution of  $y$ , but it will be easier to visualize geometrically if the swarm of points is ellipsoidal.

Objective of the analysis is to find the natural axes of the swarm of points (the axes of the ellipsoid) with origin at  $y$ , the mean vector of  $y_1, y_2, \dots, y_n$ . This is done by translating the origin to  $y$  and then rotating the axes. After rotation so that the axes become the natural axes of the ellipsoid, the new variables (principal components) will be uncorrelated. The axes can be rotated by multiplying each  $y_i$  by an orthogonal matrix  $A$ .

$$z_i = Ay_i \quad (1)$$

where  $z_i$  – new point (principal component)

$A$  – orthogonal matrix

$y_i$  – vectors of original variables

Thus an orthogonal matrix transforms  $y_i$  to a point  $z_i$  that is the same distance from the origin, and the axes are effectively rotated. Finding the axes of the ellipsoid is equivalent to finding the orthogonal matrix  $A$  that rotates the axes to line up with the natural extensions of the swarm of points so that the new variables (principal components)  $z_1, z_2, \dots, z_p$  in  $z = Ay$  are uncorrelated.

In presented analysis was obtained four standardized principal components, which were based on the linear combination of the original variables.

$$\begin{aligned} \text{Principle 1} &= a_{11} * X_1 + a_{12} * X_2 + \dots + a_{1p} * X_p \\ \text{Principle 2} &= a_{21} * X_1 + a_{22} * X_2 + \dots + a_{2p} * X_p \\ \text{Principle 3} &= a_{p1} * X_1 + a_{p2} * X_2 + \dots + a_{pp} * X_p \\ \text{Principle 4} &= a_{p1} * X_1 + a_{p2} * X_2 + \dots + a_{pp} * X_p \end{aligned} \quad (2)$$

where:  $a_{ij}$  – component score  $i, j = 1, 2, \dots, p$   
 $X_p$  – indicators

### Cluster analysis

The main objective was achieved by cluster analysis. This was used to find an optimal aggregation where countries within clusters are similar, but clusters are different to each other with regard to the food security indicators.

Cluster analysis (22) is usually used to search for patterns in a data set by grouping the multivariate observations into clusters. This analysis has also been referred to as classification, pattern recognition (specifically, unsupervised learning), and numerical taxonomy. The techniques of cluster analysis have been extensively applied to data in many fields, such as

medicine, psychiatry, sociology, criminology, anthropology, archaeology, geology, geography, remote sensing, market research, economics, and engineering.

This kind of analysis is focused on quantitative variables. The data matrix can be written:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1' \\ y_2' \\ \dots \\ y_n' \end{pmatrix} = (y_{(1)}, y_{(2)}, \dots, y_{(p)}) \quad (3)$$

Where  $y_i$  is a row (observation vector) and  $y(j)$  is a column (corresponding to a variable). We generally wish to group the  $n$   $y_i'$ 's (rows) into  $g$  clusters. We may also wish to cluster the columns  $y(j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, p$ .

To group the observations into clusters, many techniques begin with similarities between all pairs of observations. In many cases the similarities are based on some measure of distance. In this case was used Ward's method of hierarchical clustering based on the Euclidean distance.

This clustering method is also called the incremental sum of squares method, uses the within cluster (squared) distances and the between-cluster (squared) distances.

$$SSE_A = \sum_{i=1}^{n_A} (y_i - \bar{y}_A)'(y_i - \bar{y}_A), \quad (4)$$

$$SSE_B = \sum_{i=1}^{n_B} (y_i - \bar{y}_B)'(y_i - \bar{y}_B), \quad (5)$$

$$SSE_{AB} = \sum_{i=1}^{n_{AB}} (y_i - \bar{y}_{AB})'(y_i - \bar{y}_{AB}) \quad (6)$$

Where  $\bar{y}_{AB} = (n_A \bar{y}_A + n_B \bar{y}_B) / (n_A + n_B)$  and  $n_A$  and  $n_B$  and  $n_{AB} = n_A + n_B$  are the numbers of points in A, B and AB respectively. Since these sums of distances are equivalent to within cluster sums of squares, they are denoted  $SSE_A$ ,  $SSE_B$  and  $SSE_{AB}$ . Ward's method joins the two clusters A and B that minimize the increase in SSE, defined as:

$$I_{AB} = SSE_{AB} - ((SSE_A + SSE_B)) \quad (7)$$

To determine optimal number of clusters was used indicator semi partial R-Square. The result of cluster analysis is presented on the map of Europe where every country is coloured according to corresponding cluster.

## Results

Situation in the Europe is characterized by descriptive statistics of indicators which can significantly influence food security situation. Indicators are ordered according to pillars. At the end of this part are described background variables which are not included in the pillars but they are closely connected with the food security. Summary of the descriptive statistics is in the Table 1. Table includes also average value of each indicator in the world (third column) to make situation in Europe comparable with situation in world.

In the food expenditure could be expected higher values in case of less developed countries with lower income level, and low values in developed countries with high income. Average share of food expenditure was 18.13% with the standard deviation 10.02%. Almost half of the analyzed countries exceeded 14.12% share of the food expenditure. Minimum value was in the

United Kingdom (9.16%) and Switzerland (9.26%). The highest value of food expenditure was in Romania (49%) where people spend almost half of their expenditure on food. High values were also recorded in Belarus (39.2%), Ukraine (38.9%) and Serbia (27.4%). Average value of this indicator in the world was 33.9%, which means that people in Belarus and Ukraine spend on their food greater proportion of their income than world average. Most of the analyzed countries recorded value of food consumption share under 30%. Food consumption in Slovakia represent 17.36% which is slightly under the European mean and similar to the rest of central European countries (Czech Republic 15.4%, Poland 18.5% and Hungary 17.6%, all countries are below European mean). The difference between highest and lowest food consumption is 40.24p.p. Variability expressed by coefficient of variance was 55%, which means great differences across European countries in food consumption between European countries.

**Table 2. Descriptive statistics of selected food security indicators**

Indicator	Mean	World Mean	St. Dev	Min	Max	Range	Median	Coeff of variation (%)
<b>Food expenditure</b>	18.13	33.9	10.02	9.16	49.40	40.24	14.12	55.28
<b>Poverty</b>	0.46	25.9	1.01	0.00	3.92	3.92	0.00	218.69
<b>GDP per capita</b>	34131.5	18559	14208.8	8400	68040	59640	34405	41.63
<b>Average food supply</b>	3341.1	2855	267.21	2724	3793	1069	3388.5	8
<b>Public expenditure on agricultural R&amp;D</b>	2.96	2	2.07	1.00	8.00	7.00	2.50	69.76
<b>Volatility of agric. prod.</b>	0.14	0.12	0.08	0.06	0.37	0.31	0.13	55.99
<b>Corruption</b>	1.62	3	1.15	0.00	4.00	4.00	1.50	70.95
<b>Food loss</b>	2.86	5.4	2.01	0.40	9.17	8.77	2.28	70.42
<b>Diet diversification</b>	66.81	52	6.25	53.00	76.00	23.00	68.50	9.35
<b>Human Development Index</b>	0.85	0.687	0.06	0.73	0.94	0.21	0.87	6.68
<b>Global Gender Gap Index</b>	0.74	n/a	0.05	0.62	0.85	0.23	0.73	7.37
<b>EIU Democracy Index</b>	7.74	5.8	1.41	3.69	9.93	6.24	7.94	18.17
<b>Prevalence of Obesity</b>	20.92	16.1	3.88	14.90	29.30	14.40	20.70	18.55

Source: author's work based on Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

Second indicator expressed proportion of population under global poverty line. In most of the analyzed countries was value of this indicator close to 0. Significantly different values from 0 were recorded in 9 countries: Ukraine (0.03%), Poland (0.11%), Hungary (0.17%), Serbia (0.47%), Slovakia (0.49%), Romania (1.59%), Turkey (2.56%), Spain (2.67%) and Bulgaria (3.92%). Average proportion of poverty in the world is 25.9%, therefore can be concluded good situation in all European countries.

Most frequently used measure of economic development is GDP per capita. Average value of GDP per capita in the analyzed set of countries was 34131\$ per capita with standard deviation 14208.83\$ per capita. Half of the countries reached less GDP than 34405\$ per capita. Difference between country with highest (Norway 68040\$ per capita) and lowest GDP (Ukraine 8400\$ per capita) is 59640\$ per capita. This value suggests big differences in economic development across Europe.

This is confirmed also by coefficient of variation, which means that standard deviation is almost 42% of average. Most developed country in the central European region is Czech Republic (29170\$ per capita), then Slovak Republic (27640\$ per capita), Hungary (24570\$ per capita) and Poland (24470 \$ per capita). All central European countries performed below mean value. Average value of this indicator in the world is 18559 \$ per capita.

Another important food security indicator is the average food supply. The average value of this indicator in the European countries was 3341 kcal/capita/day with standard deviation 267.21 kcal/capita/day. More than 50% of the analyzed countries reached food supply over 3388 kcal/capita/day. Highest value of food supply was in Belgium (3793 kcal/capita/day), Austria (3784 kcal/capita/day) and Turkey (3680 kcal/capita/day). Lowest food supply was in Serbia (2742 kcal/capita/day), Bulgaria (2877 kcal/capita/day) and Slovakia (2902 kcal/capita/day). Food supply in Serbia was even less than world average which is 2855 kcal/capita/day. Variability expressed using coefficient of variation was 8% which mean low difference in food supply among analyzed countries. There can be concluded that all European countries are well supplied. Situation in the central European region is similar. Highest food supply in Central European region was in Poland (3485 kcal/capita/day), which is only central European country above mean value. The rest of central European countries performed under average (Czech Republic 3292 kcal/capita/day), Hungary (2968 kcal/capita/day) and Slovakia (2902 kcal/capita/day).

Relationship between average food supply and GDP is shown on the figure 1. Blue lines on the figure refers to average value of the indicators in Europe and create four quadrants. In the left bottom quadrant are countries with under average value of both indicators. In the upper right quadrant are localized countries with over average value of both indicators. The right bottom and upper left quadrant is for countries with the under average value of one indicator and over average value of the other. Red lines refer to average value of indicators in the world.

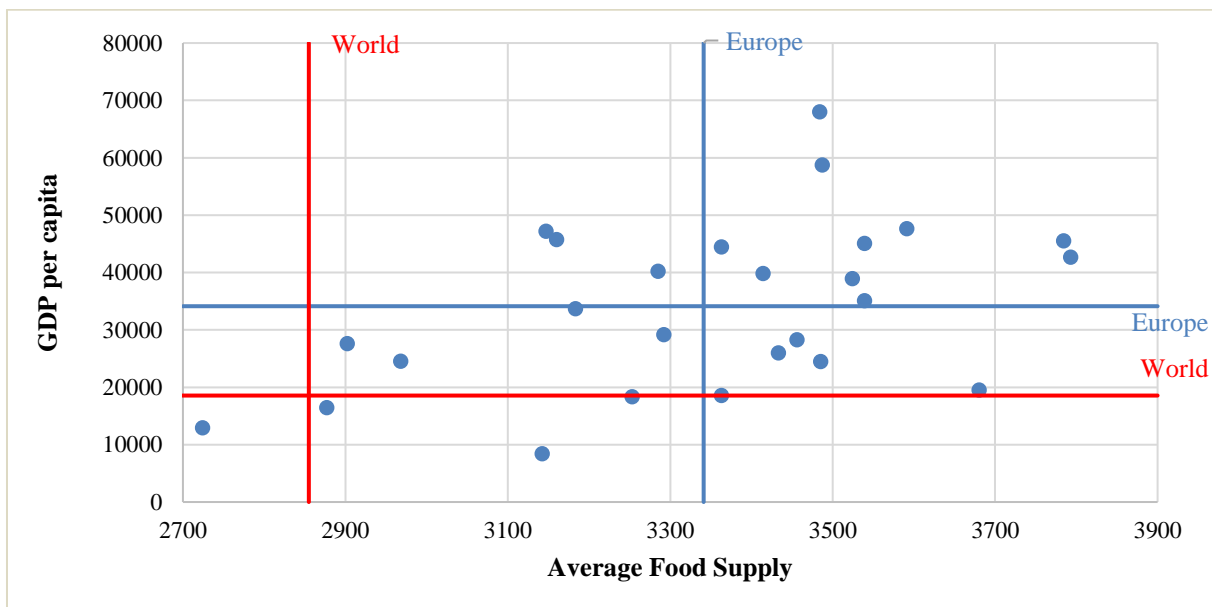


Figure 1. Average food supply vs. GDP per capita

Source: author's work based on Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

Expenditure on agricultural research and development is another indicator belonging to second pillar of food security. Average mark among evaluated countries was 2.68. Highest spending on agricultural research and development was recorded in Ireland and Netherland (both 8) which clearly over performed the rest of the Europe. Second place belong to France, Germany and Spain (5). The worst result (evaluated 1) was recorded in Norway, Greece, Denmark, Romania, Czech Republic, Belarus, Sweden, Ukraine, Hungary and Serbia. Best result in the expenditure on agricultural research and development in central European region was in Slovakia (4) and Poland (2). This refers to good situation in agricultural research and development, compared to world mean has score 2.

Volatility of Agricultural production is another indicator in accordance with second pillar. Many countries recorded relatively low level of production volatility, which means sufficient amount of available production. Average value of volatility was 0.14, and 50% of countries performed over value 0.13. Highest volatility of production was recorded in Belgium (0.37) and Bulgaria (0.31). Lowest volatility of agricultural production was in Greece (0.059), Denmark (0.062) and Turkey (0.066). Value of this indicator is strongly influenced by climate and environmental conditions in analyzed countries. Highest volatility in central European region was in Hungary (0.25) and Slovakia (0.18) then followed Poland (0.13) and Czech Republic (0.12). This result means stable agricultural production in central European region. Average volatility of agricultural production in the world is 0.12.

Another factor which influence availability of food, especially in less developed countries, is corruption. This factor is also important for overall development of the country. Average value of this rating in European countries was 1.62, with standard deviation 1.15. 50% of countries performed over value 1.5. Highest risk of corruption was found in Ukraine (rating 4). Then followed Bulgaria, Romania, Serbia, Italy, Turkey and Greece (rating 4). Lowest risk of corruption (rating 0) was found in Switzerland, Netherland, Sweden, Norway and Denmark. Risk of corruption in all central European countries was evaluated by rating 2. This means stable situation in the set of analyzed countries, whereas average score in the world is 3.

Last indicator in the pillar 2 is food loss. Average value of this ratio in the analyzed set of countries was 2.86 with standard deviation 2.01. 50% of countries recorded food loss above 2.28. Highest food loss was in Romania (9.17) and Turkey (8.98) which clearly exceeded the rest. Then followed Greece (4.57) and Serbia (4.28). This result suggests low efficiency of food industry in these countries. On the other side, lowest food loss was in Finland (0.19) and Switzerland (0.39). The only central European country with food loss value over average is Poland (3.75). Then follows Hungary (2.74) and Slovakia (2.36). Least value of food loss in region was found in Czech Republic (1.36). All Central European countries are below world average which is 5.4.

The only indicator from the pillar 3 included in presented analysis is diet diversification. Average value of this indicator was 66.81% with the standard deviation 6.25%. 50% of analyzed countries exceeded 68.5%. Highest share of non-starchy foods in total dietary consumption was in Switzerland (76%), Spain (75%), Austria (74%), Netherlands (73%) and Germany (72%). All of these are developed countries where population prefer healthy lifestyle. On the other side, the least share of non-starchy food in total dietary energy consumption was recorded in Turkey (53%), Romania (55%), Bulgaria (57%) and Ukraine (58%). Central European countries with the result over average were Hungary (70%) and Czech Republic (69%). Slovakia (65%) and Poland (59%) performed under the mean. Diet diversification is connected not only with food supply, economic development but also with eating habits in

analyzed countries. All countries in the Europe recorded greater diet diversification than world average (52).

All variables described above were included in the basic three pillars of food security. In our research work were also analyzed background variables closely linked with food security – Human Development Index, Global Gender Gap Index, EIU Democracy Index and Prevalence of obesity. Average value of HDI in the set of analyzed European countries was 0.85 with standard deviation 0.06 which means well developed countries with low variability. 50% of the countries reached level above 0.87. Most developed countries are Norway (0.94), Switzerland (0.92), Netherlands (0.92) and Germany (0.91). On the other side, least developed in the analyzed set of countries were Ukraine (0.73), Serbia (0.74) and Turkey (0.76). The only central European country which performed over average value was Czech Republic (0.86). Then followed Poland and Slovakia (both 0.83) and Hungary 0.82. According to this indicator are all the analyzed countries developed better than world average (0.687)

Another background variable is Global Gender Gap Index. This indicator is also connected to almost all sectors including agriculture. There can be expected better gender equality in more developed countries. Average value was 0.74 with standard deviation 0.05. 50% of countries performed under 0.73. Highest value of this index were recorded in northern European countries Finland (0.85), Norway (0.84) and Sweden (0.82). Least gender equality was found in Turkey (0.62), Czech Republic (0.67), Hungary (0.68), Greece (0.68) and Slovakia (0.68). All central European countries performed under average, best result was in Poland (0.7). The rest of the central European countries was among the worst in the Europe.

Variable which can indirectly affect food security (especially access to food) is the state of democracy, in this case quantified using EIU Democracy Index. Average value of this index in the set of analyzed countries was 7.74 with the standard deviation 1.41. 50% of the countries reached even higher value than 7.94. This means good status of democracy in most of the analyzed countries. Best situation is in Norway (9.9), Sweden (9.7), Denmark (9.1), Switzerland (9.1) and Finland (9.0). Most of the countries with the highest democratic score is situated in the Northern Europe. Worst state of democracy was recorded in Belarus (3.6), Turkey (5.1) and Ukraine (5.4). These countries were also below world average which is 5.8. Best result in central Europe was recorded in Czech Republic (7.94), which is actually value of median. The rest of central European countries performed under the average were Poland, Slovakia and Hungary (7.5, 7.4 and 6.9 respectively).

Last indicator used in the presented analysis was the prevalence of the obesity. This indicator can influence consumption and therefore sufficiency of the food. Indicator can be also used as the measure of the quality of diet. Average value of the indicator was 20.92% with the standard deviation 3.88%. 50% of countries recorded more than 20.7% of obese population over 20 year of age. Highest share of obese population was found in Turkey (29.3%) and Czech Republic (28.7%). On the other hand, the least share of obese population was found in Switzerland (14.9%) and France (15.6%). All central European countries scored among most obese nations. There are Slovakia, Hungary and Poland (24.6%, 24.5% and 23.2% respectively). Prevalence of obesity in most countries is above world average which is 16.1%.

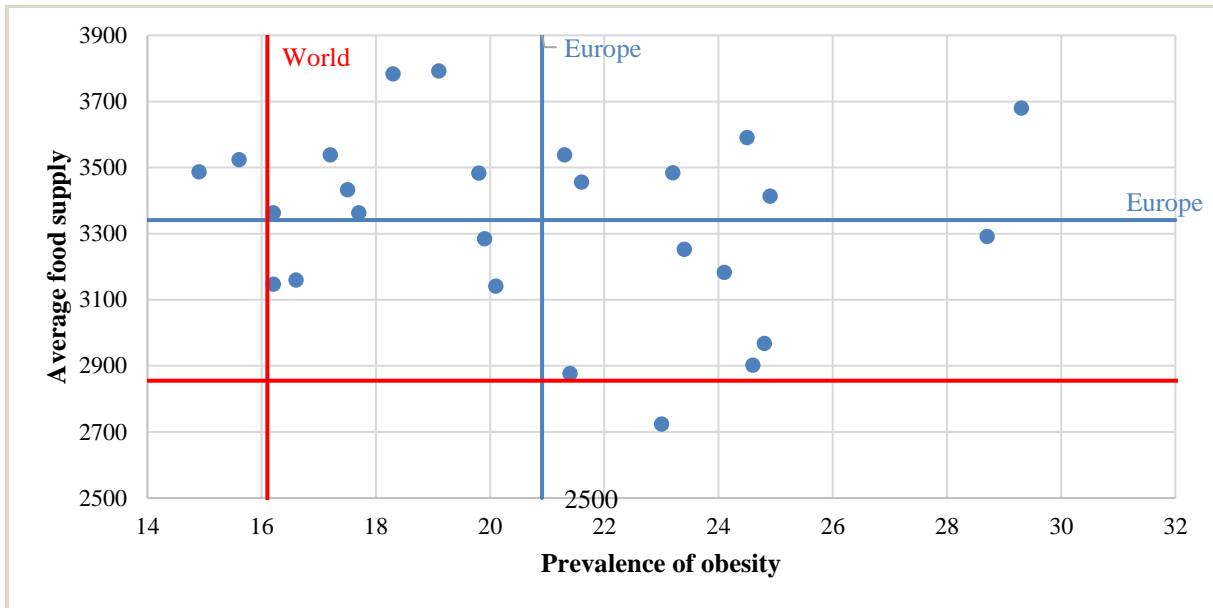


Figure 2. **Prevalence of obesity vs. Average food supply**

Source: author's work based Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

Relationship between prevalence of obesity and average food supply is on the figure 2. The logic of the figure is the same as was in the previous case (figure 2). There cannot be found clear relationship, but on the other side it is obvious which countries are above or under average. There can be also identified countries with low prevalence of obesity despite of high food supply and on the other side, countries with high prevalence of obesity despite of high food supply.

Obesity seems to be problem in most of the developed countries. Factors which can influence this fact can be various. One of them could be possibly also diet diversification. Relationship between diet diversification and prevalence of obesity is shown on the figure 3. Between countries with higher prevalence of obesity is also Spain despite of great diet diversification.



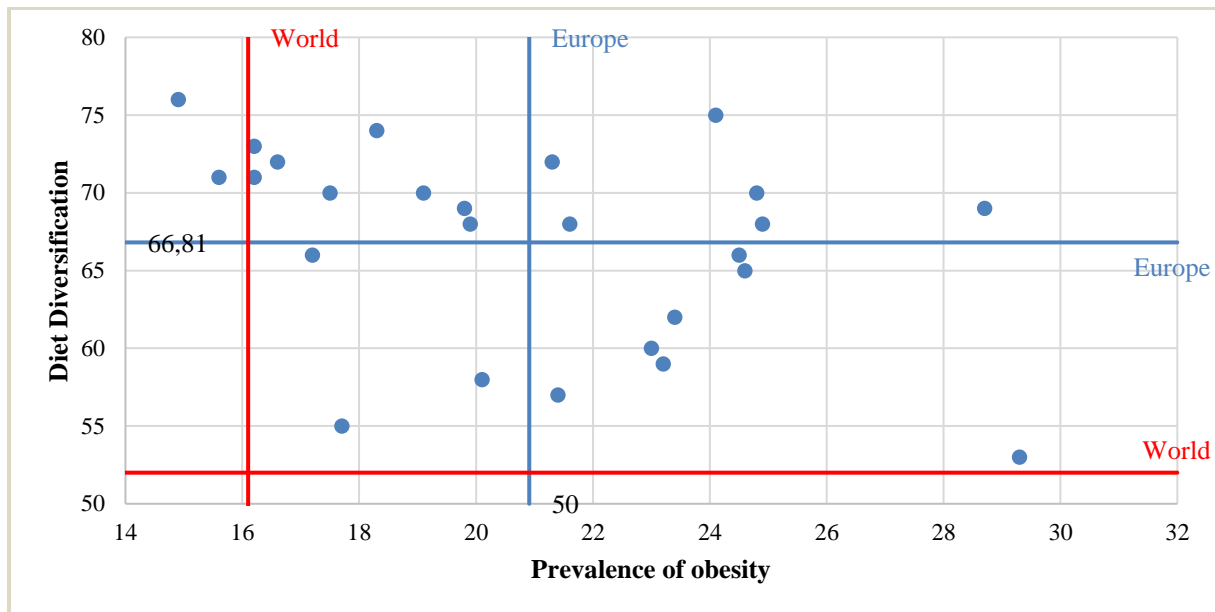


Figure 3. **Prevalence of obesity vs. Diet diversification**

Source: author's work based Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

#### 4. Classification of the countries according to selected food security indicators

Multivariate analysis of principal components was applied to reduce dimension of the data and remove collinearity among variables. Result of this analysis were four standardized principal components. First component can be characterized as the Economic and development factor. Highest weights in the first component have variables: HDI, GDP, Democracy index and Diet diversification. Highest negative weight has corruption and food expenditure. Second component is connected with agriculture, because highest weights have variables expenditure on agricultural research and development, food loss and food supply. Significant role in this component plays also poverty and prevalence of obesity. Third component is closely connected with negative factors with highest weight on poverty and volatility of agricultural production. Significant role in this component play also Global Gender Gap Index. Last component is connected especially with food usage. Highest weight has Average food supply and Food expenditure. Highest negative weight in this component has Prevalence of obesity. All principal components with weights for each variable are in table 2.

Table 2. **Principal components**

Variable	Principal 1	Principal 2	Principal 3	Principal 4
Food expenditure	-.303025	-.312451	-.121643	0.284753
Poverty	-.214778	0.351857	0.535971	0.081937
GDP per capita	0.362882	0.077126	0.085546	0.111197
Average food supply	0.158529	0.299565	-.358728	0.688100
Expenditure on ag. R&D	0.146512	0.536935	0.028553	0.049987
Volatility of ag. Prod.	-.141657	-.208994	0.541757	0.131087
Corruption	-.345626	0.005508	-.108371	0.033430
Food loss	-.255586	0.388452	0.265563	0.187280
Diet diversification	0.327935	-.010887	-.006097	-.249595
HDI	0.371785	0.087755	0.029780	0.000807
GGGI	0.285921	-.231709	0.342087	0.132949
Democracy Index	0.340685	0.015870	0.209255	-.091548
Prevalence of Obesity	-.187974	0.371779	-.153674	-.531156

Source: author's work based Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

Estimated four components were used as the inputs into cluster analysis. This analysis was used in order to classify countries into different clusters according their performance. Countries in the same cluster should be similar in terms of analyzed indicators, on the other hand clusters should be as different as it is possible. Countries were classified into six clusters presented on the figure 4.

First cluster includes 5 countries: Austria, France, Germany, Ireland and Netherlands. All these countries can be characterized as developed countries with great quality of democracy and human development, and also low gender, no poverty, very low rate of corruption and obesity. From the point of food security view, all these countries have high food supply and high investment into agricultural research and development with great diet diversification.

Second cluster includes four countries: Greece, Poland, Portugal and Italy. All of these countries have great food supply and low rate of volatility in agricultural production. Despite of well evaluated state of democracy in these countries it is there present significant rate of corruption.

Third cluster includes countries: Sweden, Finland, Switzerland, Norway, Denmark and Belgium. All of these countries are developed countries with high value of GDP per capita and low rate of obesity and corruption. The only difference with the first cluster is in lower food supply and very low rate of food loss.

Fourth cluster includes Belarus, Ukraine and Romania. These countries recorded highest share of the food expenditure, low GDP, very low investment into agricultural research and development, low level of human development and democracy. All these countries are characterized also by the presence of poverty and very high rate of corruption and high rate of volatility of agricultural production.

Cluster number five includes only two countries: Turkey and Bulgaria. These two countries report highest rate of poverty among analyzed set of countries. There is also very high rate of corruption, great volatility of agricultural production and very high food loss. These countries

can be also characterized as less developed with bad diet diversification, poor state of democracy according index and great gender gap. In spite of less development, there is evident high prevalence of obesity.

Sixth cluster includes Serbia, Slovakia, Hungary, Spain, United Kingdom and Czech Republic. In most of these countries is still present poverty. Other common characteristics of these countries includes low food supply, good diet diversification and high prevalence of obesity. Last two facts are probably reason why Great Britain was surprisingly classified into this cluster.

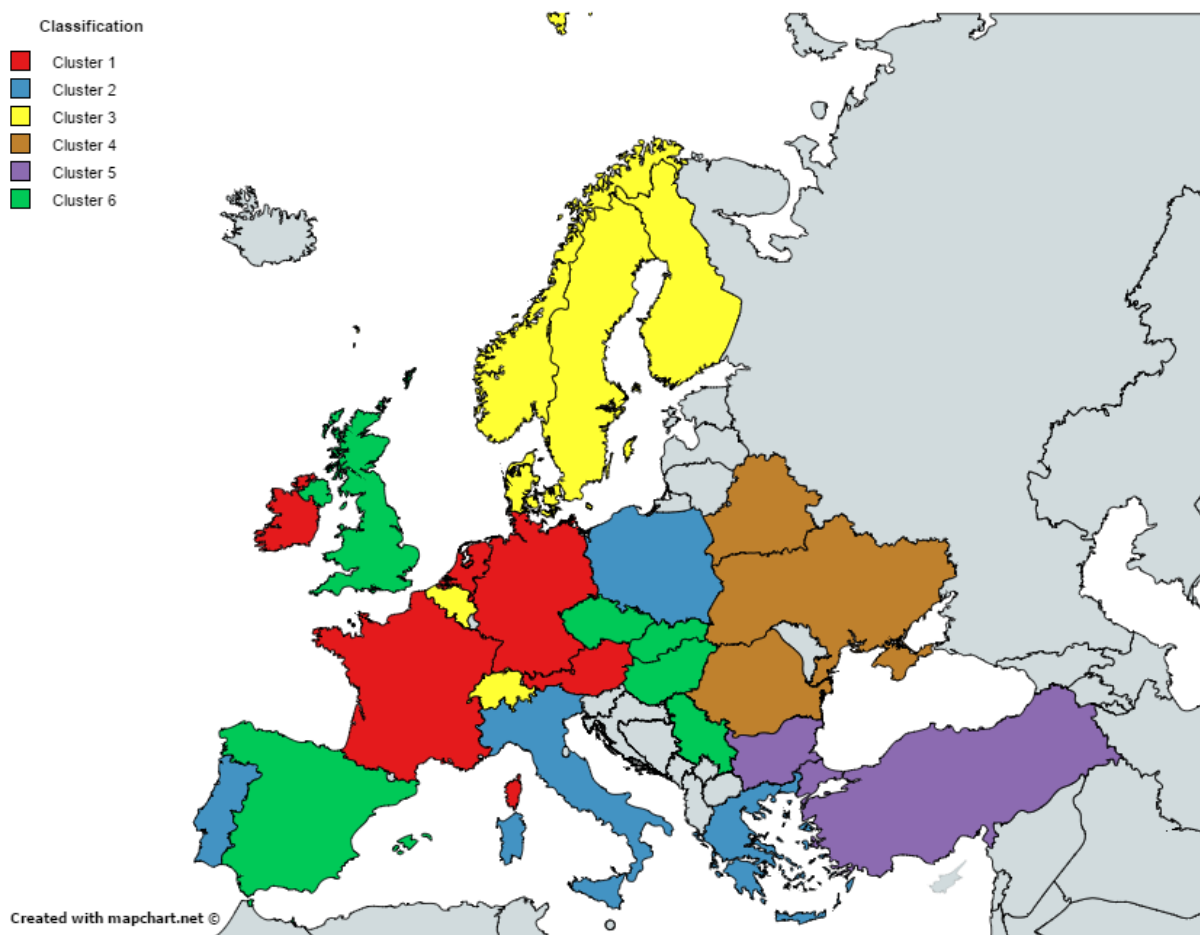


Figure 4. **Classification of European countries according their food security indicators**  
Source: author's work based Global Food Security Index 2015 database by The Economist Intelligence Unit

## 5. Discussion

On the field of food security was already published many papers which investigated food security at the national level. Some of them were selected to offer discussion with presented result.

Michiel van Dijk et al. (2016) (23) used scenario analysis to investigate food security. They present four scenarios to explore global food security up to 2050. They described process, storylines and drivers designed for food security modelling. The six key long-run drivers are: population growth, GDP per capita, cereal yield, nominal rate of assistance, meat consumption

and land use. Key drivers used in scenarios analysis are also used in a set of indicators in the Global Food Security Index. These authors used different approach to food security analysis, and also analyzed global food security status, however presented paper investigated national food security. Various ways of analyzing and measuring food security lead to different views of global food security and different attitudes to solve global food security problems. Global level is significantly influenced by national food security level. In conclusion we can confirm significant role of economic and lifestyle indicators in food security status.

Different types of public policies which can influence food security situation at country's level were analyzed by another team of authors (QURESHI – DIXON – WOOD 2015) (24). They conclude that the effectiveness of food security policies is determined by selecting the best bundle of policy instruments for the specific context and country and that tradeoffs between policy instruments should be well-understood, in order to achieve the right goals and avoid perverse outcomes. However, policy analysis was not the objective of this paper, it is obvious that policy instruments has significant influence especially in effective food production and allocation. This is measured by many indicators in presented analysis which also show weak spots in some of the analyzed countries. It can be concluded, that some countries are still looking for their best bundle of policy instruments.

On the other hand, FIREL – FORD (2015) argue, that food security is not just a food policy issue. (25) These influences operate both directly through the food system and indirectly through political, economic, social, and cultural pathways - peoples' dietary behaviors are a response to the broader daily living conditions in which they are born, live, learn, work and age. They propose that to address food insecurity and diet-related death and disease, policy must tackle the systemic problems that generate poor nutrition in all its forms, and reflect how our food systems are making people sick. This has implications for economic, agriculture, food, social and health policy at the global, regional, national and local levels. Presented paper offer another proves for this argument. Especially in case of developed European countries, there raised new problems connected with proper diet diversification and prevalence of obesity which will be challenge in following years. This is also responsibility of developed world in view of still developing countries with hunger issues.

GODFRAY – BEDDINGTON – CRUDE et. al. (2010) claim, that growing competition for land, water, and energy, in addition to the overexploitation of fisheries, will affect ability to produce food, as will the urgent requirement to reduce the impact of the food system on the environment. (26) The effects of climate change are a further threat. But the world can produce more food and can ensure that it is used more efficiently and equitably. They emphasize, that multifaceted and linked global strategy is needed to ensure sustainable and equitable food security, different components of which are explored here. On the other hand, this paper offered strong evidence that even in case of developed European countries, responsible sustainable food security policy is still needed.

## **Conclusions**

The main objective of the presented paper was to offer general overview of the food security situation in selected European countries and indicators which can influence it. After detailed analysis of indicators relevant for the situation in Europe can be concluded that food security situation in Europe is stable in relation to all pillars of food security, but there are still some weak spots especially in less developed countries.

Main problem which can influence especially affordability and availability of food in sufficient amount is poverty which is still present in some countries despite of relatively good situation in Europe. This is actual problem especially in Bulgaria, Spain, Turkey and Romania. This problem can be even deeper in the future when will be connected with current immigration crisis. In contrast with obesity can be concluded serious problem with allocation of food supply.

Another important problem is low efficiency of food use and huge food loss especially in Turkey and Bulgaria. High food loss problem concerns also European commission and is also mentioned in the European action plan for the Circular Economy (European Commission 2015), which suggest certain actions on this field. However, this problem is still actual in the entire Europe. Overall European mean (2,86) is according Global Food Security Index records (2012) much higher than average food loss in the United States (0,9).

Development is connected with efficient use of available food in adequate quality, quality of food influence wellbeing and quality of life of the population. Last few years, especially in developed countries raised new problem, which is not connected with insufficient food supply, but with prevalence of obesity which decrease quality of life in many developed countries. Average prevalence of obesity in analyzed countries was 20,92%, which is accounted only for population in the age over 20. Solving of this problem is challenge and is also connected with promotion of healthy lifestyle and adequate food allocation.

## References

- (1) LYMBERY, P. – STEVENSON, P. – MCKENNA C. (2015): Europe Needs a Food not Feed Policy, Paper prepared for presentation at the 148th seminar of the EAAE, 'Does Europe need a Food Policy?', Brussels, Belgium, 30 November – 1 December, 2015
- (2) BURCHI F. – DE MURO P. (2016): From food availability to nutritional capabilities: Advancing food security analysis, Food Policy, Volume 60, April 2016, Pages 10-19, ISSN 0306-9192, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.03.008>, available online at:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919215000354> (cited 13.8.2016)
- (3) K. GRIFFIN – A.R. KHAN (1977): Poverty and Landlessness in Rural Asia ILO, Geneva (1977)
- (4) HAQ, (1976): The Poverty Curtain, Columbia University Press, New York (1976) ISBN: 9780231040631
- (5) REUTLINGER, S. – SELOWSKY, M. (1976): Malnutrition and poverty: magnitude and policy options. World Bank staff occasional papers; no. OCP 23. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/660451468739511445/Malnutrition-and-poverty-magnitude-and-policy-options>
- (6) SHLOMO REUTLINGER, MALNUTRITION (1977): A poverty or a food problem?, World Development, Volume 5, Issue 8, Pages 715-724, ISSN 0305-750X, [http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X\(77\)90088-2](http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X(77)90088-2).
- (7) MOLINA, J. (1994): Food demand in Spain: An application of the almost ideal demand system. Journal of Agricultural Economics 45(2): 252-258
- (8) BANKS, J. – BLUNDEL, R. – LEWBEL, A. (1996): Tax reform and welfare measurement: Do we need demand system estimation? Economic Journal 106: 1227-1185.
- (9) BANKS, J. – BLUNDEL, R. – LEWBEL, A. (1997): Quadratic Engel curves and consumer

demand. *Review of Economics and Statistics* 79: 527-539.

(10) MORO, D. – SCKOKAI, P. (2000): Heterogeneous preferences in household food consumption in Italy. *European Review of Agricultural Economics* 27(3): 305-323

(11) ABDULAI, A. (2002): Household demand for food in Switzerland: A Quadratic Almost Ideal Demand System. *Swiss Journal of Economics and Statistics* 138(1): 1-18

(12) CUPAK A. – POKRIVCAK J. – RIZOV M. (2015): An analysis of food demand and household food security in CEE: evidence from Slovakia, Paper prepared for presentation at the 4th AIEAA Conference “Innovation, productivity and growth: towards sustainable agri-food production” 11-12 June, 2015 Ancona, Italy available online: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/207287/2/Household%20food%20security%20and%20consumption%20patterns%20in%20Central%20and%20Eastern%20Europe%20the%20Case%20of%20Slovakia.pdf> (cited 13.8.2016)

(13) M. VAN DIJK – G.W. MEIJERINK (2014): A review of global food security scenario and assessment studies: Results, gaps and research priorities, *Global Food Security*, Volume 3, Issues 3–4, November 2014, Pages 227-238, ISSN 2211-9124, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2014.09.004>.

(14) ROBERTO C. et al, (2015): Patchy progress on obesity prevention: emerging examples, entrenched barriers and new thinking. *The Lancet*, 18 February 2015. [http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(14\)61744X.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(14)61744X.pdf)

(15) CHAMBERS R., (1983): *Rural Development: Putting the Last First*, Longman, New York (1983) ISBN 0-582 64443-7

(16) EIU Global Food Security Index 2012: Findings & Methodology. 2012. The Economist Intelligence Unit. (2012): The Economist Intelligence Unit. URL <http://foodsecurityindex.eiu.com/Home/DownloadResource?fileName=EIU%20Global%20Food%20Security%20Index%20-%202012%20Findings%20%26%20Methodology.pdf>

(17) FAO - FOOD SECURITY INDICATORS. (2016): Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. URL <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/ess-fadata/en/#.VscMX-Y2f4O>

(18) FOOD SECURITY. (2016): World Health Organization. URL <http://www.who.int/trade/glossary/story028/en/>

(19) FOOD SECURITY. (2016): CIRAD agricultural research for development. URL <http://www.cirad.fr/en/research-operations/research-topics/food-security/what-s-cirad-doing>

(20) EUROPEAN COMMISSION (2015): Closing the loop -An EU action plan for the Circular Economy, Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the committee of the regions, Brussels, 2015 available online: [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF)

(21) User guide for the Global Food Security Index: Understanding the index and leveraging it for your work. (2015): The Economist Intelligence Unit. URL <http://foodsecurityindex.eiu.com/Home/DownloadIndex>

(22) RENCHER, A. C., (2001): *Methods of multivariate analysis* / Alvin C. Rencher. 2nd ed. p. cm. (Wiley series in probability and mathematical statistics) “A Wiley-Interscience publication.” Includes bibliographical references and index, Brigham Young University ISBN 0-471-41889-7

(23) DIJK, VAN M. – MANDRYK, M. – GRAMBERGER, M. – LABORDE, D. – SHUTES, L. – STEHFEST, E. – VALIN, H. – ZELLME, K. (2016): Scenarios to explore global food security up to 2050: Development process, storylines and quantification of drivers. The Hague, Netherlands: FOODSECURE project office. FOODSECURE Working paper no. 38, January 2016. URL [http://www3.lei.wur.nl/FoodSecurePublications/WP38\\_scenarios.pdf](http://www3.lei.wur.nl/FoodSecurePublications/WP38_scenarios.pdf)

(24) QURESHI – DIXON – WOOD (2015): Public policies for improving food and nutrition security at different scales, Food security, April 2015, Volume 7, Issue 2 pp 393-403, ISSN 1876-4517

(25) FRIEL – FORD (2015): System, food security and human health, Food security, April 2015, Volume 7, Issue 2 pp 393-403, ISSN 1876-4517

(26) GODFRAY – BEDDINGTON – CRUTE – LAWRENCE – HADDAD – LAWRENCE – MUIR – PRETTY – ROBINSON – THOMAS – TOULMIN (2010): Food security: The Challenge of feeding 9 billion people, Science 12, Feb 2010, Vol 327, Issue 5967, pp 812-181, DOI: 10.1126/science.1185383

## Authors

### **Ing. Jozef Palkovič PhD**

Slovak University of Agriculture in Nitra  
The Faculty of Economics and Management,  
Department of Statistics and Operations Research  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra  
jozef.palkovic@uniag.sk

### **Ing. Martina Fusková, PhD**

Slovak University of Agriculture in Nitra  
The Faculty of Economics and Management,  
Department of Statistics and Operations Research  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra  
martina.fuskova@uniag.sk





**A BIOSZÉN FELHASZNÁLÁS KÖRNYEZETGAZDASÁGTANI  
MEGKÖZELÍTÉSE  
LEHETSÉGES TECHNOLÓGIAI ÉS GAZDASÁGI SZCENÁRIÓK A  
MAGYARORSZÁGI BIOSZÉN HASZNOSÍTÁSBAN**

**Environmental economics aspects of biochar  
Possible technical and economical scenarios to utilize biochar in Hungary**

**SZŐKE Linda – BATTAY Márton – HERCZEG Boglárka – FOGARASSY Csaba**

---

**Összefoglalás**

A növényi és állati eredetű bioszenek alkalmazása a korszerű mezőgazdaság által újra felfedezett technológia, amely bizonyos mértékig alkalmas lehet a műtrágyák kiváltására, és a műtrágyahasználatból eredő környezetterhelés csökkentésére. A kedvező tulajdonságai ellenére a hatályos közösségi szabályozás nem segíti elő a bioszén alkalmazásának széleskörű elterjedését. Míg a műtrágyák vonatkozásában van egységes közösségi szabályozás, addig a bioszenek esetében tagállami hatáskörbe tartozik a szabályozás megalkotása. Az eltérő tagállami szabályok nem kedveznek a bioszén nemzetközi kereskedelmének. A növényi eredetű bioszenek talajjavító, illetve az állati eredetű bioszenek talajjavító és termésmenvelő hatása közismert. Azonban a bioszén használatának az előbbieken túl van még egy igen kedvező környezeti hatása, mégpedig az a széndioxid-csökkentő képesség, aminek a klímavédelem szempontjából van jelentősége. Jelen tanulmány a klímavédelmi hatások szempontjából vizsgálja a bioszenek előállításának és alkalmazásának klímagazdaságtani kérdéseit. Kiemelten vizsgáljuk, hogy miképp azonosíthatóak a bioszenek teljes életciklusának környezeti hatásai és miképp határozható meg ezen

klímabarát technológia hatásfoka, a széndioxid megtakarítások kontextusában.

**Kulcsszavak:** bioszén, innováció, klímavédelem, környezetgazdaságtan

**Abstract**

Use of plant based biochar and animal bone biochar nowadays has re-discovered by the modern agriculture. This technology may be suitable to replace chemical fertilizers and reduce the environmental impact caused by chemical fertilizer use. Despite of the favorable properties the EU legislation is not conducive to the widespread use of biochar. While in the case of fertilizers is comprehensive EU legislation in the case of biochar will have national competence in the regulation. The different national rules don't support the international trade of biochar. The biochar soil and yield-increasing effect is well known. The carbon dioxide-reduction capacity has an additional positive climate change impact of use of biochar, which in terms of climate protection is significant. This study examines the climate change economics issues of biochar from the climate protection point of view.

**Keywords:** biochar, innovation, climate protection, environmental economics

## Bevezetés

Mint minden termelési rendszer így a bioszenek előállítása és felhasználása is hatással van környezetünkre. Ezen hatások azonosítására az előállítás és a felhasználás során is szükségünk van ahhoz, hogy képesek legyünk mérni az új, fenntarthatóbb megoldások hatásfokát és az általuk elért szén-dioxid kibocsátás csökkentést. Ezek nagyon fontos mozzanatok akkor, amikor egy új megoldást próbálunk egy rendszerbe integrálni. A bioszenek alkalmazásának számos előnye van, mely illeszkedik az új globális kihívásokhoz. A fenntartható modern társadalmak igényei számos kontextusban mások, mint a pár évtizeddel korábban működő társadalmaké, kiemelten fontos cél a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer rendelkezésre állása, a tiszta víz vagy az alacsony szén-dioxid kibocsátású technológiák alkalmazása. Ezek az igények a mezőgazdasági termelésre is jelentős hatással vannak, megkövetelik a szigorúbb szabályok bevezetését és ezek betartását is. A bioszén alkalmas az új követelményeknek való megfelelésnek, hiszen adaptációja egyszerű, nem igényel hatalmas beruházásokat, ellenben számos pozitív externális hatása van, mint például a talajjavító jellege és a termés hozamokra gyakorolt kiemelt hatása. Megoldást nyújt a mezőgazdaságban termelődött növényi és állati hulladékok oly módú felhasználására, hogy az az adott rendszerbe visszaintegrálható legyen. A bioszén egy sokrétűen felhasználható, számos kedvező biológiai és kémiai tulajdonsággal bíró természetes anyag, mely igen sokrétűen használható. Fizikai tulajdonságaiból adódóan javítja a talaj szerkezetét, valamint csökkenti a talajból származó ÜHG kibocsátást (SOHI et al, 2009). Vizsgálatunk során megpróbáltuk összesíteni a hazai és nemzetközi tapasztalatokat a bioszén előállítás és alkalmazás vonatkozásában, illetőleg megvizsgálni, majd mérni ezen rendszerek pozitív hatásait, illetve megvizsgálni, hogy a bioszén előállítás és alkalmazás milyen környezeti hatásokkal jár. A meglévő tapasztalatok alapján kialakításra került egy specifikus számítási módszer, mely az alapvonalon kibocsátás (baseline) méréséhez nyújthat segítséget. A baseline számítás az egyik legfontosabb mozzanata a kibocsátás csökkentés meghatározásának, hiszen ez által nyerünk viszonyítási alapot ahhoz, hogy kalkulálhassuk az egyes bioszenes projektek által elért szén-dioxid megtakarítást. Tulajdonképpen a régi rendszer így válik összevethetővé, az újabb, fenntarthatóbb termelési megoldással. A kibocsátási alapszint meghatározása, az ehhez alkalmazott módszer bemutatása és igazolása; az alapszint az adott együttes végrehajtási projekt megvalósítása nélküli kibocsátási érték becslése, amely viszonyítási alapként szolgál a projekt által elért kibocsátás-csökkentés meghatározására. Annak érdekében, a bioszén felhasználás folyamatáról pontos képet kapjunk, első dolgunk, hogy a bioszén előállításának és felhasználásának teljes életciklusáról pontos adatokkal rendelkezünk.

## **Az Életciklus Elemzések (LCA- LIFE CYCLE ASSESMENT) szerepe a környezeti hatások azonosításában**

Az életciklus elemzés segítséget nyújthat abban, hogy:

- feltárjuk a termékek környezeti tényezőivel kapcsolatos javítási lehetőségeket, a termék életciklusának különböző pontjain,
- segíti a döntéshozatalt az ipar, a kormányzati, és nem kormányzati szervek esetében (stratégiai tervezésben, prioritások megfogalmazásában, folyamatszervezésben),
- segít kiválasztani a megfelelő indikátorokat, módszereket a környezeti teljesítés esetében (LEHMANN et. al., 2009).

## A teljes életciklusra vonatkozó ISO 14040:2006 szabvány

Napjainkban az életciklus elemzések folyamatához az ISO 14040:2006-os szabvány nyújtja a gyakorlati és elméleti kereteket. Mint, a szabványok általában, ez is meghatározza a leltárkészítés alap irányvonalait és paramétereit is, melyek által már felépíthető az elemzés. Az elemzés elkészíthető termékre és szolgáltatásra egyaránt.

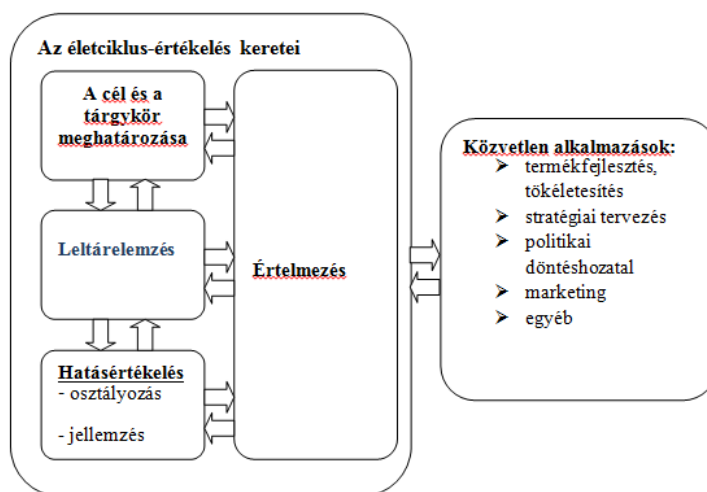
Az életciklus értékeléshez kapcsolódó MSZ EN ISO 14040-es szabványsorozat tartalmazza mindazon célokat, eszközöket, eljárásokat, melyek alkalmasak arra, hogy az életciklus értékeléssel beazonosíthatóvá váljanak az egyes környezeti tényezők, illetve hatások, amelyek az egyes termékekhez köthetőek. Ez a nemzetközi szabvány leírja az életciklus-értékelési tanulmányok és az értékelésről szóló jelentés elkészítésének alapelveit, kereteit, továbbá tartalmaz néhány követelményt is.

Az életciklus elemzésnek négy szakaszát lehet megkülönböztetni:

1. Az LCA elemzés céljainak, és a vizsgálat területeinek kijelölésének szakasza
2. Az életciklus leltár fázis szakasza
3. Hatásértékelés
4. Értelmezés

Az, hogy mi lesz az életciklus értékelés tárgya, melyek lesznek a kijelölt határai, és milyen részletességgel kívánjuk elvégezni az elemzést, attól függ általában, hogy milyen célokat tűzünk ki magunk elé, illetve milyen célokra szeretnénk felhasználni az elemzés során kapott eredményeinket. A kitűzött céloktól függően különböző lehet az egyes életciklus elemzések mélysége (Böröcz et. al., 2016).

Az életciklus leltár az elemzés második szakasza, melyben leltárba vesszük a rendszerbe belépő input, illetve kilépő output anyagokat. A hatásértékelési fázisban az input, és output energiák, és anyagok környezeti hatásainak értékelése történik meg, majd a legvégső fázis az értékelési szakaszok eredményeinek értelmezése, és rögzítése. Ebben a végső fázisban összegzik és elemzik az életciklus elemzés során feltárt összefüggéseket, adatokat, amelyekből majd összeállítják a javaslatokat, levonják a végső megállapításokat az LCA célkitűzésekkel összhangban, elősegítve ezzel a döntéshozatali eljárást. Az életciklus értékelésnek tartalmaznia kell a cél-és tárgykör lehatárolását, az életciklus leltárelemzést, a hatásértékelést, illetve a kapott eredmények kiértékelését a 1. ábrának megfelelően.



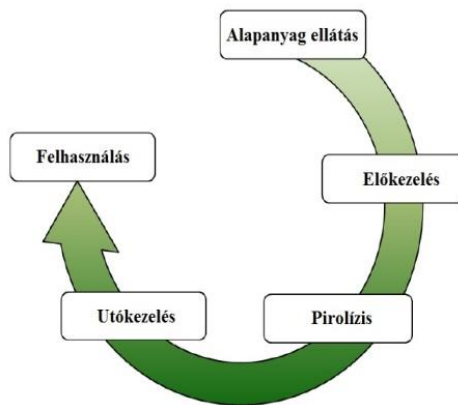
1. ábra: Az LCA keretei

Forrás: ISO 14040 szabvány

A cél és tárgykör meghatározása fázisban definiálásra kerül a vizsgálat kontextusa, és határai. A funkció egység meghatározása szintén igen jelentős, hiszen a vizsgálat eredményei arra fognak vonatkozni (pl. 1 kWh, 1 tonna bioszén). Minden anyag és energiaáramnak meg kell jelennie a leltárelemzés részben. Az LCA minden egyes lépésére meg kell pontosan határozni az input és output áramokat. Ezek lehetnek termékek, alapanyagok, köztes termékek, emissziók. Az LCA-k készítés során kiemelten kell kezelni az adatok minőségi kritériumaira vonatkozó feltételrendszereket. Bioszén projektek esetében az egyik legjelentősebb problémát az életciklus elemzések elvégzéséhez az adatok nehéz elérhetősége jelentheti. Mivel a bioszén projekteknek még nincs nagy múltjuk, ezért csak néhány megbízható adatforrás érhető el pl. a speciális bioszén termelési egységekre, bioszén használat hatásaira vonatkozóan. A hiányzó értékek általában becslések alapján, vagy a szakirodalmi gyűjtésből állhatnak rendelkezésre.

### Bioszén ICA-k a nemzetközi szakirodalmakban

Több bioszén LCA is elérhető a szakirodalmakban, bár ezek igen különbözőek lehetnek, mind módszertanilag, mind pedig az elemzések lefolytatásának folyamata és a felhasznált adatok tekintetében találhatunk eltéréseket. Ezeket a különböző területi, környezeti, gazdasági illetve jogszabályi sajátosságok indokolják. Többségük bemutatásra kerül az anyagban, de a legegyszerűbb LCA modellt az alábbi 2. ábra mutatja.



2. ábra: **Bioszén életciklus alap diagram**

Forrás: Interreg projekt alapján saját szerkesztés

Jelenleg az adatok elérhetőségéből adódóan a legnagyobb kihívást a bioszén LCA-ban a felhasználáshoz valamint a pirolízishez köthető lépések jelentik.

Kettő jelentősebb teljes LCA elemzés került publikálásra kifejezetten bioszén gyártásra specifikálva, de mindkettő meglehetősen különböző eredményt adott. Ezek Gaunt és Lehmann, valamint McCarl nevéhez fűződnek. Gaunt és Lehmann összevetette a lassú pirolízises bioszén eljárást a lassú pirolízises eljárással energiatermelésre optimalizálva. Arra az eredményre jutottak, hogy a bioszén outputra optimalizált lassú pirolízis és a bioszén termőföldbe történő juttatása kétszer-háromszoros karbonmegtakarítást eredményez az energiatermelésre optimalizált pirolízishez képest. Ők egy korlátozott közgazdasági analízist is elvégeztek, melyben arra jutottak, hogy a bioszént 47 USD-on szükséges ahhoz értékesíteni, hogy az energiatermelésre optimalizált verzióhoz képest a kieső profit kompenzálhatóvá váljon. Az ő általuk elvégzett LCA több bizonytalansági tényezőt is tartalmaz, mint a pirolízises eljárás pontos paraméterrendszere, illetve a várható outputok a vizsgálat során nem adóttak, vagy nem áll rendelkezésre adat. BRUCE McCarl et al a bioszén előállítás gazdasági feltételrendszerét vizsgálja alaposabban és két nagy pirolízis berendezést vizsgál meg, melyek mindegyike 70000 tonna/év kapacitásúak. Ők a lassú pirolízist vizsgálták energia előállításra, valamint a gyors

pirolízist vizsgálták kukorica maradvány alapanyagot felhasználva energia előállításra kiélezve. McCarlék több lépést iktattak bele az életciklus elemzésbe valamint konzervatívabb becslésekre hagyatkoztak adatbizonytalanság esetén (HAMMOND, 2009).

DUTTA – RAGHWAN 2014 kutatásukban rávilágítottak az LCA jelentőségére a teljes életciklus GHG kibocsátását és ökonómiai megvalósíthatóságát érintően bioszén rendszerek esetében. Elemzésüket optimalizált pirolízis paraméterek mentén végezték a mezőgazdasági hulladékok, kukorica maradványok és erdészeti melléktermékekre. Vizsgálataik eredményeként kimutatták a GHG elkerülést a kukoricamaradványok, és erdészeti melléktermékek esetében is. Esetükben a bioszén stabilizált karbon tartalma egyértelműen hozzájárult a csökkentéshez.

A bioszén rendszerek biomassza alapanyagokat igényelhetnek inputanyagként, vagy energiaforrásként (LEHMANN, 2007).

Ezek forrása lehet:

Cellulóz alapú biomassza (Fa hulladék, forgács, fakéreg)

Szennyvíziszap

Erdészeti biomassza

Papírgyári iszap

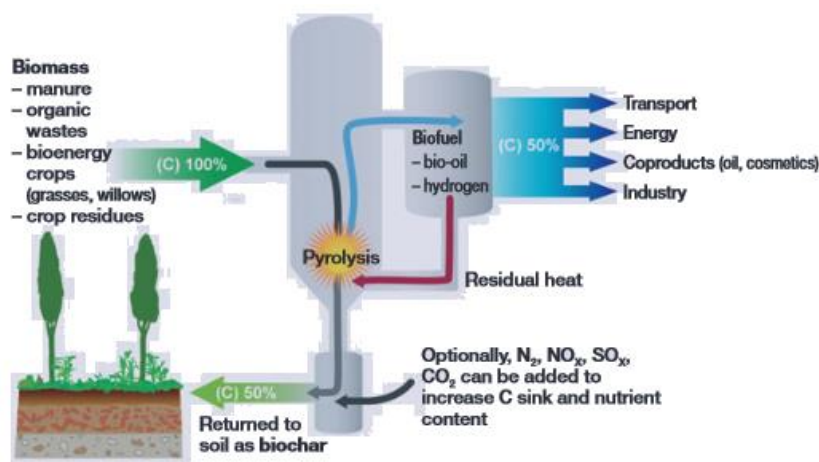
Állati eredetű trágya

### **A bioszén előállításának technológiai folyamatai, a pirolízis**

A pirolízis egy olyan termokémiai bomlási folyamat, amely során oxigén-mentes környezetben képzünk szerves anyagokból karbonban gazdag szilárd termékeket (DEMIRBAS, 2001). A biomassza bekerülésével a pirolízisesbe bioszén és energia képződik. Két fajtáját különböztetjük meg, a magas és az alacsony hőmérsékleten végbemenő pirolízist. Előbbi esetében – amint a neve is mutatja – magas hőfokon (500°C körül) és rövid ideig tartó gőzkezeléssel dolgozunk. Ebben az esetben általában kis részecskékből előállított alapanyagra van szükségünk, és egy olyan rendszer kialakítására, ahol a szilárd termék képződése után a gőzt azonnal el tudjuk tüntetni.

Az alacsony hőfokú pirolízis esetében pedig megkülönböztetünk egymástól hagyományos faszenet előállító és ennél már modernebb eljárásokat is. Az alapvető karakterisztikák viszont itt is adóttak, melyek szerint az előzőnél kisebb (400°C) hőmérsékleten és hosszabb gázkezeléssel hozzuk létre a végterméket (LEHMANN, 2007). Bár a cél ilyenkor is a faszén előállítása, mégis a procedura végén megfigyelhető folyékony és gázalapú termékek outputként való megjelenése is. Kutatásunk szempontjából viszont célszerű a modern – a 20. század végén kialakuló – modern eljárásokra koncentrálni, ugyanis bioszént csak ezekkel lehet előállítani. A folyamathoz ilyenkor egy vízszintes, cső alakú kemencét használnak, melynek a biomassza alakításában besegítenek még további dob kemencék, forgókemencék.

Ez utóbbiak már a biomassza pirolízisének megvalósításához kerültek a rendszerbe a hagyományos szénelőállításán túl. Ezt az aspektust azért is fontos hangsúlyozni, mert annak ellenére, hogy az ilyen termékekre specializált eljárás már régóta használatos, addig a bioszénra specializálódott módszer még nem tudott széles körben elterjedni az üzleti életben (BROWNSORT, 2009). Összességében, bár a pirolízis csak az egyik olyan technológia, mely energiát állít elő biomasszából (BRIGDWATER, 2002), ami megkülönbözteti a többi alternatív (biomasszából) energiát előállító rendszertől, az az, hogy pirolízis során karbonban gazdag szilárd termék is keletkezik, a bioszén (3. ábra).

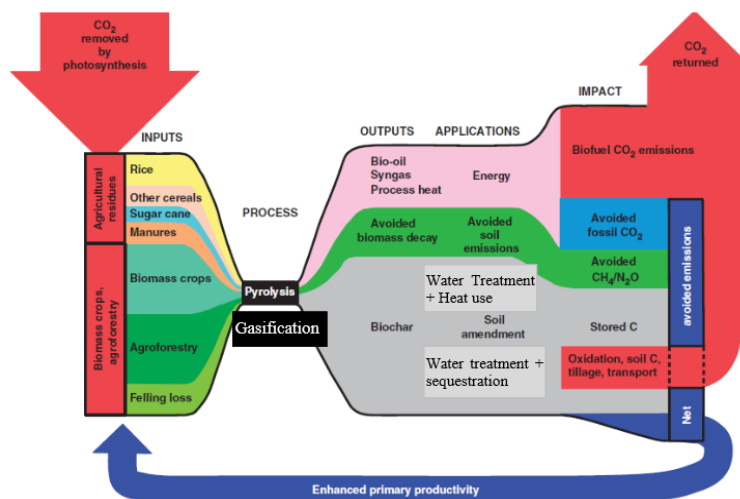


3. ábra: Alacsony hőfokú pirolízissel előállított bioszén modellje

Forrás: LEHMANN, 2007

Lehmann modelljében a bioszén mellett bioenergia is termelődik szintetikus gázok, illetve bio-olajok formájában, melyek a továbbiakban megfelelően hasznosíthatóak további energiatermelési folyamatokban. A bioenergia a pirolízisen keresztül bioszén előállításával a környezetbarát energia előállítás ígéretét is hordozza. A technológiai potenciálból adódóan a termelés karbon negatív lehet, mely azt jelenti, hogy minden egyes megtermelt vagy elfogyasztott energia egység, GHG eltávolításra/megkötésre kerülhet a légkörből.

WOOLF et al. és BESS OUKO is a fenntartható bioszén előállítási folyamatára hasonló eredményeket kapott, mint Lehmann (4. ábra).



4. ábra: Fenntartható bioszén gyártás koncepciója

Forrás: BESS-OUKO, 2014 and WOOLF et al, 2012

A GHG kibocsátás szempontjából kiemelt jelentőségű a pirolízis folyamata a bioszén előállítási folyamat során. A bioszén gyártás előnyei közé tartoznak a karbon megkötés, energiatermelés, termőföld minőségének javítása, és hulladékkezelés. A biomassza karbonizációjából származó minden egyes termék, mint a bioszén, a szén-monoxid, bio-olajok, jól felhasználhatóak a további folyamatokban.

A nemzetközi szakirodalmakban rendelkezésre állnak bioszénhez készült LCA tanulmányok, melyek jól használhatóak, de nem adaptálhatóak egy az egyben a hazai bioszén üzemekre. A

legtöbb LCA az ISO 14040-es szabványt használja kiindulási alapként, de más és más aspektusból közelítik meg a bioszén előállítási folyamatát, mely abból adódik, hogy többféle technológiai megoldás, és inputanyag felhasználási lehetőség adott. A tanulmányban többféle LCA került ismertetésre, melyek kiindulási alapként szolgálhatnak egy üzem specifikus LCA kialakításához, de minden esetben szükséges az elemzéshez köthető rendszerelemek lehatárolása a pontos eredmények elérése érdekében (milyen mélységű LCA-t szeretnénk elvégezni, stb.). Rendelkezésre állnak különféle szoftverek (Umberto, GaBi, CMLCA), melyek az életciklus elemzést segíthetik. A bioszénhez kapcsolódó LCA-k elkészítésekor számos alapvető tényezőt kell számításba vennünk, figyelembe kell venni a rendelkezésre álló technológiai megoldásokat, logisztikai folyamatokat, melléktermékek, köztestermékek kezelésének eljárásrendjét, szükséges-e vizsgálat során specifikus pirolízis egység bevezetése, vagy elegendő aggregált értékekkel dolgoznunk, stb.. Célszerű lehet egyéb kiegészítő lábnyomszámítási módszertan bevonása is a vizsgálatba, mint például vízlábnyom, vagy karbonlábnyom számítási módszertanok. A fenntartható mezőgazdasági gyakorlatnak megfelelően a bioszénnek a jövőben mindenképpen szükséges további fejlődési, illetve felhasználási teret biztosítani (BÖRÖCZ et. al., 2016).

## **Anyag és módszer**

### ***Kibocsátási alapszint (baseline) számítás folyamata a bioszén rendszerek vizsgálatában***

A kibocsátási alapszint meghatározása, az ehhez alkalmazott módszer bemutatása és igazolása; az alapszint az adott együttes végrehajtási projekt megvalósítása nélküli kibocsátási érték becslése, amely viszonyítási alapként szolgál a projekt által elért kibocsátás-csökkentés meghatározására.

### ***Általános szempontok az alapvonalai kibocsátás mérésére vonatkozóan***

A scenáriók meghatározásakor az első lépés a projekttevékenységek pontos és részletes leírása. Ebben a fázisban ismertetni kell az alkalmazott technológiát és a felhasznált alapanyagok tulajdonságait. Nagyon fontos kiemelni, hogy nincsen két egyforma projekt, így minden esetben az adottságokhoz illeszkedő mérési struktúrát kell felállítani, melyben figyelembe vesszük a területi, időbeli, technológiabeli... stb. rendszertulajdonságokat. Mivel az alapvonalai kibocsátáshoz kell hasonlítani majd a projekt által elért csökkentés mértékét, így nem elhanyagolható egyik részlet sem (ELSŐ MAGYAR KARBONGAZDÁLKODÁSI Kft.,2014).

A mezőgazdasági (esetünkben bioszén előállítás) projektek tekintetében figyelembe kell vennünk az alapanyagok (szármaradványok, biomassza) speciális tulajdonságait. Meg kell határozni az emissziós szintet a jelen esetre is, amikor ezen szerves anyagok nem kerülnek feldolgozásra, hasznosításra. Ilyenkor természetesen indulnak be a bomlási folyamatok, nagymértékű üvegházhatású gáz kibocsátást eredményezvén (CDM, 2012). Ennek a kibocsátási szintnek a meghatározása a baseline számítás feladata. A termelési és előállítási folyamatok azonban ettől sokkal összetettebbek. A rendszer működése során számos emissziós forrás fedezhető fel, ilyenek a felhasznált elektromos áram, a fosszilis üzemanyagok elégetése a géppark működtetése során... stb. Természetesen, ezen rendszertulajdonságok nem iktathatóak ki a rendszerekből, azonban működésüket optimalizálni lehet az újonnan bevezetett technológiai elemekkel (American Carbon Registry, 2010). Ezen elemek kibocsátás elkerülési hatékonyságát azonban csak úgy tudjuk reálisan kiértékelni, ha az alapvonalai kibocsátási mérésünk pontos és részletes volt.

A legvalószínűbb baseline scenárió meghatározásához szükséges lépések:

1. Alternatív forgatókönyvek áttekintése és azonosítása a jelenleg érvényes szabályozási és jogi környezetet figyelembe véve.
2. A projekttevékenység során felmerülő akadályok azonosítása és elemzése, alternatív forgatókönyvek kidolgozása.
3. A beruházási környezet és rendelkezésre álló források felmérése és becslése (AMERICAN CARBON REGISTRY, 2010).

A fent leírt elemzési részfolyamatok végrehajtása nélkülözhetetlen a beruházás megvalósítás előtt, mivel a rendszer működésének kialakítása és a bevezetni kívánt technológia számos egyéb jellegű szempont függvénye, melyek nem kapcsolódnak szűken az üvegházhatású gázkibocsátás csökkentés témaköréhez. Ennek ellenére a projektmegvalósítás és a működési folyamatok alapvető feltételei.

A következőkben kerülnek részletes bemutatásra az alapvonalai kibocsátás meghatározás módszertani és vizsgálati keretei.

### ***Alkalmazhatóság: A projekt típusához alkalmazható kibocsátási alapszint mérési módszertan meghatározása***

Az alkalmazott kibocsátási alapszint kalkulációs módszertan és a projekt típusa közötti kapcsolat meghatározása és kialakítása fontos részfeladat a baseline kalkulációk elvégzésének folyamatában. Jelen dokumentációban bemutatott módszertan egy általánosan alkalmazható kalkulációs metódus. Ezen folyamatokba számos kiegészítő részsámítás beépülhet függően az alkalmazott technológiai rendszerek sajátosságaitól, és az alkalmazott input-output kombinációk speciális tulajdonságaitól is. A baseline számítás kereteinek meghatározásakor fontos a projekt megvalósítás során alkalmazott technológiai rendszerek pontos ismerete, továbbá, hogy a bevezetésre kerülő rendszerben hol és milyen mennyiségben valósul meg a nettó üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentése (CARBON GOLD, 2009).

### ***Technológia/mérés***

A kalkulációs adatok és az egyéb kibocsátásokat meghatározó körülmények feltárásakor ismernünk kell az alkalmazott technológia minden egyes részletét és elemét, hiszen az emissziós pontok meghatározása alapvető részfeladat. Az input és output adatok, a gazdálkodási módszer, a nettó GHG kibocsátást meghatározó projekt elemek, a lehetséges csökkentési területek ismerete a kezdeti modell felállításakor elsődleges szempont. A nettó GHG kibocsátások jellemzően a szántóföldi művelési tevékenységekből fakadnak (talajkezelés, növénykultúra, alapanyagként használ biomassza, géppark...stb.), de ide tartozik a talajban felhalmozódott szén-dioxid készlet is (CARBON GOLD, 2009).

### ***Határértékek***

A baseline kalkulációk során célszerű a projekt megvalósítás körülményeinek felvázolása, mivel a mérés alapjául szolgáló fontos adatok meghatározottak a területi, környezeti, technológiai...stb. körülmények által. A területi lehatárolás során bemutatásra kerülnek azon fontos helyszínek, ahol a projektmegvalósítás, termék előállítás, szállítás és ezáltal a „kibocsátások” történnek. Az időbeli lehatárolás is fontos mivel az alapvonalai kibocsátás csökkentés nem értelmezhető adott vizsgálati időintervallum nélkül (CARBON GOLD, 2009).

### ***Területi és időbeli lehatárolás***



A területi lehatárolásnál meg kell határozni a növényi alapanyagok (szármaradványok) és biomassza előállításának helyét, a projekt megvalósításának elvetése esetén, hol zajlik az alapanyagok felhasználása, megsemmisítése, illetve az elhelyezés; a pirolízissel történő felhasználás esetén, a pirolízis üzem területi elhelyezkedését; a pirolizált anyagok tárolási helyét; azt a területet, ahol a pirolizált anyagokat alkalmazzák; az előállítás (pirolízis) és az alkalmazási terület közötti útvonalakat (CARBON GOLD, 2009). Az időbeli lehatárolásnál a projekttevékenység vizsgálati intervallumát határozzuk meg.

### ***A baseline számítás módszertana***

Ebben a fejezetben kerül meghatározásra az a lehetséges módszertan melyet alkalmazhatunk a hazai bioszén projektek alapvonalai kibocsátásának meghatározásához. Ezek a jelenleg elérhető nemzetközi módszertanok alapján kerültek kialakításra, oly módon, hogy a hazai rendszerekbe is könnyen integrálhatóak legyenek. Tartalmazzák a baseline számítási módszerek legfontosabb elemeit, kiemelten koncentrálva a hazai technológiai rendszerek sajátos tulajdonságaira. A kialakított számítási metódus a következő elemeket foglalja magába (a jobb érthetőség kedvéért a képletek komponensei magyar nyelven lettek meghatározva, az eredeti leírás a cikk végén lévő rövidítések jegyzékében látható):

#### Teljes nettó GHG elkerülés a projektben

A projekt által elérhető nettó GHG elkerülés számítása a projekt nélküli eset és a megvalósítás során megvalósuló kibocsátási értékek összevetésével történik, belekalkulálva az esetleges szivárgásokat (CARBON GOLD, 2009).

$$\mathbf{PR}_y = \mathbf{C}_{net,y} - \mathbf{C}_{bsl,y} - \mathbf{L}_y$$

Ahol:

$\mathbf{PR}_y$  = a projekt által elért teljes nettó antropogén GHG elkerülés évente (tCO<sub>2e</sub>)

$\mathbf{C}_{net,y}$  = a projekttevékenység eredményeképp elért éves nettó GHG elkerülés (tCO<sub>2e</sub>/év)

$\mathbf{C}_{bsl,y}$  = alapvonal GHG elkerülés (tCO<sub>2e</sub>/év)

$\mathbf{L}_y$  = projekttevékenység során létrejött szivárgás a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>/év)

#### Nettó GHG elkerülés a projekttevékenység által

A nettó GHG elkerülés mértéke számszerűsíthető az elkerülési és megkötési hányadok értékének és az éves kibocsátási mennyiség különbségének meghatározásával (Carbon Gold, 2009).

$$\mathbf{C}_{net,y} = \mathbf{C}_{sequest,y} - \mathbf{PE}_y$$

Ahol:

$\mathbf{C}_{net,y}$  = a projekttevékenység eredményeképp elért éves nettó GHG elkerülés (tCO<sub>2e</sub>/év)

$\mathbf{C}_{sequest,y}$  = GHG elkerülés a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>/év)

$\mathbf{PE}_y$  = projekt általi kibocsátás a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>/év)

#### GHG elkerülés a projekttevékenység által

A projekttevékenység által elért szén-dioxid kibocsátás elkerülés a talajban megkötött szén-dioxid mennyiségre értendő (CARBON GOLD, 2009).

$$\mathbf{C}_{sequest,y} = \mathbf{Q}_{residue,y} * \mathbf{CC}_{residue,y} * \mathbf{SC}_{carbon-CO2}$$

Ahol:

Csequest,y = GHG elkerülés a vizsgált évben ( tCO<sub>2</sub>e/év)

Qresidue,y = a pirolizált anyagok mennyisége a vizsgált évben (tonna)

CCresidue,y = a pirolizált anyagok átlagos állandó/fix szén tartalma a vizsgált évben (%)

SCcarbon-CO<sub>2</sub>= Isztöchiometriai átalakítás szénből szén-dioxidá (44/12)

### Projekttevékenység által okozott kibocsátás

A projekttevékenység által okozott kibocsátás a következő elemekből tevődik össze:

- a) CO<sub>2</sub>-kibocsátás a nem biogén eredetű pirolizálható szerves anyagok (növényi maradványok és egyéb biomassza) révén
- b) CO<sub>2</sub>-kibocsátás a pirolízis létesítményben használt kiegészítő fosszilis tüzelőanyagok használatából
- c) CO<sub>2</sub>-kibocsátás az alapanyag begyűjtésből és szállításból adódóan, illetve tárolási és alkalmazási folyamatok révén
- d) CO<sub>2</sub>-kibocsátás gépek használatából adódóan
- e) CO<sub>2</sub>-kibocsátás a fosszilis tüzelőanyagok és / vagy fogyasztott villamos energia révén (létesítmények, berendezések)

A projekt folyamatok során okozott kibocsátási értékek kiszámítása a következő részekre kell, hogy kiterjedjen: pirolízisből származó emisszió, kiegészítő tevékenységek fosszilis tüzelőanyag felhasználásából adódó emisszió, szállításból származó kibocsátás, gépek által okozott emisszió, káros anyag kibocsátás egyéb forrásokból (CARBON GOLD, 2009).

### Projekt általi kibocsátás éves szintje (y)

$$PE_y = PE_{pyrol,y} + PE_{fuel,y} + PE_{tran,y} + PE_{mach,y} + PE_{other,y}$$

Ahol:

PE<sub>y</sub> = projekt általi kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

PE<sub>pyrol,y</sub> = pirolízisből származó kibocsátás a vizsgált évben, nem beleértve a biogén szerves anyagok általi kibocsátást (tCO<sub>2</sub>e)

PE<sub>fuel,y</sub> = a pirolízis létesítményben használt fosszilis üzemanyagok égéséből származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

PE<sub>tran,y</sub> = a begyűjtésből és szállításból származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

PE<sub>mach,y</sub> = a pirolízishez használt berendezések kibocsátása, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

PE<sub>other,y</sub> = a projekt létesítményeiben történő egyéb üzemanyag és áram felhasználásából származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

### Pirolízisből származó kibocsátás

Első lépés:

$$PE_{pyrol,y} = Q_{1emissions,y} + Q_{2emissions,y} \dots + Q_{nemissions,y}$$

Ahol:

Q<sub>1emissions,y</sub> = a pirolízis során kezelt 1. típusú nem-biogén anyagokból származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

Q<sub>2emissions,y</sub> = a pirolízis során kezelt 2. típusú nem-biogén anyagokból származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

Q<sub>nemissions,y</sub> = a pirolízis során kezelt n. típusú nem-biogén anyagokból származó kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2</sub>e)

Második lépés:

$$Q_{emissions,y} = Q_{material,y} * NCV_{material} * EF_{n-bmaterial}$$

Ahol:

$Q_{material,y}$  = a felhasznált anyagok mennyisége, a vizsgált évben (1 vagy kg)

$NCV_{material}$  = a felhasznált anyagok nettó energia értéke (MJ/1 vagy MJ/kg)

$EF_{n-bmaterial}$  = a felhasznált anyagok CO<sub>2</sub> kibocsátási tényezője (tCO<sub>2</sub>/MJ)

vagy,

$$PE_{pyrol,y} = Q_{n-bmaterial,y} * \frac{Q_{CO2,pyro,y}}{Q_{total,y}}$$

Ahol:

$Q_{n-bmaterial,y}$  = a nem biogén eredetű pirolizált anyagok mennyisége, a vizsgált évben (tonna)

$Q_{total,y}$  = a pirolizált anyagok mennyisége, a vizsgált évben (tonna)

$Q_{CO2,pyro,y}$  = a pirolízis során kibocsátott CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e)

Amennyiben a pirolízis során nem használnak fel nem biogén anyagokat, akkor a  $PE_{pyrol,y} = 0$ .

#### A fosszilis üzemanyag felhasználásból származó kibocsátás

$$PE_{fuel,y} = Q_{fuel,y} * NCV_{fuel} * EF_{fuel}$$

Ahol:

$Q_{fuel,y}$  = az elégetett fosszilis üzemanyagok mennyisége, a vizsgált évben (1 vagy kg)

$NCV_{fuel}$  = a felhasznált fosszilis üzemanyagok nettó energia értéke (MJ/1 vagy MJ/kg)

$EF_{fuel}$  = a felhasznált fosszilis üzemanyagok CO<sub>2</sub> kibocsátási tényezője (tCO<sub>2</sub>/MJ)

#### Szállításból adódó kibocsátás

$$PE_{tran,y} = Q_{transfuel,y} * NCV_{transfuel} * EF_{transfuel}$$

Ahol:

$Q_{transfuel,y}$  = a szállítás során felhasznált üzemanyagok mennyisége, a vizsgált évben (1 vagy kg)

$NCV_{transfuel}$  = a szállításhoz használt üzemanyag nettó energia értéke (MJ/1 vagy MJ/kg)

$EF_{transfuel}$  = a szállításhoz felhasznált üzemanyagok CO<sub>2</sub> kibocsátási tényezője (tCO<sub>2</sub>/MJ)

#### A géppark működtetéséből származó kibocsátás

$$PE_{mach,y} = Q_{machfuel,y} * NCV_{machfuel} * EF_{machfuel}$$

Ahol:

$Q_{machfuel,y}$  = a géppark működtetése során elégetett üzemanyag mennyisége, a vizsgált évben (1 vagy kg)

$NCV_{machfuel}$  = a felhasznált üzemanyag nettó energia értéke (MJ/1 vagy MJ/kg)

$EF_{machfuel}$  = a felhasznált üzemanyagok CO<sub>2</sub> kibocsátási tényezője (tCO<sub>2</sub>/MJ)

#### Egyéb forrásból származó kibocsátás

$$PE_{other,y} = Q_{otherfuel,y} * EF_{otherfuel}$$

Ahol:

$Q_{otherfuel,y}$  = a géppark működtetése során elégetett üzemanyag mennyisége, a vizsgált évben (1 vagy kg)

$EF_{otherfuel}$  = a felhasznált üzemanyagok CO<sub>2</sub> kibocsátási tényezője (tCO<sub>2</sub>/MJ)

vagy,

$$PE_{other,y} = Q_{elec,y} * E_{Felec}$$

Ahol:

$Q_{elec,y}$  = a felhasznált hálózati villamos energia mennyisége, a vizsgált évben (kWh)

$E_{Felec}$  = súlyozott átlaggal számolt kibocsátási tényező a felhasznált hálózati villamos energia tekintetében, figyelembe véve a jelenlegi generációs energiamixet, a vizsgált évben, melyben az energia felhasználásra került (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)

### Alapvonal GHG elkerülés

A projekt nélküli alaphelyzetben, a felhalmozódó növényi maradványok bomlásából adódó szén-dioxid emisszió értékét kell figyelembe venni, illetve, hogy ebben az esetben mekkora a talajban megkötött szén-dioxid mennyisége.

Ezen körülmények fennállását (azaz a projekt nélküli eset körülményeit) bizonyos igazoló dokumentációval alá kell támasztani. Ilyenek lehetnek:

- a) műholdas képek, illetve egyéb távérzékelési adatok
- b) helyi, regionális vagy nemzeti mezőgazdasági leltárok, szakmai anyagok vagy tudományosan lektorált tanulmányok (CARBON GOLD, 2009).

### Nettó alapvonal GHG elkerülés

A nettó alapvonal GHG elkerülés kiszámításakor az összes alapvonal emisszió elkerülés és az alapvonal kibocsátás különbségét számoljuk (CARBON GOLD, 2009).

$$BC_{net,y} = BC_{sequest,y} - BE_y$$

Ahol:

$BC_{net,y}$  = a baseline scenárió szerinti nettó GHG elkerülés, a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$BC_{sequest,y}$  = a baseline scenárió szerinti GHG elkerülés, a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$BE_y$  = alapvonal kibocsátás, a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

### Alapvonal GHG elkerülés

Az alapvonal GHG elkerülési szint meghatározásakor számításba vesszük a szerves anyagok és a talaj által megkötött szén-dioxid mennyiségeket, a különböző technológiai feltételek figyelembe vételével (CARBON GOLD, 2009).

### **Alapvonal kibocsátás kalkulációja a szerves anyagok és szármadványok elégetése során létrejövő kibocsátás számításához**

$$BC_{sequest,y} = Q_{DOM,residue,y} * CC_{DOM,residue,y} * SC_{carbon-CO2}$$

Ahol:

$BC_{sequest,y}$  = GHG elkerülés, a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$Q_{DOM,residue,y}$  = a holt szerves anyag mennyisége az égetés után, a vizsgált évben (tonna)

$CC_{DOM,residue,y}$  = a holt szerves anyagok átlagos szén tartalma, a vizsgált évben (%)

$SC_{carbon-CO2}$  = sztöchiometriai átalakulás szénből szén-dioxiddá (44/12)

Az égetés után fennmaradt, holt szerves anyagok mennyiségét a pirolízishez begyűjtött holt szerves anyagok mennyisége és azon holt szerves anyagok mennyisége határozza meg, melyeket nem égetünk el. Tehát a holt szerves anyagok mennyisége az égetés után, a vizsgált évben:

$$QDOM, \text{residue}, y = QDOM, y * f_{BL, DOM}$$

Ahol:

$QDOM, y$  = a pirolízishez begyűjtött holt szerves anyagok mennyisége, a vizsgált évben (tonna)

$f_{BL, DOM}$  = a bomlásnak indult holt szerves anyagok átlagos mennyisége az égetés után, alapértelmezett érték 0.4

### Alapvonalai kibocsátás kalkulációja a szerves anyagok és szármadaradványok bomlása során létrejövő kibocsátás számításához

A holt szerves anyagok és a talajban lévő szerves anyagok általi szén megkötés, a vizsgált évben:

$$BC_{sequest}, y = \Delta CDOM, y + \Delta CSOM, y$$

Ahol:

$BC_{sequest}, y$  = alapvonalai GHG elkerülés a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$\Delta CDOM, y$  = átlagos változás a szénkészletekben, a vizsgált évben (a bioszén előállításához betakarított biomassza holt szerves anyag tartalma, tCO<sub>2e</sub>)

$\Delta CSOM, y$  = átlagos változás a szénkészletekben, a vizsgált évben (a talajban lévő szerves anyagok mennyisége, tCO<sub>2e</sub>)

### Alapvonalai kibocsátás

Ha nincsen szignifikáns alapvonalai kibocsátási forrás a baseline scenárió szerint, akkor az alapértelmezés szerint a kibocsátás értéke 0 (CARBON GOLD, 2009).

$$BE_y = BE_{1emissions}, y + BE_{2emissions}, y \dots + BE_{nemissions}, y$$

Ahol:

$BE_{1emissions}, y$  = az 1. emissziós forrásból származó kibocsátás a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$BE_{2emissions}, y$  = az 2. emissziós forrásból származó kibocsátás a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

$BE_{nemissions}, y$  = az n. emissziós forrásból származó kibocsátás a vizsgált évben (tCO<sub>2e</sub>)

### Szivárgás

A szivárgások feltárása fontos a baseline számítások elvégzésekor, ugyanis ezen részek befolyásolják (pozitívan vagy negatívan) a kapott végeredményt. Ide kell érteni egyes esetekben a projekt hatályán kívül eső szegmenseket. Például abban az esetben, ha a pirolízis berendezés használata nem kizárólagosan a projekttevékenységekre korlátozódik, vagy a megtermelt bio szén más platformokon is hasznosítják, szintén a projekt tevékenységen kívül (CARBON GOLD, 2009).

## **Eredmények**

### ***A baseline kalkuláció során figyelembe vett kibocsátási források és kibocsátott üvegházhatású gázok összesítése***

Összesítő táblázat (1. táblázat) a lehatárolás során figyelembe vett gázokról és forrásokról, illetve kiegészítő magyarázatok azon esetekről, melyeknél az egyes kibocsátott üvegházhatású gázok nem kerültek bele a számításba.

1. táblázat: **Baseline kalkulációs adatok meghatározása**

	Forrás	Gáz	Magyarázat
Baseline	A szármadarványok és egyéb biomaszák bomlásából származó emisszió	CO <sub>2</sub>	nem beleértve Nem számszerűsítjük, mivel a módszertan közvetlenül a szerves anyagok szén-dioxid megkötésén alapul.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve A metán kibocsátás kisebb, mint a szén-dioxidé. Nem vesszük figyelembe.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve A dinitrogén-oxid kibocsátás kisebb, mint a szén-dioxidé. Nem vesszük figyelembe.
	A szármadarványok és egyéb biomaszák égéséből származó emisszió	CO <sub>2</sub>	nem beleértve Nem számszerűsítjük, mivel a módszertan közvetlenül a szerves anyagok szén-dioxid megkötésén alapul.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve A metán kibocsátás kisebb, mint a szén-dioxidé. Nem vesszük figyelembe.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve A dinitrogén-oxid kibocsátás kisebb, mint a szén-dioxidé. Nem vesszük figyelembe.
	A fix széntartalmú maradványok (szerves anyagok) emisszió elkerülése	CO <sub>2</sub>	beleértve Az emisszió megkötés fő forrása.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve Feltételezzük, hogy a metán megkötés 0.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve Feltételezzük, hogy a dinitrogén-oxid megkötés 0.
	A baseline gyakorlatokhoz kapcsolódó egyéb emissziók	CO <sub>2</sub>	beleértve Nem valószínű, hogy az alapvonalai tevékenységek részéről meghatározó emisszió történne. Kizárólag akkor vesszük figyelembe, ha vannak adatok erre vonatkozóan.
		CH <sub>4</sub>	beleértve Nem valószínű, hogy az alapvonalai tevékenységek részéről meghatározó emisszió történne. Kizárólag akkor vesszük figyelembe, ha vannak adatok erre vonatkozóan.
		N <sub>2</sub> O	beleértve Nem valószínű, hogy az alapvonalai tevékenységek részéről meghatározó emisszió történne. Kizárólag akkor vesszük figyelembe, ha vannak adatok erre vonatkozóan.
Projekttevékenység	A bioszén fix széntartalmából adódó emisszió elkerülés	CO <sub>2</sub>	beleértve Az emisszió elkerülés fő forrása.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve Feltételezzük, hogy a metán megkötés 0.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve Feltételezzük, hogy a dinitrogén-oxid megkötés 0.
	A pirolízisből adódó emisszió	CO <sub>2</sub>	beleértve A nem biogén szén-dioxid emisszió GWP értéke 1.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.
	A szállításból és a bioszén alkalmazásából adódó emisszió	CO <sub>2</sub>	beleértve A szállítás jelentős forrása a szén-dioxid emisszióknak.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.
	Az elektromos áram és a fosszilis üzemanyagok felhasználásából adódó emisszió	CO <sub>2</sub>	beleértve Az elektromos áram és fosszilis üzemanyag felhasználás jelentős forrása a szén-dioxid emisszióknak.
		CH <sub>4</sub>	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.
		N <sub>2</sub> O	nem beleértve Az emisszió értéke elhanyagolható.

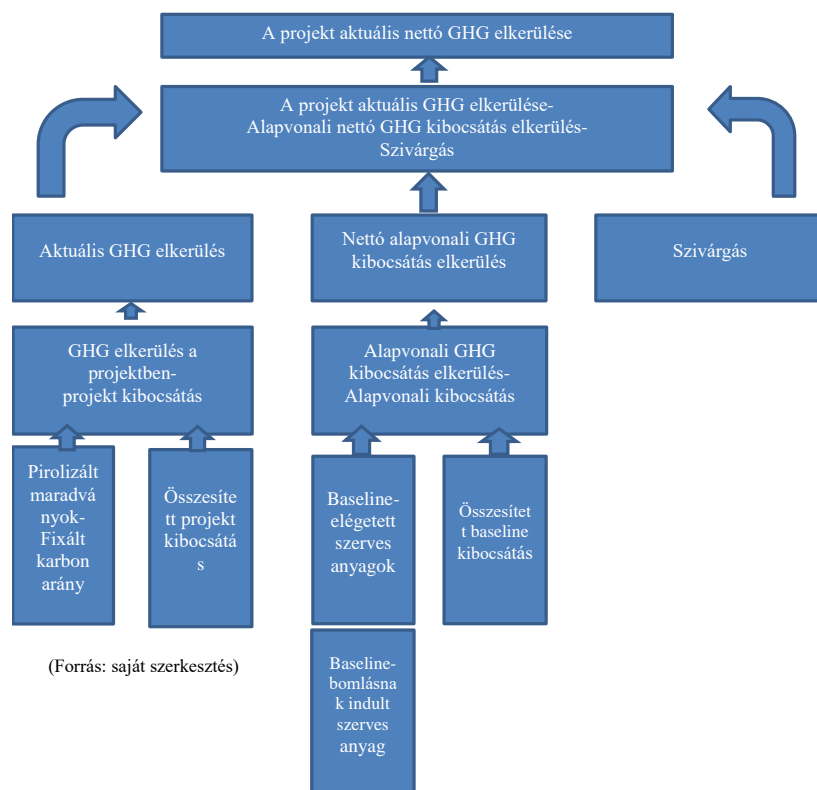
Forrás: saját szerkesztés

A fenti táblázatban összefoglalásra került az alapvonalai kibocsátás számításához szükséges adatok köre, mely jól bemutatja, hogy a kibocsátott üvegházhatású gázok közül melyeket, mikor vesszük bele a módszertanba, adott technológiai körülmények alkalmazása során. Ezen adatok kiegészülhetnek egyéb mérési szempontokkal, amennyiben azt az adott technológiai és termelési paraméterek indokolják. Az anyag végén olvashatunk egyéb számítási módszertani sajátosságokról, melyek a szerint változnak, hogy milyen rendszerben működtetjük a projekt elemeket. Eltérő vizsgálati helyzeteket generálhatnak a különböző területi és időbeli sajátosságok is illetve a bevezetésre kerülő technológiák is befolyásolják a projekt tevékenység által elért csökkentések mértékét.

### ***A nettó kibocsátás-csökkentés számszerűsítéséhez alkalmazott folyamatok***

A fenti folyamatábra (6. ábra) átfogóan ábrázolja a projekt során felmerülő GHG emissziókat és a kibocsátás elkerülési részpontokat. A mérést általában éves szinten végzik, tehát az kikerülő adatok az adott évi GHG kibocsátásokat és elkerüléseket mutatják.

*A projekt aktuális nettó GHG elkerülésének értékelése (éves szinten)*



**6. ábra: A projekt aktuális nettó GHG elkerülésének értékelése (éves szinten)**

Forrás: Saját szerkesztés

### ***Adatfelvétel módja a kibocsátási alapszint (baseline) megállapítására***

**Eljárásmód 1:** Az elmúlt években (előre meghatározott, a vizsgálati kritériumoknak megfelelően megadott időintervallum) alkalmazott termelési gyakorlat hitelesíthető és pontos információinak megadásával (gazdálkodási napló alapján).

Az elmúlt évekre visszamenőlegesen rögzített pontos és hitelesíthető információkkal rendelkezik a gazda, így az összes vizsgált év adatát tudja feltölteni a kalkulációt végző rendszerbe a gazdanapló alapján. Így az évek átlagaként generálódik a kibocsátási alapszint, mely kötelezően szakértővel egyeztetve, véglegesíthető. A meghatározott éves adatsor lesz a kibocsátási alapszint kalkulált értéke.

Tényadatok: hitelesített adatsor alapján, évenként beírva a pontos adatokat.

**Eljárásmód 2:** Az elmúlt években alkalmazott termelési gyakorlat információinak megadása adathiány esetén és szakértői becsléssel felépítve.

Ebben az esetben az átlagos körülmények közötti gazdálkodás esetén alkalmazott tevékenységeket, kijuttatott inputokat kell megadni. Ebbe a kategóriába tartozik az az eset is,

amelynél feltételezhető, hogy a projekt elmaradása esetén egy rosszabb technológiára lesz kénytelen átállni a gazdálkodó (pl. nem tud eszközparkot fejleszteni, olcsóbb, környezetre ártalmasabb anyagokat lesz kénytelen használni, stb.). Némely esetben a rendszer javaslatot tesz inputokra vonatkozóan. Ezek az adatok az adott termeléshez szükséges minimumokat adja meg, tehát ezektől kedvezőtlenebb érték beírása rossz gazdálkodási gyakorlatnak felel meg, így célszerű ezen értékekkel számolni.

Tényadatok: BAU (business as usual) szerint éves kalkulált adatsor a kibocsátási alapszint, ebben az eljárásmodban 50% hitelesíthető adat megléte esetén, a maradék 50% adatok szakértői becsléssel együtt való kalkulációként érvényes (ELSŐ MAGYAR KARBONGAZDÁLKODÁSI Kft., 2012).

### **Következtetések**

Össességében elmondható, hogy a jelenkori kihívásoknak megfelelő projektek adaptációja elengedhetetlen a fenntartható fejlődés kritériumainak való megfelelésben. A bioszén termékek a világ minden területén alkalmazhatóak és könnyen beintegrálhatóak a termelési rendszerekbe, előnyei megkérdőjelezhetetlenek. Az életciklus elemzés eredményei is pozitívak, a termelési és felhasználási fázisban is alacsony környezeti terheléssel lehet kalkulálni. Ezen felül a termék, mint olyan sajátságos specifikumai is biztosítják az alacsony szén-dioxid kibocsátású termelést. A fent bemutatott baseline számítási módszer is ezt hivatott bizonyítani a döntéshozók és alkalmazók felé. Kétséget kizáróan alkalmas lehet a fenntartható mezőgazdasági rendszerek kialakításához és a körforgásos gazdaság újszerű kihívásainak való megfelelésre is.



## Rövidítések jegyzéke

### 1. $PR_{,y} = Cnet_{,y} - Cbsl_{,y} - Ly$

$PR_{,y}$  = Is the total net anthropogenic GHG removals achieved by the project in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$Cnet_{,y}$  = Is the net GHG removals as a result of the project activity in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$Cbsl_{,y}$  = Is the baseline GHG removals (tCO<sub>2</sub>e/year)

$Ly$  = Is the leakage attributable to the project activity at time  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

### 2. $Cnet_{,y} = Csequest_{,y} - PE_{,y}$

$Cnet_{,y}$  = Is the net GHG removals as a result of the project activity in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$Csequest_{,y}$  = Is the GHG removals in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e/year)

$PE_{,y}$  = Is the project emissions in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

### 3. $Csequest_{,y} = Q_{residue,y} * CC_{residue,y} * SC_{carbon-CO2}$

$Csequest_{,y}$  = Is the GHG removals in year  $y$  (tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent)

$Q_{residue,y}$  = Is the quantity of pyrolysed residue in year  $y$  (tonnes)

$CC_{residue,y}$  = Is the average fixed carbon content of pyrolysed residue in year  $y$

$SC_{carbon-CO2}$  = Is the stoichiometric conversion from carbon to CO<sub>2</sub> (44/12)

### 4. $PE_{,y} = PE_{pyrol,y} + PE_{fuel,y} + PE_{tran,y} + PE_{mach,y} + PE_{other,y}$

$PE_{,y}$  = Is the project emissions during the year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{pyrol,y}$  = Is the emissions from the pyrolysis process in year  $y$  excluding emissions from biogenic organic material (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{fuel,y}$  = Is the emissions from auxiliary fossil fuel combustion by the pyrolysis facility in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{tran,y}$  = Is the emissions due to collection and transportation in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{mach,y}$  = Is the emissions from the use of machinery to apply the pyrolysis residues in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{other,y}$  = Is the emissions from other fuel or electricity consumption by the project activity facilities in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

### 5. $PE_{pyrol,y} = Q1_{emissions,y} + Q2_{emissions,y} + \dots + Qn_{emissions,y}$

$Q1_{emissions,y}$  = Is the emissions from a 1st type of non-biogenic material treated in the pyrolysis process in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$Q2_{emissions,y}$  = Is the emissions from a 2nd type of non-biogenic material treated in the pyrolysis process in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

$Qn_{emissions,y}$  = Is the emissions from an  $n$ th type of non-biogenic material treated in the pyrolysis process in year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

### 6. $Q_{emissions,y} = Q_{material,y} * NCV_{material} * EF_{n-bmaterial}$

$Q_{material,y}$  = Is the quantity of material in year  $y$  (l or kg)

$NCV_{material}$  = Is the net calorific value of the material (MJ/l or MJ/kg)

$EF_{n-bmaterial}$  = Is the CO<sub>2</sub> emissions factor of the material (tCO<sub>2</sub>/MJ)

### 7. $PE_{pyrol,y} = Q_{n-bmaterial,y} * \frac{Q_{CO2,pyro,y}}{Q_{total,y}}$

$Q_{n-bmaterial,y}$  = Is the quantity of non-biogenic material pyrolysed in the year  $y$  (tonnes)

$Q_{total,y}$  = Is the total quantity of material pyrolysed in the year  $y$  (tonnes)

$Q_{CO2,pyro,y}$  = Is the CO<sub>2</sub> emitted by the pyrolysis process in the year  $y$  (tCO<sub>2</sub>e)

If no non-biogenic materials are pyrolysed the value for  $PE_{pyrol,y}$  will be zero

### 8. $PE_{fuel,y} = Q_{fuel,y} * NCV_{fuel} * EF_{fuel}$

$Q_{fuel,y}$  = Is the quantity of fossil fuel combusted in year  $y$  (l or kg)

$NCV_{fuel}$  = Is the net calorific value of the fossil fuel (MJ/l or MJ/kg)

$EF_{fuel}$  = Is the CO<sub>2</sub> emissions factor of the fossil fuel (tCO<sub>2</sub>/MJ)

**9.  $PE_{tran,y} = Q_{transfuel,y} * NCV_{transfuel} * EF_{transfuel}$**

$Q_{transfuel,y}$  = Is the quantity of transport fuel combusted in year y (l or kg)

$NCV_{transfuel}$  = Is the net caloric value of the transport fuel (MJ/l or MJ/kg)

$EF_{transfuel}$  = Is the CO<sub>2</sub> emissions factor of the transport fuel (tCO<sub>2</sub>/MJ)

**10.  $PE_{mach,y} = Q_{machfuel,y} * NCV_{machfuel} * EF_{machfuel}$**

$Q_{machfuel,y}$  = Is the quantity of fuel combusted by machinery in year y (l or kg)

$NCV_{machfuel}$  = Is the net caloric value of the fuel (MJ/l or MJ/kg)

$EF_{machfuel}$  = Is the CO<sub>2</sub> emissions factor of the fuel (tCO<sub>2</sub>/MJ)

**11.  $PE_{other,y} = Q_{otherfuel,y} * EF_{otherfuel}$**

$Q_{otherfuel,y}$  = Is the quantity of fuel combusted by machinery in year y (l or kg)

$EF_{otherfuel}$  = Is the CO<sub>2</sub> emissions factor of the fuel (tCO<sub>2</sub>/MJ)

**12.  $PE_{other,y} = Q_{elec,y} * E_{felec}$**

$Q_{elec,y}$  = Is the grid electricity consumed in year y (kWh)

$E_{felec}$  = Is the weighted average emissions factor for grid electricity of the current generation mix for the year in which the electricity is consumed (kgCO<sub>2e</sub>/kWh)

**13.  $BC_{net,y} = BC_{sequest,y} - BE_y$**

$BC_{net,y}$  = Is the net GHG removals in the baseline scenario in year y (tCO<sub>2e</sub>)

$BC_{sequest,y}$  = Is the GHG removals in the baseline scenario in year y (tCO<sub>2e</sub>)

$BE_y$  = Is the baseline emissions in year y (tCO<sub>2e</sub>)

**14.  $BC_{sequest,y} = Q_{DOM,residue,y} * CC_{DOM,residue,y} * SC_{carbon-CO2}$**

$BC_{sequest,y}$  = Is the GHG removals in year y (tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent)

$Q_{DOM,residue,y}$  = Is the quantity of DOM residue after burning in year y (tonnes)  $CC_{DOM,residue,y}$  = Is the average carbon content of DOM residue in year y (%)

$SC_{carbon-CO2}$  = Is the stoichiometric conversion from carbon to CO<sub>2</sub> (44/12)

**15.  $Q_{DOM,residue,y} = Q_{DOM,y} * f_{BL,DOM}$**

$Q_{DOM,y}$  = Quantity of DOM collected for pyrolysis in year y (tonnes)

$f_{BL,DOM}$  = Average fraction of DOM left to decay after burning of DOM stocks, default value 0.4

**16.  $BC_{sequest,y} = \Delta CDOM,y + \Delta CSOM,y$**

$BC_{sequest,y}$  = Is the baseline GHG removals in year y (tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent)

$\Delta CDOM,y$  = Average annual change in carbon stocks in the baseline DOM pool attributable to biomass that would be harvested for bioszén under the project scenario, allocated to year y; tCO<sub>2e</sub>

$\Delta CSOM,y$  = Average annual change in carbon stocks in the baseline SOM pool attributable to biomass that would be harvested for bioszén under the project scenario, allocated to year y; tCO<sub>2e</sub>

**17.  $BE_y = BE_{1emissions,y} + BE_{2emissions,y} + \dots + BE_{nemissions,y}$**

$BE_{1emissions,y}$  = Is the emissions from a 1st emissions source in year y (tCO<sub>2e</sub>)  $BE_{2emissions,y}$  = Is the emissions from a 2nd emissions source in year y (tCO<sub>2e</sub>)  $BE_{nemissions,y}$  = Is the emissions from an nth emissions source in year y (tCO<sub>2e</sub>)

## Hivatkozott források

AMERICAN CARBON REGISTRY: Methodology for Biochar projects, 2010

BÖRÖCZ et. al. (2016): Evaluation of biochar lifecycle processes and related lifecycle assessments, Hungarian Agricultural Engineering,

BESS OUKO CLAUDIA (2014): Development of a LCA Screening Tool: Assessment of Biochar in the Removal of Organic Carbon in SAGD Produced Water, [http://theses.ucalgary.ca/bitstream/11023/1349/2/ucalgary\\_2014\\_bess-ouko\\_claudia.pdf](http://theses.ucalgary.ca/bitstream/11023/1349/2/ucalgary_2014_bess-ouko_claudia.pdf)

BRIDGWATER A.V. (2002), Springer, Chemical Engineering Journal 4056 (2002) 1–16, Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass, [https://www.researchgate.net/publication/204978509\\_Bridgwater\\_A.V.\\_Renewable\\_fuels\\_and\\_chemicals\\_by\\_thermal\\_processing\\_of\\_biomass.\\_Chem.\\_Eng.\\_J.\\_91\\_87-102](https://www.researchgate.net/publication/204978509_Bridgwater_A.V._Renewable_fuels_and_chemicals_by_thermal_processing_of_biomass._Chem._Eng._J._91_87-102)

BROWNSORT P. A.: (2009): Biomass pyrolysis processes: performance parameters and their influence on biochar system benefits. Master thesis, University of Edinburgh.

CARBON GOLD (2009): General Methodology for Quantifying the Greenhouse Gas Emission Reductions from the Production and Incorporation into Soil of Biochar in Agricultural and Forest Management Systems, 2009

CDM EXECUTIVE BOARD (2013): Approved baseline and monitoring methodology AM0041,- "Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production, 2013

DEMIRBAS, A. (2001). Carbonization ranking of selected biomass for charcoal, liquid and gaseous products. Energy Conversion and Management. 42, 1229-1238.

DUTTA B. – RAGHAVAN V. (2014), A life cycle assessment of environmental and economic balance of biochar systems in Quebec, Springer, Int J Energy Environ Eng (2014) 5:106, DOI 10.1007/s40095-014-0106-4

ELSŐ MAGYAR KARBONGAZDÁLKODÁSI Kft. (2012): „Mezőgazdasági emisszió-kibocsátás csökkentés részleges nitrogén műtrágya cserével és talajművelés váltással” tervdokumentum, 2012

ELSŐ MAGYAR KARBONGAZDÁLKODÁSI Kft. (2012): The Gold Standard Methodology Increasing Soil Carbon Through Improved Tillage Practices, 2014

GaBi software, <http://www.gabi-software.com/hungary/index/>

HAMMOND J. (2009), The best use of biomass? Greenhouse gas life cycle analysis of predicted pyrolysis biochar systems, <https://www.era.lib.ed.ac.uk/bitstream/handle/1842/3114/Hammond%20JAR%20Msc%2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IFU HAMBURG (Umberto), <http://www.ifu.com/en/>

INTERREG IVB project, Biochar Life Cycle Analysis of Bioszén Production and Utilization <http://www.bioszén-interreg4b.eu/images/file/WP33%20-%20Life%20Cycle%20Analysis%20of%20Bioszén.pdf>

LEHMANN, J. (2007): Bio-energy in the black. Frontiers in Ecology and the Environment, 5, 381-387. <Go to ISI>://WOS:000249192100020, <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/FrontiersEcolEnv%205,%20381-387,%202007%20Lehmann.pdf>

LEHMANN, J. (2009): 'Terra preta Nova – where to from here?', in W. I. Woods, W. G. Teixeira, J. Lehmann, C. Steiner and A. Winkler Prins (eds), Terra preta Nova: A Tribute to Wim Sombroek, Springer, Berlin, pp 473–486

MANYÀ, JOAN J. (2012): Pyrolysis for biochar purposes: a review to establish current knowledge gaps and research needs Environmental Science & Technology 07/2012; 46(15):7939-54

MSZ EN ISO 14040 Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)

SOHI S, et al. (2009): Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs. CSIRO Land and Water Science Report, 05/09, 64 pp.

WOOLF, D. – LEHMANN, J. (2012): Modelling the long-term response to positive and negative priming of soil organic carbon by black carbon. Biogeochemistry, p 111, 83-95

### **Szerzők**

#### **Szóke Linda**

PhD hallgató

e-mail:linda890206@gmail.com

#### **Dr. Battay Márton**

PhD hallgató

e-mail: marton.battay@aotk.szie.hu

#### **Herczeg Boglárka Mária**

PhD hallgató

e-mail: herczeg.boglarka@gmail.com

#### **Dr. Fogarassy Csaba PhD**

egyetemi docens

e-mail: fogarassy.csaba@gtk.szie.hu

Szent István Egyetem

Gazdaság és Társadalomtudományi Kar

Klímagazdaságtani Elemző és Kutatóközpont

2101 Gödöllő Páter K. u. 1

## A KLÍMAPOLITIKAI INTÉZKEDÉSEK ÉS A ZÖLD INNOVÁCIÓ HATÁSA AZ EURÓPAI UNIÓ IPARÁRA – ESETTANULMÁNY AZ ACÉLIPARBÓL

**The effect of climate policy and green innovation on the industry of the european union  
– case study from the steel industry**

**BAKOSNÉ BÖRÖCZ Mária – HORVÁTH Bálint**

---

### **Összefoglalás**

Napjaink egyik legnagyobb klímapolitikai kihívása a szén-szivárgás. A koncepció lényege, hogy a szigorú környezeti – főként klímapolitikai – szabályozás eredményeként a termelők más országokba költöznek, ahol nem kell komoly elvárásoknak megfelelniük. Ennek eredménye egy olyan aranyközéput keresése, amely tulajdonképpen azért nem működik, mert egyik véglet felé sem képes elhatárolódni. Az Európai Uniónak egyik oldalról tartania kell magát a klímaváltozás megelőzéséért kialakított politikájához. Másik oldalról viszont – felismerve az általa generált gazdasági nyomást – támogatnia kell a szén-szivárgás által veszélyeztetett iparágakat annak érdekében, hogy helyben tudja tartani a termelést. Jelen tanulmány célja az, hogy az EU klímapolitikájának általános elemzésén túl egy iparági esettanulmány segítségével betekintést nyújtson egy konkrét szektor működésébe klímapolitikai aspektusból. Tanulmányunkban bemutatásra kerülnek az Európai Unió acéliparának közelmúltbeli tendenciái, majd azon fejlesztési pontok is, amelyek mentén képes lehet klímabarát módon operálni a fennmaradása érdekében. A folyamatos piaci akadályokba ütköző környezetvédelmi koncepcióknak szüksége van arra, hogy korunk gazdasági

berendezkedése mellett is értelmezhetőek legyenek. A szén-szivárgás visszaszorításához elengedhetetlen a megfelelő finanszírozási környezet megteremtése, amely csak a piaci szereplők bevonásával érhető el.

**Kulcsszavak:** Klímapolitika, zöld innováció, acélipar, szén-dioxid lekötés és tárolás (CCS)

**JEL kód:** L61, O32, Q55

### **Abstract**

Carbon leakage is one of the greatest challenges the climate policy must face nowadays. It occurs whenever the environmental – mostly climate – regulation turns to be so rigorous, it forces producers to outsource their production to certain countries where the legislation framework is not that strict. Eventually, it results in seeking a middle path which cannot properly function since policy makers are not able to commit themselves to an extreme. In the first place the European Union has to cling to its climate change mitigation policy. On the other hand – realizing the economic pressure of it – the EU is also obligated to support the industries endangered by carbon leakage in order to keep the production within the borders. The aim of the present research is

to go beyond the regular examination of the European climate policy and provide with a practical case study regarding an industrial sector. The study is going to introduce the trends of the European steel industry and highlight the possible improvement points toward a climate friendly operation. The environmental concepts of our age frequently fail to face the obstacles of the market so they need to be interpreted based

on the present economic framework. The fight against the carbon leakage requires an appropriate financing environment which can only be achieved with the involvement of the operators.

**Keywords:** Climate policy, green innovation, steel industry, carbon capture and storage (CCS)

---

## Bevezetés

Az éghajlatváltozás visszaszorítását célzó szabályozások, valamint intézkedések, viszonylag rövid múltra tekintenek vissza. A jelenség környezetre gyakorolt hatásait az 1990-es évek elején ismerték el először politikai szinten is, az 1992-es Rio De Janeiro-i ENSZ Éghajlat-változási keretegyezményben. Ekkor határozták meg a legfontosabb üvegházhatású gázok körét (ÜHG), amelyek nagymértékben hozzájárulnak az éghajlatváltozás fokozásához. 4 évvel később, 1996-ban a Kyoto-i protokollban a világ több országa már jelentős ígéretet tett annak érdekében, hogy visszaszorítsák a klímaváltozást (unfccc 2008). A protokollban foglalt ÜHG csökkentési kötelezettségek mellé olyan eszközök is társultak, melyek a tényleges redukció mellett lehetőséget biztosítottak az egyes nemzetek számára kibocsátási mérlegük egyéb úton történő befolyásolására. Ilyenek voltak például a „Tiszta Fejlesztési Mechanizmus” (CDM) vagy a „Közös Megvalósítás” (JI). Lényegük, hogy egy állam más országokban is végrehajthat ÜHG csökkentő fejlesztéseket és annak mértékét elszámolhatja saját magánál. A szakirodalom ezt a jelenséget nevezi „offset”-nek (FOGARASSY, 2012). Az Európai Unió szempontjából azért fontos beszélni ezekről az úgynevezett rugalmassági mechanizmusokról, mert hosszú távon ezek alapozták meg a kvótakereskedelmi rendszerek kialakulását.

## Irodalmi áttekintés

A Kyoto-i célok könnyebb elérésének érdekében az Európai Unió döntéshozói 2005-ben alapították meg az Európai Unió Emisszió-kereskedelmi rendszerét (EU ETS). Az elképzelés a buborékpolitika „cap and trade” elvén alapult, mely egy adott területi egységet – esetünkben az EU-t – lehatárolva határoz meg bizonyos ÜHG kibocsátási határértékeket (FOGARASSY et al., 2008). A tagállamoknak ezeken a határokon belül lehetőségük van az egymással való ÜHG emisszió-kereskedelemre. Így előfordulhat az is, hogy egy olyan ország, amely kevesebb kibocsátási kvótával rendelkezik, fizessen egy esetlegesen túlkvótázott nemzet kreditjeiért a működése fenntartásához. A kezdeményezéssel az EU ETS lett az első és azóta is a legnagyobb emisszió-kereskedelmi mechanizmus a világon (ELLERMAN-BUCHNER, 2007). A mára több mint 10 éves fennállása során azonban megannyi szabályozási anomália nehezítette meg a működését. Az első szakasza (2005-2007) egy tesztelési periódus volt, amelyben sajnálatos módon kvótatöbblet alakult ki a piacon, ezért a lényege, a kereskedelem nem működött megfelelően. A 2008-tól 2012-ig terjedő időszakban – mely egybeesett a Kyoto-i protokoll első ellenőrzési mérőföldkövével – már egy fokkal átgondoltabb kvóta allokációs stratégiát dolgoztak ki. A résztvevő országok köre kibővült Izlanddal, Norvégiával és Lichtensteinnel valamint a légi közlekedés is bekerült a szabályozás alá tartozó szektorok közé az ipar és energiatermelés mellett. Funkciójának betöltésében most viszont a 2008-as gazdasági válság akadályozta meg. Az addigi termelési volumenre kiszámolt kvótamennyiség megint többletet eredményezett a

piacon, hiszen a gazdasági viszonyok hatására Európa szerte visszaesett az ipari termelés volumene (ELLERMAN-BUCHNER, 2008). Az ezt követő években, általánosságban is elmondható, hogy háttérbe szorultak a környezetet támogató kezdeményezések. Ennek oka az örökérvényű tendencia, mely szerint a nehéz gazdasági helyzetben a környezetvédelem csak másodlagos prioritást élvez (SZABÓ et al., 2012).

A 2013-2020-as időszakra ennek ellenére már egy sokkal átgondoltabb, több lábon álló rendszer kialakítására került sor. A döntéshozók felismerték, hogy mivel az EU ETS ágazatai az EU ÜHG kibocsátásának csak 42%-át fedik le (KOLLMUSS, 2014), ezért olyan szektorokat is be kell vonni a szabályozásba, mint a közlekedés, épületek, mezőgazdaság és hulladékgazdálkodás. Ezek ellenőrzése további, a tagállamok fejlettségével és versenyképességével kapcsolatos hatást jelent (FORSTER et al., 2012). Ám tekintettel arra, hogy jelen elemzés csak az EU ETS és főként az ipari beavatkozás jelentőségét vizsgálja, a fentebb említett csoportok működése nem kerül bővebb kifejtésre. Viszont a mélyebb ipari folyamatok vizsgálata előtt, tekintsük át a globális és az európai klímapolitika legfőbb kritikai pontjait. Ilyen a már említett „offsetting”, amikor egy állam más – akár EU-n kívüli – országokban hajt végre ÜHG csökkentő projektet, melynek mértékét a saját mérlegében számolja el (SIJM 2012). Az ehhez hasonló kezdeményezések mögött általában gazdasági és költséghatékonysági motivációk húzódnak meg. Az egyik esetben az adott nemzet nem szeretné korlátozni a saját termelőit, így inkább áldoz plusz kvótákra és emissziós lehetőségre, minthogy visszafogja a gazdaságának fejlődését (CANEY-HEPBURN, 2011). Más szituációkban a fejlett országok olcsóbbnak találják a lemaradt, esetleg harmadik világbeli államok elavult rendszereinek a fejlesztését, mint a saját, modern termelési eszközeikét. Utóbbi folyamatok eredményeként a rugalmassági mechanizmusok által előidézett „offsetting” jelenség legnagyobb kritikája mindig a valós, hazai ÜHG kibocsátás csökkentésének elmaradása. A környezetvédők mellett ezen a ponton a gazdasági elemzők is éles kritikát fogalmaznak meg a folyamattal szemben. Holland tanulmányok már jelezték, hogy ez a vonulat ahhoz is vezethet, hogy a fejlett tagállamok finanszírozzák majd az elmaradottabbak klímabarát fejlesztéseit (BORKENT et al., 2012). Hosszú távon pedig ezek az országok járhatnak jól, hiszen a valós emisszióbeli csökkenést előidéző technológiák náluk terjednek el.

A felvázolt szituáció más szempontból történő vizsgálata szintén az eddigi klímapolitikai szabályozás gyengeségeire hívja fel a figyelmet. Az alacsonyabb jövedelemhelyezettel rendelkező országok ugyanis régóta hangsúlyozzák, hogy a klímaváltozásért felelős ÜHG kibocsátások jelentős része a fejlett nemzetekből származik. Így nem igazságos minden tagállamra azonos célkitűzéseket megfogalmazni, hiszen elvárható, hogy a nagyobb szennyezést produkáló országok komolyabb felelősséget vállaljanak (LOUM-FOGARASSY, 2015). Az érvelés alapja, hogy a környezetbarát technológiák bevezetése megnövekedett termelési költségekkel jár, amelyből következnek az előállított termékek hasonlóan növekvő árai (BABIKER 2005). Ezért egy adott termék kereslet-kínálati viszonyai eltérően alakulnak ugyanannak a környezetvédelmi szabályozásnak az eredményeként egy Nyugat- és egy Közép-Európai ország tekintetében (MARTIN et al 2014). A jelenlegi, harmadik EU ETS periódusban, felismervén ezt a hatást, a döntéshozók különböző támogatási alapokat hoztak létre az Európai Unió újonnan csatlakozott tagállamai részére. Ettől függetlenül, még mindig prioritás maradt a kvótapiacra tapasztalható többletek felszámolása. Az előzetes tervek szerint az ingyenesen kiosztott kvóták mennyiségét folyamatosan csökkenteni akarták, hogy azokhoz 2020-ra már csak piaci úton lehessen hozzájutni. A tagállamok differenciált vagyoni helyzetére való tekintettel viszont várható, hogy 2020 után is fenn kell tartani vagy az ingyenes kvótakiosztást, vagy az átalakuló gazdasággal rendelkező nemzetek támogatását (HERMANN, 2014).

A versenyképességi és a kereslet-kínálati viszonyok európai vizsgálatával elérkeztünk a klímapolitikai törekvések legnagyobb, globális hiányosságához. Ez nem más, mint a tény, hogy az erőfeszítésekben a legnagyobb kibocsátó országok nem vesznek részt. Olyan nemzetek, mint Kína, India vagy az Egyesült Államok annak idején vagy nem írták alá a Kyoto-i protokollt, vagy nem vették komolyan annak célkitűzéseit. Ezek közül előbbiek fejlődő gazdaságok, amelyek számára a fejlődésük komoly akadályát jelentené a komoly klímapolitikai részvétel. Az Egyesült Államok (USA) pedig már George Bush elnöksége óta hangsúlyozza, hogy bár nem szkeptikusak a klímaváltozással kapcsolatban, komoly gazdasági veszteségekkel járna számukra az aktív részvétel. A világ elsősorú ÜHG kibocsátói sorában így az Európai Unió marad az egyetlen, aki hajlandó felelősséget vállalni a klímaváltozás visszaszorításának a terén. Ez persze magával vonja azokat a gazdasági hátrányokat, amellyel az USA is érvelt és melynek hatásvizsgálata e kutatás célja. Egy régebben fennálló példával élve, az EU mezőgazdasága már régóta küzd komoly versenyképességbeli problémákkal, amihez hozzájárulnak a határokon belüli és azokon kívüli tényezők. A Közös Agrárpolitika (KAP) létrehozása óta köztudott, hogy az európai mezőgazdaság két fő prioritással rendelkezik, melyek az élelmiszerbiztonság és a biztonságos élelmiszer biztosítása a lakosság számára. Azaz a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerral való ellátás (fogarassy-nábrádi 2015). A környezetbarát termelés és az egészséges feltételek biztosítása viszont olyan kihívásokat ró a termelőkre, amelyekre piaci viszonyok között nem mind képesek megfelelően reagálni. Mára ezért általános tendencia, hogy a mezőgazdasági termelők nyereségét sokszor az EU-s támogatások biztosítják (MATTHEWS, 2012).

Az eddigi klímapolitikai tanulságok alapján vizsgáltuk meg az Európai Unió ipari versenyképességét a szabályozások tükrében. A klímaváltozási politikai eszközrendszer által kijelölt célok (ÜHG csökkentés, megújuló energiaforrások használatának és az energiahatékonyságnak a növelése) az ipari termelés esetében olyan terhet rónak a vállalatokra, melyek teljesítése piaci hátrányhoz vezethet. Megnövekedett termelési költségek jelentkezhetnek az előállított termékek árában, amelyek így versenyhátrányba kerülnek az olcsóbb, külföldről származó árukkal szemben (JUERGENS et al., 2013). Kezdetekben voltak olyan elképzelések, melyek a „Zöld innováció” pozitív hatásai között említették a megnövekedett hozzáadott értéket és azt a „Zöld termékjelet”, ami a környezettudatos fogyasztót e termékek felé tereli. A már több, mint 10 éves távlatból azonban látható, hogy a fogyasztói magatartás ilyen irányú megnyilvánulása nem jelentkezett Európában. Ez nem is meglepetés, hiszen – eltekintve a környezetbarát fejlesztésektől – az általános ipari innováció esetében is köztudott, hogy a fejlesztések akkor kifizetődőek, ha a hatékonyabb termelést és nem a minőségbeli értéknövelést célozzák. Az átlagos fogyasztók ugyanis még mindig az árbeli és nem a minőségbeli különbségeket értékelik többre (OECD, 2012).

Ez a gondolatmenet vezet el bennünket napjaink egyik legnagyobb klímapolitikai kihívásához, a szén-szivárgáshoz. A koncepció lényege, hogy a szigorú környezeti – főként klímapolitikai – szabályozás eredményeként a termelők más országokba költöznek, ahol nem kell nagymértékű elvárásoknak megfelelniük (MEUNIER et al., 2014). Ennek eredménye egy olyan aranyközéput hasztalan keresése, amely tulajdonképpen azért nem működik, mert egyik véglet felé sem képes eltolódní. Ennek oka abban keresendő, hogy az EU-nak az egyik oldalról tartania kell magát a klímaváltozás megelőzéséért kialakított politikájához. A másik oldalról viszont – felismerve az általa generált gazdasági nyomást – támogatnia kell a szén-szivárgás által veszélyeztetett iparágakat, annak érdekében, hogy helyben tudja tartani a termelést. Ezzel igazolható az a korábbi hipotézis, miszerint a klímaszabályozásnak globálisan csak akkor van értelme, ha minden fél tartja magát hozzá. Abban az esetben, ha egyesek mentességet élveznek alóla, úgy csak azokra rovnunk még több terhet, akik hajlandóak felelősséget vállalni. Továbbá, az is nyilvánvaló, hogy



ezen a módon az ÜHG csökkentésre vállalkozók erőfeszítései is hiábavalók lehetnek, mivel a náluk elmaradó emisszió nem eltűnik, csupán máshol jelentkezik (HORVÁTH et al., 2015). Jelen tanulmány célja az, hogy az általános hatások elemzésén túl, egy iparági esettanulmány segítségével betekintést nyújtson egy konkrét szektor működésébe klímapolitikai aspektusból. Ezért a továbbiakban bemutatjuk az Európai Unió acéliparának közelmúltbeli tendenciáit, majd kijelöljük azokat a fejlesztési pontokat, amelyek mentén képes lehet klímabarát módon operálni a fennmaradása érdekében.

Az acélipar teljesítményét elemezve, a számok az első ránézésre nem adnak okot aggodalomra, hiszen az Európai Unió 177 millió tonnás termelésével második a világpiacon (EURÓPAI BIZOTTSÁG, 2013). Továbbá, 2008 májusában – az EU ETS kezdeti éveiben – az acéltermelés 30 éves csúcson teljesített. Ehhez azonban szükség volt az eszközök teljesítőképességének maximális kihasználására és a rendszerek karbantartásának elhalasztására (ZSUMBERÁNÉ, 2013). A világ termeléséből jutó második hely kétségtelenül pozitív tartalmat sugall, ám ez már közel sem igaz, ha közelebbről megnézzük a világpiaci tendenciákat. Ugyanis a helyi termelés a világeből csupán 11%-ot jelent és a kínai kapacitások az EU négyszeresét teszik ki. Ezen számok árnyékában arra következtethetünk, hogy bár tapasztalható volt némi fejlődés, az mégsem a globális trendek alapján elvárható ütemben ment végbe. Ezt támasztja alá az is, hogy míg 25 évvel ezelőtt a világ 10 legnagyobb acélipari vállalatából még 4 európai volt, mára nincsen európai vállalat az elsők között. Az OECD egy korábbi tanulmánya az EU acéliparával kapcsolatban is rámutatott arra a már említett tényre, hogy a magas hozzáadott értékű termékei nem jelentenek versenyelőnyt az irántuk mutakozó alacsony kereslet okán (OECD, 2012). Az ágazat 2020-ig becsült munkaerő-piaci hatásának megőrzése érdekében azonban elsőszámú prioritást jelent az iparági termelés helyben tartása.

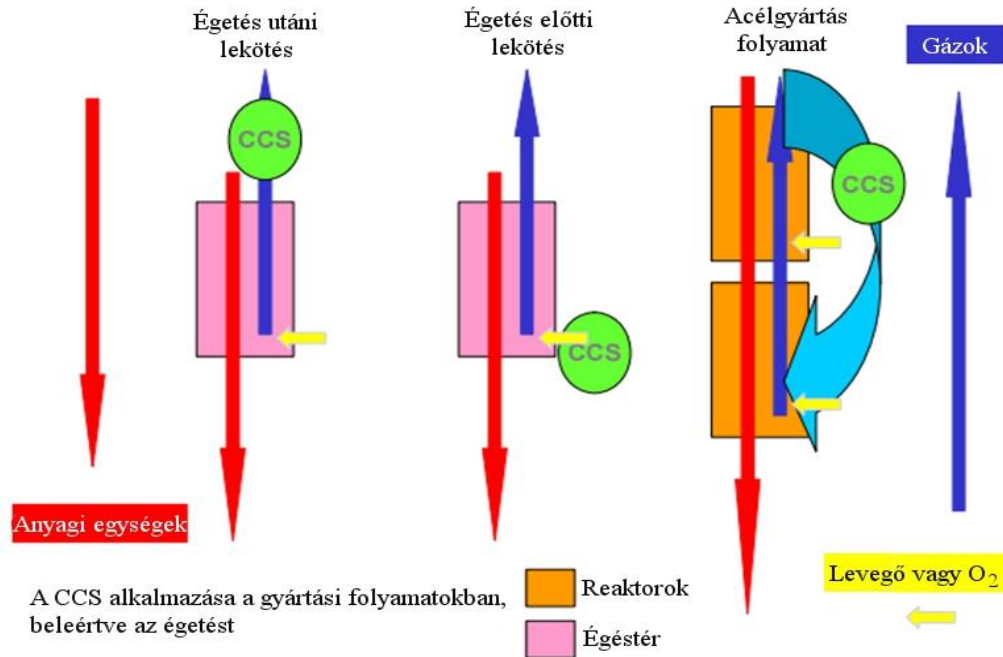
Környezeti szempontból pozitívumként említhető, hogy az acélipari cégek működésében fontos szerepet játszanak a környezeti menedzsment rendszerek, mivel az üzemek ISO tanúsításokkal ellátottak. A technológiai fejlődés tendenciái is pozitív irányokat mutattak az elmúlt időben. Továbbá, elmondható, hogy a legjobb technológiákat (BAT) alkalmazó gyárak termodinamikusan határaik közelében működnek. Az energiabiztonság és az energiaköltségek csökkentése érdekében azonban még mindig maradtak olyan területek, ahol előre lépésre van szükség. Az újrahasznosított fémhulladékok nagyobb mértékű bevonása és a legjobb technológiák szélesebb körű elterjesztése jelentősen hozzájárulna a kimerülő erőforrások fenntartható használatához és egyben az éghajlat-változási politika célrendszerének teljesítéséhez. A jelenlegi üzletmenet folytatása ugyanis 2010 és 2030 között nagyjából csak 10% körüli ÜHG emisszió-csökkenést eredményezhet, ami jelentősen elmarad az eredeti célkitűzésektől. Az Európai Unió 2030-as Energiaügyi és Éghajlat-keretrendszere szintén beismertően nyilatkozik arról, hogy a szektor támogatásigénye magas, melyet mindenképpen ki kell elégíteni addig, amíg nem sikerül optimalizálni a fejlődési ütemét (EURÓPAI BIZOTTSÁG, 2012). A klímapolitikai célú projektekről már köztudott, hogy költséghatékonysági aspektusból elengedhetetlen a hosszú távú szemlélet alkalmazása. Ellenben a karbonpiaci trendek alapján az ott megfigyelhető árak nem lesznek elegendőek a szükséges fejlesztések pénzügyi megtérüléséhez. Ezért egy környezetbarát acélipari struktúra kialakításához elengedhetetlenek az Európai Unió vagy akár piaci finanszírozási források.

A zöld energiatermelési vagy zöld ipari projektek finanszírozása esetében újra vissza kell kanyarodnunk nem csak a klímapolitika, hanem a környezetvédelem alapjaihoz. A XX. század második felére többek számára nyilvánvalóvá vált, hogy az a fajta gazdasági növekedés, amelyet az emberiség produkál, nem sokáig lesz fenntartható. Ez több, nem csak környezeti aspektust is magában hordoz. Ilyen például annak a ténynek a felismerése, hogy kimerülő energiaforrásokon alapulva nem tudunk végtelen növekedést elérni (MEADOWS et al., 1972).

Továbbá, a környezeti értékek ember által előidézett degradációja hívta életre azt a szemléletet, mely gazdasági értékkel ruházta fel a természeti erőforrásokat. Ez volt az externáliák megjelenése (PIGOU, 1920), melyeknek kezelése és monetáris alapokra helyezése a mai napig releváns közgazdaságtani kutatási terület. Egyes közgazdászok már az elmúlt évszázad első felében megkérdőjelezték, hogy megéri-e az olyan alapokon nyugvó gazdasági fejlődés, amely hosszú távon nagyobb holtteher-veszteséget okoz, mint amilyen haszonnal jár. A probléma viszont továbbra is az maradt, hogy a nagymértékben igénybevett és elszennyezett környezet értékét még mindig csak megbecsülni lehetett, pénzügyileg meghatározni nem. Végül ez eredményezte azt, hogy a védelmükre kialakított szabályozásokra és rendszerekre a piac nem volt képes reagálni. Ez a hipotézis látszik beigazolódni a XXI. század nagy természetvédelmi vívmányának hitt koncepció, a „Low-carbon economy” kapcsán is. Sőt, ebben az esetben tovább árnyalja a kérdéskört a korábbiakban bemutatott, termelési költségek által befolyásolt kereslet-kínálati hatás.

Egy szemléletes gyakorlati példában érdemes végignézni az Európai Unió energiatérképén. Az energiatermelés érzékenyebb terület, mint az ipari működés. Ebben az esetben nem lehet szó sem a tevékenység elköltöztetéséről, sem pedig arról, hogy a fogyasztók olcsóbb terméket vásárolnak. Energiára mindenkinek szüksége van, ezért a növekvő termelési költségek teljes mértékben átterhelhetőek a fogyasztókra. Ez megint csak eltérően reakciókat váltana ki a különböző tagállamok lakóiból (HELD et al., 2014). Tehát az igazság az, hogy az egyes országok tevékenységét nem a valós környezeti attitűdjük határozza meg, hanem a piaci érdekek érvényesítése az erőforráskészletük tükrében. Gondolhatunk itt az atomenergiára, amely hazánkban vagy akár Franciaországban jelentős szerepet játszik a jövőbeli energetikai tervezésben. Bár nem megújuló, mégis alternatív energiaforrásról beszélünk, amely a legtisztábbnak minősül a légszennyezés tekintetében. Ennek oka, hogy sokkal kisebb ÜHG emisszióval jár a működtetése, mint bármely más – akár megújuló – energiaforrás (LENZEN, 2008). Mindemellett, a francia mintán látható, hogy lehetővé teszi a kimondottan olcsó energiatermelést és fogyasztást is. Ezekből következően egy atomenergiát preferáló állam számára gazdaságilag nem fogja megérni az EU által meghatározott, megújuló energiafelhasználásra vonatkozó célrendszer követése.

Annak ellenére, hogy éltünk már a fosszilis energiahordozók véges mivoltának közgazdasági megítélésével, térjünk vissza az atomenergiáról a hagyományos mintára. Mit tapasztalhatunk abban az esetben, ha egy ország a becslések szerint még több száz évre elegendő fosszilis energiaforrással rendelkezik? Esetükben természetesen nem jelenik meg érvként a hozzáférés hosszú távú kockázata, sőt a megújuló energiákra való áttérés őket érinti a legérzékenyebben. Ezért az olyan országok, mint Lengyelország vagy Csehország, élen járnak abban, hogy olyan megoldásokat keressenek, amelyekkel a jelenlegi üzletmenet fenntartása mellett érhetnek el a „Low-carbon economy” megvalósításához. Ez első hallásra nehezen kivitelezhetőnek hangzik, mégis van rá lehetőség. Az aktuális rendszer fenntartása ugyanis nem csak az ehhez hasonló országoknak, de azoknak a vállalatoknak is érdeke, akik profiljukat tekintve fosszilis energiahordozók hasznosításával foglalkoznak. Ők voltak a fő beruházói az úgynevezett „széndioxid lekötés és tárolás” (CCS) rendszereknek. Bár a termelés során keletkező ÜHG lekötése nem számít újdonságnak, annak hosszú távú tárolása mégis innovatív kezdeményezés (SZULCZEWSKI et al., 2012). A módszer a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének egy olyan eszköze, mellyel lehetőség nyílik a fosszilis energiahordozók égetése során keletkező széndioxid befogására illetve földalatti tárolására. Az eljárásnak igen nagy jelentősége lehet a jövőben a nehézipari folyamatok során keletkező CO<sub>2</sub> klímabarát megoldásait illetően. A CCS alkalmazási területét tekintve, háromféle főbb eljárásrendet ismerünk: az égetés előtti, égetés utáni, valamint az oxigénnel égető eljárások (1. ábra).



1. ábra: A CCS különböző eljárás módjai

Forrás: BIRAT, 2010

Az égetés előtti eljárás során a fűtőanyagot levegővel vagy oxigénnel hozzák reakcióba, majd a keletkező gázokat vízgőz segítségével hidrogén és széndioxid elegyvé alakítják, melyből a CO<sub>2</sub>-t eltávolítják, a hidrogént pedig fűtőanyagként használják fel. Az égetés utáni technológiai megoldás során valamilyen oldószert alkalmaznak a füstgázok széndioxid tartalmának megkötésére. Az oxigénnel történő égetés folyamatánál széndioxidból álló füstgáz keletkezik, mely alkalmas a tárolásra. Az oxigénes égetés elemeit az alumínium-, vas- és acéliparban, valamint az üvegyiparban használják. A legfontosabb elválasztási lépést, a levegő szétválasztását ipari méretekben alkalmazzák (DEAK-BARTHA, 2011). A fent bemutatott technológiai eljárások során befogott CO<sub>2</sub>-t megfelelő földtani kőzetekbe visszajuttatva tárolják a továbbiakban. Az IPCC megfogalmazása szerint a CO<sub>2</sub> befogásának célja egy olyan koncentrált anyagáram előállítása, mely könnyen eljuttatható, szállítható a tároló helyre (IPCC, 2005). Egyes szektorok esetében, mint például a vas, acél és cement, a gyártási folyamatból származó emissziók a jelenlegi technológiai megoldásokkal csupán 25% körüli emisszió csökkentést tesznek lehetővé CCS technológia alkalmazása nélkül (IEA, 2013). A leírtak alapján tehát el kell ismerni, hogy a jelenlegi üzletmenetet támogató mivolta ellenére szükséges lehet e megoldás széleskörű alkalmazása. Hiszen az alacsony ÜHG kibocsátású termelés megvalósulása mellett ebben az esetben már a piacon is találhatóak olyan érdekcsoportot, akik számára előnyösebb az ilyen kezdeményezések finanszírozása. A vizsgálat során ezért fontos szerepet kap majd a CCS technológia és a megújuló energiaforrások közötti gazdasági és környezeti viszonyok elemzése is.

### Anyag és módszer

A klímapolitikai célkitűzések és az elemzett szektor sokszínűsége miatt a benchmarking vizsgálati módszert választottuk a kutatásunk alapjául. A benchmarking lényegében egy olyan szint-összehasonlító módszer, amellyel egy sajátosan kialakított indikátorrendszer alapján, képesek lehetünk egy ágazat állapotát térben és időben összehasonlítani. Lényege, hogy a jövőbeli állapotot a jelenben rendelkezésre álló tulajdonságcsoporthoz, illetve azokat alkotó indikátorok felhasználásával skálázza, majd minősítse. A benchmarking elemzés a kutatás célja szerint specifikálható, skálázható

és alkalmas az egyensúlyi állapottól vagy legjobb gyakorlattól való eltérések kimutatására (CAMP, 1992). Mivel a vizsgálatunk az európai acélipar 2030-ig várható trendjeinek helyes feltérképezésére irányul, ezért a kiértékeléséhez olyan tanulmányokat dolgoztunk fel, melyek erre vonatkozó szcenárióanalízisekkel foglalkoztak. Az elemzéshez az eljárás specifikálására volt szükség, hogy az lefordíthatóvá váljon a klímapolitikai folyamatok vizsgálatához. A magyar épületstratégiák által felvázolt forgatókönyveket a következő paraméterezéssel tettük mérhetővé az Európai Unió Klímapolitikai elvárásainak megfelelően:

- a megújuló energiák részarányának a növelése a szektorban,
- az energiahatékonyság növelése és
- a CO<sub>2</sub> kibocsátás mennyiségének a csökkentése.

A vizsgálatok során a fenti három szempontnak vagy aspektusnak elemeztük a *technológiai, környezeti és gazdasági dimenzióit* úgy, hogy minden dimenzióhoz 3-3 indikátort rendeltünk. A továbbiakban az 1. 2. és a 3. táblázatok ábrázolják az általunk kialakított vizsgálati rendszert.

1. táblázat: Az acélipar benchmarking analízisének 1. indikátorcsoportja

Dimenziók	Kód	Állapotjelző indikátorok	Kód	Teljesítményjelző indikátorok (kialakítás módját meghatározva)
<b>MEGÚJULÓ ENERGIA RÉSZARÁNY ASPEKTUSAI</b>				
Technológiai	MA1	Alkalmazott energiamix specifikus vizsgálata, általános jellemzői	MT1	Kimerülő erőforrások használatának változása, a fosszilis energiahordozó felhasználás arányának növekedése vagy csökkenése a vizsgált szektorban 2020-2030 között.
	MA2	Műszaki berendezések, eszközök általános színvonala, fejleszthetősége	MT2	Műszaki színvonal fejleszthetősége adott gazdasági körülmények között
	MA3	Megújuló energiaforrások (direkt) felhasználásának mértéke, jellemzői	MT3	Megújuló energiaforrások hasznosíthatóságának lehetősége a szektorban, részarány növelési lehetőségek a szektorban
Környezeti	MA4	Hulladékok felhasználásának hatása az energiafelhasználásra	MT4	Megújuló energia rendszereket támogató szerep szerint értékelve
	MA5	Emissziós/immissziós értékek benchmarkjának eredményei/összefüggései	MT5	Emissziós szintek csökkenthetősége megújuló energiaforrások felhasználásával
	MA6	Vállalati környezeti menedzsment foka/szintje, a környezeti menedzsment rendszerek általános szektorjellemzői	MT6	ISO 9000, 14000 és 14 064 rendszerek értékelése a folyamatban
Gazdasági	MA7	Szektor források felhasználásán keresztül résztvevője-e az emissziós piacnak (CDM, JI, VER)	MT7	Aktivitás értékelése (karbonfinanszírozás jellemzése)
	MA8	Környezetpolitikai-klímapolitikai szabályozás intenzitása/aktivitása	MT8	Szabályozás hatása a termelési kibocsátásokra
	MA9	Erőforrás hatékonyság komplexitása-munkaerőpiaci hatások, foglalkoztatásra gyakorolt hatás	MT9	Munkahelyteremtő hatás vizsgálata, jelentőségének jellemzése

Rövidítések: „MA1...9” – megújuló energia részarány állapotjelző indikátorai dimenziók szerint; „MT1...9” – megújuló energia részarány teljesítményjelző indikátorai dimenziók szerint

Ahogy az 1. táblázatban is láthatjuk, az általunk létrehozott specifikus indikátorok két csoportba sorolhatóak, az *Állapotjelző (MA1-9.)* és a *Teljesítményjelző (MT1-9.)* indikátorcsoportokba. Az *Állapotjelző indikátor* kialakításának lényege, hogy a szektoron belül

határozzon meg olyan pontokat, amelyeknek változása fontos lehet az ágazat jövőbeli, klímapolitikai fejlesztési lehetőségeinek vonatkozásában. Ez azonban még egy statikus mutató, amely főként azt mutatja meg, hogy hol lehet szükség a beavatkozásokra. Arra, hogy hogyan érdemes beavatkozni az adott területbe, már a teljesítményjelző indikátorcsoport adja meg a választ. Alapvetően a *Teljesítményjelző indikátorok* segítségével leszünk képesek az *Állapotjelzők* által bemutatott folyamatok változási irányainak és lehetséges mértékének meghatározására. Amint arról már szó esett, az indikátorok értékelése nem csak a 2020-2030-as időszak között, de a 2010-2020-as időintervallumban szükséges az egymáshoz viszonyítás biztosításához. Így az esetleges jelenlegi anomáliák a későbbiekben még korrigálhatóak. A 10 éves periódusok egyben arról is képet adnak, hogy a hosszú távú tervezés során milyen problémák merülhetnek fel az ágazat működésében. Az eddig ismert tendenciák arra a feltételezésre adnak okot, hogy az évtizedes tervezés működését legalább 5 évente érdemes felülvizsgálni (FOGARASSY – HORVATH, 2015). Az egyes acélipari scenáriók eredményeit ezért a 2020-ra és a 2030-ra is a meghatározott klímacélokhoz vetettük össze, valamint szakértői becsléssel meghatároztuk, hogy alkalmasak-e a kijelölt célok eléréséhez.

2. táblázat: Az acélipar benchmarking analízisének 2. indikátorcsoportja

Dimenziók	Kód	Állapotjelző indikátorok	Kód	Teljesítményjelző indikátorok (kialakítás módját meghatározva)
	<b>ENERGIAHATÉKONYSÁG NÖVELÉSÉNEK ASPEKTUSAI</b>			
Technológiai	EA1	Villamos energia felhasználás aránya az összes energia felhasználásban	ET1	Energiafelhasználás milyenségének értékelése, arányosítással
	EA2	Energetikai rendszerkapcsolatok lehetősége és foka	ET2	Kapcsolódás lokális és nemzetközi hálózatokhoz az optimális ellátás és költségcsökkentés érdekében
	EA3	Clean tech alkalmazásának lehetősége foka/mértéke, további Low-Carbon (ÜHG csökkentő) technológiai megoldások bevezetésének lehetőségei	ET3	Low-carbon technológiai megoldások bevezetésének lehetőségei
Környezeti	EA4	Ipari ökológia alkalmazásának lehetősége	ET4	Körfolyamatokat támogató rendszertulajdonságok jellege
	EA5	Ciklikus hulladék-felhasználás hatása az energiafelhasználás hatékonyságára	ET5	Hulladékok energetikai felhasználásának gyakorlata alapján
	EA6	Energetikai veszteségek szintje	ET6	Veszteségelkerülés érdekében megtett intézkedések foka
Gazdasági	EA7	Energia hatékonyság növelésének költséghatékonysági paraméterei	ET7	Költséghatékonysági vizsgálat általános technológiai szintek alapján
	EA8	Ökohatékonyság növelésének jellemző költségei	ET8	Öko hatékonysági vizsgálatok az általános szektorjellemzők alapján
	EA9	Szabályozási elemek jelentősége a termelési folyamatokban	ET9	Szabályozás hatása a technológiai színvonal emelésére

Rövidítések: „EA1...9” – energiahatékonyság aspektus állapotjelző indikátorai dimenziók szerint; „ET1...9” – energiahatékonyság aspektus teljesítményjelző indikátorai dimenziók szerint

Az eddig felsorolt indikátorok vizsgálata ahhoz volt szükséges, hogy segítségükkel meghatározzuk a szektorban felhalmozódó externális hatások (nem piacositott befolyásoló tényezők) mennyiségét.

3. táblázat: Az acélipar benchmarking analízisének 3. indikátorcsoportja

Dimenziók	Kód	Állapotjelző indikátorok	Kód	Teljesítményjelző indikátorok (kialakítás módját meghatározva)
-----------	-----	--------------------------	-----	---

CO <sub>2</sub> CSÖKKENTÉS SZINTJÉNEK ASPEKTUSAI				
Technológiai	CA1	Az ÜHG kibocsátás intenzitása a technológia függvényében	CA1	ÜHG kibocsátás az elérhető technológiai változatok értékelése alapján
	CA2	Low-carbon technológiák bevezetésének lehetősége a szektorban	CA2	Ismert low-carbon technológiák alkalmazhatóságának mértéke
	CA3	Jellemző ÜHG összetétele/volumenindexe	CA3	Általános ÜHG kibocsátás karakterisztikája az adott területen
Környezeti	CA4	Kibocsátási ÜHG gázok környezeti tulajdonságai (emissziós paraméterek)	CA4	ÜHG gáz környezeti tulajdonságainak jellemzése, értékelése a várható intézkedések szempontjából
	CA5	Környezeti szabályozás /normák, határértékek/ következetessége	CA5	A szabályozás támogatja vagy gátolja a környezetpolitikai célok teljesítését
	CA6	Környezeti kockázatok szintje az emissziós kibocsátásokra	CA6	Adaptációs intézkedések jellemzői, milyensége
Gazdasági	CA7	ÜHG piaci részvétel jellemzői/ szintje	CA7	Összes CO <sub>2</sub> kibocsátás aránya az összes, a szabályozás alá eső szektorokat tekintve
	CA8	ÜHG elkerülés jellemző költségei egységnyi CO <sub>2e</sub> -re	CA8	CO <sub>2e</sub> csökkentés költségindexe a vizsgált szektorban
	CA9	CO <sub>2</sub> leválasztás és tárolás lehetősége a szektorban	CA9	CCS projekt bevezetésével elérhető CO <sub>2</sub> csökkentés lehetősége EU szinten a szektorban

Rövidítések: „CA1...9” – CO<sub>2</sub> csökkentési aspektus állapotjelző indikátorai dimenziók szerint; „CT1...9” - CO<sub>2</sub> csökkentési aspektus teljesítményjelző indikátorai dimenziók szerint

### ***Az externáliák értelmezése a klímapolitikai kutatásban***

A vizsgálatunk során az externália kifejezés nem úgy jelent meg, mint azt a hagyományos gazdasági elemzések során megszoktuk – vagyis a környezeti problémák mértékének konkretizált mutatójaként – hanem mint a fejlesztés sikerességét befolyásoló komplex mérőrendszer. Az általunk értelmezett externáliába beletartozik minden olyan pozitív vagy negatív környezeti, gazdasági, társadalmi tulajdonság megjelenése, amely befolyásolja a szektor fejlődését, fejleszthetőségét, de a döntéshozók alapvetően nem számolnak velük. A kiértékelésünk fő szempontja volt, hogy az adott indikátor milyen mértékben segíti, vagy éppen hátráltatja az ágazatot a klímapolitika által kijelölt célok elérésében. E szerint kapott mind a három kategória 9-9 indikátora (-2), (-1), (0), (1), (2) értékeket, ahol a negatív előjel az alulteljesítést, a pozitív a túlteljesítést jelöli. A 0 pedig a rendszer optimális működésére (best practice) utal és minden ettől való eltérés az ágazatban jelenlévő externáliák halmozódását jelenti. Abban az esetben, ha ez pozitív irányú változást mutat, akkor a rendszer nem működik maximálisan, mivel kihasználatlan potenciálok rejlenek benne. Ilyenkor a jelenlegi üzletmenettől eltérő, alternatív scenáriók azt bizonyítják, hogy a szektor hatékonyabb működésre is képes lehet. Ennek eléréséhez plusz források allokálása szükséges a rendszerbe. Ellenkező esetben viszont a negatív externáliák jelenléténél rossz szerkezeti felépítésre következtethetünk, amelyet először mindenképpen meg kell változtatnunk ahhoz, hogy később bármiféle fejlesztést is elindítanánk benne. A fejlesztések eszközét általában az a dimenzió jelöli ki, amelyben a két időszak (2010/2020 és 2020/2030) között a legnagyobb változás ment végbe. A technológiai dimenzió alatt a szektor technikai felszereltségének mértékét és annak alakulását értjük. A környezeti kategória esetén a szabályozási eszközök hatékonyságáról beszélünk. Végül a gazdasági csoportba olyan indikátorok tartoznak, amelyek a szükséges támogatási intenzitást vagy a megtérülési viszonyokat mintázzák.

### ***Az indikátorok kiértékelésének a menete***

Az alábbiakban az az értékelési metódus kerül bemutatásra, melynek a segítségével osztályozható az egyes indikátorok értékeinek alakulása. Látható, hogy az állapotjelző indikátor

a szektor működésének milyen aspektusára irányul és hogy a teljesítményjelző indikátor segítségével milyen kvantitatív mérőszámot lehetett hozzárendelni. Az egyes indikátorok a két időszakban (-2)-től (2)-ig terjedő értéket kaptak az előző fejezetben bemutatott externália-értékelési mechanizmushoz igazodva. Megítélésük tehát egyik esetben sem szubjektív módon történt, hanem 2020-ig és 2030-ig terjedő scenárióelemzések eredményei alapján. Abban az esetben, amikor egy indikátor a forgatókönyvek szerint olyan változást generál a szektorban, amellyel annak teljesítménye elmarad az adott időszakra kijelölt céloktól, a hiány mértékétől függően részesül negatív osztályzatban. A 0 érték a célkitűzések teljesülését, azaz a rendszer optimális működését jelöli. Ha pedig egy alternatív forgatókönyv az elvárthoz képest jelentősebb javulást képes eredményezni az ágazaton belül, akkor pozitív tartományú besorolást kap. A következő példa a CO<sub>2</sub> csökkentési aspektus első indikátorának az értelmezését ábrázolja.

**Állapotjelző indikátor:** Az ÜHG kibocsátás intenzitása a technológia függvényében

**Az indikátor kiválasztásának oka:** Az indikátor azért került kiválasztásra, mert a vizsgált szektor esetében az alkalmazott technológia nagyban meghatározza a gyártási folyamat során kikerülő emissziókat.

**Teljesítményjelző indikátor:** ÜHG kibocsátás az elérhető technológiai változatok értékelése alapján

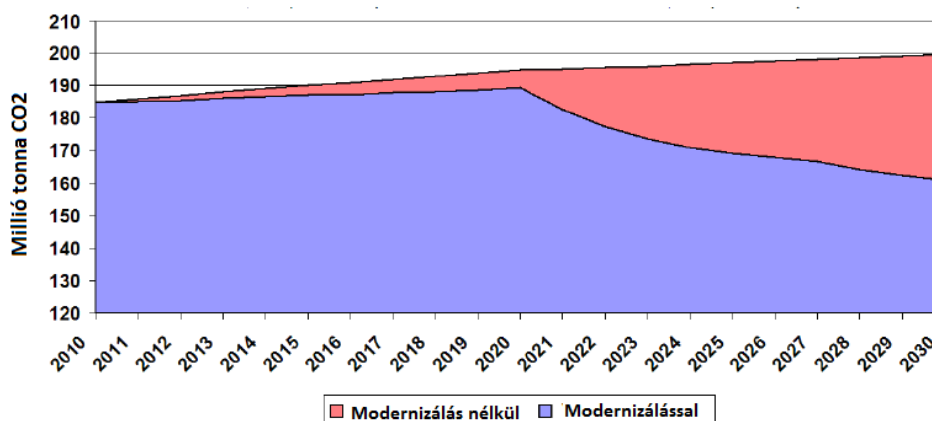
**A teljesítmény minősítésének módja:**

- (-2) az ÜHG kibocsátás intenzitását nem befolyásolja az alkalmazott technológia
- (-1) az ÜHG kibocsátás intenzitását mérsékelten befolyásolja az alkalmazott technológia
- (0) az ÜHG kibocsátás intenzitása optimális
- (+1) az ÜHG kibocsátás intenzitását jelentősen befolyásolja az alkalmazott technológia
- (+2) az ÜHG kibocsátás intenzitását igen jelentősen befolyásolja az alkalmazott technológia

	2010/2020 közötti időszakra vonatkozó eredmény	2020/2030 közötti időszakra vonatkozó eredmény
Értékelési szám	+1	+2

**Indoklás:** Az ÜHG kibocsátási szintek már 2020-ra is érzékelhetően csökkenthetően modern technológiai megoldások alkalmazásával.

2030-ra modernizációval jelentős szén-dioxid megtakarítások érhetőek el a szektorban. Kb. 10%-os kibocsátás csökkenés érhető el 2030-ig (2. ábra).



2. ábra: Az acél szektor CO<sub>2</sub> kibocsátási intenzitása modernizálással, illetve modernizáció nélküli esetekben 2010-2030

Forrás: JRC, 2012

## Eredmények

A benchmarking vizsgálat eredményeit a 4. táblázat foglalja össze. A táblázatban 3 olyan szempontot jelöltünk ki, amelyeket külön-külön is fontosnak tartottunk az átfogó elemzés érdekében. Ezek közül az első, az „A”-val jelölt „*Nettó pozitív externália*” az externáliák matematikai összesítését jelenti. A „B” mutató az összes externália mennyiségét jelöli, éppen ezért abszolút értéken kell őket összesíteni (B - összes externália abszolút mennyisége). Majd a legfontosabb, „C” értéknél azt néztük meg, hogy az összes externáliából (B) mekkora arányban részesült a nettó pozitív externália (A) mértéke. Ebből következik, hogy ha utóbbi már alapvetően negatív értéket produkált, akkor a C mutató is 0%-al szerepelt.

4. táblázat: A benchmarking analízis eredményei

Sorszám	Megújuló energia részarány aspektusai		Energiahatékonyság növelésének aspektusai		CO <sub>2</sub> csökkentés szintjének aspektusai		
	2010/2020	2020/2030	2010/2020	2020/2030	2010/2020	2020/2030	
techno- lógiai	1	-2	-2	-1	1	<b>2</b>	
	2	-1	0	-2	-1	<b>0</b>	
	3	0	1	-1	0	<b>2</b>	
környezeti	4	1	2	1	-2	-1	
	5	-2	-1	1	1	0	
	6	0	1	-1	0	0	
gazdasági	7	1	<b>1</b>	0	-1	1	
	8	1	<b>2</b>	-1	0	0	
	9	1	<b>1</b>	1	0	0	
<b>Nettó pozitív externália <math>\sum</math> (1;9)</b>		<b>-2</b>	<b>5</b>	<b>-4</b>	<b>0</b>	<b>-3</b>	<b>4</b>
<b>Összes externália ABS (1;9)</b>		<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>6</b>
A nettó pozitív externális hatás aránya az összes externális hatáson belül		<b>0%</b>	<b>45%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>66%</b>

Magyarázatok: A: Nettó pozitív externália  $\sum$  (1;9) – a megjelenő pozitív externáliák mennyisége az egyes aspektusokon belül 2020 és 2030 –ban, ha nem történik a BAU-n kívüli, irányított klímapolitikai fejlesztés; B: Összes externália ABS (1;9) - a megjelenő összes externália mennyisége abszolút értéken; C: A nettó pozitív externális hatás aránya az összes externális hatáson belül, százalékban kifejezve a fejleszthetőség dimenzióját jelzi a vizsgált területen.



Az externália-halmozódás szerkezeti struktúráját tekintve látható, hogy az acélipar a jelenlegi időszakban helytelenül működik. Ezzel szemben a 2020/2030-as periódus végére több aspektusban is képes lehet akár az elvártnál is jobb teljesítményt nyújtani a megfelelő keretrendszer biztosításával. Az energiahatékonyság hosszú távú optimális szintje nem jelent nagy meglepetést, hiszen köztudott, hogy az európai klímapolitika sarokpontjai közül ez áll a leginkább a háttérben. Hazánkban például a tavalyi év során már bejelentették, hogy nem terveznek komolyabb beruházásokat vagy szabályozásokat az energiahatékonyság területén, hiszen a 2030-as célkitűzések így is könnyen teljesíthetőek. A két legjobban preferált kategóriának általában a CO<sub>2</sub> csökkentés és a megújuló energiaforrások fejlesztése bizonyul. Ha megnézzük a kiértékelő táblázatot, látható, hogy az acélipar hatékony működése is ezen aspektusok helyes kezelésétől függ. Az ÜHG csökkentésnél halmozódó pozitív externáliák fő forrása a technológiai dimenzió, ahol 2030-ra +4-es érték figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy beigazolódott az irodalmi elemzés során felállított hipotézis, azaz a komoly technológiai innováció elengedhetetlen az ágazat klímabarát berendezkedésének kialakításához. Itt jelenik meg szintén az irodalmi tapasztalatok egyik legfontosabb kérdésköre, a technológia mivoltának a megválasztása. Hiszen látható, hogy az említett dimenzióval korrelál a megújuló energiák aspektusának gazdasági indikátorcsoportja, szintén +4-es eredménnyel. Azaz a megújuló energiák hatékony felhasználása finanszírozási forrásokat igényel a jövőben.

Elemzésünk során azonban kiemeltük a piaci viszonyok figyelembevételét a környezeti projektek esetében, amelyek általában kritikus pontot jelentenek a megvalósítás során. A CCS technológiák kialakításának a fő oka nem csak a jelenlegi, fosszilis erőforrásokon alapuló üzletmenet fenntartása volt, hanem a megújuló energiák hasznosításának magas költségei. Ettől függetlenül a CCS projektek legfőbb akadálya jelenleg szintén a finanszírozási igény kielégítése, mivel végeredményben ez is egy kimondottan drága módszernek minősül. A különbség viszont a megújuló energiaforrások és a CCS rendszerek között az, hogy míg előbbi egy felülről jövő tervezési mechanizmus kényszere, addig utóbbi érdekében áll bizonyos üzleti csoportoknak is. A környezetvédelmi szervezetek általában ellenzik a CCS kezdeményezéseket, mert csupán átmeneti megoldásnak tartják őket. A nagy kivitelezési költségeit tekintve, első ránézésre tényleg jobban megérné ezeket a forrásokat megújuló energiákba fektetni. Viszont a termeléshez felhasznált energiaigény megújulókkal való kielégítéséhez érdekhány miatt már nehezebb befektetőket találni.

## **Következtetések**

A tanulmány fő célkitűzése az volt, hogy egy konkrét ipari szektor mintáján keresztül olyan általános következtetéseket vonjon le, melyek hozzájárulhatnak az Európai Unió egész klímapolitikai szabályozásának az értelmezéséhez. A klímaváltozás meggátolására irányuló kezdeményezések előtt a környezetvédelem örökös problémájának számított a gazdasági hatások érzékeltetése, azok monetáris alapokra való helyezése. Míg a természetvédők máig nem képesek pontosan megbecsülni a gazdasági fejlődés generálta környezeti degradáció holtteher-veszteségét, addig a piac fel tudja mutatni azokat a pénzügyi károkat, amelyeket a környezetbarát termelési forma okoz számukra. Ez a világ olyan pontjain, ahol a döntéshozók megpróbálnak mind a két oldalért felelősséget vállalni, felemás viszonyokat teremt. Hiszen az egyik oldalról szigorú szabályozásokkal sújtják az ipari termelőket, a másiktól viszont kénytelenek támogatni is őket a versenyképességük megőrzésének érdekében. Végül egyik oldal érdekszervezetei sem lesznek elégedettek a meghozott intézkedésekkel, mivel az általuk képviselt rendszerek nem képesek hatékonyan működni. Az eltúlzott minőségi és környezeti szabályozások rendszere egyesek szerint az Európai Unió gazdaságának a végét is jelentheti. Az elemzés során párhuzamot vontunk a mezőgazdasággal, ahol már régóta fennáll a piac mesterséges működése. A fokozatosan romló ipari versenyképesség megőrzése érdekében az EU ipari termelése jó úton halad afelé, hogy hasonló tendenciákat mutasson. A fontos különbség azonban

a mezőgazdasághoz képest, hogy a termelők itt dönthetnek a rájuk kényszerített rendszerek elutasítása és a más országokba költözés mellett. Ezzel maga az elsődleges célkitűzés, a környezeti terhelés csökkentése sem valósul meg globálisan, hiszen az ÜHG kibocsátási folyamat csak áthelyezésre kerül.

A folyamatos piaci akadályokba ütköző környezetvédelmi koncepcióknak ebből kifolyólag szüksége van arra, hogy korunk gazdasági berendezkedése mellett is értelmezhetőek legyenek. Így ahelyett, hogy a céljaink eléréséhez vezető út során megpróbáljuk kompenzálni az azokkal szemben álló szereplőket, helyesebben tesszük, ha inkább motiváljuk őket az együttműködésre. Ilyen motiváció az olyan utak keresése, amelyekkel fenntarthatjuk a jelenlegi, fosszilis energiákra alapozott üzletmenetet a „Low-carbon economy” megvalósítása közben. Az ilyen törekvések vezettek el bennünket a CCS technológia kialakításához, amely a megújuló energiákat nélkülöző formája miatt sok kritikát kap. Főként azért, mert szintén magas költségekkel jár a jelenlegi rendszerek megváltoztatása nélkül. Viszont azok a cégek és országok, amelyek a jövőbeli fejlődésüket a kimondottan nagy fosszilis energiaforrásaikra alapozták, érdekeltbbek a hasonló technológiák finanszírozásában. Erről pedig tudjuk, hogy a környezeti projektek kritikus pontjait jelentik. Végeredményben az Európai Unió klímapolitikáját a jövőben egy olyan szemlélet mentén kell formálni, amely figyelembe veszi minden szereplőjének az érdekét. Továbbá, belátja azt, hogy amíg a világ nagy ÜHG szennyezői közül egyedülként vállal felelősséget, addig ezeket az érdekeket nem rendelheti alá globális céloknak. A szén-szivárgás visszaszorításához elengedhetetlen a megfelelő finanszírozási környezet megteremtése, amely csak a piaci szereplők bevonásával érhető el.

#### **Hivatkozott források**

BABIKER, M. H. (2005): Climate change policy, market structure, and carbon leakage. *Journal of International Economics* Vol. 65, Issue 2, p. 421–445.

BIRAT J. P. (2010): CO<sub>2</sub> capture and storage technology in the iron and steel industry. in: *Developments and innovation in carbon dioxide capture and storage technology, volume 1: CO<sub>2</sub> capture, transport and industrial applications*, edited by M. Mercedes Maroto-Valer, Woodhead Publishing Limited, 2010

BORKENT B. – O’KEEFFE S. – NEELIS M. – GILBERT A. (2012): *Costs and Effectiveness of Domestic Offset Schemes, Final report*. Ecofys, London, United Kingdom.

CAMP R. C. (1992): Learning from the Best Leads to Superior Performance, *Journal of Business Strategy*, Vol. 13 Issue 3, p. 3 – 6.

CANEY S. – HEPBURN C. (2011): *Carbon Trading: Unethical, Unjust and Ineffective?* Royal Institute of Philosophy Supplement Volume 69, p. 201-234.

DEÁK Gy. – BARTHA L. (2011): Technológiai módszerek a szén-dioxid földtani szerkezetekbe történő visszasajtolására, *Magyar Tudomány* 2011/4, p. 465-472.

ELLERMAN D. – BUCHNER B. (2007): The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results. *Review of Environmental Economics and Policy* Vol. 1, Issue 1 p. 66-87.

ELLERMAN D. – BUCHNER B. (2008): Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005-06 Emissions Data. *Environmental and Resource Economics* Vol. 41, p. 267-287.

EURÓPAI BIZOTTSÁG (2012): *Prospective Scenarios on Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions in the EU Iron & Steel Industry*. Joint Research Centre, Petten, EUR 25543 EN.

- EURÓPAI BIZOTTSÁG (2013): A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a régiók bizottságának – Cselekvési terv a versenyképes és fenntartható európai acélipar érdekében. Európai Bizottság, Strasbourg, 2013.6.11. (COM) 2013 407 final.
- FOGARASSY CS. (2012): *Karbongazdaság (low-carboneconomy)*. Monográfia. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2012, ISBN: 978-963-236-541-1 p. 262.
- FOGARASSY CS. – HORVATH B. (2015): Low-carbon building innovation trends and policy perspectives in Hungary between 2020 and 2030 YBL Journal Of Built Environment Vol. 3 No. 2 pp. 17-23.
- FOGARASSY CS. – LUKÁCS Á. – NAGY H. (2008): Potential benefits of linking the Green Investment Scheme of the Kyoto Protocol with institutional voluntary markets like the Chicago Climate Exchange In: ENVECON - UK Network of Environmental Economics. Konferencia helye, ideje: London, Nagy-Britannia, 2008.03. p. 14
- FOGARASSY Cs. – NÁBRÁDI A. (2015): Proposals for low-carbon agriculture production strategies between 2020 and 2030 in Hungary abstract - applied studies in agribusiness and commerce 9:(4) p. 5-16.
- FORSTER D. – OKAMURA S. – WILKINS G. – MORRIS M. – SCOTT P. – KUIKMAN P. – LESSCHEN J.P. Gardiner A. – BOERMANS T. – GRÖZINGER J. – EICHHAMMER W. – REICHARDT K. (2012): Next phase of the European Climate Change Programme: Analysis of Member States actions to implement the Effort Sharing Decision and options for further community-wide measures. AEA group, Harwell, United Kingdom.
- HELD A. – RAGWITZ M. – RESCH G. – LIEBMANN L. – GENOESE F. (2014): Towards 2030, Implementing the EU 2030 Climate and Energy Framework – a closer look at renewables and opportunities for an Energy Union. Centre for European Policy Studies (CEPS), Brussels, Belgium.
- HERMANN H. HEALY S. – GRAICHEN V. – GORES S. (2014): Options for non-ETS target setting in 2030. Öko-Institut e.V. – Institute for Applied Ecology
- HORVATH B. – BOROCZ B. M. – FOGARASSY Cs. (2015): How does the European Union's climate policy function on global level?- The effects of carbon leakage In: Káposzta J, Nagy H (Szerk.) Science connecting nations: 2nd VUA YOUTH conference, conference proceeding. p. 738 Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó, 2015. pp. 665-687.
- IEA (2013): Global Action to Advance Carbon Capture and Storage – A Focus on Industrial Applications. International Energy Agency, Paris, France, 2013.
- IPCC (2005): IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 442
- JRC (2012): Prospective Scenarios on Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> Emissions in the EU Iron & Steel Industry. Joint Research Centre, Brussels, Belgium.
- JUERGENS I. – BARREIRO-HURLÉ J. – VASA A. (2013): Identifying carbon leakage sectors in the EU ETS and implications of results. Climate Policy. Vol. 13, Issue 1. p. 89-109.
- KOLLMUSS A. (2014): Tackling the 60% of the EU's Climate Problem, The Legislative Framework of The Effort Sharing Decision. Carbon Market Watch, Brussels, Belgium.
- LENZEN M. (2008): Life cycle energy and greenhouse gas emissions of nuclear energy: A review. Energy Conversion and Management, Vol 49, Issue 8. p. 2178-2199.

- LOUM A. – FOGARASSY Cs. (2015) The effects of climate change on cereals yield of production and food security in Gambia abstract - applied studies in agribusiness and commerce 9:(4) pp. 83-92.
- MARTIN, R. – MUULS, M. – PREUX, L. – WAGNER, U. (2014) On The Empirical Content of Carbon Leakage Criteria in the EU Emissions Trading Scheme. *Ecological Economics* 105 (2014) p. 78-88.
- MATTHEWS A. (2012) Greening the CAP: the way forward, *QA Rivista dell'Associazione Rossi-Doria* 2012, Vol. 4, p. 37-60.
- MEADOWS D. H. – MEADOWS D. L. – RANDERS J. – BEHRENS W. W. (1972) *The Limits to Growth*. Universe Books ISBN 0-87663-165-0 p. 205.
- MEUNIER G. – PONSSAR J. – QUIRION P. (2014) Carbon leakage and capacity-based allocations: Is the EU right? *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 68, Issue 2, p. 262-279.
- OECD (2012) *The future of the steel industry: selected trends and policy issues*. OECD, Paris, DSTI/SU/SC (2012)12.
- PIGOU A. C. (1920) *The Economics of Welfare*, MacMillan, Part II., London p. 33-34
- SIJM J. P. M. (2012) EU ETS Allocation: evaluation of present system and options beyond 2012. *Energy research Centre of the Netherlands INIS* Vol. 38, Issue 19 p. 285-292.
- SZABÓ L. – ZSARNÓCZAI J. S. – VIRÁG Á. (2012) A környezetvédelem sokoldalú megvalósításának szükségessége. In: Farkas Attila, Kollár Csaba, Laurinyecz Ágnes (szerk.) *A filozófia párbeszéde a tudományokkal: A 70 éves Tóth Tamás professzor köszöntése*. 447 p. Budapest: Protokollár Tanácsadó Iroda, 2012. pp. 347-355.
- SZULCZEWSKI M. L. – MACMINN C. W. – HERZOG H. J. – JUANES R. (2012) Lifetime of carbon capture and storage as a climate-change mitigation technology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 109, No. 14, p. 5185-5189.
- UNFCCC (2008): *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount*. UNFCCC, Bonn, Germany.
- ZSUMBERÁNÉ M. Á. (2013) *Az ISD Dunaferr Dunai Vasmű Zrt. tevékenységének komplex elemzése*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

## Szerzők

### **Bakosné Dr. Böröcz Mária**

egyetemi adjunktus

Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

borocz.maria@gtk.szie.hu

### **Horváth Bálint**

PhD Hallgató

Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

horvath@carbonmanagement.hu

## A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK PROJEKTFINANSZÍROZÁSA A 2005 ÉS 2015 KÖZÖTT VÉGREHAJTOTT TRANZAKCIÓK ALAPJÁN

CSISZÁRIK-KOCSIR Ágnes

---

### Összefoglalás

A megújuló energiaforrások egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt. A hagyományos energiaforrások kimerülése, a növekvő energiaigény miatt egyre fontosabbá válnak azok a beruházások, projektek, melyek a megújuló energiaforrásokra építenek. Ezek a projektek azonban számos kockázatot, bizonytalanságot hordoznak, attól függetlenül, hogy rengeteg előnnyel és haszonnal kecsegtetnek. A kockázatok miatt nem nevezhető a terület a hagyományos, biztos, de inkább szerényebb megtérülésre építő beruházók célpontjának. A kockázatok mellett meg kell említeni még a hosszú megtérülési időt is, ami miatt indokolt a területre más finanszírozási módok bevonása. A projektfinanszírozás, mint speciális hitelforma képes arra, hogy kezelje a fent felsorolt problémákat, áthidalja a pénzbefektetés és a megtérülés közötti időt, vállalva a hosszú idő és a megtérülés bizonytalansága miatti kockázatokat. Jelen tanulmányban arra vállalkozom, hogy bemutassam a megújuló energiaforrásokba történt beruházások alakulását, azok finanszírozását, különös tekintettel a projektfinanszírozásra a 2005 és 2015 között megvalósult tranzakciók alapján. Az elemzést a projektfinanszírozás szempontjából releváns régiók szerint

végeztem, hogy kiemeljem ezáltal a földrajzi különbségeket is.

**Kulcsszavak:** projektfinanszírozás, megújuló energiaforrások, beruházások, finanszírozási formák

### Abstract

Renewable energy had been become increasingly important in national and international level too. Due to the lack of the traditional energy resources, and the high demand on the energy, the renewable energy projects are more important than some years ago. These projects have a lot of risks, and uncertainties, instead of the advantages and utilities. Because of the high risk, the area can not be called as a target of those investments, which are sure, but not so profitable. In addition to the risks we have to mention the long payback period as well, which is appropriate for the other financing methods. The project financing, as a special form of credit financing is able to handle the problems, listed above. The aim of the study is to describe the picture of the renewable energy investments, especially the project financing transactions between 2005 and 2015, according to relevant regions to show the main differences all over the world.

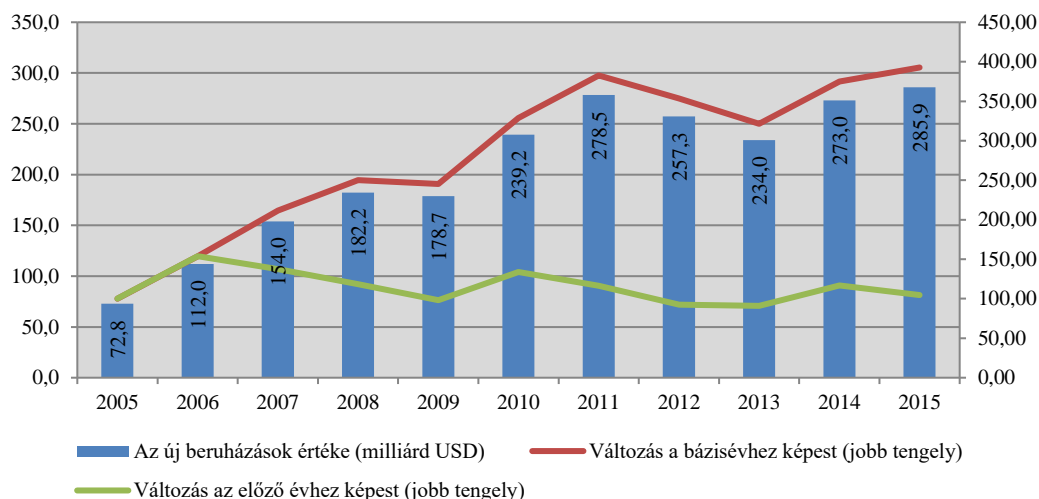
**Keywords:** project financing, renewable energy, investments, financial forms

### Bevezetés

## A megújuló energiaforrások és projektek szerepe a gazdaságban

A megújuló energiaforrások kiaknázása és hasznosítása napjaink egyik legfontosabb kihívása. A globális felmelegedés, a klímaváltozás, a hagyományos energiaforrások kimerülése, az egyre nagyobb teret hódító elektronikai eszközök miatti energiaigény növekedés fókuszba helyezi a megújuló energiaforrások hasznosításának kérdését. KUMAR és szerzőtársai (2010) tanulmányukban a World Energy Forum adatai alapján arra hívják fel a figyelmet, hogy a fosszilis tüzelőanyagok, az olaj-, szén- és gáztartalékok a következő évszázadban kimerülnek. Jelenleg a felhasznált energia közel 80%-a származik ezen energiaforrásokból, így pótlásuk egyre fontosabb kérdéssé válik napjainkban. Az elmúlt évek során nemcsak a beruházók, hanem a finanszírozók, és a kormányzatok is egyre nagyobb hangsúlyt fektettek és fektetnek a megújuló energiaforrásokra, aminek következtében jelentősen megnőtt az új, e területre fókuszáló beruházások száma és értéke is.

A megújuló energiaforrások minél nagyobb mértékű kiaknázása lehetőséget teremt a környezet megóvására, a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére, ezáltal élhetőbb és fenntarthatóbb körülményeket teremt a jövő generációi számára. Így csökkenthető a gazdasági növekedés környezeti ára (SZIGETI –TÓTH, 2015), bekövetkezhet a szétválás, vagyis a fejlődés olyan útja, amely nem jár növekvő környezetterheléssel (SZIGETI –BORZÁN, 2015). A megújuló energiaforrások használata egyre nagyobb teret hódít magának nemcsak a nemzetgazdaságok, hanem a háztartások szintjén is. A zöld gondolkodás egyre jobban beépül a mindennapokba, és egyre inkább látjuk a zöldenergia fontosságát is. Azonban a teljes energiaigényünknek még csak alig 20%-át adják ezek a források. A megújuló energiaforrásokba történő beruházások jelentős ugrást mutattak az ezredforduló után, de még a válság időszakában is, ahogy azt a lenti ábra is mutatja.

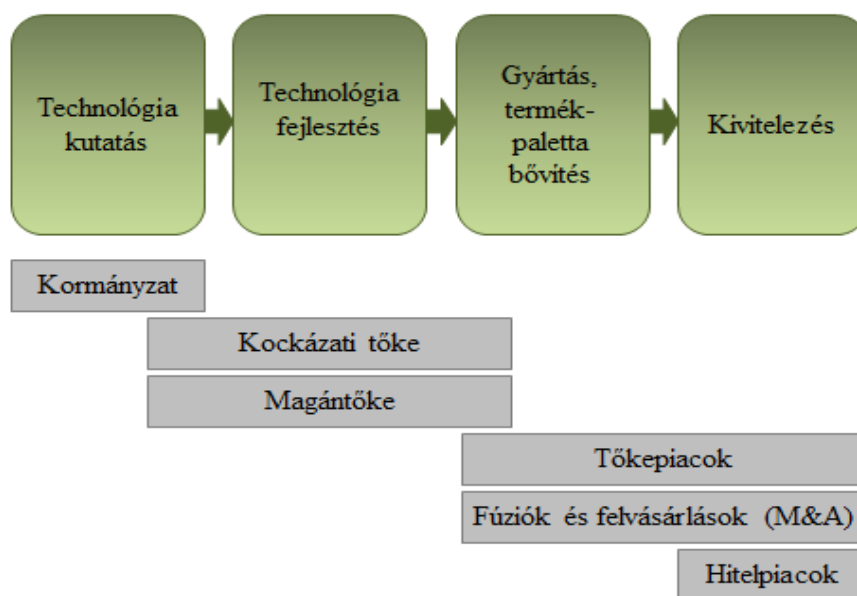


1. ábra: A megújuló energiaforrásokba történő új beruházások alakulása 2005-2015 között  
Forrás: FS-UNEP (2015) alapján saját szerkesztés

Ha a beruházások értékének alakulását vizsgáljuk, láthatjuk, hogy az a vizsgált tíz év alatt közel megnégyszereződött az, ami lényeges növekedést jelent. Ha megvizsgáljuk a növekedést a bázisévhez (2005-höz) képest, akkor megállapítható, hogy a jelzálogpiaci válság sem tudta megtörni érdemben a terület erősödését, szemben minden más projekttel és beruházással. 2008 és 2009 között kis megtorpanás látható, azonban utána rekord gyorsasággal növekedtek a beruházások. A mediterrán válság azonban már nagyobb hatást fejtett ki a beruházások

alakulására. Ez a válság főleg Európát és a fejlett világot érintette, ami miatt visszafogottabbá vált a beruházási kedv. Mind a bázisévhez, mind az előző évhez képest visszaesés látható, ami a kockázatok növekedésével magyarázható. A mediterrán országok mindegyike a megújuló energiák szempontjából fontos szereplő, így a gazdaságuk válsága olyan mértékű kockázatot jelentett a beruházók szemében, amit nem mertek vállalni a sub-prime válság után közvetlenül. Ha a beruházások értékének alakulását az előző évhez viszonyítjuk, akkor megállapítható egy stabil 14%-os éves növekedés. Az előző éves adatokhoz viszonyítva már jobban látszanak a visszaesések, de kijelenthető, hogy az előző év értékéhez képest csak a válságos években, azaz 2009-ben, 2012-ben és 2013-ban esett az érték.

A megújuló energia projektek számos formában finanszírozhatók. A legjellemzőbb az eszközfinanszírozás<sup>3</sup>, valamint a magánbefektetők által megvalósított finanszírozás<sup>4</sup>. Ezen módok mögött nagy számban hitelfinanszírozás húzódik meg, mivel a projektek értéke miatt nem lehet azokat tisztán saját tőkéből megvalósítani. A megújuló energiaprojektek finanszírozásának metódusát jól mutatja az alábbi ábra is, mely a kutatástól a kivitelezésig mutatja a lehetséges finanszírozási forrásokat.

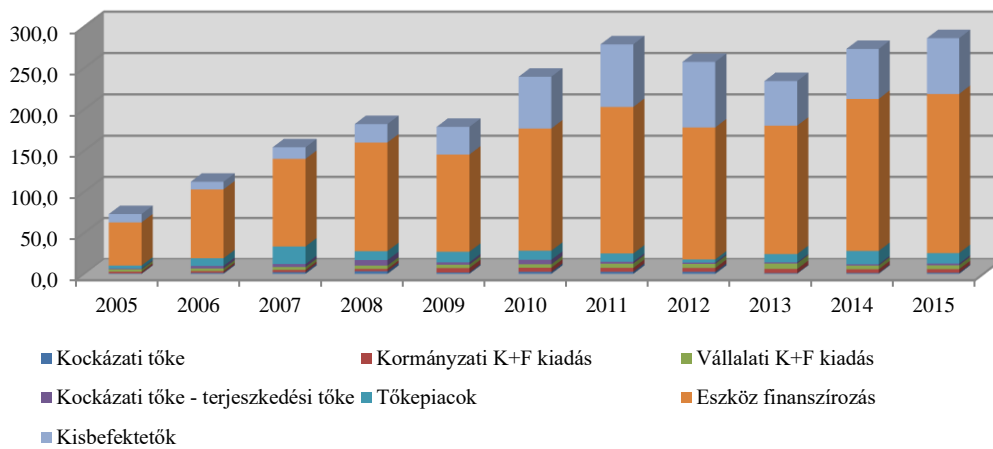


2. ábra: A megújuló energiaforrásokba történő beruházások finanszírozási struktúrája  
Forrás: FS-UNEP (2015) alapján saját szerkesztés

<sup>3</sup> Az eszközfinanszírozás alatt a projekt teljes eszközállományának finanszírozását értjük, beleértve a szükséges befektetett- és forgóeszközöket egyaránt.

<sup>4</sup> A magánbefektetők olyan nem intézményi befektetők (vállalatok, magánemberek), akik kisebb összegekkel, elsősorban másodlagos finanszírozóként járulnak hozzá a projekthez. A magánbefektetők finanszírozása hitelfinanszírozás és részesedésf finanszírozás formájában egyaránt megvalósulhat. A finanszírozás futamideje a finanszírozás módjához illeszkedik, hitelfinanszírozás esetén a 3 éves futamidőtől kezdve az egészen hosszú futamidőig egyaránt megvalósulhat.

Ahogy azt a lenti ábra is mutatja, nem jellemző az új projektek finanszírozása esetén a kockázati tőke finanszírozás, de a K+F kiadások sem jelentősek a területen. Mindez indokolja a hitelfinanszírozás további elemzését.



### 3. ábra: A megújuló energiaforrásokba történő új beruházások finanszírozási szerkezete 2005-2015 között (milliárd USD)

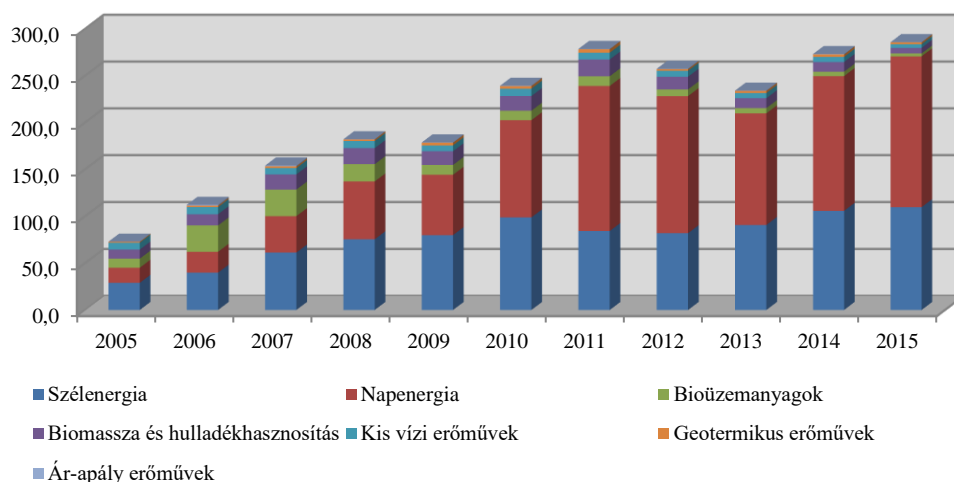
Forrás: FS-UNEP (2015) alapján saját szerkesztés

A megújuló projektek több beruházási célt foglalnak magukba, melyek az alábbiak lehetnek (IJGlobal alapján):

- bioüzemanyag előállítás,
- biomassa hasznosítás,
- geotermikus energia projektek,
- ár-ápály erőmű projektek,
- tengeri szélenergia projektek,
- szárazföldi szélenergia projektek,
- fotovoltailikus napenergia projektek,
- kis vízi erőmű projektek,
- napkollektorok,
- hulladék hasznosítási projektek.

Elmondható, hogy az elmúlt tíz évben a szél- és a napenergia projektek tették ki a legnagyobb hányadát az új beruházásoknak. Míg 2005 és 2008 között átlagban 64%-ot, addig 2009-től 80% feletti arányt tettek ki, sőt 2014-től ez már 90% feletti értéket jelent. Így kimondható, hogy a területre fókuszáló új beruházások elsősorban e két energiaforrásra fókuszálnak a kialakult technika, a tapasztalat és a biztosabb megtérülés miatt.





#### 4. ábra: A megújuló energiaforrásokba történő új beruházások célterületei 2005-2015 között (milliárd USD)

Forrás: FS-UNEP (2015) alapján saját szerkesztés<sup>5</sup>

A megújuló energiaforrásokba történő beruházások azonban az előnyeik ellenére számos kockázatot is hordoznak, mivel a jövőbeli pénzáramok csak korlátozottan becsülhetők, azok általában erősen időjárás függők, sok esetben nem befolyásolhatóak, így a kockázatkezelésükre nem, vagy csak részben dolgozható ki stratégia (Lee – Zhong, 2015). A jövő kihívása nemcsak a megújuló energiaprojektek menedzsmentjében található, hanem azon belül a kockázatkezelési módszertan kialakításában is. Ez különösen fontos abból a szempontból is, hogy a projektekhez minél több befektetőt lehessen megnyerni, mivel a finanszírozók is a jövőbeli hozamok és kockázatok függvényében döntenek. A kormányzatok a projektek előmozdítása érdekében számos ösztönzővel próbálkoztak, a PPP-n keresztül a kamattámogatásokig. A továbbiakban a megújuló projektek egy lehetséges finanszírozási módját, a projektfinanszírozást, mint hitelformát elemezzük részletesen.

#### *A projektfinanszírozás, mint a zöldberuházások finanszírozási forrása*

A projektfinanszírozás, mint hitelforma viszonylag új terület a hitelezési típusok között. A projektfinanszírozás szó hallatán sok esetben a projektek finanszírozásának palettája jut eszünkbe, ám az utóbbi jóval tágabb, mivel a kötvényfinanszírozáson túl magában foglalja a kockázati tőke finanszírozást, és a közösségi finanszírozást is, hogy csak a legfontosabbakat emeljük ki. A projektfinanszírozás – a jelentősége ellenére – kevés figyelmet kap a hazai szakirodalomban, bár a nemzetközi kutatások, szócikkek számos vetületével foglalkoznak. A hazánkban fellelhető szakirodalmak alapján a projektfinanszírozás fogalma az alábbi definíciók mentén ragadható meg:

- NEWITT és FABOZZI (1997):  
„Egy adott gazdasági egység finanszírozása, amelyre a hitelező úgy tekint, hogy elsősorban annak pénzáramlása és jövedelme szolgál a kölcsön visszafizetésének forrásául, vagyontárgyai pedig a kölcsön biztosítékául.”
- YESCOMBE (2008):

<sup>5</sup> Az FS-UNEP nem gyűjti olyan részletesen az adatokat, mint az IJGlobal, sőt a gyűjtött adatok köre is eltér, mivel ez utóbbi adatbázis inkább a projektfinanszírozási ügyletekre koncentrál. Ez az oka annak, hogy az ábra adattartalma és a korábbi felsorolás eltér egymástól.

„A projektfinanszírozás a nagyobb projektek hosszú távú hitelezésének pénzügyi tervezéssel alátámasztott módszere, ahol a hitelek nyújtása kizárólag a projekt pénzáramlása alapján történik.”

- NÁDASDY, HORVÁTH és KOLTAI (2011):

„A projektfinanszírozás fogalma alatt olyan üzletileg elkülöníthető beruházások finanszírozását értjük, melyeknél a tulajdonosok és a külső finanszírozók a befektetett tőkéjük megtérülésének, illetve a rendelkezésre bocsátott hitel visszafizethetőségének vizsgálatakor elsősorban csak az adott beruházás pénzáramlását és eszközállományát veszik alapul.”

A projektfinanszírozás kiemelt célterületeit FIGHT (2006) foglalja össze:

- energia szektor,
- gáz- és olajipar,
- bányászat,
- autópálya építés,
- telekommunikáció,
- egyéb projektek (papírgyártás, vegyi ipar, kórház-, iskola-, repülőtér- és börtönépítés).

A fentiek alapján elmondható, hogy a projektfinanszírozás, mint hitelforma olyan több éves kifutású projektek finanszírozásának módszere, ahol a hitel címzettje egy projektársaság<sup>6</sup>. Ez a projektársaság csakis a projekt kivitelezésére jogosult, más tevékenysége nem lehet, élettartam a projekt élettartamával megegyező. Mivel ez az SPV lesz a hitel címzettje és kötelezettje, így a hitel függetlenedhet a szponzor mérlegétől<sup>7</sup>. Amikor dönt a finanszírozó a hitel folyósításáról, minden esetben a projekt jövőbeli pénzáramlását tartja szem előtt, így megfelelő cash-flow esetén dönt a hitelezésről. A hitel mértéke a saját tőkének a többszöröse, nem ritka a 90/10 %-os idegen/saját tőke arány sem a finanszírozott projektek esetén<sup>8</sup>. A hosszú táv és a magas banki kitétség miatt igen magas a hitel kamatfelára is, ellensúlyozva a kockázatvállalást. A kockázat és a magas tőkeáttétel miatt a finanszírozási formára jelentős hatást gyakorolt a jelzáloghitel válság valamint a mediterrán válság, főként a bankok és a kötvénybefektetők oldaláról (CSISZÁRIK-KOCSIR, 2016), ahogy erről már korábban is szó esett.

A fentiek miatt a projektfinanszírozás kiemelt célterületét képezik az infrastruktúra projektek, az olaj- és gázipari projektek, valamint a hagyományos energia projektek, mivel ezek esetén a megtérülés előre látható a stabil felvevő piacok miatt (GATTI et.al, 2007). A projektfinanszírozás kockázatainak csökkentése érdekében a hiteleket általában nem egy bank nyújtja, hanem azt konzorciális formában, szindikált hitelként nyújtják. A szindikátusba gyakran bekapcsolódnak a fejlesztési hitelintézetek<sup>9</sup> is, melyek a politikai kockázatok hatását hivatottak jelezni a finanszírozók számára a kiemelt projektek pénzügyi támogatása mellett (HAINZ – KLEIMEIER, 2012)

## Anyag és módszer

A projektfinanszírozási ügyleteket és tranzakciókat számos szervezet gyűjti és vizsgálja. A Thompson Reuters Project Finance International mellett az International Financing Review is foglalkozik az ügyletek mérésével és elemzésével. Mellettük jelentős, és mindenre kiterjedő

<sup>6</sup> Special Purpose Vehicle (SPV), magyarul SCV (speciális célú vállalatok)

<sup>7</sup> A projektfinanszírozás az esetek többségében visszkereset nélküli, vagyis a szponzor nem vállal garanciát nemfizetés esetén. Korlátozott visszkereseti jog mellett lehetséges csak a szponzor részbeni felelősségre vonása a projektársaság tartozásaiért.

<sup>8</sup> A 2015-ös adatok alapján az átlagos idegen/saját tőke arány 83/17% volt.

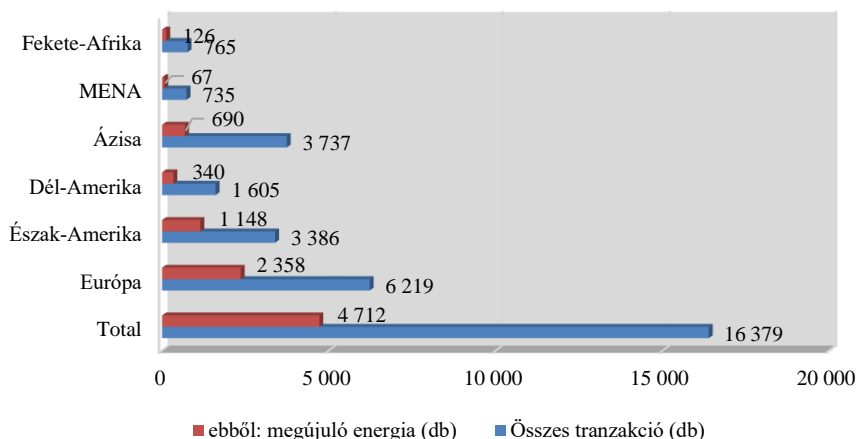
<sup>9</sup> Development Finance Institutions (DFI)

adatbázissal bír az Euromoney által jegyzett IJGlobal adatbázis is, mely az ügyleteket nemcsak a pénzügyi jellemzők, hanem a célterületek, régiók, és a szereplők alapján is gyűjti. Az IJGlobal részletesen gyűjti a nyilvántartott tranzakciók finanszírozási adatait is, hogy az projekthitelből, PPP segítségével, avagy vállalati finanszírozással valósult-e meg. Jelen tanulmány ez utóbbi adatbázisra épít. A jellemzésnél tartalmaz minden olyan tranzakciót, mely a projektfinanszírozás keretén belül megvalósult, megghiúsult, avagy jelenleg is fut. Az ábrák és a táblázatok azon régiókat mutatja be részletesen, melyek a projektfinanszírozás kiemelt célterületei. Így az elemzés hat földrajzi régiót mutat be: Európát, Észak- és Dél-Amerikát, Ázsiát, Közel-Keletet és Észak-Afrikát (MENA), valamint Fekete-Afrikát (Szubszaharai Afrika). Az elemzés a megújuló energiaprojektek finanszírozási részleteire helyezi a hangsúlyt, azon belül is a projektfinanszírozással megvalósult projektek részleteire régióként elemezve a vizsgált tíz évet. Az IJGlobal adatbázisa mellett (ahogy a fenti ábráknál is látható volt) az FS-UNEP adatbázisát is felhasználtam, kiemelve abból az új beruházásokra vonatkozó adatokat.

## Eredmények

Ahogy a fenti bevezetésben is szó esett már róla, elmondható, hogy a megújuló energiaforrások kiaknázásával foglalkozó projektek a projektfinanszírozási ügyletek egyik kiemelt célterületének mondhatóak. Az IJGlobal adatbázisa alapján elmondható, hogy az adatbázisukban szereplő, 2005 és 2015 között megvalósuló projektek (16.379 db) 28,77%-a a megújuló energiaforrásokhoz kapcsolható, így a további területek (közlekedési-, energiaipari-, szociális-, bányászati-, olaj- és gázipari, vízügyi-, telekommunikációs beruházások) alig több, mint 70%-ot arányt képviselnek a tranzakciók számát illetően. A lenti ábra alapján elmondható, hogy a legaktívabb régióknak Európa<sup>10</sup> minősül a tranzakciók számát illetően, és ezen belül a zöldprojektek aránya tekintetében is vezeti a listát, mivel a megvalósult ügyletek 37,92%-át ezen projektek tették ki. Észak-Amerika aktivitása sem elhanyagolható, hiszen az arány ez esetben 33,90%. A legkevésbé aktív régióknak Afrika és Ázsia mondható, melyek az adottságaik ellenére a gazdasági és politikai helyzetük miatt a legutolsók. Fekete-Afrika esetében a projektek 16,47%-a, a MENA régió esetében az arány pedig csak 9,12%. Ezen térségek külföldi források hiányában képtelenek a lehetőségeik kihasználására. Azt is figyelembe kell venni, hogy ezen térségek az energiaproblémák mellett más gondokkal is küszködnek (egészséges ivóvíz ellátás, szociális beruházások hiánya, stb.), mely miatt a megújuló energiaforrások kiaknázása másodlagos tényezőnek minősül.

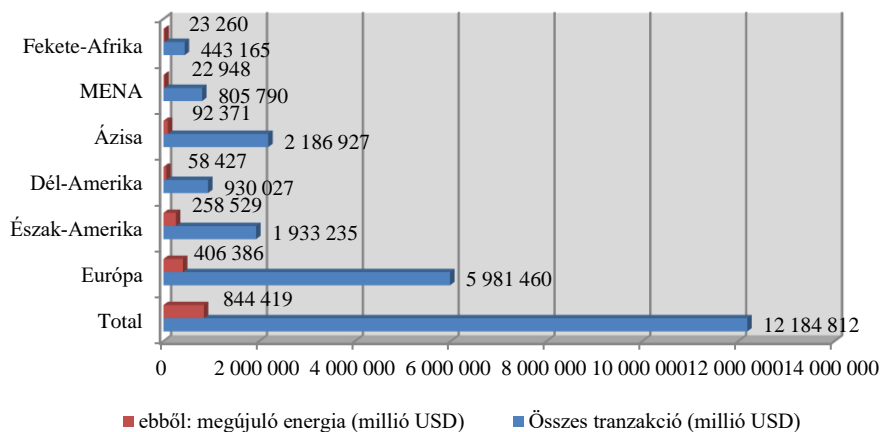
<sup>10</sup> Azonban Európa, sőt az Európai Unió sem egységes a projektfinanszírozással kapcsolatos aktivitásban. Jelentős különbségek láthatók a fejlettebb pénzügyi rendszerrel, hatékonyabb tőkepiaccal rendelkező országok javára, sőt erőteljesen érződik a nyugati tőke hatása is egyes országok tekintetében [Csiszárík-Kocsir et.al, 2016].



5. ábra: 2005 és 2015 között megvalósított összes tranzakció, és a megújuló energiaprojektek száma<sup>11</sup>

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

A fenti ábra után célszerű megvizsgálni a tranzakciókat nemcsak darabszám, hanem érték alapján is. Míg az ügyletek darabszámát illetően kitűnik a megújuló energiaforrások 28,77%-os aránya, a tranzakciók értéke alapján ez az arány már csak a töredéke az előbbi számnak, mindössze 6,93% a nagy számú, darabonként kis értéket képviselő beruházások miatt<sup>12</sup>. A tranzakciók értéke alapján az első helyre Észak-Amerika kerül, ahol az arány 13,37%. Európa, mely az előző ábra alapján az első volt, messze az átlag feletti arányt hozva, most csak a második a 6,79%-os arányával. Dél-Amerikában az összes projektérték 6,28%-át teszik ki a megújuló projektek, Fekete-Afrikában ez 5,25%, Ázsiában pedig 4,22% ez. Értékét tekintve a legkevesebb megújuló projekt a MENA-térségben valósul meg (2,85%), ami a hagyományos energiaforrások iránti elköteleződést jelenti leginkább, ahogy azt a lenti ábra is mutatja.



6. ábra: 2005 és 2015 között megvalósított összes tranzakció, és a megújuló energiaprojektek értéke

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

<sup>11</sup> Az ábra a tranzakciók számát mutatja, és nem súlyozza az adatokat a tranzakciók értékével! Az ábra minden tranzakciót tartalmaz, nem szűri az adatokat a projektfinanszírozással megvalósított beruházásokra.

<sup>12</sup> A megújuló projektek volumenüket tekintve messze alulmaradnak az infrastrukturális projektek költségigényéhez (autópálya-, metró-, híd építés) képest.

Ha tovább szűkítjük a tranzakciók számát a projektfinanszírozási ügyletekre, akkor még árnyaltabbá válik a kép<sup>13</sup>. A teljes tranzakcióból 76,84% a projektfinanszírozási ügylet<sup>14</sup>. Ha szűkítjük a képet a megújuló projektfinanszírozási ügyletekre, akkor az arány 84,08%<sup>15</sup> lesz, ami egyértelműen mutatja a megújuló projektek számának fontosságát a projektfinanszírozáson belül. Az arányokat az alábbi táblázat mutatja.

1. táblázat: 2005 és 2015 között megvalósított projektfinanszírozási tranzakciók és megújuló projektek aránya az összes tranzakción belül az ügyletek darabszáma alapján<sup>16</sup>

	Projektfinanszírozással megvalósított tranzakciók aránya (%)	Projektfinanszírozással megvalósított megújuló energia tranzakciók aránya (%)
<b>Total</b>	<b>76,84</b>	<b>84,08</b>
<b>Európa</b>	<b>77,20</b>	<b>84,48</b>
<b>Észak-Amerika</b>	<b>68,49</b>	<b>78,40</b>
<b>Dél-Amerika</b>	<b>81,81</b>	<b>85,88</b>
<b>Ázisa</b>	<b>80,92</b>	<b>89,13</b>
<b>MENA</b>	<b>80,68</b>	<b>88,06</b>
<b>Fekete-Afrika</b>	<b>74,12</b>	<b>90,48</b>

Forrás: IJGlobal alapján saját számítás

Az értékek alapján elmondható, hogy a projektfinanszírozási ügyletek az összes tranzakció 50,99%-át tették ki<sup>17</sup>, ami 25,85% ponttal kevesebb, mint a darabszám alapján számított érték. A projektfinanszírozással megvalósított megújuló projektek tekintetében az arányok között kisebb a különbség (7,43% pont), ami ismét a megújuló projektek prioritását mutatja, így kimondható, hogy a megújuló projektek 76,66%-a projektfinanszírozással került kivitelezésre<sup>18</sup>. A projektfinanszírozás általános definíciója alapján az olyan projektek finanszírozásának módszere, ahol a megtérülés biztos, és pontosan számítható. Ennek ellenére a megújuló projektek finanszírozása mégis kiemelt célterület az ügyletek tekintetében a hagyományos energiaforrások kimerülése és a környezet védelmének egyre növekvő igénye miatt. A megújuló projektek megtérülése ugyan erősen környezetfüggő, azonban ha lassabban is térülnek meg a beruházások, mint a hagyományos energia projektek, mégis megbízhatóak azok. A megújuló energiaforrások kiaknázása a jövő iránya, mint ahogyan arról már a bevezetésben is szó esett, ami miatt a prioritizált szerepük indokolt.

<sup>13</sup> A 4. és a 6. ábra adataival számolva (projektfinanszírozási tranzakciók száma / összes tranzakció száma), melyet az 1. táblázat második oszlopa részletez.

<sup>14</sup> Ez az adat a nyilvántartott összes tranzakcióra vonatkozik, melyek magukban foglalják a megújuló energia projekteket is.

<sup>15</sup> A 4. és a 6. ábra adataival számolva (Megújuló beruházások tranzakcióinak száma / megújuló projektfinanszírozási ügyletek száma), melyet az 1. táblázat utolsó oszlopa részletez.

<sup>16</sup> Az átlag feletti értékek zöld színnel, az átlag alatti értékek kék színnel kerültek kiemelésre.

<sup>17</sup> Az 5. és a 7. ábra adatai alapján számolva ((projektfinanszírozási tranzakciók értéke millió USD / összes tranzakció értéke, millió USD), melyet az 2. táblázat második oszlopa részletez.

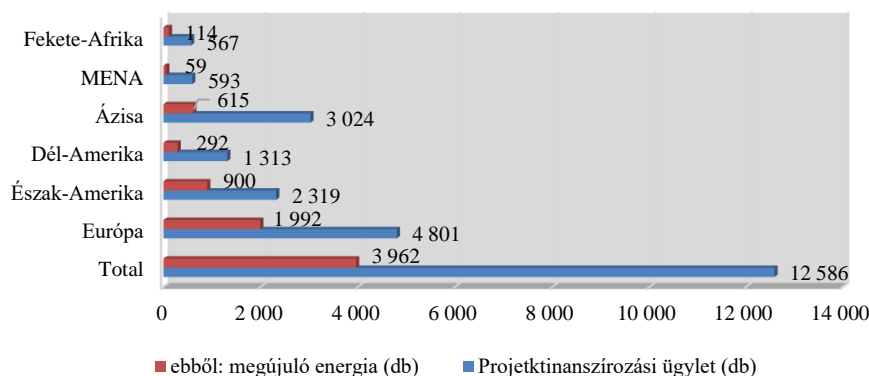
<sup>18</sup> Az 5. és a 7. ábra adataival számolva (Megújuló beruházások tranzakcióinak értéke millió USD / megújuló projektfinanszírozási ügyletek értéke millió USD), melyet az 2. táblázat utolsó oszlopa részletez.

2. táblázat: 2005 és 2015 között megvalósított projektfinanszírozási tranzakciók és megújuló projektek aránya az összes tranzakción belül az ügyletek összértéke alapján

	Projektfinanszírozással megvalósított tranzakciók aránya (%)	Projektfinanszírozással megvalósított megújuló energia tranzakciók aránya (%)
<b>Total</b>	<b>50,99</b>	<b>76,66</b>
<b>Európa</b>	<b>29,90</b>	<b>74,40</b>
<b>Észak-Amerika</b>	<b>58,38</b>	<b>71,60</b>
<b>Dél-Amerika</b>	<b>77,14</b>	<b>79,25</b>
<b>Ázsia</b>	<b>74,64</b>	<b>80,51</b>
<b>MENA</b>	<b>80,28</b>	<b>83,76</b>
<b>Fekete-Afrika</b>	<b>73,70</b>	<b>93,80</b>

Forrás: IJGlobal alapján saját számítás

A lenti ábra a projektfinanszírozási ügyletek, és ezen belül a megújuló energiaprojektek számát mutatja. A teljes tranzakciós értékhez képest a projektfinanszírozással megvalósított beruházások nagyobb arányban célozták meg a megújuló forrásokat. Átlagban a projektfinanszírozási ügyletek 31,48%-a megújuló energia ügylet, ami magasabb a korábban említetténel. Ismét első helyen Európa szerepel az arányokat illetően (41,49%), majd Észak-Amerika (38,81%) és Dél-Amerika (22,24%) következik a sorban. Ázsia (20,34%) és Afrika (MENA: 9,95%, Fekete-Afrika: 20,11%) ismét átlag alatti értéket mutat, mint a tranzakciók számát, mint az arányokat illetően.

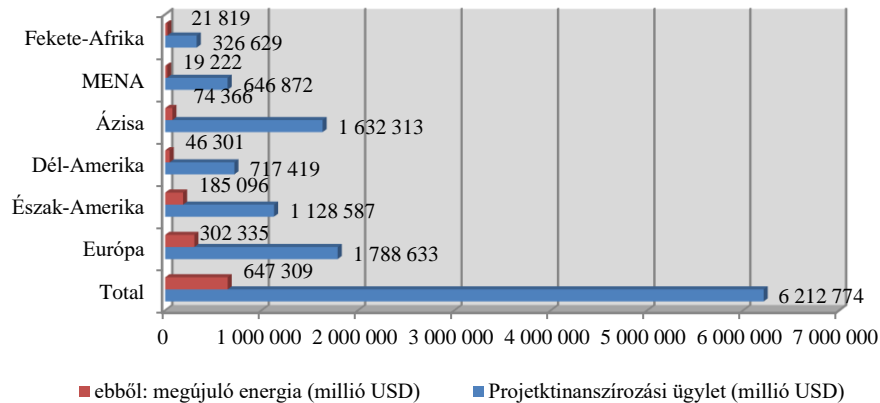


7. ábra: 2005 és 2015 között megvalósított összes projektfinanszírozási tranzakció, és a megújuló energiaprojektek száma

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

Ahogy fentebb is megvizsgáltuk az ügyletek darabszámának alakulása után az értékek megoszlását is, a projektfinanszírozási ügyletek és a megújuló energiaprojektek vonatkozásában is érdemes ugyanezen arányokat megnézni. Az összes projektfinanszírozási ügylet 10,42%-a megújuló energia projekt volt, azaz a többi – a bevezetésben felsorolt terület – a maradék alig 90%-on osztozik. A megújuló projektek értékadatai tekintetében megfigyelhető, hogy Európa (16,90%) és Észak-Amerika (16,40%) jóval az átlag felett finanszírozza a megújuló projekteket az említett finanszírozási forma segítségével. Ennek az oka egyrészt abban keresendő, hogy e két régió az, mely egyrészt rendelkezik a szükséges forrásokkal, másrészt a források mellett fejlett bankrendszerrel is rendelkezik, harmadrészt megvan a szándék és a lehetőség is a megújuló energiaforrások előnyeinek kihasználására. Fekete-Afrika (6,68%), Dél-Amerika (6,45%), Ázsia (4,56%) és a MENA régió (2,97%) az átlag alatt marad. Az átlag alatti teljesítmény nem az erőforrások hiányában, hanem inkább a

forráshiányban és a megújuló erőforrások fontosságának elodázásában keresendő. Az átlag alatt teljesítő régiók felzárkóztatása, vagy átlag közelébe hozása a projektfinanszírozást folytató bankok jövőbeli piacait is jelentik, amennyiben a gazdasági és politikai kockázatok lehetővé teszik azt.



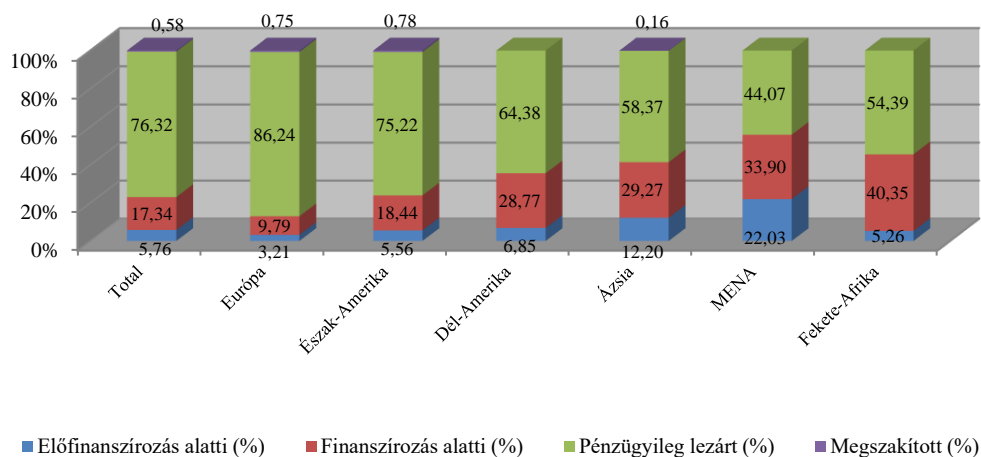
#### 8. ábra: 2005 és 2015 között megvalósított összes projektfinanszírozási tranzakció, és a megújuló energiaprojektek értéke

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

A továbbiakban a projektfinanszírozással megvalósított megújuló energiaprojektek finanszírozásának elemzése következik. A projektfinanszírozással, mint hitelformával kivitelezett projekteknek négy státusza ismert.

- Előfinanszírozási szakasz, mely a projektet a kezdeti, azaz a nulladik lépéstől finanszírozza. Itt még nem történt semmiféle tárgyi beruházás, a projekt a tervezési szakaszban, avagy a tervezési szakasz végén van,
- Finanszírozás alatti projektek azok, melyekben a bankok tőkéje még nem térült meg, azaz a hitel még nem lezárt, így a projekt kimenete sem biztos,
- A pénzügyileg lezárt projektek esetén a hitelügylet lezártnak mondható,
- A megszakított projektek pedig a megbukott projektek, ahol a bank vagy megszakította a hitel folyósítását, vagy a már folyósított hitelek esetén megghiúsult annak visszafizetése.

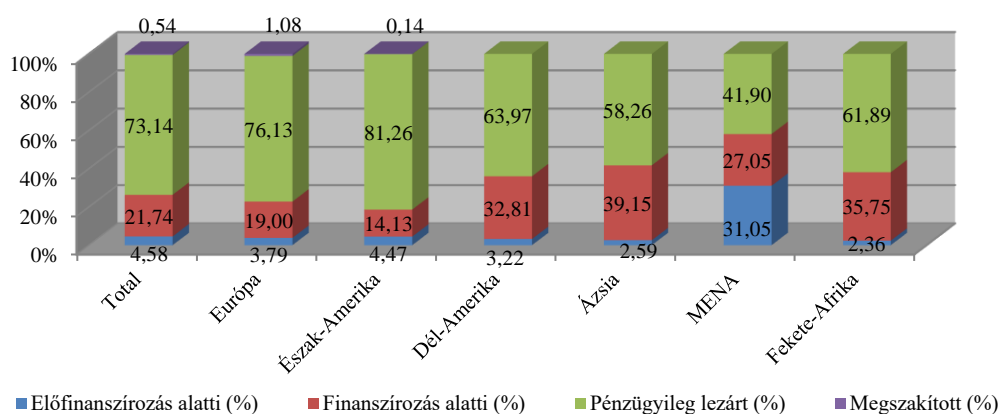
Ha megvizsgáljuk a 2005 és 2015 között végbement tranzakciókat a megújulók tekintetében, akkor látható, hogy a projektek darabszáma alapján azok nagy része sikeres volt, azaz pénzügyileg zártnak mondhatóak (76,32%). Európa a legsikeresebb ebből a szempontból, mivel a tranzakciók 86,24%-a pénzügyileg zárt. Ázsia, Afrika és Távol-Kelet esetében az látható, hogy számos projekt még finanszírozás alatt van, aminek az oka, hogy e régiók csak a válság után, a gazdasági és politikai kockázatok kismértékű csökkenése után lettek a projektfinanszírozás célpontjai, ami miatt számos projekt még jelenleg is fut. Érdekes, hogy az adatbázisban szereplő 3.962 darab tranzakcióból mindösszesen 23 darab megszakított van, melyből 15 darab jut Európára, 7 darab Észak-Amerikához, és 1 darab pedig Ázsiához köthető. Ennek oka a tranzakciók nagyobb számában keresendő, a „megszakítás-mentes” régiók a kisszámú projekt miatt még jelenleg ebből a szempontból tiszták.



9. ábra: 2005 és 2015 között projektfinszírozással megvalósított, megújuló energiaprojektek számának megoszlása a finanszírozás stádiuma alapján (%)

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

A tranzakciós értékek alapján vizsgálva a projekteket nagyjából hasonló kép rajzolódik ki. Látható, hogy kisebb azon projektek aránya a projekt összköltsége alapján, melyek már pénzügyileg lezártak, és nagyobb a még finanszírozás alatt lévő projektekből lévő tőke a szektorban. Ha a projektek darabszámát nézzük, akkor látható, hogy Európában a projektek 86,24%-a a lezárt kategóriába tartozik, ám a bennük lévő összegek alapján ez csak 73,16%. Észak-Amerika esetén a helyzet fordított, több az összegében lezárt projekt, mint a darabszám alapján. A további négy vizsgált régió egyaránt igen csak kockázatosnak mondható, mivel a források 27-39%-a még nem térült vissza a finanszírozók számára. Ahogy fenti ábrán is látható volt, a MENA-régióban igen magas a megszakított projektek aránya, ott a megújuló beruházásokra fordított összegek 31,05%-a elbukott, ami mind volumenében, mind összegében igen magas érték (a projektek száma alapján ez csak 22,03% volt).



10. ábra: 2005 és 2015 között projektfinszírozással megvalósított, megújuló energiaprojekt értékeinek megoszlása a finanszírozás stádiuma alapján (%)

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés



A finanszírozás stádiumának részletezése után a finanszírozás típusának elemzése következik. Így hét lehetséges típusról beszélünk:

- Elsődleges finanszírozás, mely a projektet elsőként finanszírozza általában szindikált hitel formájában, amikor a projekt még más forrásból nem jutott tőkéhez a szponzori hozzájáruláson és az állami támogatáson kívül,
- Kiegészítő finanszírozás, melyet akkor vesznek igénybe a projekthez, amikor az elsődleges források előre nem látható kiadások, avagy a tervezési hibák nem elegendők,
- Refinanszírozás, mely abban az esetben jön szóba, amikor az elsődleges finanszírozók kivonulnak a projekt finanszírozásából, avagy sikertelenné válik a projekt, így az elsődleges finanszírozó helyére egy másik finanszírozó lép,
- Portfólió finanszírozás, melyet a finanszírozók befektetési céllal hajtanak végre a nagyobb nyereség reményében, és mint kölcsöntőke lesz jelen a projektben,
- Berendezés vásárlás finanszírozása<sup>19</sup>, mely a gépek, eszközök megszerzéséhez nyújt plusz forrást,
- Részesedés finanszírozást akkor hajtanak végre a befektetők, ha a projekt kellően nagy hozamot ígér, és – szemben a portfólió finanszírozással – tulajdonosi tőkeként kívánják a forrást átadni, valamint a
- Privatizáció finanszírozása – mely az állami projektek magánkézbe kerüléséhez nyújt segítséget.

Ahogy a lenti táblázat is mutatja, a projektek leginkább az elsődleges finanszírozás keretén belül számíthatnak forrásra, mely a vizsgált 10 év alatt lefolytatott tranzakciók közel háromnegyedét tette ki. Az ázsiai és az afrikai térségek azonban bőven az átlag feletti arányt mutatnak az elsődleges finanszírozási források tekintetében, ami miatt a többi forma elenyésző arányt képvisel. Európában és Észak-Afrikában a refinanszírozás is jelentős, ami azt jelenti, hogy a magas projektszám mellett sok esetben a tranzakciók kimentése is szükséges. A refinanszírozás mellett jellemző a két régióban az eszközszerzés finanszírozása is számos projekt esetén. Dél-Amerikában, a projektek száma alapján sok projekt (9,25%) szorult kiegészítő finanszírozásra, ami a tervezési hibákra, avagy a nagy számú, nem tervezett vagy nem várt körülményre enged következtetni.

### 3. táblázat: 2005 és 2015 között projektfinanszírozással megvalósított, megújuló energiaprojekt számának megoszlása a finanszírozás típusa alapján (%)

	Total	Európa	Észak-Amerika	Dél-Amerika	Ázsia	MENA	Fekete-Afrika
<b>Elsődleges finanszírozás</b>	77,22	75,49	71,52	76,37	85,20	96,61	96,49
<b>Kiegészítő finanszírozás</b>	2,17	1,31	2,89	9,25	0,98	0,00	0,88
<b>Refinanszírozás</b>	9,82	10,60	12,79	6,16	7,80	0,00	0,00
<b>Portfólió finanszírozás</b>	5,58	5,98	7,12	6,85	2,76	3,39	2,63
<b>Berendezés vásárlás finanszírozása</b>	5,05	6,43	5,67	1,37	2,93	0,00	0,00
<b>Részesedés finanszírozás</b>	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Privatizáció finanszírozása</b>	0,10	0,10	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

Ahogy korábban is, a finanszírozási források megoszlása tekintetében a darabszám mellett célszerű megvizsgálni az értékek szerinti megoszlást is. A fent leírtak jelen esetben is látszanak,

<sup>19</sup> A berendezés vásárlás finanszírozása nem ad lehetőséget ingatlan finanszírozásra, hanem csak gépek, eszközök formájában megtestesülő javak beszerzéséhez nyújt segítséget.

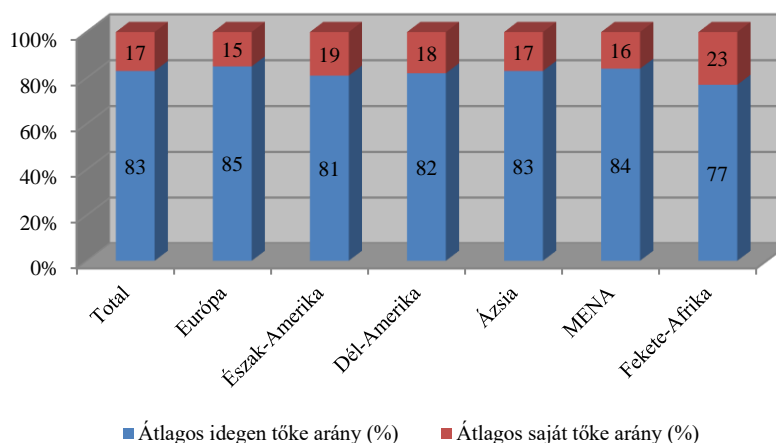
de a kiemelt jellemzők még inkább hangsúlyosabbak. Látható, hogy Fekete-Afrika szinte teljes egészében (97,90%) csak elsődleges finanszírozással hajtja végre a megújuló projektjeit, és a refinanszírozás egyáltalán nem jellemző esetükben, akárcsak a MENA-régió esetén. Európa az a térség, ahol a legnagyobb arányú a refinanszírozás messze az átlag felett (14,36%), de Észak-Amerika is igen hangsúlyos e tekintetben. A portfólió finanszírozás az értékek alapján főként Amerikában jellemző. A kiegészítő finanszírozás nagy aránya szintén dél-amerikai sajátosság, a részesedés finanszírozás pedig tipikusan európai jelenség.

4. táblázat: 2005 és 2015 között projektfinanszírozással megvalósított, megújuló energiaprojekt értékének megoszlása a finanszírozás típusa alapján (%)

	Total	Európa	Észak-Amerika	Dél-Amerika	Ázsia	MENA	Fekete-Afrika
Elsődleges finanszírozás	74,55	71,97	71,47	74,84	80,11	90,12	97,90
Kiegészítő finanszírozás	1,55	0,86	1,51	9,44	0,25	0,00	0,43
Refinanszírozás	11,74	14,36	12,22	5,40	11,83	0,00	0,00
Portfólió finanszírozás	6,71	6,34	8,59	8,28	3,34	9,88	1,67
Berendezés vásárlás finanszírozása	5,22	6,06	6,21	2,04	4,13	0,00	0,00
Részesedés finanszírozás	0,09	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Privatizáció finanszírozása	0,13	0,20	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

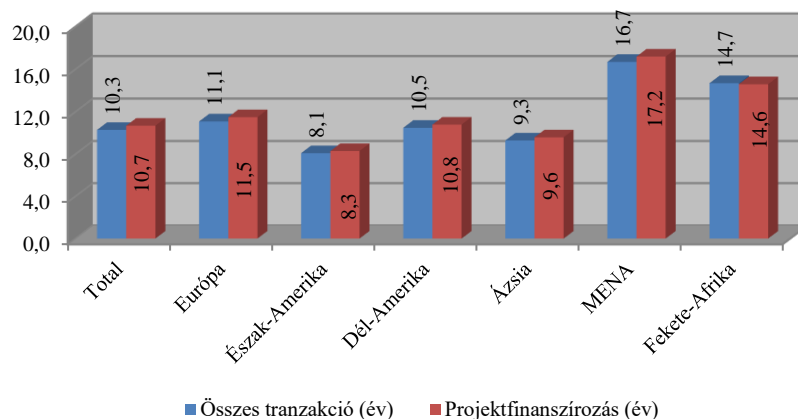
A projektfinanszírozás kiemelt sajátossága a magas tőkeáttétel. A válság előtti időszakokban nem volt ritka a 90%-os idegen tőke arány sem bizonyos ágazatokban, főként a közlekedési és az energetikai beruházások esetén, de manapság is találhatóak ilyen projektek. A válság az idegen tőke részvételét jelentősen megkurtította, sőt a projektfinanszírozás volumenét is visszavágta. A válság lecsengése után a teljes projektfinanszírozási piacra a 83/17-es arány lett a jellemző, ami a mediterrán válság hatására kicsit lecsökkent. A megújuló projektek estén az átlagos 83/17-es arány a jellemző. Az átlag felett Európa helyezkedik el, ahol a projektekhez átlagosan 85%-ban külső finanszírozók adnak tőkét. Átlag alatt Fekete-Afrika helyezkedik el a 77%-os idegen tőke arányával, mely – ahogy fentebb már látható volt – szinte teljes egészében elsődleges finanszírozásként funkcionál. Ennek több oka is lehet, az óvatosabb finanszírozás, a mérsékelt banki kockázatvállalás, ami a projektek sikeresebb finanszírozását jelenti.



11. ábra: 2005 és 2015 között projektfinanszírozással megvalósított megújuló energiaprojekt saját- és idegen tőke aránya (%)

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

A projektfinanszírozás segítségével kivitelezett projektek csak bizonyos esetekben térülnek meg 10 éven belül. A projekt megtérülése azonban nem jelenti az ügylet zárását, ahhoz még 5, de akár további 10 év is szükséges. A projektfinanszírozással kivitelezett projektek a válság előtt átlagban 10 éven belül megtérültek, a válság után ez 11-12 évre nőtt, jelenleg ismét 10-11 év közötti megtérülésekről beszélünk. Az alábbi ábra a megújuló projektek megtérülését mutatja, a projektfinanszírozással kivitelezett és a hagyományos módon finanszírozott projektek esetében. Ahogy látható, átlagban a projektfinanszírozás hosszabb idő elteltével térül meg, mint egy hagyományos projekt, mivel annak kezdeti költsége (tervezés, dokumentáció, hitelesítés, stb.) idő- és költségigényes folyamat. A leggyorsabban az észak-amerikai és az ázsiai projektek térülnek meg, és a MENA-régió mondható a legkockázatosabbnak a leghosszabb megtérülési idővel. Viszont kijelenthető, hogy minél hosszabb egy projekt megtérülési ideje, annál kockázatosabb az. Így befektetői oldalról azok a régiók preferáltak, ahol ez az időtáv viszonylag rövid.



12. ábra: 2005 és 2015 között megvalósított összes, valamint projektfinanszírozási megújuló energiaprojekt átlagos megtérülése

Forrás: IJGlobal alapján saját szerkesztés

## Összefoglalás

A fent leírtak alapján elmondható, hogy a projektfinanszírozás szempontjából a megújuló energia projektek egyre jelentősebbek, hiszen azok jövőbeni kereslete egyre inkább biztosított. A hagyományos energiaforrásokkal szembeni kritika és a gazdaság prioritásai miatt a megújuló projektek napjainkra hangsúlyosabbá váltak, mint a korábban slágertémának mondható területek. A fenti szám adatok alapján elmondható, hogy Észak-Amerika és Európa egyaránt élen jár a finanszírozásban a bankok számának, tőkeerősségének és a pénzügyi ismereteknek köszönhetően. A jelentős potenciállal rendelkező afrikai és ázsiai régió a projektfinanszírozási ügyletek jövőbeli célpontja lehet amerikai és európai tőkekihelyezések mellett. A projektfinanszírozás a hosszú megtérülés miatt azonban biztos gazdasági és politikai környezetet kíván, ami elengedhetetlen feltétele a források kihelyezésének. Emiatt fontos az, hogy a finanszírozók nemcsak az erőforrások tekintetében, hanem a megcélzott régió gazdaságát illetően is előre láthatóan tudjanak tervezni. Európára és a fejlett világra azonban a jövőben is számos – remélhetőleg a subprime és a mediterrán válsághoz képest kisebb hatással bíró – válság lehetősége (migráns-, brexit-, frexit válság) vár, ami miatt a projektfinanszírozás ismét fékezésre kényszerül. Látva a tőkeforma fontosságát és szükségességét, bízni kell a finanszírozók és a politikai szereplők előrelátásában, ami a jövőben inkább lendíteni és nem gátolni fogja a megújuló erőforrások projektfinanszírozását.

## Felhasznált irodalom

- CSISZÁRIK-KOCSIR, Á. (2016): A nemzetközi és az európai projektfinanszírozási piac átalakulása a válság hatására, *Hitelintézeti Szemle*, 15. évf. 1. szám, 2016. március, pp. 51–69.
- CSISZÁRIK-KOCSIR, Á. – VARGA, J. – MEDVE, A. (2016): Project finance transactions in Europe from 2005 to 2015, *The Macrotheme Review*, 5 (4) winter edition, pp. 134.-142.
- FS-UNEP (2015): *Global Trends in Renewable Energy Investment 2015*, Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2015., <http://www.fs-unep-centre.org>, letöltve: 2016.04.24.
- KUMAR, A. – KUMAR, K. – KAUSHIK, N. – SHARMA, S. – MISHRA, S. (2010): Renewable energy in India: Current status and future potential, *Renewable & Sustainable Energy Review*, Vol. 14, Issue 8., 2010. October, pp. 2434.-2442.,
- LEE, C.W. – ZHORG, J. (2015): Financing and risk management of renewable energy projects with a hybrid bond, *Renewable Energy*, Vol. 75., 2015. March, pp. 779.-787.,
- NEWITT, P.K. – FABOZZI, F. (1997): *Projektfinanszírozás*, Co-Nex Könyvkiadó Kft, Budapest,
- NÁDASDY, B. – HORVÁTH, S.A. – KOLTAI, J. (2011): *Strukturált finanszírozás Magyarországon*, Alinea Kiadó, Budapest,
- YESCOMBE, E.R. (2008): *A projektfinanszírozás alapjai*, PANEM Kiadó, Budapest,
- FIGHT, A. (2006): *Introduction to Project Finance*, Butterworth – Heinemann / Elsevier, Oxford,
- GATTI, S. – RIGAMONTI, A. – SAITA, F. – SENATI, M. (2007): Measuring Value-at-Risk in project finance transactions, *International Journal of Project Management* Vol. 13, No. 1, pp. 135-158
- HAINZ, C. – KLEIMEIER, S. (2012): Political risk, project finance, and the participation of development banks in syndicated lending, *International Journal of Project Management*, Vol. 21., Issue 2., pp. 287.-314.
- SZIGETI C. – BORZÁN A. (2015): Is eco efficiency the way to becoming more green or is everything swept away by the Jevons paradox, *Tér-Gazdaság-Ember*, Vol. 2, No. 4. pp. 93-104.
- SZIGETI C. – TÓTH G. (2015): Csökkenthető-e a gazdasági növekedés környezeti ára? *Polgári Szemle*, Vol 11., Issue 4-6., pp. 472-489.

Szerző

### **Dr. Csiszárík Kocsir Ágnes PhD**

egyetemi docens, intézetvezető  
Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar  
Gazdaság- és Társadalomtudományi Intézet  
1084 Budapest, Tavaszmező u. 15-17.  
[kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu](mailto:kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu)

## BIOENERGIA ALAPÚ FALUFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK FARKASLAKÁN

### Bioenergy-Based Village Development in Farkaslaka

BÁLINT Melinda – SEBESTYÉN Tihamér

#### Összefoglalás

Tanulmányunk helyi biomassza-potenciálbecslést céloz meg Farkaslaka községben, amely Romániában, Hargita megye délnyugati részén fekszik. Az adatok az Országos Statisztikai Hivatal, a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal, Állategészségügyi Hivatal, Erdészeti Hivatal és az RDE Kft. hulladékgyűjtő vállalat adatbázisából származnak és integrált számításokat eredményeznek. A tanulmány vizsgálja egy kérdőíves felmérés alapján a megújuló energiákkal (főként biomassza), illetve a hasznosítási lehetőségekkel szemben támasztott helyi társadalmi hozzáállást. A kutatás eredményeit tekintve a helyi fahulladékok adják biomassza energia potenciál negyedét, a legelők, kaszálók szárazanyag mennyisége pedig egyötöd részt, továbbá említésre méltó a hely szarvasmarhafarmok biogáz termelési lehetőségei is, miközben a helyi lakosság egyöntetűen támogatná a bioenergia hasznosítási projekteket. A legmodernebb biomassza technológiát alkalmazva a CO<sub>2</sub> kibocsájtásnak előrelátható mennyiségi csökkentését is kiszámoltuk. Végezetül a tanulmány megvalósítási javaslatokat sorakoztat fel, illetve azok gazdasági/megtérülési számításait mutatja be:

1. Farkaslaka község 11 közigazgatási egységében faapríték/fahulladék alapú fűtésrendszerek kiépítése

2. Falufűtőmű létrehozása Farkaslaka településen: egy 2.1 MW-os fatűzelésű, 1.1 MW szalmatűzelésű hőerőmű és egy 500 kW-os biogáz kogenerációs üzem

**Kulcsszavak:** biomassza-potenciálbecslés, kérdőíves felmérés, biomassza hasznosítás  
**JEL kód:** Q41

#### Abstract

The paper focuses on the quantification of biomass potential on Farkaslaka (Ro: Lupeni) municipality, situated in Romania, Hargita county. The calculations are based on data sets coming from the County Statistical Office, from Local Mayor's Office, from the Local Agriculture Office, from the local Veterinary Office, from RDE Ltd. waste management company and from local Forestry Office. The calculations of the amount of the local biomass energy potential shown that 25% of potential comes from wood waste source, 20% of the potential comes from solid hay waste of grasslands, furthermore there is a significant energy potential, namely the biogas potential of local beef farms. This study based on questionnaire survey analyzed the local public attitude about renewable energy, especially of biomass energy. The outcome of the questioner survey shown that the local public acceptance of biomass utilization is promising and positive. Using the latest biomass technology we have also calculated

the mitigation volume of the carbon mitigation. In the end the paper it recommends two implementation options for biomass utilization, including the return on investment calculations:

3. Installing (wood chips based) biomass boilers in 11 public institutions of Farkaslaka municipality

4. Installing two biomass heating systems (2.1 MW waste wood boiler and a 1.1 MW straw boiler) and a 500kW biogas cogeneration system

**Key words:** biomass, potential, questioner survey, biomass utilization.

## Bevezetés

A megújuló energiák hasznosítása Romániában az ezredforduló után indult el, a 220/2008-as törvényt 2010-től ültették gyakorlatba, amivel államilag meghatározott, úgynevezett „zöld bizonylatos” rendszerrel támogatottá vált a megújuló villamos energia. Így Románia az elmúlt 6 évben Európa egyik legdinamikusabban fejlődő zöldenergia piaca volt. Eközben az EU-2020-as megújuló energiahasznosítási célt Románia már 2015-re teljesítette, ugyanis a megújulókból származó villamos energia termelése meghaladja a 24%-ot. Ezt a növekedést kezdetben az igen kedvező zöld bizonylatok támogatási rendszere által keltett konjunktúra tette lehetővé, mindennek hatása azonban a villamos energia árnövekedésben csapódott ki, ami késedelem nélkül a lakossági villanyszámlán jelent meg. Hillebrand (2006) két gazdasági hatást különböztet meg ebben a helyzetben, az első a „kiterjeszkedési hatás” amikor a megújuló hasznosítása termelési és foglalkoztatási növekedést von maga után és sikeressége társadalmi támogatástól függő. Második hatás a „zsugorodási hatás”, amikor a megújuló energiák hasznosítás miatt a megnövekszik a villamos energia ár, miközben csökkenthetik a befektetések mértékét, sőt erőmű leállítások történhetnek a konvencionális energiatermelésben.

Annak ellenére, hogy az országos szintű potenciálokat tekintve a biomassza a megújuló energiák több mint 50%-át adja, a tényleges biomasszára kiépített villamos energiatermelési kapacitás 1,7%-ot tesz ki a megújuló energiákon belül (TRANSELECTRICA, 2016). Viszont miközben a statisztikákban kimutatható a zöld energiák szerepének növekedése a villamos energiatermelésben, a helyi lakosság a mindennapjaiban nem érintkezik ezzel a váltással, ugyanis ezek többnyire magánbefektetések (BARTHA, 2015). Így a társadalom aktív szerepet nem tölt be az energiatermelésben és lakosság energiafogyasztásban mutatkozó magatartása sem változott, mindezekhez hosszabb időintervallumra lesz szükség. A megújuló energiák hasznosításában ennek ellenére a helyi közösségek szerepe válik egyre fontosabbá (BAI, 2015), ahol az energiatermelés - és fogyasztás helyi szinten valósulhat meg, mindegyik már vannak nagyon jó példák Romániában is, de mindez még a kezdetet jelenti.

Pablo del Río és Burguillo (2008) kutatási eredményeire alapozva elmondhatjuk, hogy a megújuló energiaforrások hasznosítása elősegíti a helyi fenntartható fejlődést, jótékony hatásukat főképp társadalmi, gazdasági és környezeti területeken érezhető.

A helyi megújuló energia hasznosítás számos területen érezteti hatásait:

- fékezheti a vidéki térségek lakosságának elvándorlását (del RÍO, 2008),
- elősegíti a helyi foglalkoztatottságot (HILLEBRAND, 2006), (MORENO, 2006),
- alternatívát jelent a transzmissziós válságot megelőző térség fejlődésében (MURHPY 2013),
- teljesíti a fenntartható fejlődés alapfeltételeit (BUNDLAND, 1987),
- csökkenti a globális felmelegedést okozó gázok kibocsátását (KLEVAS 2009),
- csökkenti a környezeti szennyezések mértékét (PANWAR, 2011)
- növeli az energia hatékony technológiák elterjedését (GIELEN, 2015)

- elősegíti a helyi lakosság tudatos energia hasznosítását és a növeli a közösségi érzést a megnövekedő helyi együttműködések során (WÜSTENHAGEN, 2007)

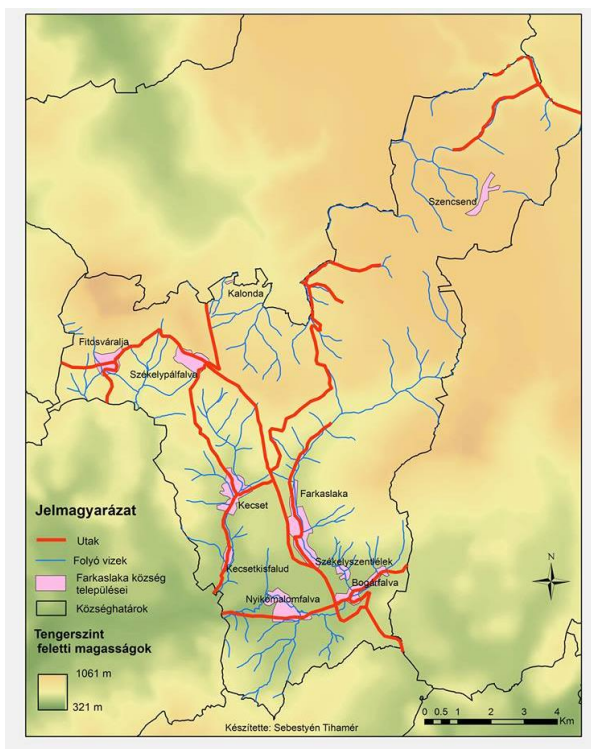
A civil szféra aktív tagjai azon fáradoznak, hogy a megújuló hasznosításával közösségi hasznot hozó beruházások jöjjenek létre. Az elmúlt évben indult Romániában az „1 falu 1 MW” program a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster kezdeményezésére, ami támogatja a helyi decentralizált energiaellátást célzó projekteket.

A tanulmányunk egy Hargita megyei (romániai) községben, Farkaslakán több forrású biomassza potenciálbecslést tartalmaz, majd az eredményekre alapozva összesen háromfajta hasznosítási utat jelöl meg helyi adottságok hasznosítására. A kutatás ezen kívül reprezentatív mintavételű kérdőíves felméréssel a megvalósításokhoz való helyi lakossági hozzáállás vizsgálatát is tartalmazza. A kivitelezési lehetőségek bemutatása tartalmaz két elképzelést: a helyi közintézmények fűtésének faapríték alapú biztosítása, valamint egy falu-fűtőmű és biogáz termelő rendszer kiépítése németországi „Bioenergiedorf” mintára. A tanulmány kivitelezési költség és megtérülési számításokat is tartalmaz, amely megvalósíthatósági tanulmányként szolgálhat.

## Anyag és módszer

### *Farkaslaka rövid bemutatása*

Farkaslaka Romániában, a Hargita megyéhez tartozó Görgényi – Hargita-fennsík és az Udvarhelyi-dombvidék találkozásánál fekszik (1. ábra). A község a Felső Nyikó-mente legnagyobb községe 4421 lakossal (VOFKORI, 1998; RECENSAMANT, 2011). A község falvaira, Farkaslaka kivételével előregedés jellemző (VARGA, 1998). A Székelyudvarhelyet és Szovátát összekötő 13A jelzésű megyei út mentén található, Székelyudvarhelytől északnyugatra 11 km-re. Az 1. ábrán megtekinthető a Farkaslaka községhez tartozó kilenc település: Farkaslaka (községközpont), Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva, Kecset, Kisfalud, Székelypálfalva, Firtosváralja és Szencsend.



1. ábra: Farkaslaka község



Az éghajlat az udvarhelyi dombvidék időjárásának megfelelően változatos. Évi átlaghőmérséklet 6-8 °C közé tehető. Uralkodó szélirány északnyugat-délkelet. Éves csapadékmennyiség 700-900 mm (JAKAB et al. 2000).

Farkaslaka községben a mezőgazdasági összterületek nagysága 8 764 ha (INS, 2015). A nyilvántartott szántóterület nagysága 2 504 hektár, legelő 3 418 ha, a kaszálók nagysága 2677 ha, 3238 ha erdő, a gyümölcsösök területe pedig 165 hektár.

A felhasznált adatok az Országos Statisztikai Hivatal (Institutul Național de Statistică, továbbiakban INS), a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal (FPH), a Farkaslaki Közbirtokosság (FK) és a Farkaslaki Állatorvosi Hivatal (FÁH) részéről érkeztek.

A kutatás a legfrissebb szakirodalmi áttekintést követően, összesen három típusú módszert alkalmazva valósul meg:

1. Kvantitatív elemzési módszerekkel helyi környezet-energetikai potenciál elemzés,
2. Kvantitatív elemzési módszerrel, kérdőíves helyi lakossági attitűd vizsgálat
3. Kvalitatív elemzési módszerrel interjúkészítés.

A kutatás felméri a helyi biomassza energiaforrások éves energiapotenciálját. A primér adatok alapján megvalósult helyi mezőgazdasági, erdőgazdálkodási, hulladékgazdálkodási elemzés után a hozam adatok energetika számítása történik.

A módszereink alkalmazásával három csoportra osztható a kutatás folyamata:

1. Helyi biomassza energia potenciál és helyi villamos-és hőenergia igény felmérése
  - 1.1. Községszintű biomassza potenciál felmérés
  - 1.2. Háztartások és közintézmények villamos - és hő energia igényének felmérése
2. Lakossági attitűd vizsgálat a helyi biomassza hasznosítás tekintetében
  - 2.1. Kérdőíves felmérés
  - 2.2. Helyi döntéshozókkal való interjúkészítés
3. Biomassza hasznosítási javaslatok:
  - 3.1. Falu-fűtőmű és biogáz üzem
  - 3.2. Faapríték-alapú hőenergia ellátás a közintézményekben
  - 3.3. Gazdasági megtérülés számítások

A biomassza energetikai potenciálvizsgálat tartalmazza: a gyümölcsösök, erdők éves fahulladékának becslését, az állatállomány biomassza energiahozamának kiszámítását, a községben keletkező földművelési melléktermékek mennyiségének becslését, a degradálódott területekre energiapotenciált számoltunk energianövény telepítésével, végül a kommunális hulladék égetéséből származó energia potenciál kerül kiszámításra. Végző lépésben a felsorolt forrásokat integráljuk egy energiahozam értékben (J).

Az biomassza potenciál számításokat a következő lépésekben végeztük el:

1. Erdők vágástéri fahulladékából származó energia:

$$E_p = (A_h \cdot Q \cdot \rho \cdot L_e) \cdot 0,20 \quad (1)$$

ahol az  $E_p$  (MJ/év) az erdőkitermelési és fafeldolgozási hulladék energia potenciálja,  $A_h$  (ha) a helyi erdő területek nagysága,  $Q$  (m<sup>3</sup>/ha/év) a fakitermelés mennyisége,  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) a fafajok átlagosan számolt testsűrűsége,  $L_e$  (MJ/kg) 15 MJ/kg (18%-os nedvességtartalmú) lehetséges energiatartalom (BARÓTFI, 2000), 0,20 a fahulladék részaránya (DOMINEK, 2008).



2. Gyümölcsösök nyesedékéből származó energia:

$$Gy_p = A_h \cdot Q \cdot L_\epsilon \quad (2)$$

ahol az  $Gy_p$  (MJ/év) a gyümölcsös fahulladékainak éves energia potenciálja,  $A_h$  (ha) a helyi gyümölcsös területeinek nagysága,  $Q$  (t/év) az évenként képződő nyesedékek mennyisége,  $L_\epsilon$  (MJ/kg) 14,8 MJ/Kg (18%-os nedvességtartalmú) lehetséges energiatartalom [ECO-CORTEX, 2010].

3. Gabonatermelés melléktermékből (külb. gabonaszalmák, kukoricaszár) származó energia:

$$AY_i = Y_i^{0.5} \cdot L_\epsilon \quad (3)$$

ahol  $AY_i$  (MJ/év) a földművelési melléktermék éves energia hozama,  $i$  az adott év,  $Y_i$  (t/ha) a helyi gabonaszalma átlagos hozama az adott évben,  $L_\epsilon$  a szalma átlagos fűtőértéke MJ/kg-ban, az  $Y_i$  0,5-ös kitevője (a szalma 40%-a az állatállomány ellátásához szükséges és 10%-ot a talajerő pótlás). (KOCSIS, 1992; SÉRINGER, et al. 2001; LEITNER, 2015).

4. Gyepterületek energiahozamát az állatállomány ellátásán felüli takarmányra számoltuk:

$$FY_i = \sum(\int \cdot Y_i) \cdot L_\epsilon \quad (4)$$

ahol  $FY_i$  (MJ/év) az energiahozam,  $\int$  (ha) a terület,  $Y_i$  (t/ha) a takarmány átlagos hozama, és  $L_\epsilon$  (MJ/kg) az átlagos fűtőérték (KURIHARA, 1999; FOGARASSY, 2001; ROCKY, 2009).

5. Energianövényből kinyerhető energiát a degradált területekre számoltuk:

$$EY_i = \sum(\int \cdot Y_i) \cdot L_\epsilon \quad (5)$$

ahol  $EY_i$  (MJ/év) a helyi energianövények energiahozama,  $\int$  (ha) a helyi degradálódott területek, amely megfelelő energianövény termesztéséhez,  $L_\epsilon$  (MJ/kg) az átlagos fűtőérték.

6. Állati hígrágyából kinyerhető energia értéke:

$$LY_i = L_f \cdot Y_f m_N^3 \cdot L_\epsilon \quad (6)$$

ahol  $LY_i$  (MJ/év) a helyi farmok technikai energia potenciálja,  $L_f$  a helyi farmok állatállománya,  $Y_f$  ( $m^3$ ) napi hígrágyamennyiség és  $L_\epsilon$  (MJ/ $m^3$ ) a biogáz átlagos fűtőértéke (SHELFORD, 2012; MUNKÁCSY, 2013).

7. Kommunális hulladékból származó energia:

$$GY_i = P \cdot Y_a \cdot L_\epsilon \quad (7)$$

ahol  $GY_i$  (MJ/év) a helyi kommunális hulladék energia potenciálja,  $P$  a lakosok száma,  $Y_a$  a helyi átlagos hulladéktermelés/fő és  $L_\epsilon$  (MJ/kg) átlagos fűtőérték (FAZEKAS, 2006).

Kutatásunk második részében kérdőíves felméréssel, személyes lekérdezés során 47 kitöltött kérdőívvel 47 háztartást kerestünk fel, ez a 654 háztartás 7%-át jelenti. A minta kiválasztása listás módszerrel történt, a lépésszám: 13, a kiinduló érték: 1. A kérdőíves felmérés mintavétele reprezentatív a lakosság korfájára, nemére, iskolázottsága és foglalkozása tekintetében, így a község lakosságára nézve az eredmények kivetíthetőek és elfogadhatóak. Megbízható adatokkal a társadalmi hozzáállást vizsgáljuk a biomassza hasznosítása tekintetében. A feltett kérdések célja megtudni, hogy milyen fűtésrendszert használnak a háztartásokban, mennyire vannak megelégedve azzal, illetve támogatnának-e egy falu-fűtőmű vagy közintézmények hő ellátását biztosító beruházást. A lekérdezés 2015. november 10.-december 22. között zajlott. Az adatokat SPSS 16.0 program segítségével dolgoztuk fel.

A tanulmány utolsó lépésében két fejlesztési scenáriót vetít elő a helyi lakosság számára: az egyik falu-fűtőművek létrehozása: két hő-központ illetve egy kogenerációs üzem. A második

javaslat a közintézmények hőenergia ellátását célozza meg: 8 iskola, óvoda, kultúrotthon, sportszarnok valamint a Polgármesteri Hivatal. Ezt követően vizsgáljuk a beruházás várható gazdasági megtérülését.

## Eredmények

### *Technikailag hasznosítható biomassza potenciál felmérés*

#### *Mezőgazdaságból származó lágyszárú hulladékok energetikai potenciál vizsgálata*

Farkaslaka talajtakarója nagyrészt a dombvidéki barna erdőtalajok övezetéhez tartozik, mezőgazdasági területeire podzolos barna és a savanyú barna hegyi talajok jellemzőek. A talaj alacsony fertilitási tulajdonsága miatt a szántó területek elenyészőek, a községre nem jellemző kifejezetten a mezőgazdasági tevékeny [JAKAB et al 2000). 2010-2015 között átlagosan a községben 230 hektáron termesztettek gabonát és 210 hektáron kukoricát (1. táblázat).

#### 1. táblázat: A farkaslaki gabona és kukorica termelés melléktermékeinek energiahozama 2000 és 2015 között

	Terület (ha)	Hozam (t/év)	Nedvességtartalom kiszáradva (%)*	Fűtőérték GJ/év
<b>Gabonaszalma</b>	230	345-805	10-15	5278-13041
<b>Kukorica</b>	210	735-1155	15-18	7497-17787

\*BAI, 2002; PECZNIK, 1997

Forrás: INS, 2015

#### *Kaszálókról, legelőkről származó szalastakarmány energia potenciálja*

A község területén elsősorban természetes gyepnövényzet található. A község kaszálóin a vadon növe lágyszárúakra jellemző energiatartalommal lehet számolni. A vadon növe növényeknél szerényebb, 15-20 t/ha/éves mennyiségre tehető a zöldanyag hozam, valamint 4-5 t/ha/évre tehető a szárazanyag hozam (SZERMÁN 2006). Ezeket az értékeket az időjárási viszonyok nagyban befolyásolják, hisz ettől függ a betakarítás mennyisége/minősége, így a sikeressége is. A helyi viszonyokat tapasztalva külön kell biomassza-potenciált számolni a nagykiterjedésű legelőkre is, melyeknek szárazanyag hozama már kevesebb: 1,5-2 t/ha/év, ilyenkor meg kell elégednünk, ha évi egyszeri kaszálást elérünk ezeken a területeken (FOGARASSY 2001).

A község 6095 hektár gyepterülettel rendelkezik, amelyből 3418 ha kaszáló, illetve 2677 ha legelő. A gyepterületekről betakarított takarmány felét a helyi állatállomány ellátására kell fordítani, az e fölött megmaradó takarmányok mennyiségére már energia termelésre bocsájtható, így csak ez az utóbbi mennyiség kerül az energiapotenciál számításainkba (2. Táblázat).

#### 2. táblázat: Gyepterületekről származó szalastakarmány energiahozama Farkaslakán

	Terület (ha)	Száraz biomassza (t)	Energia érték (TJ/év)	Állattetés után fennmaradó égethető takarmány (TJ/év)
<b>Kaszáló</b>	3418	13 672	54,6	27,3
<b>Legelő</b>	2677	4015	16	8
<b>Összesen</b>			70,6	35,3

Forrás: INS, 2015, saját számítás

**Biogáz termelésére alkalmas források vizsgálata***Állati eredetű szerves anyagból nyerhető biogáz potenciálja*

A községben 2111 szarvasmarha volt 2015 végén bejegyezve a helyi Állatorvosi Hivatal nyilvántartásába, ebből 1583 szarvasmarha, és 528 növendék állat. A község területén három nagy tehénfarm működik, a legkisebb 60 db, a legnagyobb a helyi tejgyár farmja, több mint 300-as állománnyal. A megkeresésünkkor mindhárom farm nyitott volt a biomassza energetikai hasznosítására (FÁH, 2015) (3. táblázat).

3. táblázat: **Hígtrágyából nyerhető biogáz Farkaslakán**

	Egy számosállatra	Számosállatok	Borjak	Összesen
Állatok száma	1	1583	528	2111
Napi trágyamennyiség (kg)	6,4	10131	2230	12361,4
Éves trágyamennyiség (t)	2,336	3697	814	4511
Biogáz mennyiség (m <sup>3</sup> /t)	408,8	647130	142458	789588
Villamosenergia egyenértéke (kW)	31,47	49829	10969	60798
Hőenergia egyenértéke (GJ)	8,58	13589	2991	16580

Forrás: FAH, 2015; TÓTH et al. 2011

*Szennyvíziszap energetikai lehetőségei*

A lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező 1 m<sup>3</sup> szennyvízből kb. 12-20 liter iszap keletkezik (SZABÓ, 2011). Az iszaptömeg (szárazanyag tartalom) iszaptérfogatra történő átszámolásánál általánosan 1kg/l sűrűség vehető figyelembe, de a pontosabb számításoknál az iszap sűrűségét 1,01 és 1,213 kg/l értékkel kell figyelembe venni (KÁRPÁTI, 2002), jelen esetben a számításainkban az alsó értékkel számolunk, a minimális energia potenciál érték meghatározása érdekében. A fermentálás előtt álló iszap 16 MJ/kg fűtőértékkel rendelkezik, a kinyerhető energiataralom pedig 13,4 MJ/kg-os értéket jelent (TAKÁCS, 2013). A községben négy településen (Farkaslaka, Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva) van kiépítve szennyvízgyűjtő hálózat, viszont szennyvíztisztító állomása még nincs, tehát ebben egyelőre lappangó energia potenciálról beszélhetünk, hasznosítását a szennyvíztisztító állomás kiépítése kell megelőzze.

A négy faluban (Farkaslaka, Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva) egy év alatt 25 500 m<sup>3</sup> szennyvíz termelődik. Figyelembe véve, hogy 1 m<sup>3</sup> szennyvízből 12 liter szennyvíziszap keletkezik (SZABÓ, 2011), akkor 306 000 liter iszap termelődik egy év alatt, amelynek a sűrűsége 309 tonnát tesz ki, ha átlagosan a fent említettek tükrében 1,01 kg/l-el számolunk, így 4 TJ energia potenciállal számolunk (4. táblázat).

4. táblázat: **Farkaslaka szennyvíziszap felhalmozása**

	Szennyvíz	Iszap mennyisége	Sűrűség	Fűtőérték
<b>Szakirodalom szerint</b>		12-20 l/m <sup>3</sup>	1,01-1,21 kg/l	13,4 MJ/kg
<b>Községre vonatkozó érték</b>	25500 m <sup>3</sup>	306000 l	309060 kg	4141,4 GJ

Forrás: SZABÓ, 2011; KÁRPÁTI, 2013; TAKÁCS, 2002 alapján, GOSCOM LUPENI SRL.

*Fás biomasszából származó energia potenciál*

Farkaslaka község területének 20,5%-a erdő (3238 ha), az éves erdei fakitermelés átlagosan 14 571 m<sup>3</sup>, ennek közel 67%-a bükk, 28% tölvelű, illetve 5% puha fafaj [FEH 2015). Az erdőgazdálkodásban a kitermelt faanyag 22%-a tekinthető mellékterméknek, ami leggyakrabban vágástéri apadékként a kitermelő pontokon halmokban hátramarad majd elkorhad. A nettó fakitermelés 41%-a tűzifa, 59%-a ipari fa.” [DOMINEK 2008). Különböző fafajok szakirodalomban meghatározott energiatartalmával számolva az erdei fahulladék energiahozama 207 TJ/év. A fafajta eltérő testsűrűségét, fűtőértékét, és az éves kitermelt fa mennyiségét figyelembe véve végeztük a számításokat. A melléktermék **45 TJ** energiatartalmat képvisel (5. táblázat).

## 5. táblázat: Farkaslaka község fakitermelése

Fafaj	Éves fakitermelés m <sup>3</sup>	Energiatartalom <sup>20</sup> MJ/kg <sup>21</sup>	Testsűrűség kg/m <sup>3</sup>	Figyelembe vehető energia (GJ)
Tölvelű	4079,88	13,8	740	9166
Bükk	9762,57	15,6	1040	34845
Puha fafajok	728,55	13,4	800	1718
<b>Összesen</b>	14571			45729

Forrás: FEH, 2015

A község 165 ha gyümölcsösrel rendelkezik, nyesedéke szintén jelentős energiahozammal rendelkezik (6. Táblázat). A gyümölcsösök évenként megismétlődő nyesési hulladéka is energiát hordoz, az éves átlagos fahulladék hozam hektáronként 4,5-5 tonna. A biomassza várható fűtőértéke 14,4 MJ/kg, 18%-os nedvességtartalom esetében [ECO-CORTEX, 2010).

## 6. táblázat: Farkaslaka község gyümölcsös nyesedéke

	Egységnyi érték	Gyümölcsös
Terület (ha)	1	165
Nyesedék (t)	4,5	742,5
Fűtőérték (GJ)	64,8	<b>106,9</b>

Forrás: TÓTH et al. 2011; INS, 2015

*Degradálódott területek energetikai célú hasznosítása*

Az energiaerdőt célszerű termelésből kivont területre telepíteni. Farkaslakán 62 ha degradálódott terület van nyilvántartva (INS, 2015). Romániában a legelterjedtebb energianövény az energiafűz, amely a helyi klimatikus jellegzetességekhez igen jól társítható. Az eddigi Hargita megyei energiafűz ültetések és betakarítások szerint a 62 hektár éves hozama az első három év után növekedne, elérve az 500-620 t/év-es zöldhozamról tovább növekedhet elérve a 2800-2900 t/év-et, így energiahozama pedig a 62 hektáron első években 8-10 TJ-ról akár 37-43 TJ/év energia hozamot is jelentene.

*Kommunális hulladékból származtatható energia lehetőségek*

Romániában megközelítőleg 272 kg szemetet termel egy átlagos állampolgár évente (EUROSTAT, 2013). Farkaslaka községben a hulladékot a székelyudvarhelyi RDE Kft.

<sup>20</sup> 18%-os nedvességtartalommal számolva

(Reciclare Depozitare Ecologică Harghita) gyűjti össze és szállítja a Cekend-tetőn létrehozott lerakóba. A szelektív gyűjtés és újrahasznosítás még gyerekcipőben jár a megyében, ugyanis csak néhány százalékát préselik össze és hasznosítják újra. (RDE Kft. 2016)

A jelenlegi helyzetet tekinthetjük úgy is, mint óriási lehetőséget hulladékgazdálkodás és energiatermelés szempontjából. Előre látható, hogy hosszútávon a települési hulladékok mennyisége tovább fog növekedni egyenesen arányosan a növekvő életszínvonalal. A szemétközelítés fenntarthatóbb lenne, ha a felhalmozott hulladékot energiatermelés céljára hasznosítanánk fel. Az így termelődő szemét mennyiséget ebben az értelmezésben „megújuló energiaforrásnak” tekinthetjük (GERGELY, 1997).

A hulladékkezelés egy formája a hulladék- és szemétegető erőmű. A hulladék fűtőértéke, ha nem válogatják szét 8-10 MJ/kg. A villamosenergia termelés ezen módjának hatékonysága 22-28% (FAZEKAS, 2006). A község lakossága által felhalmozott éves hulladékmennyiségének értéke átlagosan 10,9 TJ lesz az éves energiatermelés (7. táblázat).

7. táblázat: **Farkaslaka kommunális hulladék felhalmozása**

	Mennyiség (kg)	Fűtőérték (MJ)
Egységnyi érték	1	8-10
Román állampolgár	272	2 176-2 720
Község	1 216 656	9 733 248-12 166 560

Forrás: INS, 2015

### *Potenciál összegzés*

A potenciál számítások összegzése a 8. táblázatban tekinthető át, azzal a megjegyzéssel, hogy az energiapotenciál lehetséges alsó értékét határoztuk meg, Farkaslakán a különböző fafajok energiahozama 207 TJ/év, a fahulladék 45 TJ/év energiataralmat képvisel, mindez a teljes hasznosítható helyi biomassa potenciálnak az egynegyedét teszi ki. A gyümölcsösök nyeresége 742-825 t/év, amelynek a fűtőértéke 106 GJ. A gabonatermelésből származó szalma hozam a helyi biomassa energetikai szempontból a potenciál 12 %-át teszi ki, Mivel a község több ezer hektáros gyepterülettel rendelkezik az itt képződő, a helyi állatállomány ellátásán felüli takarmány energiapotenciálja eléri a 21%-ot a teljes helyi biomassa potenciálból. A 62 hektáros energiaültetvény (energiafűz) esetében a harmadik évtől 2480-2790 t/év hozamra számíthatunk, amelynek a fűtőértéke 37 TJ/év érték ad, így a potenciál összegzésben a második legnagyobb energia potenciál értékkel rendelkezik. A községben tenyésztett állatok éves trágya mennyiségéből legkevesebb 789588 m<sup>3</sup> biogáz nyerhető a jelenlegi technológiai berendezésekkel, mindez a helyi bioenergia potenciál 10%-át jelenti. A helyi kommunális hulladék fűtőértéke a potenciálok 5%-t jelenti.

8. táblázat: **Farkaslaki környezetenergetikai potenciál összegzés**

	Energiahozam GJ/év	Energiahozam %-ban
Erdei fahulladék	45 720	28,25
Gyümölcsösök nyeresége	106,9	0,1
Gabona melléktermék	12 775	7,84
Kaszáló/legelő szárazanyag	35 375	21,72
Állati eredetű biogáz	16 581,36	10,1
Kommunális hulladék	9 733	5,97
Szennyvíziszap	4 141	2,54
Energianövény	37 392,5	22,96
<b>Összesen</b>	<b>161 824,76</b>	<b>100%</b>

## ***A helyi energiafogyasztás***

### *A háztartások éves energiaigénye melegvíz és fűtés tekintetében*

A hő- és melegvíz előállítását kizárólag fatüzelésből állítják elő a községben, ennek energiaértékét számoltuk ki, mivel nincs gázvezeték a faluban. A kérdőíves felmérés során külön kérdések voltak megfogalmazva a jelenlegi hő, illetve melegvíz előállításához szükséges energiamennyiségről és jelenleg használt energiaforrás típusáról. Az eredmények szerint egy háztartás egy év alatt átlagban 13 m<sup>3</sup> fát használ el fűtésre és melegíz előállításra. 654 háztartás van Farkaslakán, amely mintegy 8502 m<sup>3</sup> fát használ el egy év alatt, amely a szakirodalmi összefüggéseket ismerve [TÓTH 2011; BARTHA 2015) ez megfelel **94,3 TJ/év**-nek.

### *Közintézmények éves energia igénye*

A farkaslaki iskola 37 m<sup>3</sup> fát használ el egy év alatt, amely 26344 kg fának, energiában kifejezve pedig **411 GJ**-nak felel meg. A Polgármesteri Hivatal fűtésére és a Kultúrotthon egy év alatt 74 m<sup>3</sup> fát használnak, ez **821 GJ**-t tesz ki. A kultúrotthon fűtésére egy év alatt 10 m<sup>3</sup> fát használnak, amely **112 GJ**. A sportszarnok fűtésére 24 m<sup>3</sup> fára van szükség, amely 17088 kg-ot jelent, így fűtőértékét számolva **267 GJ** energiát tesz ki. Az intézményekben hagyományos fűtőkazánokkal fűtenek.

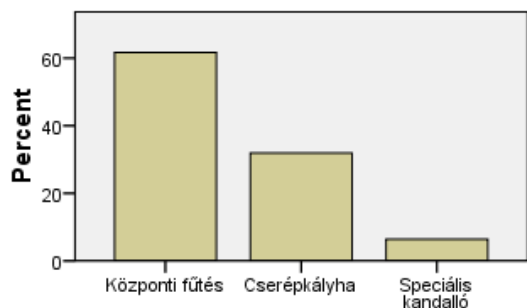
A közintézményekkel együtt összesen **96 TJ/év** energiamennyiséget használnak fel a községben lévő háztartások, figyelembe véve a hőenergia szolgáltatásnál a szállítási hőveszteséget, átlagosan egy 10%-os többlet hőenergia termelésre van szükség egy esetleges falu-fűtőmű működtetése során. A rendelkezésre álló helyi biomaszából hulladékok mennyisége közel a szükséges energiának kétszerese. A **167 728 TJ/év biomaszából** a fűtés- és melegvíz ellátást teljesen mértékben fedezni lehet, figyelembe véve még a technikai lehetőségeket és a működés során fellépő hőveszteségeket is.

A Polgármesteri Hivatal, a kultúrotthon, az iskolák és az utcai világítás éves energiaigénye összesen: 421,33 MW, napra, órára lebontva 52,51 kWh. [FPH 2015). A farmokon három biogáz-üzem létrehozásával, a biogáz energiáját kogenerációs üzemben villamos- és hőenergia termelésére lehet hasznosítani, mindez fedezni tudja a közintézmények és helyi vállalatok elektromos energiaigényét.

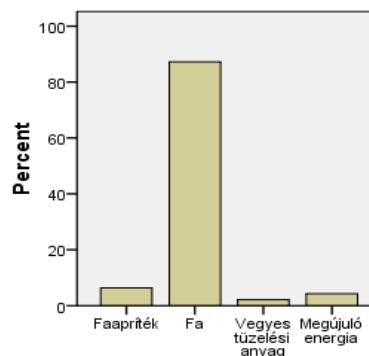
## ***A lakosság a biomaszából hasznosításhoz való hozzáállása***

A kérdőíves felmérés során a biomaszából energiaforrások lakossági ismeretét és azok hasznosításának társadalmi elfogadottságát vizsgáltuk. A kérdőív kitér egy falu-fűtőmű és a közintézmények biomaszából alapú energiaellátását célzó befektetésekre, az erről alkotott lakossági véleményt kutatva.

A felmérés alapján kiderült, hogy a háztartások átlagban 10-15 m<sup>3</sup> fát használnak el egy év alatt. A háztartások 60%-a saját központi fűtést, 35 %-a cserépkályhát, illetve 5% kandalló használnak a fűtésre (2. ábra).

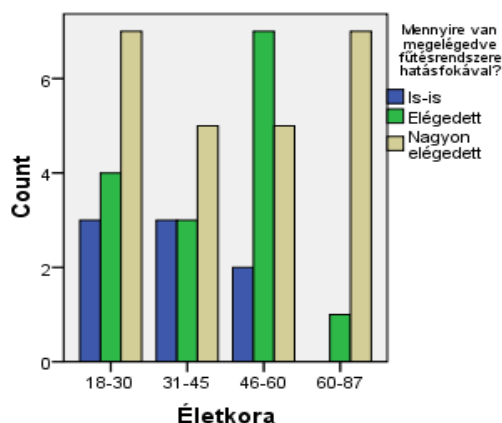


2. ábra: A Farkaslakán használt fűtésrendszerek

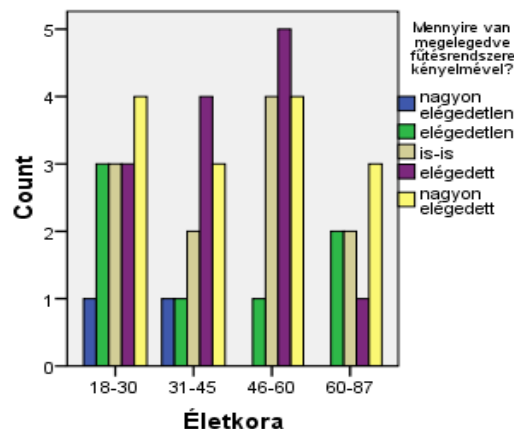


3. ábra: Fűtésre használt energiaforrás

A lakosság 80%-a meg van elégedve a jelenlegi fűtésrendszere hatásfokával, de a berendezések használatát kényelmetlennek tartják, hiszen 40% van megelégedve ebben a tekintetben (4. ábra). Látható, hogy míg a fiatal lakosság és az idős lakosság elégedett a fűtési rendszerrel, addig a középkorúak már fele arányban van megelégedve illetve nem tudja eldönteni a megelégedettség kérdését. Ez azzal magyarázható, hogy míg a fiatal lakosságra nem jellemző a háztartások fenntartása, így nem is foglalkoztatja őket a téma. Az idős korosztály pedig saját háztartásukban a megszokott fűtési szokásokat és berendezéseket már nem is szívesen cserélné ki. A középkorú válaszadókra jellemző a háztartások fenntartása, fűtésrendszerük kialakítása és mindennapi működtetése, így ez a korosztály már nyitottabb a változtatásra, alternatívákra (5. ábra).



4. ábra: A megelégedettségi fok a fűtésrendszerekkel kapcsolatban

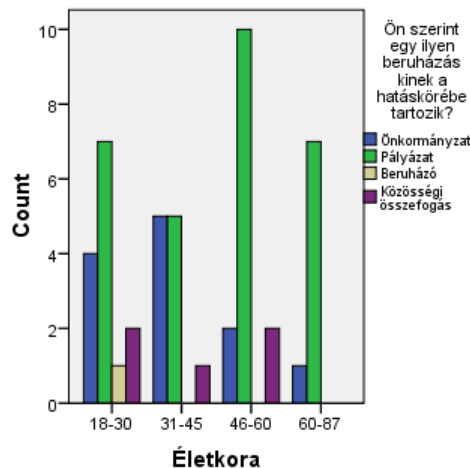


5. ábra: Mennyire kényelmes a fűtésrendszerük a háztartásban?

A válaszadók 56%-át nem foglalkoztatja a fűtésrendszerének átalakítása, miközben 44% nyilatkozta, hogy újítana a fűtésrendszerén. A véleményüket arról, hogy szerintük fenntartható lenne-e egy falufűtőmű helyi biomassza alapanyagból, 52%-a szerint fenntartható lenne, viszont 48% azt válaszolta, hogy nem elképzelhető. Mindez a biomassza hasznosítás és falufűtőmű működésének ismeret hiánya okozza.

A megkérdezettek közel 66%-a csupán részben használná a falufűtőmű által termelt energiát, a lakosokon észlelhető egy bizonyos fokú bizalmatlanság az ilyen berendezésekkel szemben, mely főként az információ hiánnyal magyarázható, ez a fajta félelem az újtól az idősek körében volt kiemelkedő. Több mint 27%-a válaszolta, hogy teljesen igénybe venné, 6% egyáltalán nem használná a távfűtést, mert úgy gondolja drága lenne.

A válaszadók 61%-a szerint vissza nem térítendő támogatással, pályázat útján lehetséges kivitelezni ezt a befektetést (6. ábra). A lakosok egy közhasznú egyesület létrehozásával lehet működtetni egy ilyenfajta erőművet. A lakosság 26%-a úgy gondolja, hogy az önkormányzat feladata, 10%-a szerint közösségi összefogással lehet elérni. A lakosság csupán 2%-a tartja úgy, hogy egy magán beruházó tudná létrehozni a falu-fűtőművet. Az ábrán látható, hogy a fiatalok véleménye jobban megoszlik az alternatívákat illetően, ez annak tudható le, hogy sokkal nyitottabbak, illetve több információval rendelkeznek, mint az idősebb korosztályok. Látható az is, hogy a fiatal lakosság nagyrésze az önkormányzatot jelöli meg, mint kompetens helyi intézményt, akinek a megvalósítás a hatáskörébe tartozik.



6. ábra: A beruházás kivitelezője

A lakosság ismerete a biomassza-tüzelés témakörben meglehetősen alacsony. 80%-a nem ismeri a biomassza-tüzelés kifejezést, viszont 80%-a ismeri a pelletet. Ennek az oka az, hogy a településen két pelletgyártó cég is működik. A megújuló energiaforrások közül a megkérdezettek 97%-a ismeri a napenergiát, a vízenergiát több mint 53%-a, illetve szélenergia közel 49%-a ismeri. A biomassza-féleségek közül ismert a pellet (80%), biobrikett (34%), valamint a biogáz (38%), faapríték vagy szalmahulladék égetését nem ismerik a lakosok. Ebben a tekintetben tehát szükségét érezzük egy átfogó ismeretterjesztő fórum elindítását a lakosság felvilágosítása érdekében.

A megkérdezettek 51%-a támogatná a fűtőmű ellátását saját fahulladékával is, több mint 36% mezőgazdasági melléktermékeket tudna felajánlani, valamint közel 45%-a a legelő takarításból származó hulladékokat begyűjtené erre a célra.

### **Megvalósítási javaslatok**

#### *Falufűtőmű és biogáz üzem kiépítése*

A fentiekben vizsgált fitomassza forrásokat érdemes felhasználni égetéses technológiával falu-fűtőművekben, mindez Romániában egyedi és úttörő kezdeményezésnek számítana. A tanulmány ezen a téren egy újszerű megoldási lehetőséget mutat be, megalapozott környezet energetikai vizsgálatával alátámasztva.

A fent részletezett energiaszükséglet-számítással kiderült, hogy a 96 TJ/éves hőenergia szükséglete van a településnek. A hőhordozó közeg szállítási, elosztási és felhasználási veszteségét figyelembe véve 105 TJ/év hőenergia előállítására van szükség Farkaslakán. Ennek a hőenergia mennyiségnek az előállítására számításaink szerint egy **3,1 MW**-os teljesítményre



van szükség. Figyelembe véve a település hosszan elnyúló szerkezetét, a szükséges vezetékek hosszúságát, illetve a három típusú biomassza forrás meglétét (lágyszárú, fahulladék és hígtrágya) célszerű három különböző technológiai berendezéssel létrehozni egy decentralizált hő- és villamos energia ellátó rendszert.

A fás szárú biomassza potenciál a községben a legnagyobb, ugyanis a vágástéri fahulladékok elérik az évi 1923 t-ás hozamot, a gyümölcsösök nyesevége pedig közel 800 t/éves hozamot biztosítanak, így erre alapozva fűtőértéküket figyelembe véve elegendő alapanyagot biztosítanak egy egy 2 MW-os teljesítményű faapríték alapú hőközpont működtetésére. A 2 MW-os hőerőmű működtetésére megközelítőleg 38-40 TJ/év input fűtőértékű alapanyag kell, aminek biztosítására 3100 t/év-es faaprítékra van szükség.

A második hőközpont egy 1,1 MW-os lágyszárú növényi alapanyagú fűtőmű felépítése, ami a helyi kaszálók főleges takarmányát és a helyi szalmát használná fel. Ennek az erőműnek a műszaki paramétereit tekintve lágyszárú növényi tüzeléssel az óránkénti input anyagmennyiség 3,5-4 tonna, üzemi hőmérséklete 540-600 C°, az éves fűtőanyag felhasználás 32519 tonna szalma és legelőkről betakarított szálas takarmány lehet. A harmadik beruházás egy biogázt előállító fermentor és egy 500 kW-os turbinatelep üzembe helyezése javasolt. Ez utóbbit villamos-és hőenergia előállítására is lehet hasznosítani, amivel biztosítani lehetne a település közintézményeinek a villamos energia ellátását és a közvilágítást. Fent vizsgált három tehénfarm egymás szomszédságában helyezkednek el, így a farmokon rendelkezésre álló hígtrágyát könnyedén lehet egy központi fermentorba irányítani. A rendelkezésre álló hígtrágya mennyisége és az abból származtatható energia előállítás megközelítőleg 16 581,36 GJ energiát jelentene, amely 525,77 kWh-nak felel meg, így egy 0,5 MW-os teljesítményű gázmotor működtetésére alkalmas.

A helyben előállított biomassza alapanyagokból termelt energia közel CO<sub>2</sub> semlegesnek tekinthetjük, ha az energiatermelési folyamat idején kibocsájtott üvegházhatású gázok nem haladják meg a biomassza élet-ciklusa alatt megkötött gázok mennyiségét (BRACMORT, 2016).

A szakirodalom számos eredménnyel rendelkezik az energiatermelés CO<sub>2</sub> kibocsájtása g/kWh-ra vetített értékeit alapul véve. A romániai energiatermelési viszonyok között, figyelembe véve a primér energiaforrások élet-ciklusa alatt kibocsájtott CO<sub>2</sub> mennyiséget, elkészítettünk egy olyan összehasonlítást, amely a különböző energiaforrások használatával a farkaslaki lakosság hő-és villamosenergia előállításának CO<sub>2</sub> kibocsájtási mennyiségeit mutatja be (9. táblázat). Az összehasonlításban láthatjuk a különböző konvencionális fűtőanyagokból előállított 1 kWh-ra eső CO<sub>2</sub> kibocsájtás értékét, valamint az általunk vizsgált biomasszából származó energiatermelés CO<sub>2</sub> kibocsájtását. A biomassza alapú intézményi és falu-fűtőmű működtetésével a helyi CO<sub>2</sub> kibocsájtásnak mennyiségét radikálisan lehet csökkenteni a fent részletezett technológiai kiépítés segítségével. Így lehet elérni a helyi lakosság környezetre gyakorolt hatásának csökkentését, vagyis a település CO<sub>2</sub> lábnyomának jelentős csökkentését.

9. táblázat: CO<sub>2</sub> kibocsájtás a különböző energiaforrások energiahasznosítása során

Primér fűtőanyag	CO <sub>2</sub> kibocsájtás g/kWh	Farkaslaka éves teljes energiafogyasztása MWh****	Teljes energia előállítás esetén kibocsájtott CO <sub>2</sub> (t/év)
Barna kőszén	930*	29 166	27 125
Lignit	950*	29 166	27 708
Kőszénbrikett	860*	29 166	25 083
Földgáz	380*	29 166	11 083
Nyersolaj	742**	29 166	21 641
Biomassza	46***	29 166	1 341

\*IEA 2015; \*\*ABECPO 2011; \*\*\*BURTON RICHTER, 2012; \*\*\*\* Saját becslés

### Közüntézmények hőenergia ellátása biomassza kazánokkal

Az alábbiakban ismertetjük a község közüntézményeinek hőenergia ellátásához szükséges faapríték igényét és azt, hogy az ellátásra mekkora teljesítményű biomassza kazánokra lenne szükség. A kazánok hozzávetőleges értékét Bartha Sándor gépészmérnök, az ErPék Ind. Kft. Tulajdonosa, a Green Energy Romániai Innovációs Biomassza Klaszter alelnöke szolgáltatta a kutatásunk részére (10. táblázat).

A biomassza kazánok által biztosított hőenergia termelést számos helyen CO<sub>2</sub> semlegesnek tekintik, amennyiben a fűtőanyag helyi származású és nem volt szükség nagyobb távolságból szállítani. Amennyiben elfogadjuk, hogy a helyi fűtőanyaggal működtetett biomassza hőközpontok semleges karbon kibocsájtást érnek el, elmondható, hogy évente a farkaslaki közüntézmények fűtése során az új technológia segítségével 1784,41 tonna CO<sub>2</sub> kibocsájtást csökkentünk.

10. táblázat: Farkaslaka község közüntézményeinek fűtése

Település	Épület	Alapterület (m <sup>2</sup> )	Belmagasság (m)	Kazán ára (Euro)	CO <sub>2</sub> kib. csökkentés (t/év)	Kazán (kW)
Farkaslaka	Általános Iskola	840,25	4	6722	625,12	336
Farkaslaka	Elemi iskola	430,3	3,2	2753,9	228,22	138
Farkaslaka	Óvoda	194,85	3	584,55	47,16	29
Farkaslaka	Polgármesteri Hivatal	300	2,8	1680	138,92	84
Székelypálfalva	Iskola	268	3,2	1715,2	142,22	86
Firtosváralja	Iskola	168	4	1344	110,8	67
Kecset	Iskola	270	2,8	756	62,84	38
Székelyszentlélek	Iskola	592	3,2	3788,8	312,56	189
Nyikómalomfalva	Iskola	406	3,2	1299,2	107,49	65
Bogárfalva	Iskola	290	3,2	928	76,07	46
<b>Összesen</b>		<b>3758</b>		<b>21571,67</b>	<b>1784,41</b>	<b>1079</b>

Forrás: ErPék Ind, saját készítés

### Gazdasági megtérülés számítás

#### Hőközpont és kogenerációs üzem

A számításaink szerint az energia önellátáshoz szükséges befektetések költsége közel 1.8 millió euróba kerül, a kivitelezés mellett a telephely vásárlás és engedélyeztetés során felmerülő

költségekkel, pedig 2 millió eurót meghaladó költségekkel kell számolni (11. és 12. táblázat). Következtetésként elmondhatjuk, a projekt gazdaságilag kivitelezhető, annak ellenére, hogy nagy befektetéssel járna. A fenntartás költsége főképp a helyi biomassza melléktermékek begyűjtése, beörlése, tárolásából származik, viszont maga az alapanyagok mivel eddig hulladékként voltak kezelve, így könnyen elérhetőek és szimbolikus költséggel járnak (13. Táblázat). A távfűtés ára háztartásonként fűtési szezonokra leosztva 300 eurós költséget jelentene, ami a jelenlegi tűzifa költségeit tekintve háztartásokként 10-15%-os költségcsökkentést jelentene. A nemzeti vidékfejlesztési támogatások 70-80%-os támogatási programot hirdetett meg a 2014-2020-as tervezési időszakra azon megújuló energiákat hasznosító projektekre, amelyek közellátást biztosít vidéki településeken. Ezen program támogatásával megvalósíthatónak látszik az jelen bemutatott befektetés.

Környezeti és gazdasági szempontból nézve, ha fa alapanyagú hőközpontot kiépítésre kerül és a rendelkezésre álló fahulladékokat a helyi közbirtokossági erdőből biztosítanánk, nagyobb hatékonyságot érnenk el, minthogy minden háztartás külön fűtsön.

11. táblázat: **Hőközpontok és biogázüzem költségei**

Berendezések	Teljesítmény/méret	Költség (€)
Faapríték alapú biomassza hőközpont	2 MW	131 000
Szalma égetésű hőközpont	1,1MW	174 000
Fermentor építése	3000 m <sup>3</sup>	25 000
Gáztározó	6 m <sup>3</sup>	5 000
Turbinatelep	500 kW	1,5-1,8 M

ErPék Ind. Kft alapján

12. táblázat: **Falu-fűtőmű kivitelezési költség táblája**

Munkafázis	Egységár €/m	Aszfaltozott út (7110 m)	Földút (7880 m)
Aszfalt felvágása	3,5 €/m	24 000	–
Gépesített ásás	11,5 €/m	79 890	88 540
Kézi ásás	13,5 €/m	95 865	106 250
Cső ára	45 €/m	319 550	354 160
Cső lerakása	8 €/m	55 920	62 000
Út helyreállítása	47-102 €/m	718 990	371 900
<b>Összesen</b>	<b>128,5-183,5 €/m</b>	<b>1 294 215 €</b>	<b>982 850 €</b>

Forrás: www.isopolus.de alapján

13. táblázat: **Az alapanyag és távfűtés kiadásai az erőművek működése alatt**

Alapanyag	Mennyiség	Költség (€/év)	Megjegyzés
Faapríték, fűrészpor	3 206 m <sup>3</sup>	30 000	Erdőgazdálkodás, legelőtakarítás, fűrésztelepi hulladékok
Energiafűz	26 ha	62 500	Harmadik évtől kezdődően két évenként betakarítás
Szalmahulladék	8 843,75 t	84 375	Szalma, kaszáló és legelőtakarítás
Higtrágya	4 512 t	1600	Három farm alapanyaga
Alkalmazott bérezése és karbantartás	3 fő	26 363	Teljes éves foglalkoztatás
Adók, illetékek		1000	
<b>Összesen</b>		<b>205 838</b>	
Távfűtés	97 700 GJ/év	205 838	1 GJ fűtési energia költsége 2,1 €
Háztartások átlagos fűtési költsége		309,06	666 háztartással számolva

*Intézmények fűtése*

Ahogy a 10. táblázatban megtekinthető, a helyi közintézmények fűtésének vizsgálatakor 8 iskola és egy óvoda épület és a polgármesteri hivatal épületére történtek számítások. Amennyiben figyelembe vesszük azt, hogy a helyi éves fahulladékból származó energia potenciál 45,82 TJ, miközben a közintézmények fűtésére mindössze 6,9 TJ/év-es hőenergia szükséges, kijelenthetjük, hogy az hőellátás a helyi potenciáloknak csupán 15 %-át igényli. A távfűtési rendszer teljes kiépítése révén és a község lakosságának teljes körű rácsatlakozása esetén 97,7 TJ/év-es hőenergia igényre számíthatunk. Ez az energia igény a számításunkba szereplő biomassa melléktermékek kétszeresét teszi ki, így ebben az esetben szükség lenne a fűtőművek ellátására helyi fakitermelésre, energianövények telepítésére, avagy a szomszédos községek területén szintén biomassa hulladékok betakarítását célzó tevékenységek elindítására. Az éves fűtési költségek 5 427 € -t jelentene a helyi költségvetés számára. Az általunk javasolt faapríték-alapú fűtőközpontok költsége támogatás nélkül 21571,67 €. Ezekhez a hőközpontokhoz alapanyag tárolóhely kialakításának költsége még hozzá adódik, az egyes épületek hely-és kivitelezési adottságától függően. A helyi erdőgazdálkodás fahulladékait beörölvé ellátási láncot alakíthatnának ki helyi energiaforrásból, helyi intézmények energia ellátását elérve. A fűtési költségek tekintetében az új beruházás során csak a fahulladékok beörölési és szállítási díjával kell számolni, mindez az eredményezné, hogy az éves „fűtési számla” erőteljesen csökkenne, a beruházás pedig 5-6 év alatt megtérülne.

Az önkormányzat vezetősége pályázati kérelmet kíván benyújtani a farkaslaki iskolákat felújítására, illetve egy napköziotthon felépítésére. 2016 áprilisában kapcsolatba lépett a Green Energy klaszter a helyi döntéshozókkal, amelynek következtében első lépésben egy 500 kW teljesítményű biomassa tüzelésű kazán beépítésén gondolkodnak. A beruházás 15 000 euróba kerül, fűtené a falu központjában lévő két iskolát, az óvodát, valamint az éppen épülő napköziotthont.

***Keret a megvalósításokhoz: Bioenergia Mintafalu projekt***

Farkaslaka község bőséges helyi biomassa potenciállal rendelkezik, továbbá a társadalmi hozzáállás a helyi lakosok között egy bioenergia alapú helyi energia ellátó infrastruktúra tekintetében is pozitív. A jelenlegi kutatás előtanulmányként értelmezhető a jövőbeni megvalósítások érdekében.

A „Horison 2020 Programme for Research and Innovation” program támogatásával nemzetközi együttműködés innovációs együttműködés indul egy „Bioenergy Village (BioVill)” mintafalu kialakítása. A projekt beindítása 2016 márciusában történt a célterületek, illetve Ausztria és Németország 9 partnerének együttműködésével. A programot a németországi „Deutsche Gesellschaft Fur Internationale Zusammenarbeit (Giz) GmbH” irányítja. A nemzetközi együttműködésben Szlovénia, Szerbia, Horvátország, Macedónia és Románia vesz részt Ausztria és Németország vezetésével. Cél, hogy a felsorolt országokban a német és osztrák mintára minden országban kijelöljenek egy mintatelepülést, ami a következő 2016-2019 közötti időszakban az adott ország részére egy energetikailag önálló település stratégiáját építse ki. Időközben elinduljanak a helyi megújuló energiák hasznosítása és a helyi lakosoknak az információ átadás folyamata. Az együttműködési program romániai képviselője a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster. A szervezet már benyújtotta a csatlakozási felkérést a Farkaslaki Polgármesteri Hivatalba. Az első találkozók és bemutatókon kialakult a helyi döntéshozók bizalma és nagy érdeklődéssel jelentkeztek a projektbeni részvételre. Így a hároméves innovációs és kutatási program keretében belül Farkaslaka lehet Románia első „Bioenergy Village” minta faluja. Első technológiai váltásról egyeztetések folynak a Green

Energy Klaszter szakemberei és a helyi döntéshozók között biomassza tüzelésű kazánok beszerzéséről, amik a helyi közintézmények fűtésének biztosítását szolgálná.

A bioenergia-falu olyan falu vagy község, amely a helyi biomasszából, illetve más megújuló energiából megtermeli a saját energiaszükségletét kielégítő energiát. Az erdei fahulladékot, nyesedéket, mezőgazdasági mellékterméket valamint a kommunális hulladékot hő- és elektromos energia ellátására hasznosíthatjuk. A németországi, ausztriai, svédországi dániai vagy norvégiai bioenergia falvak fejlesztésének egyik fő célkitűzése az energia szektor környezetbarátabbá tétele. Kiemelkedő példa Jühnde Németországban, Güssing Ausztriában és Samsø Dániában. Jelenleg ezekben az országokban már néhány száz bioenergia-falu működik.

### *Jó példa Németországban*

Jühnde, Alsó-Szászország déli részén fekszik, 1000 háztartást számlál. A Göttingeni Egyetemen és a Kasseli Egyetemen együttműködve a falunak 2005-ben sikerült elérni, hogy Németország első bioenergia-falujává váljék. A projekt a lakosok döntésén és kezdeményezésén alapult. A német állam 5,4 millió eurós összköltség egyharmadát állta.

A település az elektromos energiafogyasztását és hőigényét biogázból fedezi. A mezőgazdaságban keletkező hígtrágyát és megújuló nyersanyagokat tartályokban tárolják és fermentálják. A szagterhelés elkerülése céljából légmentes rendszereket használnak. Az erjesztés után az alapanyag magas metángáz tartalma biztosítja a gáztüzelésű elektromos generátor üzemanyagát, amely a hőenergiát termel. A kogenerációs üzem által termelt hőt a helyi fűtőhálózatba táplálják be, a háztartások 70%-ának biztosítanak fűtést és elektromos áramot. Télen az ezen felül keletkezett hőigény faapríték eltüzeléséből fedezik. A háztartások éves megtakarítása eléri az 500 eurót. A község a megtermelt áram felét használja fel, a felesleget a villamosenergia hálózatba küldik [NICOLE PAUL 2016).

### *Jó példák Romániában*

#### *Esztelnek*

A településen 2016. március 20.-án biomasszával működő, norvég alapból (European Economic Area – EEA and Norway Grants) finanszírozott hőközpontot adtak át. A létesítmény a községházat, a művelődési otthont, az ifjúsági klubot és az Angustia Egyesület székhelyét fűti. A teljes projekt értéke 219 ezer euró, amelynek 87%-át a Norvég Alap biztosította. A projekt részeként az önkormányzat aprítógépet, energiafűz telepítésére alkalmas háromhektáros területet vásárolt, és a sepsibodoki ErPékInd Kft. cég segítségével kazánházat építettek. A szilárd biomassza előállítását energiaültvényekre, illetve a helyi fahulladékokra alapozzák. Patakmeder, valamint zöldövezet, gyümölcsösök vagy erdőgazdálkodás után visszamaradó fahulladékot is használhatnak (GREEN ENERGY 2016).

#### *Lókod*

Az Udvarhelyszéken található falu főleg a hátrányos helyzetű fiatalok felkarása miatt vált ismertté. A Lóközi Ifjúsági Alapítvány és a Wolter Alapítvány célul tűzte ki a sérült és szociálisan hátrányos helyzetű gyermekek és fiatalok megsegítését. Otthont, munkahelyet és szakképzési lehetőséget biztosítanak a fiatalok számára. 2004-ben létrejön a Homoródmente első biomassza tüzelőanyag-gyártó üzege, valamint létrejön az ezt hasznosító fűtési rendszer beüzemeltetése. A norvég kormány támogatásával elindult a „Fenntartható zöldhulladék-

gazdálkodás” projekt, amelyben a környezetvédelem mellett a hátrányos helyzetű fiatalok foglalkoztatása is fontos (GREEN ENERGY 2016).

### **Céljaik:**

1. biomasszával működő fűtési rendszer kialakítása a Lókodi Ifjúsági Alapítvány műhelyeiben
2. zöldhulladék gyűjtő szolgáltatás építése
3. fahulladékból származó termékek előállítása és értékesítése.

A berendezés alkalmas fűrészpor, faforgács, aprított fahulladék elégetésére. A kazánház mellett aprítéktároló berendezés is található, amelyet egy nagyteljesítményű traktor működtet. Továbbá beszereztek két utánfutót, amivel a faapríték szállítását látják el. A fűtéshez Homoródmente közel 5 falujának több mint 100 ha erdőjének karbantartásával, legelőinek zöldhulladékát, valamint mezőgazdasági melléktermékeket használják fel, ennek köszönhetően a környezet is rendezettebbé válik (LIA Alapítvány, 2016).

### **Következtetések**

Az általunk választott községben a biomassza hasznosításra bőséges helyi alapanyag áll rendelkezésre, miközben a felhasználásra ezekben az években fejlesztettek ki ugyancsak a régióban fellelhető automatizált, utolsó generációs berendezéseket. Ezen hasznosítások stimulálják a mezőgazdasági termelést, így az agro-energetikai tevékenység plusz jövedelemforrás a vidéki térségek számára, valamint a biomassza CO<sub>2</sub>-semlegessége klímavédelmi és fenntarthatósági kérdéseket válaszol meg. Mindez új technológiát és szerkezetváltást követel úgy a termelő, ahogy a fogyasztó részéről is, – állítják a megújuló energiagazdálkodásban előrehaladott német kutatóközpontok –, és mindezt a 21. században a megújuló energiák intenzívebb alkalmazásával érhetjük el. Az energiatermelést és fogyasztást új rendszerben kell, működtetni az új technológiák alkalmazása révén, miközben új, decentralizált energiatermelési és fogyasztási struktúrák kiépítése valósul meg, növelve az energiaellátás biztonságát.

Az általunk kutatott községben a kilenc település kiterjedt területén található a potenciálemelésben szereplő biomassza források. Emiatt a hasznosításkor fontos hangsúly helyeződik a biomasszáknak fenntartható begyűjtésére. A begyűjtési infrastruktúra és kapacitás kiépítésekor számos munkahely képződhet, miközben a helyi technológiai felszereltség színvonala növekszik és sokoldalúvá válik. Ez idő alatt az üvegházhatású gázok kibocsájtását minimalizálni kell ahhoz, hogy a biomassza hasznosítás CO<sub>2</sub> semleges tevékenység vagy kvázi semleges maradjon. Mindezek fényében érvényesül helyi szinten az EU hosszú távú irányelvei a fenntartható és inkluzív fejlődés terén. A megújuló energiaforrások hasznosítására épülő közösségi beruházások sikerességében a helyi lakosság támogató hozzáállása kulcsszerepet tölt be (WÜSTENHAGEN, 2007). Ennek felkutatására is vállalkoztunk és az eredményekben azt látjuk, hogy a helyi lakosság érdeklődő és nyitott az alternatív fejlesztési projektre.

A helyi hő- és villamosenergia termelés egyszeri, viszont nagy méretű beruházást igényel. A decentralizált energiatermelés új technológiai beruházást követel, aminek legkedvezőbb hatása a helyi intézmények hő ellátásában nyilvánulhat meg. A helyi iskolák és közintézmények biomassza alapú fűtésével, ha csak a beruházás értékét tekintjük, 15-20%-os fenntartási költségcsökkenés esetén 6-7 év alatti megtérülést érhetünk el. Emellett tekintettel kell legyünk arra, hogy helyileg számos új munkahelyet hozhat létre, ami a helyi gazdasági élet élénkülését,

változatosságát gyarapíthatja. Mivel elsősorban hulladék fa, szalma és más mezőgazdasági szilárd biomassza a bemenő nyersanyag, a technológia működtetése a helyi környezet rendbe tételét, tisztántartását és egy magasabb szintvonalú karbantartását eredményezné. Farkaslaka, mint közkedvelt turisztikai célpont attraktivitását így tovább növelheti a helyi környezet, községi zöld övezetek parkok és fás területek folyamatos takarításával. A falu-fűtőmű kiépítése a jelenlegi fűtési költségek 10-15%-os csökkenését érhetik el. A komplex falu-fűtőmű rendszer kiépítése nagyságrendileg meghaladja az intézmények fűtésrendszerének retechnológizálását. Mindennek a befektetésnek a megtérülése hosszabb távon értelmezhető, ami 12-14 évet vesz igénybe. Ebben az esetben legalább 10 új helyi munkahely képződik, felüléül a helyi bioenergia alapanyagok üzleti forgalma, így kialakulhat a helyi bioenergia piac, mint új helyi gazdasági szféra.

Biomassza hasznosítás terén már vannak kiemelkedő példák az általunk vizsgált község közelében, ilyen a háromszéki Esztelnek, illetve az udvarhelyszéki Lókod, de a meg kell említeni a homoródalmási kisméretű biogáz előállító rendszert is. A farkaslaki megvalósítás túlmutatna a helyi energia önellátáson. A Horison 2020-as kutatói és innovációs keretprogram segítségével egy olyan pilóta projekt megvalósítására van lehetőség, amely főként az egész országban egy, a bioenergiák hasznosításának demonstrációs szerepét vállalhatja fel (SEBESTYÉN, 2016).

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönetünket fejezzük ki ezúton a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster elnökének és az ErPék Ind. Kft tulajdonosának a kutatásban nyújtott szakmai segítséget. Köszönet ezenkívül a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal munkatársainak, az Állategészségügyi Hivatal, az Erdészeti Hivatal és az RDE Kft. hulladékgyűjtő vállalatnak a rendelkezésünkre bocsájtott adatbázisokat, ami alapján megvalósulhatott a kutatásunk.

### **Hivatkozott források**

- ABECPO (2011): Biomass-Coal Co-firing Power Generation Becoming Popular in Japan, Asia Biomass, 2/2011
- BAI A. (2002): A biomassza hasznosítása, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- BAI A. et al. (2015): Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád, Renewable Energy 85, pp . 777-789.
- BARÓTFI I. (2000): Környezettechnika kézikönyv, Mezőgazda Kiadó, Budapest, digitalis tankönyvtár
- BARTHA S. (2015): A biomassza tüzelésű kazánok előállítása, Sepsiszentgyörgy, <http://greenenergycluster.ro/index.php?language=en&page=42>, letöltés: 2016. október 9.
- BRACMORT K. (2016): Is Biopower Carbon Neutral? Congressional Research Sercive, CRS Report, R41603, Washington, pp. 1-15
- BURTON R. (2016): Seeing energy in three dimensions, Bulletin of the Atomic Schintist Volume 68, Issue 4
- BUNDLAND G. (Ed.) (1987): Our common future: the world commission on environment and development, Oxford University Press, Oxford
- DEL RIO P. (2009): An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability Renew. Sustain. Energy Rev., 13 (2009), pp. 1314–1325

- DOMINEK D. (2008): A biomassza szükségszerűsége és felhasználási lehetőségei Magyarországon. A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát medencében Nemzetközi Konferencia. Pécs: PTE
- GÖNDÖCS I. (2010): Megújuló energiára alapozott komplex kistérségi energetikai modell, Eco-Cortex Tanácsadó Iroda, Pécs
- FAZEKAS I. (2006): Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I., Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 543
- FOGARASSY I. (2001) Energianövények a szántóföldön, Szent István Egyetem, Gödöllő <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kornyezettechnika-eloszo/index.html>, letöltés: 2016. február 8.
- GIELEN at al., (2015): Synergies between renewable energy and energy efficiency, Working Paper, International Renewable Energy Agency (IRENA), Copenhagen and Abu Dhabi
- VAJDA L. (2015): Energy Independence in Romania, Sustainable Energy Week Conference, Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster, Sfantu Gheorghe
- HILLEBRAND B (2006): The expansion of renewable energies and employment effects in Germany Energy Policy, 34 (18), pp. 3484–3494
- IEA (2015): CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, International Energy Agency Source, Edition 2015, pp. 111
- JAKAB CS. et al. [2000) Farkaslaka múltja és jelene, Kalota Könyvkiadó, Kolozsvár, pp. 11-21
- KÁRPÁTI Á. (2002): Lakossági szennyvizek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Ismeretgyűjtemény, Veszprém, Magyarország. 2015. március 20
- KLEVAS V. (2009): Sustainability assessment of the energy projects implementation in regional scale, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13(1), pp. 155-166.
- KOCSIS K. (1992): A biomassza energetikai hasznosítása az agrárgazdaságban. I. Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia. Budapest.
- KURIHARA M. et al. (1999): Methane Production an energy partition of cattle ind the tropics. British Journal of Nutrition, Volume 81., pp. 227-234.
- LEITNER VIKTORIA, LINDORFER JOHANNES (2016): Evaluation of technology structure based on energy yield from wheat straw for combined bioethanol and biomethane facility, Elsevier, Renewable Energy, Volume 87, pp. 193-202, doi:10.1016/j.renene.2015.09.037
- MORENO B. (2008): The effect of renewable energz on employment. The case of Asturias (Spain). Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 12, Issue 3, pp. 732-751.
- MUNKÁCSY B. (2013): A fenntartható energiagazdálkodás földrajzi összefüggései szemelvények az energiaföldrajz tudományterületéből, Kiadó: ELTE-TTK, Budapest
- MURPHY J. D. (2004): Technical, economic and environmental analysis of biogas utilisation. In J. D. Murphy, Technical/economic/environmental analysis of biogas utilisation (old.: 407-427). Cork, Ireland: Applied Energy.
- NICOLE P. (2016): Jühnde 2.0 wird effizienter und flexibler, Energie- und Ressourcenwende, Alternativ Kommunalpolitik 1/2016, pp. 38-39.



- PABLO del R. – BURGUILLO M.: Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework, 2008, pp.1325–1344, doi:10.1016/j.rser.2007.03.004
- PANWAR N. L. et al. [2011]: Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 15, Issue 3, pp. 1513-1524.
- PECZNIK P. – KÖRMENDI P. (1997): *Hőenergia gazdálkodás, biomassza tüzelés*, FM Műszaki Intézet, Gödöllő.
- RECENSAMANT (2011): *Population and Housing Census in the county of Harghita in 2011*, Online: [www.harghita.insse.ro](http://www.harghita.insse.ro), Downloaded: 03.02.2016.
- ROCKY L. AND DAVID J. PARRISH (2009): *Herbaceous crops with potential for biofuel production in the USA*, *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2009 4, No. 057, doi: 10.1079/PAVSNR20094057
- SÁRINGER-KENYERES T. (2001): *Pannon Központ., forrás: Növénytermesztési Technológiák: búza, rozs, árpa, zab*, Online elérhető: [www.pkft.hu/agrarium/eloadas/001\\_1\\_1\\_-buza\\_arpa\\_rozs\\_zab\\_triticales\\_term.pdf](http://www.pkft.hu/agrarium/eloadas/001_1_1_-buza_arpa_rozs_zab_triticales_term.pdf), letöltés dátuma: 2014. március 16.
- SEBESTYÉN T. (2016): *Bioenergy Village Project in Romania*, Energy Independence Conference, Building the Energy Union Together, Sfântu Gheorghe, Romania
- SHELFORD T. (2012): *Estimating Farm Size Required to Economically Justify Anaerobic Digestion on Small Dairy Farms. Enhancing Economic and Environmental Sustainability*, Cornell University, New York.
- SZABÓ A. (2011). *Szennyvízkezelés*. Budapest, Magyarország.
- SZEMÁN L. (2006): *Gyepgazdálkodási alapismeretek*. Gödöllő: Gyepgazdálkodási Tanszék, MKK NTTI.
- TAKÁCS J. (2013): *Kommunális Szennyvizek tápanyagtartalmának csökkentési lehetősége*. Hulladék Online Elektronikus Folyóirat.
- TIAN, Y.Q et al. (2001): *Agricultural and Forest Meteorology* vol. 109 issue.
- TÓTH P. et al. (2011): *Energetika, Digitális Könyvtár*, Budapest, pp. 47-75.
- TRANSELECTRICA (2016) *Capacity of Electric Energy Production from Renewable Energy Sources*, Online: <http://transelectrica.ro/web/tel/home>, Downloaded: 13.02.2016.
- VARGA E. Á. (1998): *Erdélye etnikai és felekezeti statisztikája I.*, Kovászna, Hargita és Maros megye Népszámlálási adatok 1850-1992 között, Pro-Print Könyvkiadó, Csíkszereda, pp. 200-201
- VOFKORI L. (1998): *Székelyföld útikönyve I.*, Cartographia Kiadó, Budapest, pp. 335-340.
- WÜSTENHAGEN et al, (2007): *Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept*, *Energy Policy*, Elsevier, Volume 35, Issue 5, pp. 2683-2691.
- INSS (2015): *Cultivated Areas and Plant Species on the National and Local Level*, National Statistics Institute, Bucuresti, Online: <http://statistici.insse.ro/shop/>, Downloaded: 19.11.2015.
- INSS (2015): *Crop Production of the Main Crops, on the Counties and Localities Level*, National Statistics Institute, Bucuresti, Online: <http://statistici.insse.ro/shop/>, Downloaded: 16.11.2016.

INSS (2015): Use of Land Fund, on the Counties and Localities Level, National Statistics Institutes, București, Online: <http://statistici.INSSE.ro/shop/>, Downloaded: 19.11.2015.

Megújuló energia Esztelneken, online elérhető: <http://www.erdely.tv/hirek/megujulo-energia-esztelneken?page=7>

Korszerű hőközpont Esztelneken, online elérhető:  
[http://www.3szek.ro/load/cikk/89876/korszeru\\_hokozpont\\_esztelneken](http://www.3szek.ro/load/cikk/89876/korszeru_hokozpont_esztelneken)

LIA A. (2016): Lókodi Ifjúsági Alapítvány, Általános tudnivalók, online elérhető:  
[www.lialokod.ro](http://www.lialokod.ro)

Energy Turnaround Part 5. Bioenergy village, a successful model, 2013, online elérhető:  
<https://www.deutschland.de/en/topic/business/innovation-technology/bioenergy-village-a-successful-model>

[www.biovill.eu](http://www.biovill.eu)

[www.deutschland.de](http://www.deutschland.de)

Population and Housing Census in the county of Harghita 2011, National Statistics Institute,

## **Szerzők**

### **Sebestyén Tihamér**

Kutató, Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster  
Sepsiszentgyörgy RO-520064, Sajtó utca 4., Románia  
PhD Hallgató, Babeş-Bolyai Tudományegyetem,  
Földrajz Kar, Regionális Fejlesztések Doktori Iskola  
Kolozsvár, RO 400006, Str. Clinicilor, nr. 4-7.  
[sebesten\\_tiha@yahoo.com](mailto:sebesten_tiha@yahoo.com)

### **Bálint Melinda**

MSc Hallgató  
Babeş-Bolyai Tudományegyetem,  
Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet  
Kolozsvár, RO 400006, Str. Clinicilor, nr. 4-7.  
[balint.melinda93@gmail.com](mailto:balint.melinda93@gmail.com)

**NEW METHODOLOGICAL APPROACHES  
OF TEACHING ECONOMIC SCIENCES**

**Új módszertani megközelítések a gazdaságtudományok oktatásában**

**CSEH PAPP, Imola– RUDNÁK, Ildikó**

---

**Abstract**

This study asks how to reform and enhance the teaching methods of labour economics (as a theoretical subject), a discipline which is associated with a group of economic science subjects. The goal of this subject is to provide an overview of the functioning of the labour market, as well as the international and domestic situation regarding unemployment. After completing study on this subject, students may be able to understand labour market trends, and to provide an explanation of the different relationships, as the discipline demonstrates an approach involving the flexible treatment of knowledge. The study shows the development of educational package history and its examination of efficiency. Certain parts of these theory-oriented subjects will be used by students in their future work, therefore it is necessary to have practice-oriented education. This study (116 people by questionnaire survey) - which is only one component of the complex research - was designed to find out whether the subject of economics can be taught successfully by giving out individual tasks and group work. The assumption is made that the students prefer practice teaching form of any subject. At the same time among the methods used in practice, they prefer that require activation and creativity. Furthermore, the assumption is made that there is a difference in the perception of the subject between those

students who just listened to labour economics, and those who had practice as well. It may be concluded that significant differences of opinion between respondents can be discovered in the subject of the assessment: students who studied the combined form expressed more positivity than those who only attended a lecture. Our hypotheses are confirmed. Based on the results of this study, we plan to compile a collection of methodologies that can assist the practice-oriented education of any other economic science subject.

**JEL code:** I23

**Keywords:** higher education, teaching method, labour economics, practice-oriented training

**Összefoglalás**

A tanulmány arra keresi a választ, hogy miként lehet egy gazdaságtudományi tantárgycsoporthoz tartozó diszciplína – a munkagazdaságtan (mint elméleti tárgy) – oktatási módszereit megújítani. Ezen tárgy oktatásának az a célja, hogy áttekintést nyújtson a munkaerőpiac működéséről, a munkanélküliség nemzetközi és hazai helyzetéről. Mivel ennek az elmélet-orientált tantárgynak bizonyos részeit a hallgatók jövőben munkájukban felhasználják, így válik szükségessé, hogy oktatása gyakorlatorientált legyen. A tanulmány a tárgy oktatásához kidolgozott oktatócsomag

kidolgozásának előzményeit és hatékonyságának vizsgálatát mutatja be. A vizsgálat – mely egy komplex kutatás egyik komponense csupán - célja az volt, hogy 116 fő kérdőíves felmérésével feltérképezze, hogy önálló feladatok és csoportmunka segítségével sikeresen oktatható-e egy gazdaságtudományi tárgy. A feltevés szerint a hallgatók az oktatási formák közül a gyakorlatot kedvelik inkább, bármely tárgy esetében, valamint a gyakorlatokon alkalmazott módszerek közül, azokat részesítik előnyben, amelyek aktivizálnak és igénylik a kreativitást. Feltételezzük továbbá,

hogy eltérés van a tantárgy megítélésében azon hallgatók között, akik csak előadás, illetve akik gyakorlat formájában is tanulták a munkagazdaságtant. Hipotéziseink megerősítést nyertek. A vizsgálat eredményeire alapozva a tantárgy oktatásához olyan módszertani gyűjtemény összeállítását tervezzük, amely bármely más gazdaságtudományi tárgy gyakorlatorientált oktatását is segítheti.

**Kulcsszavak:** felsőoktatás, oktatásmódszertan, munkagazdaságtan, gyakorlatorientált képzés

---

## Introduction and theoretical background

Since the beginning of the 20th century the increase in student numbers of higher education has been characteristic on world economic level, which reached a mass level in the 60s. Namely, after the second World War, a generation that was born due to the economic recovery by this time logged on to higher education. By the end of the '80s due to becoming adults of the second generation of baby boomers the number of students increased again. On the one hand that was the result of parents with higher education, on the other hand, the governments of the States believed in the expansion of higher education a kind of solution, as a result of the economic downturn at that time one of the ways of avoiding unemployment had caused further education.

Between 1970 and 2005 the number of students became three to five times higher in developed countries. The expansion had two clear effect. First, higher education became multisectoral. It needed to meet the needs of the labour market, which required a skilled workforce, which is immediately applicable. Thus, a non-university type institutions were set up to put the students in less time out of the labour market and significantly cheaper. These institutions often only meet regional expectations, because they were able to quickly respond to demand. Actually we can talk about higher education as a concept from this time. On the other hand, heterogeneity became characteristic. This means that it opened the possibility of higher education participation of disadvantaged groups or vocational high school graduates. (HRUBOS, 2006; POLÓNYI, 2009)

The situation was somewhat different in Hungary because the surging participation in higher education was typical. Hungary switched to Soviet model in the 40s and '50s, and that time the number of students aligned with the national economic plans. So, after the initial increase, from 1954 headcount reduction occurred. Later the government increased the number of students due to shortage of professionals in the 1960s, so the number of students was doubled until 1965. By the end of the '60s the number dropped again as a result of the planned economy. By the late 1980s, the higher education population in Hungary was far behind European countries. The reason for this was that the quotas were followed for specialized workforce. (POLÓNYI, 2011)

After the political changes the number of students began to grow again, but in the second half of the '90s it began a new wane due to the problems of funding and fear of overproduction. In 2000s the introduction of the Bologna Process resulted again mass emissions of higher

education. The expansion of higher education was one part of Bologna Process which needed fundamental change. Besides increasing Europe's competitiveness, the expansion was greater emphasis in the reform started by Bologna Declaration in 1999 (HRUBOS, 2006).

Nowadays the incredible growth of knowledge and the widespread of information and knowledge delivery systems require the use of new teaching methods in worldwide. From time to time theories and hypotheses crop up which announced a new method appearance, such as Problem-Solving Method, Project Method, Total Physical Response (TPR) or Education Through Action or Education Through Work Method. (A Problem-Solving approach formulated by Dewey, is based on the principle that learning should be built on problem-solving, on expedient activities and on the students' interest. The Project Method, which was developed by Kilpatrick, is based on the students' interest and joint work of teachers and students. Education Through Action or Education Through Work Method is the result of initiatives of Lay, Decroly and Kerschensteiner. Variants of this method include independent student work by the textbooks, independent student's observations and practical work, as well as programmed education.)

It can be stated that although the programmed education did not spread to the extent that the method makers had imagined, or the team work did not squeeze out the frontal work completely either, and the technical means are not able to replace the work of the teachers, however, the current textbooks are more modern than the ones before twenty-five years, and teaching is more colourful, varied than it was before the "methodical fashion".

Higher education is characterized by hard-defined pedagogical peculiarities and specific problems. It is necessary to find solutions for the effective training of an increased number of students in order to provide them with education that gives them useful knowledge. (OLLÉ, 2009; LENCSE, 2010; EUROPEAN COMMISSION, 2012)

While higher education researchers definitively classify part-time students as adults, and recommend the application of tools and methods proposed by the andragogy science during the training. However, this categorization is not so clear in the case of full-time students. It is difficult to decide in their case whether the proven tools and methods of the education of children or the training of adults lead to a more effective implementation of training objective. (BODNÁR, 2009; ZRINSZKY, 2009; BAÇA, 2014)

Andragogy stresses the importance of self-management, the use of abundant experience, the defining role of practical needs, problem orientation, an equal partnership between teacher and student, and cooperation in understanding problems. (ZRINSZKY, 2009; HROZKOVÁ, 2015)

It is a common experience among part-time students that they have issues with self-management: they expect the teacher to tell them what to do and when, to recommend scientific literature to them, and to ask them only about the textbook material during exams. However, there are many young people among the full-time training students (especially in later semesters) whose independence and self-regulated learning skills are at a higher level, who are ambitious, and have an aspiring personality. Many of them have a job and experience in workforce market and in their profession. They need a strong teacher-student partnership, and mutual recognition of knowledge, experience and skills (GYÓRFYNÉ, 2012; CSEHNÉ, 2013; FLORCZYKIEWICZ, 2014).

## **Material and methods**

During testing at the Szent István University, we found that it is not good to give everything in the framework of the lectures/theoretical lessons. The lecture has no task to transfer symmetrically the knowledge which can be found in textbooks and scientific literatures. The possibility of introducing practice/seminar was prompted because it closely belongs to lecture as these two forms distinctively are alloyed in the teaching of the subject. As a result, it became necessary to structure the learning material, depending on a variety of topics needs more practical or theoretical processing.

At present, in case of Labour Economics the lecture and seminar (practice) are organically connected. In theoretical lessons the professor introduces students to the facts, in the seminars they themselves are aware of them. The lecture shows them it all, the practice the details.

The labour market is the sum of relationships relating to the sale and purchase of labour. Labour economics examines these phenomena. Knowledge of the labour market is essential for students studying human resources; it therefore appears to be an independent discipline in the education program. The goal of teaching Labour Economics is to provide an overview of the functioning of the labour market, as well as the international and domestic situation relating to unemployment. After completing study of this subject, students may be able to understand labour market trends, to provide an explanation the different relationships which convey approach besides flexible knowledge as well. Certain parts of these theory-oriented subjects will be used by students in their future careers. It is therefore necessary to carry out practice-oriented education.

Labour Economics is taught during a single semester at the university. The syllabus structure means that the principles of economics are taught during the second half of the training. According to the syllabus, students should be aware of the organization and economic regulations of labour service systems. During the practical training they learn the techniques for dealing with unemployment, and, relating to this, the potential economic and organizational possibilities.

The most important topics provided by the course are: economic description of the labour market, its features and actors; working time; the concept of the workforce and its structure; causes of unemployment, development and operation of security systems; the system and the role of labour relations; and the situation of particularly vulnerable groups in the labour market. The knowledge that should be gained by students is theoretical, and its application in practice is difficult for even well-educated economic experts. Application of knowledge cannot happen statically: in their future work the students must take into account the specific geographic, economic, environmental changes, and economic bearing capacity of the client. In addition to the dynamic approach, understanding the forecasting functions of economic indicators is a necessity, because the prognosis of unemployment has a major impact. Little research and few test results are available about such application of the economic knowledge.

The role of the labour market has changed drastically in recent years, and therefore we need to change the techniques used in higher education in order to find the correct approach for this. This change is also required for any other known material. Because the institutions behind the movement of the labour market are also very volatile, education based on independent thinking must now provide the main mode of information processing. These requirements are self-evident: one need only to think about concepts such as labour market reconciliation, the regional labour market policy, and the situation of specific groups in the labour market. The modernization of higher education requires a partnership with the teacher-student relationship, beyond which it cannot be questioned education philosophical currents are hidden from Plato to Dewey...

## **Pilot studies**

First, the students had to collect their favourite subjects which they had learned during their studies. Respondents could give multiple responses, and finally they listed 18 favourite subjects. Those subjects are in the first six places, which are studied in seminar too. 36.6% of them chose the labour market studies as their favourite subject, so it was the third most popular subject among students. Then we asked the students to mark which educational form are preferred (theoretical or practice) regardless of the subjects, and explain the reasons for their answers. 116 responses were received, and many of them did not add any reason. The 95 respondents (82%) preferred practice, and 20 (18%) the lecture. One student does not mind the form of education (Fig. 1).

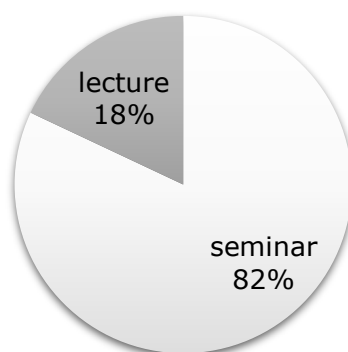


Figure 1: **The distribution of students according to the popular forms of education (%)**

Source: own elaboration

The practice-lovers often wrote: it makes me active, unbound, informal, provides me more thorough knowledge. The major advantages of the theoretical lesson are: much more knowledge could be transferred and they do not require so much attention. Students believed that both forms make the teaching process diverse. There is no fundamental difference in terms of the reasons among students of studying in different levels and forms. Still, it can be noted that participants in MA studies, who have much more experience in learning, say about lecture: you can recognize the connections, and about the practice: you can clarify the 'dark' parts. They also highlight the importance of the team leaders. This suggests that the synthesis is very important for them in the learning process. Table 1 includes all reason. There are some surprising answers (e.g. lecture is better, because I really like to write), and some suggestive ones (in that case practice is better than lecture when the team leader is well-prepared).

Table 1: **Reasons for students regarding popularity of education forms and according to training forms**

Training forms Year	Theoretical lesson/ Lecture	Practice/Seminar
Full-time B. Sc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Because I really like to write</li> <li>- A lot of new material</li> <li>- Interesting</li> <li>- Not picking</li> <li>- Must passively participate in them</li> <li>- Require only little attention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deepen the knowledge</li> <li>- Informal</li> <li>- Good atmosphere</li> <li>- Playful</li> <li>- Easier to remember things</li> <li>- Encourages activity</li> <li>- Livelier, more interesting</li> <li>- More motivated to think</li> <li>- It is possible to express their own opinion</li> </ul>
Correspondence courses B.Sc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- So you do not need to pay attention</li> <li>- Gives a lot of new knowledge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deepen the knowledge</li> <li>- Activates</li> <li>- Good feeling to work together</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A note-learners</li> <li>- Diversifying education</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unbound</li> <li>- Learning by playing</li> <li>- You do not need to take notes</li> <li>- Not boring</li> </ul>
Master's (postgraduate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To recognize the connections here</li> <li>- Summed up</li> <li>- Gives a lot of new information</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clarified the 'dark' parts</li> <li>- Material is imprinted better</li> <li>- Promotes understanding of the theory</li> <li>- Activates</li> <li>- Varied</li> <li>- Unbound</li> <li>- If you are a well-prepared group leader</li> </ul>

Source: own elaboration

In the following, the students were asked to mark the preferred methods used in practices of different subjects. The list below (Table 2) contains a variety of methods in descending order, according to how many people (and the percentage of respondents), liked.

**Table 2: Popularity (frequency) of the teaching methods used in the practices/seminars**

		Number of nominations (People)	Proportion of nominations (%)
1	Brainstorming	139	65
2	Text writing	123	57
3	Puzzle	115	53
4	Fill the worksheets	74	34
5	Photos, pictures	55	26
6	Table analysis	48	22
7	A panel discussion/Talk	44	20
8	Graphs making	41	19
9	Sentence completion	40	18
10	Depiction	36	16
11	Text analysis	35	16
12	Join	31	14
13	Situational game	29	13
14	Abstracts	16	7
15	Weighting	10	5

Source: own elaboration

Based on the opinion of students you can see that the favoured methods are brainstorming, text writing and puzzle. The thematic processing of the learning material could only partially follow them. The least popular methods were abstracts and weighting. Unlike other subjects, the labour market knowledge syllabus does not allow the frequent use of these methods. According to the results by type of training, it is striking that there are no differences in popularity of brainstorming and text writing. The puzzle is nominated in higher proportion among full-time students; analysis of the work with photos, images and tables are rather fond of correspondence students; and making a graph of full-time students; a pictorial representation only loved by higher year full-time students.

Breakdown by years you can realize that the puzzle is classified as less favoured methods of first year students. Sentence completion and fill the worksheets were nominated by higher grades students. Full-time students often use pictorial representation due to the high number of practical lessons, it is likely that is why they prefer. In contrast, students participating in distance education make a poster just twice during their practices. The work with photos and pictures - one of the most commonly used visual method – is popular among correspondent students. The



reason probably is that visualization helps adult students understand the curriculum, find correlations, make synthesis. The graduate students have obtained the creativity of synthesis in their previous studies, therefore they do not particularly need it. Full-time students often meet this method in the lectures, therefore they did not realize its importance. Solving the puzzle requires practice, which first year students have even less.

Based on these studies, the following conclusions are interesting:

- The most preferred subjects are the combined ones (theory and practice). So, the practice helps to like the subject.
- The popularity of practice – lecture as a teaching form is: 82:18.
- Methods marked by students confirm their needs for activity and creativity.

Based on this, the purpose of the research connecting with the subject knowledge was to work out the modalities and check their effectiveness, which allow the practice-oriented education of the labour market and the development of educational package. The developed training package includes just one course curriculum.

### **Making the training package. Scenario of practices/seminars of the labour market knowledge**

The package was designed to start the conversation with the student and instructor. It is important that each component will be able to awaken thoughts and associations, and encourage to ask questions and communicate personal experiences. The instructor's role is to prepare the wording of the questions that manages the processing, and giving answers of expected questions. The team leader/instructor will be able to transfer the educational values of the training package if he also is able to relive the treats of students. During the communication the instructor can complete the information conveyed by tools, if the previous experiences of students allow it, or their interest demand it. Conversations related to treats and experiences can be in all lectures and practices without audio-visual presentation. A key role of the training package is the common experience. If all members of a group experience something together, everyone can join in the conversation, everyone can be a question or a message. The labour market knowledge course syllabus enabled and required a multi-faceted presentation. This is shown by past experience according to which acquisition of the subject in the past caused difficulties for the students because in the processing of the learning material we could not rely on impressions from their everyday lives. Preparation of the training package was important, because knowledge of the labour market is central in whole terms of education, since it is establishing and awareness-raising. The construction of package meant the following tasks:

- Choosing the appropriate tools in accordance with the pedagogical aspirations of training
- Finding those topics of the labour market knowledge whose processing by multi-instrument ensemble promise useful lessons in other areas as well
- Writing of scenarios, drafting of information carriers
- Monitoring the effectiveness of the training package (A part of the trial showed the shortcomings of the initial variation, on the other hand, had an interesting experience)

The basic tenet of educational psychology is that the qualities and skills must evolve by activity. Therefore, the information carriers shall be designed that the tasks force the activity of students and so it would have positive repercussions on the development of their attributes and skills. Drafting the scenario, it was special attention on material parts located at the meeting point of other subjects (sociology, counselling, economic policy, regional disparities, psychology). Furthermore, it is important to have these complex presentation highlighting their integrating

roles.

The developed training package includes just one course curriculum:

- plenary session (PS)
- pair work (P)
- individual work (I)
- team work (T)
- and take turns teaching guidance.

It can be found at Table 3 the consolidated scenario of the course practices, which includes the theme, the structure, the methods used, the forms of work, equipment and materials used.

**Table 3: Consolidated scenario of practices/seminars**

Theme	Structure	Methods	Forms	Equipment and materials
Presentation of the labour market	1. Work-related associations 2. Relationship of psychology and unemployment 3. Effect of long-term unemployment	Brainstorming Text analysis  Talk	PS T  PL	Blackboard Cards Magazine Graph
Working hours	1. Definition of working time 2. The formation of working time 3. Reasons for the reduction of working time 4. Systems of working hours 5. The work schedule	Puzzle Worksheet Talk  Join Brainstorming	T I PS  T PS	Word cards Worksheet Books  Word cards Flipchart
Structure of labour force	1. Sectoral and regional distribution of labour force 2. Qualification and stock distribution of labour force	Table analysis  Graphs making	I  P	Table  Table
Source of labour force	1. Factors affecting the size of the human resources 2. Development of the domestic labour force	Brainstorming  Talk	PS  PS	Pasteboard Cards Video
Movement of labour force	1. Definition of labour force mobility 2. Characteristics of the workplace change	Text writing  Completing sentences	T  I	Audio cassettes Flipchart Worksheet
Information flow in the market	1. Cordless telephone/mobile phone 2. State labour exchange 3. CV writing 4. Writing job ads	Situational game  Puzzle Text writing Brainstorming	P  T I T	Audio cassettes Word cards Flipchart Flipchart
Imbalance in the market	1. Definition of unemployment 2. Types of unemployment 3. Global unemployment 4. Full employment	Completing sentences Join Brainstorming Puzzle	I T PS T	Worksheet Word cards Flipchart Word cards
Unemployment in the EU	1. Unemployment rate in EU countries 2. Employment costs	Graphs making Table analysis Brainstorming	P I T	Table Table Pasteboard
Unemployment in Hungary	1. Appearance of unemployment 2. Development of unemployment 3. Assistance to the unemployed	Talk Graphs making Brainstorming	PS T P	Figure Magazine Table Pasteboard
Statistical records	1. Statistical data collection 2. Institutional statistics 3. Definition of an unemployed 4. Labour sheet	Puzzle Talk Text writing Table analysis	T PS T P	Word cards Book Flipchart Table

	5. Statistical nomenclatures	Brainstorming	PS	Flipchart
Regional labour market policy	1. Employment crisis 2. Place of the regional policy 3. Regional programs 4. Crisis regions	Talk Depiction Work by photos Puzzle	PS T PS P	Book Pasteboard Map Word cards
Atypical forms of employment	1. Application forms 2. Helping family members 3. Casual workers 4. Part-time workers	Talk Brainstorming Table analysis Graphs making	PS T P I	Pasteboard Cards Table Table
Repetition	1. Crossword 2. Matching, abbreviations	Fill the worksheets	I I	Worksheet Worksheet

Source: own elaboration

## Results

### Evaluation of the training package

There were two main goals of preparing this training package: to help the students to study more efficiently and the teachers to teach more easily and willingly. All this, however, had to be verified. We also needed to establish that the training package is operational, it allows you to teach and whether we can learn from it. During the experimental trials it revealed that certain images, texts or methods were substantively incorrect, ambiguous, difficult to manage them and might need a couple of new elements to insert. It was established that one or the other method, material or device should be used differently as well. A number of novel methodological ideas arose in experiences of trying. The efficiency study was meant to reveal shortcomings and merits as well. The assumption is made that there are significant differences between students' perception of the subject, depending on whether the subject previously learned in the form of a traditional lecture or teaching methods as described in the package.

At the time of collecting the data for the study, average age of the students was 20, which is considered to be critical in terms of adult education: most students enter higher education immediately after high school. Many things can only be learned in childhood, but by contrast there are some things that only adults can learn, because only then do they have the necessary experience and knowledge. During the teaching of this subject, we intend to attempt these two aspects at the same time. Based on experience, we propose changing the processing of theoretical lessons by the method of process measurement, which is the maintenance and constant redefinition of concepts that carry important information. Presumably, these two approaches will be successful when combined in education. In the teaching of this subject we also plan to use methodological approaches that are used in traditional academic education.

We asked the opinions of graduate students in connection with the subject of Labour Economics. According to our assumption, there is a difference in the perception of the subject depending on the form the students were taught. The size of the test sample was 116 people. 63 of the students ("Group A", 54%) had both theoretical lessons and practice/seminars in these subjects, 53 students of them ("Group B", 46%) had only theoretical lectures and no practical ones. Processing of the data will be done by comparing these two groups.

Initially, the students had to list their favourite subjects during their studies. The respondents were able to give multiple responses. 16 popular subjects were listed. Labour Economics was in third place (25%) among preferred subjects. A notable difference can be observed between the opinions of the two groups regarding the popularity of the subject. 34.4% of Group A listed this subject as their favourite subject, so this is the third most popular subject among those

students. Whereas for Group B, only 10.1% classified the subject Labour Economics as a favourite subject, making it the sixth most popular subject among those students.

The second question concerned the students' specific attitude toward the subject Labour Economics. They had to reply with predefined responses on a 5-grade Likert scale. Looking at all of the examined samples, the attitude value of responses is 3.6, suggesting that the attitude of 71.3% of students is positive towards the subject. Thus, the attitude of subjects is overall positive, but there is a significant difference between the two groups' reviews (Table 4), according to whether their training was practice/seminars (where students have to work and be active, and group work was done) or presentations/theoretical lessons (the transfer of knowledge happens in frontal form). The attitude value was 4 and 3.05 respectively, which is a significant difference. 78% of students in Group A viewed the subject positively, and 53% of those in Group B. However, there are five times more students in Group B whose attitude is negative towards Labour Economics compared to Group A. There were no respondents in Group B who stated that they valued this subject at the highest level, while more than a quarter of the participants in Group A who had studied with practice marked this category with a high score.

**Table 4. The distribution of the opinions of the two student groups about their relationship of this subject (%)**

Responses	Group A Had practice	Group B Had no practice
Really did not want	3.5	14.5
Did not like	3.5	16.5
Indifferent	15	16
Quite liked	51.5	53
Loved	26.5	0

Source: own elaboration

Next we examined the need for practice/seminars: those who had practice/seminars in Labour Economics (Group A), and how much they agreed that practice/seminars were necessary; the same was asked of those who did not have practice (Group B), and how much would be required. Nearly half of the total sample considered that the subject better suits the training system, if it comes in the form of practice/seminars as well. According to 18.4% of all students, practice is not needed. Three-quarters of students (75.5%) were positive about practice/seminars, and only one fifth of them (20.4%) thought negatively. The students' answers, of course, differed according to whether they had practice/seminars of the subject Labour Economics (Table 5) or not.

**Table 5: Distribution of the opinions of the two student groups about the need for practice/seminar (%)**

Responses	Group A Had practice	Group B Had no practice
No, because this is a theoretical subject	13,3	26,5
No, because I do not like practical exercises	3,3	0
I am uncertain	3,3	5,5
Yes, because I like practical exercises	30	21
Yes, because it better matched teaching of the subject	50	47

Source: own elaboration

The Group A attitude value was 3.9, while it was 3.6 in Group B. In Group A, according to 50% of the students (31 people) practice/seminars were necessary, because the subject fitted better into teaching of the subject. Another 30% (19 people) thought that practice was necessary, because they tend to like that form of education. Only 3.3% of the respondents (two people) were uncertain, and 3.3% (2 people) believed that there is no need to have practice/seminars in this subject, because they do not like this form of education. In Group A, 13.3% of respondents (8 people) said there was no need for practice/seminars, since Labour Economics is a theoretical subject.

In Group B, 47% of students (25 people) thought that practice/seminars would have been necessary, as it better fitted into the course. A further 21% (11 people) thought that it was necessary to practice, because they enjoy practical subjects. Only 5.5% of the respondents (three people) were uncertain regarding the issue, while the other students (26.5% - 14 people) thought practice/seminar was unnecessary, as it is a theoretical subject. It is interesting that no one marked the answer that they do not like educational practice/seminars. There is a striking difference between the opinions of these two groups in the first answer. Out of those who had no practice, twice as many think that there is no need for practice/seminars due to the theoretical nature of the subject than those who participated in the practices/seminars.

There is an outstanding similarity between opinions of the two groups in the fifth answer. Half of the students believe that it is necessary to have practice/seminars as an education form, because the subject is better suited to the training system.

The participants were able to give their opinions about the support of practice/seminar games in their preparations. The total sample attitude value is 3.6. 71.5% of respondents believed that participation in practice/seminars helped them a lot in their study, and only 8.2% felt it was not helpful. The attitude value for Group A was 3.56, and for Group B it was 3.2 (Table 6).

**Table 6: Distribution of the opinions of the two student groups regarding support for practice/seminar games (%)**

Responses	Group A Had practice	Group B Had no practice
Not at all	13.5	0
A bit	6.7	10.5
I am uncertain	6.7	21
Pretty much	56.4	52.7
Very much	16.7	15.8

Source: own elaboration

73% of those students who have had practice/seminars in Labour Economics stated that the practical exercises/games helped them prepare. 6.7% of them were unsure, and 6.7% also thought that it had helped them only a little. In this group, 13.5% felt that practical games did not help at all in their preparation.

Group B was asked whether, if they had participated in practice/seminars, how they felt this would have helped their preparation. 15.8% of the respondents thought that it would have been very helpful for preparation; according to 52.7% it would have helped quite a lot; 21% of students were uncertain on this issue; 10.5% thought that it would have been of only a little help; while no one thought that it would have been no help at all.

Comparing the opinions of the two groups, there is a significant difference in case of the first answer: out of those who had had no practice, no one believes that the practice would not have helped in the preparations, compared to 13.4% of the value of the other group. One fifth of those who had no practice/seminars are uncertain. For both groups positive responses are the highest, 68.4% in total, and there is no significant difference in opinion between the two groups. The students believe that if they are involved in practice/seminars, it will help them in their learning.

There was a significant difference in opinions between the two groups when we asked them about the names of methods used in practices/seminars. The members of the Group A listed mostly those methods which were actually applied in practices/seminars: worksheet filling (crossword), text processing, brainstorming, puzzles, pictorial representation (poster design), working with photos, images (mapping, comic books), writing text, matching, situational practices, adding methods used in other subjects such as 'word poker' and the preparation of case studies. There were no responses from the members of Group B, which is unsurprising, because they do not have the experience to imagine how this theoretical subject works in a practical way.

Summarizing the results of the audit questionnaires, our assumption - that there are significant differences between students in the perception of the subject - was confirmed. Those students who study the subject using a combined method (theoretical lessons and practices/seminars) have different opinions to those who have only had theoretical lessons. Nearly half of both groups think that the practice/seminar form of teaching is necessary for studying Labour Economics, because knowledge is gained more easily and to a higher standard this way.

## Conclusions

The following conclusions are notable:

- Labour Economics is the third most popular subject among 28 subjects studied during the education process. Students who studied this subject in a combined form strongly prefer the subject (third place), compared to those who studied it only as theoretical classes (sixth place). Therefore, the practice/seminars as an educational form contributes to students liking this subject.
- More than half of students have a positive opinion about this subject. However, a positive reaction is one and a half times more positive from those who have experienced practices/seminars. In Group B no one said that they liked this subject very much, but more than a quarter of students who participated in practices/seminars marked this category with a full rating. Five times more students in Group B have a negative attitude towards Labour Economics than Group A.
- Of those who had no practice/seminars, twice as many of them believe that practice/seminars are not necessary because of the theoretical nature of the subject, compared to those who could participate in practices/seminars.
- Half of the students believe that practice/seminars is necessary as an education form, because the subject is better suited to the training system.
- The students believe that the fact that they take part in practice/seminars as part of teaching of this subject helps their learning.

During the observations, it was revealed that students had showed a clear improvement in those types of tasks, which occurred several times (table analysis, brainstorming, matching) during the semesters. From this we conclude that especially the recognition of relationships as basic skills developed in students. The results of the verification confirmed this recognition. The analysis of the midterm showed that students had completed the memorisation skills poorly, while the task of recognizing relationships they had achieved at a much higher level compared to the experience of previous years.

The tests clearly proved that the application of the training package is successful in case of other economic subjects as well. This study should be considered as part of a larger-scaled series of research. This research continuously measures the student's satisfaction, the subjects' usefulness and the proportion of subjects to the practice and theory. The database and its results provide us a summary of the edifications towards possible reforms, changes and innovations. The aim is to provide students with marketable diplomas when they leave the higher education. For this they need advanced skills, which is what we try to give them by modern methods. All of this requires constant methodological review, and consequent revision of teaching in all subjects.

## References

BACA, F. (2014): Intercultural Education as an Imperative of Social Development 2nd IRI International Educational Conference Komárno, 17-21 October 2014 International Research Institute s.r.o. Odborárov 1320/46 945 01 Komárno Slovakia

BODNÁR G. (2009): A felnőttkor, a felnőtttség kritériumai. In: Henczi, L. (szerk.): Felnőttoktató. A felnőttek tanításának-tanulásának elmélete és gyakorlata. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 218-229. p.

CSEHNÉ PAPP I. (2013): Közgazdaságtan-oktatás bölcsészeknek. In: Új kihívások a felsőoktatásban és a pedagógusképzésben, III. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia, Óbudai Egyetem, Budapest, november 21. pp 105-116,

EUROPEAN COMMISSION (2012): Rethinking Education: Investing in skills for better socioeconomic outcomes. Strasbourg, European Commission.

FLORCZYKIEWICZ, J. (2014): Creative Workshop as a Space for Subjective Development 2nd IRI International Educational Conference Komárno, 17-21 October 2014, International Research Institute s.r.o., Odborárov 1320/46 945 01 Komárno Slovakia

GYÓRFYNÉ KUKODA A. (2012): Felsőoktatás: a pedagógia és az andragógia határán. Felnőttképzési Szemle, 2

HROZKOVÁ I. (2015): Learner strategies compared: A case study of a young learner 3rd IRI International Educational Conference, Štúrovo, 31 May – 2 June 2015. International Research Institute s.r.o. Odborárov 1320/46, 945 01 Komárno Slovakia

HRUBOS I. (2006): A 21. század egyeteme. *Educatio*, 4. sz. 665-683

LENCSE M. (2010): Módszertani kérdések a felsőoktatásban. Kooperatív tanulás az egyetemen. *Taní-tani: alternatív iskolai folyóirat*, 52. 1. sz. 37–42. p.

Letöltés: [http://ec.europa.eu/education/news/rethinking/com669\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/education/news/rethinking/com669_en.pdf)

OLLÉ J. (2009): A képzés minőségét befolyásoló oktatás- és tanulásszervezési kérdések a felsőoktatásban. In: Drótos Gy. – Kováts G. (szerk.): *Felsőoktatás-menedzsment*. Budapest, Aula Kiadó, 149-164. p.

POLÓNYI I. (2009): *Oktatás, oktatáspolitikai, oktatásgazdaság*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 480. p.

POLÓNYI I. (2011): *Az ezredforduló hazai oktatása*. Budapest, Új mandátum Könyvkiadó, 275 p.

ZRINSZKY L. (szerk., 2009): *Tanulmányok a neveléstudomány köréből. A megújuló felnőttképzés*. Budapest, Gondolat Kiadó.

## Authors

**Csehné dr. habil. Papp Imola PhD**, associate professor

Szent István University

2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

[papp.imola@gtk.szie.hu](mailto:papp.imola@gtk.szie.hu)

**Dr. Rudnák Ildikó PhD**, associate professor

Szent István University

2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

[rudnak.ildiko@gtk.szie.hu](mailto:rudnak.ildiko@gtk.szie.hu)



## ÉLETTARTAM TÍZEZER ÉVVEL EZELŐTT ÉS MA: TÉNYLEG HOSSZABB IDEIG ÉLÜNK?

**Life expectancy at conception: do we really live longer?**

**HORVÁTH Balázs**

---

### **Összefoglalás**

Tizenkétezer évvel ezelőttig a Föld valamennyi humán lakója természeti népként élt és gyűjtögető-vadászó életmódot folytatott. Az akkor megindult mezőgazdasági forradalom az ember életét lassan minden vonatkozásban alapvetően megváltoztatta: rétegződött a társadalom, átalakult a munka, megváltozott az időbeosztás és a táplálkozás, a további változások tempója pedig felgyorsult. Napjainkig általános a vélekedés, hogy az elmúlt évezredek során bekövetkezett változások minden tekintetben pozitívak voltak, bár vannak olyan kutatók is (pl. DIAMOND 1992, 1997, 2012, HARARI 2012), akik az élet számos területén életminőség-csökkenésre hívják fel a figyelmet. Álláspontjuk szerint a mezőgazdálkodó ember sokáig többet dolgozott gyűjtögető-vadászó őseinél, kevesebb volt a szabadideje, új betegségekre, járványokra tett szert, gyakoribbá vált az éhezés, és az emberek legtöbbször alávéttségbe kényszerült. A helyzet csak az utóbbi száz évben vált az átlagember számára jobbá, akkor is csak a fejlettnek nevezett világban. A közvélemény azonban még ma is csak fejlődés jelenségeit látja, amelyek között különösen büszkének vagyunk az ember élettartamának példátlan meghosszabbodására, s ezt a nem progresszivisták szerzők is ritkán

kérdőjelezzik meg. A cikk e hiedelem alapjait vizsgálja, és arra hoz fel érveket, hogy a kutatók zömének véleményével ellentétben az élettartam-növekedés is jórészt csak látszólagos.

**Kulcsszavak:** alkoholfogyasztás, dohányzás, életminőség, fogamzásgátlás, fogamzáskor várható élettartam, gyűjtögető-vadászó, hadza, környezeti ártalmak, természeti nép, születéskor várható élettartam

### **Abstract**

Until 12 thousand years ago virtually all peoples on Earth lived as gatherers and hunters. The agricultural revolution that started around that time has changed virtually every facets of our lives: quality and quantity of work, diet, health and structure of society are only a few notable areas where substantial changes ensued. It's our widely held belief—nourished by practically all school curricula in the developed world—that these changes have always been highly advantageous to man. However, according to the studies of more and more prestigious researchers (e.g. DIAMOND 1992, 1997, 2012, HARARI 2012), this was not the case. The first farmers had a poorer diet, had shorter statures, suffered from more severe famines and epidemics, had more decayed teeth, worked more, had less leisure time, and

slept less than their hunter-gatherer neighbours. What's more, the situation of agriculturalists hasn't changed much for millennia, if not for the worse: it was only by the end of the 19th century when civilized countries managed—and even then only the most developed ones—to reach the hunter-gatherer standard in terms of life expectancy, and also of some other respects we're so proud of today (like lack of slavery, etc.). Nevertheless, most people still believe that the human history over the last 12 thousand years has been characterised by a continuous progress, and even those who don't—revisionist authors like Jared Diamond—promote the idea that today's civilized people live longer than their gatherer-hunter forefathers. The article investigates the background of this delusion and advances arguments supporting the

view that modern man's longer life span is illusory, unless the lives of embryos are left out of consideration. They shouldn't be since, regardless of what (if any) value we ascribe to them, human embryos do represent a developmental stage of man, hence they are human individuals. As most of them are killed by the prospective mother's overweight, alcohol consumption, smoking, by the polluted air she breathes in, or by the oral contraceptives she uses, the average time a human individual lives is much shorter today than it used to be in our gatherer-hunter past.

**Keywords:** alcohol consumption, environmental harms, foraging societies, gatherer-hunters, Hadza, Life Expectancy at Birth, Life Expectancy at Conception, oral contraceptives, quality of life, smoking

---

## A természeti népek és a születéskor várható élettartam

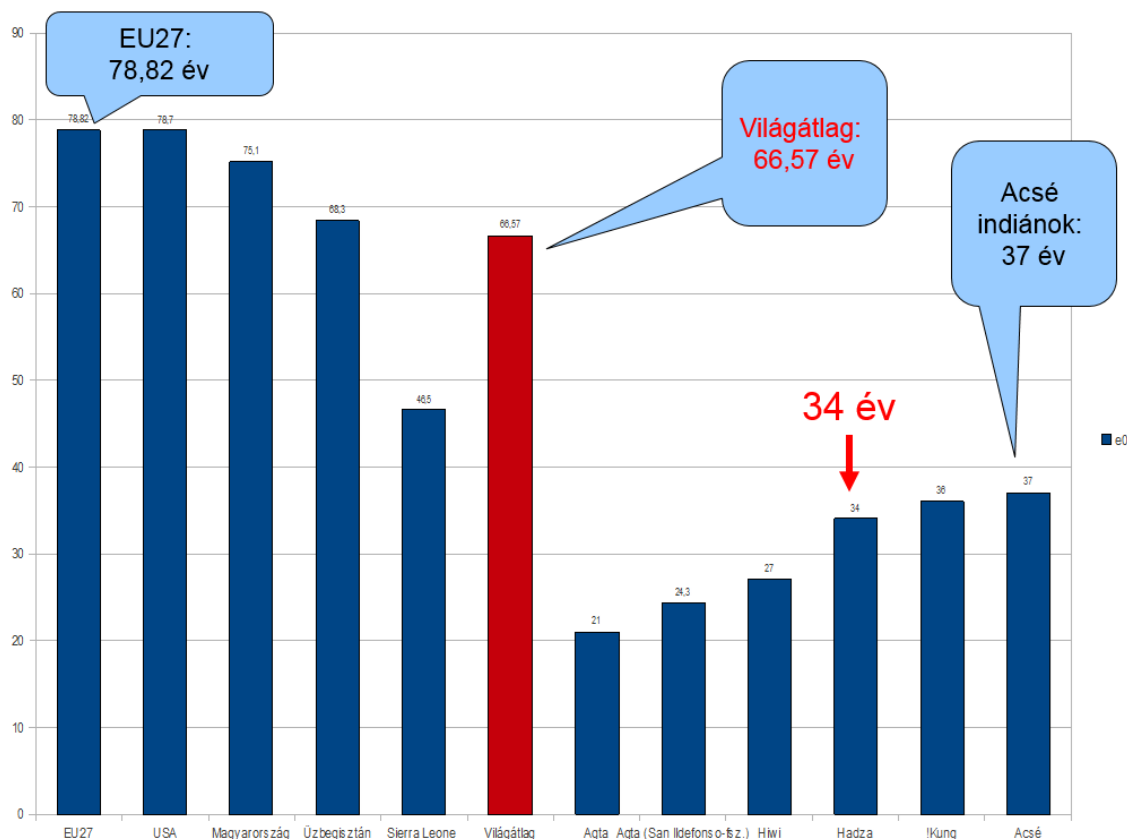
Hosszú ideig abban a tudatban éltünk, hogy a kb. tizenkétezer évvel ezelőtt lezajlott mezőgazdasági forradalom az ember életét minden tekintetben jobbra és teljesebbé tette. Csak a XX. század végén derült fény arra, hogy az első mezőgazdálkodók sorsa még korabeli mércével mérve sem volt olyan irigylésre méltó, ahogy azt íróasztalaink mögül elképzeltük. Valójában az élelmiszertermelés megjelenése az éhínségeket gyakoribbá és súlyosabbá tette, a szabadidőt csökkentette, a munkaidőt növelte, utat nyitott a járványok kialakulása felé, az általános egészségi állapotra katasztrofális hatással volt, megindította az osztálytagozódást, fokozta a nemek egyenlőtlenségét, és a társadalmak többségét fenntarthatatlanná tette (DIAMOND 1992, 1997). Ezen problémák egy része az idők során – főleg a világ gazdagabbik felén – enyhült, de teljesen meg nem oldódott, másik része viszont még súlyosbodott is. Kevés olyan vívmánya maradt civilizált létünknek, amelyekre mai antropológiai ismereteink tükrében is változatlan büszkeséggel tudunk tekinteni. Ezek egyike a modern ember magas élettartama, amelyet minden írás, amely a tudományos-technológiai haladást méltatja, az elsők között szokott említeni (pl. RIDLEY 2011, DIAMANDIS – KOTLER 2012).

A XX. században tanulmányozott természeti népekre valóban nem jellemző túl magas születéskor várható élettartam (Life Expectancy at Birth, LEB). A !kung<sup>22</sup> újszülöttek átlagosan 36 éves élettartamra számíthatnak, a hadzák 34 évre (GURVEN ÉS KAPLAN (2007), a San Ildefonso-félszigeten élő agták 24,3 évre (EARLY – HEADLAND 1998), de a többi ismert vadászó-gyűjtögető nép értékei is belül vannak a 21–37 éves tartományon (GURVEN – KAPLAN 2007). Összevetve ezeket az értékeket a mai államok statisztikáival jól látszik a civilizált társadalmak fölénye. Hazánkban 2012-ben 74,79 év, az Egyesült Államokban 78,37 év, az Európai Unióban 78,82 év volt a születéskor várható élettartam, míg a világlátlagra 66,57

---

<sup>22</sup> A szóban a felkiáltójel csettintő hangot jelöl

évet adtak meg<sup>23i</sup>. A legalacsonyabb érték Sváziföldé (31,88) és Angoláé (38,2), míg a legmagasabb Monacoé (89,73), Macaué (84,41) és Japáné (82,25). Azonban még a sereghajtó Sierra Leone (46,5 év)<sup>ii</sup> és Afganisztán (42 év) (2007-ben: ERBER 2010) értékei is kifejezetten magasnak tűnnek a kortárs természeti népek születéskor várható élettartamához képest (1. ábra).



1. ábra: A születéskor várható élettartam (LEB) civilizált országokban és a gyűjtögető-vadászó népeknél

Természetesen korábban a civilizált világban is rövidebb élettartamok voltak jellemzők. A középkorban két megszületett gyerekből az egyik rendszerint még első életévében meghalt, és az asszonyonkénti átlagosan 20 gyerekből csak 1–2 érte meg a házasulókort. A XIV–XV. században a nők születéskor várható élettartama ezért csak 29,8 év, a férfiaké 28,4 év volt (VOGT-LÜERSEN 2006), és csak az utóbbi három-négyszáz évben figyelhető meg emelkedő tendencia (CANUDAS-ROMO, VAUPEL – KISTOWSKI 2005). Ez az emelkedés azonban nem volt gyors, hiszen a férfiak születéskor várható élettartama még a XX. sz. elején is csak 45 év volt (SZONDY 2012), sőt, az amerikaiaké 1870-ben érte el a 40 évet<sup>iii</sup>. 1900-ban az iparosodott társadalmak tagjai átlagosan 47–55 (STUART-HAMILTON 2006), az Egyesült Államokban 47,3 évig éltek (ERBER 2010).

Az adatok helyes értékeléséhez ismernünk kell a születéskor várható átlagos élettartam fogalmának pontos jelentését. E mennyiség ( $e_0$ ) azon évek átlagos számát adja meg, amelyet az adott évben élve megszületettek megélhetnének akkor, ha a halálozási mutatók éltük során nem változnának (V. HAJDÚ – ÁDÁNY 2012). Másképpen megfogalmazva az emberek fele a

<sup>23</sup>1968-ban a világátlag 1950-ben 45 év, 1998-ban 61 év, 2009-ben 64 év volt, és az ENSZ 2025-re jósolta a 71 év elérését (GIDDENS 2006, 165. és 310. o., SOL 90 PUBLISHING 2009, 14. o.)

születéskor várható élettartamnál fiatalabban, másik fele idősebben hal meg (STUART-HAMILTON 2006). Az  $e_0$  értékéből a halálozási életkorok eloszlása azonban nem derül ki. A hadzák között is előfordulnak 60-70 évesek, és egy 30 éves náluk sem számít aggastyánnak, noha a népre jellemző születéskor várható élettartam csak 34 év. LEB-értékük azért ennyire alacsony, mert fiatal korban aránytalanul sokan meghalnak közülük (az újszülött- és gyerekkori halandóság a természeti népeknél 30–100-szor akkora, mint a mai Egyesült Államokban: GURVEN – KAPLAN 2007), ám akik megérik a felnőttkort, azoknak meglehetősen nagy esélyük van megöregedni.

### Az átlag jelentése

Szinte mindenki tisztában van azzal, hogy a gyűjtögető-vadászó népek születéskor várható élettartama kb. 30 év, és a legtöbben azt is tudni vélik, hogy gyermekeik 50%-a születése után rövidesen meghal. Ebből a két állításból azonban egyenesen következik egy harmadik, amit ritkán szoktak hangoztatni. Hiszen ha a megszületett gyerekek fele szinte 0 éves korban meghal, és átlagosan mégis 30 éves kort érnek meg, akkor a gyerekek másik fele 60 éves koráig kell, hogy éljen. Ezt a következményt azért érdemes kiemelni, mert még egyetemi körökben is – Magyarországon és a tengerentúlon egyaránt – gyakran hallani élcelődéseket a 28 éves gyűjtögető-vadászóról, aki évei alacsony száma ellenére már kihullott fogú, éhkoppon maradt aggastyán, és épp az elmúlásra készülődik. Az ilyen megnyilatkozások mindig a születéskor várható élettartam fogalmának félreértéséből származnak. Elhalálozás természetesen 28 évesen is előfordulhatott (mint ahogy előfordulhat ma is), de ennek mindig épp ebben az életkorban volt a legkisebb a valószínűsége (MARLOWE, 2010). Emellett a természeti népekre a fogak kiváló állapota és a fogszuvasodás szinte teljes hiánya jellemző (TRUSWELL – HANSEN; 1976, DIAMOND; 1992, TRIER, 2008), szemben például a civilizált Magyarországgal, ahol a 35–44 éveseknek átlagosan 15,7 szuvas, hiányzó vagy tömött (decayed, missing, filled=DMF) foga van, a 65-74 évesek 27%-a pedig már az utolsó saját fogát is elveszítette (MORAVA – BÁRDOS, 2012). Ami pedig az éhezést és az alultápláltságot illeti, a gyűjtögető-vadászó társadalmakban, amelyek táplálkozásukat gyakran több száz vad fajra alapozták, ritkán fordult elő (DIAMOND, 1992, 1997; DUNN, 1968; MARLOWE, 2010; LEE, 1979). Ugyanakkor kétszáz évvel ezelőttig a Föld szinte teljes népessége az éhínség szélén tengődött (PONTING, 2007), mi több, még ma is 800 millióan éheznek (KHAN – HANJRA, 2009), és az emberiség nagyobbik fele krónikusan alultáplált (a WHO 2004-es adatát idézi PIMENTEL – PIMENTEL, 2008). A fogatlan, csontsovány huszonéves halálra készülődése tehát épp az ellenkezője a valóságnak, és inkább a civilizált világ jellemzője, mint a gyűjtögető-vadászóé. Érdekes, hogy miközben a 10 millió ember haláláról valótlant állító holokauszttagadókat számos európai országban börtönnel büntetik (némelyikben akár 20 évig tartóval<sup>iv</sup>), több száz milliárd gyűjtögető-vadászó ősünk haláláról nemcsak valótlant állítani, de még a világ fiatalságának tanítani is lehet.

A hadzák 34 éves születéskor várható élettartama szintén elfedi azt a tényt, hogy minden második gyerekük megéri az időskort. MARLOWE (2010) grafikonja alapján megállapítható, hogy a hadza újszülöttek 50%-a átlagosan 5,58 éves, másik 50%-a 62,42 éves koráig él (s a kettő számtani átlaga visszaadja a LEB  $(5,58+62,42)/2=34$  éves értékét). A hosszabb ideig élő 50% élettartama pedig összemérhető a jelenlegi civilizált átlaggal, amely a CIA adatbázisa<sup>1</sup> szerint 66,57 év. E dolgozatban a gyűjtögető-vadászók hosszabb életű 50%-ára jellemző értéket (ami a hadzák esetében 62,42 év) és a civilizált átlagot (66,57 év) jó közelítéssel azonosnak tekintjük. Erre az a körülmény jogosít fel, hogy a hadzák születéskor várható élettartama a XX. századot megért természeti népek közül nem a legmagasabb, és csak azért hivatkozunk épp rájuk, mert az ő esetükben áll rendelkezésre az a túlélési görbe, amelynek alapján az alacsony

és a magas kort megért 50 százalékra jellemző élettartamokat (5,58 ill. 62,42 év) kiszámíthatjuk. A továbbiakból az is egyértelműen kiderül, hogy a pontos értéknek szempontunkból nincs jelentősége.

### A fogamzáskor várható élettartam

A születés kori ( $e_0$ ) mellett egyéb életkorokban várható élettartamokat is lehet definiálni, ilyen például a 45 vagy a 60 éves korban várható élettartam ( $e_{45}$  ill.  $e_{60}$ ). Ezek azt a halálozási életkort adják meg, amire az emberek 45 ill. 60 évesek számíthatnak. Egy 45 éves hadza nem számíthat ugyan arra, hogy a magyarokhoz hasonlóan nagy valószínűséggel 76,8 éves korban hal majd meg, de a statisztikák szerint 68–70 évben jogosan reménykedhet. A természeti népek 45 éves korban várható élettartama azért van ilyen közel a civilizált értékekhez, mert ez a mutató nem tartalmazza a gyerekkorban elhalálozottak adatait. Ezért ha az  $e_{45}$  értékeket vetnénk össze, a gyűjtögető-vadászó és a civilizált népek között nem találnánk akkora szakadékot, mint az  $e_0$  esetében, ám épp a legfiatalabbak sorsának figyelmen kívül hagyása miatt ezt az összehasonlítást nem tekintik relevánsnak. Annyiban a bírálóknak feltétlenül igazuk van, hogy biológiai szempontból már az újszülöttek is emberi egyedek, és ha egy nép élettartamát egyetlen számmal akarjuk jellemezni, akkor vizsgálódásunk nem korlátozódhat egy bizonyos életkornál idősebb emberi egyedekre.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a születés kor várható élettartam esetében is épp ezt tesszük, hiszen csak a megszületett egyedekkel foglalkozunk, sőt magát az életkort is hagyományosan ettől a ponttól számítjuk. Ugyan az így kapott  $e_0$  számos célra megfelel, de ha egy emberi populáció egyedeinek átlagos élettartamát szeretnénk jellemezni, arra semmiképpen nem alkalmas. Az emberi egyedfejlődés a megtermékenyítéssel kezdődik, s a folyamatot épp azért nevezzük így, mert biológiailag már a megtermékenyítéskor keletkező zigóta is emberi egyednek minősül. A humán egyedfejlődés méhen belüli (zigóta, csíra, embrió, magzat) és méhen kívüli (újszülött, csecsemő, kisgyerek stb.) szakaszokra tagolódik, s az ember élettartamának vizsgálatakor – az értelmező kéziszótár szerint *ember* alatt az emberi faj egyedeinek összességét értjük – egyiket sem hagyhatjuk figyelmen kívül. E dolgozatban ezért a fogamzáskor várható élettartam (Life Expectancy at Conception, LEC) bevezetésére teszünk javaslatot. Mivel 0 időpillanatnak a születés időpontját fogadtuk el, és a fogamzás ennél háromnegyed évvel korábban történik, a fogamzáskor várható élettartam jele  $e_{3/4}$ . A LEC egy olyan statisztikai mutató, amely – a születés kor várható élettartammal ellentétben – az emberi egyedek mindegyikének élettartam-adatát magába olvasztva tartalmazza, s ezért a legalkalmasabb két nép halandóságának összehasonlítására.

### A LEC értékét befolyásoló környezeti tényezők

Sajnos nem rendelkezünk olyan műszerrel, amely a petesejt megtermékenyülésekor figyelmeztető hangjelzést adna, és amellyel a zigóta további sorsát nyomon tudná követni. Számos olyan hatásról van viszont tudomásunk, amely a zigótákból keletkező csírák túlélési esélyére befolyással van, s ezáltal a LEC értékét is módosítja. Ezek közül az egyik a leendő anya túlsúlya. FERLITSCH és munkatársai (2004) mesterséges megtermékenyítéskor nyert tapasztalataik értékelésével arra a következtetésre jutottak, hogy a testtömegindex és a teherbeesés valószínűsége között fordított lineáris összefüggés van, azaz minél nagyobb a testtömegindex, annál kisebb a gyermekáldás valószínűsége. Az általuk készített táblázatból kiderül, hogy ha minden egyéb körülmény azonos, a  $18 \text{ kg/m}^2$  testtömegindexű nők 86,9%, a 24-es indexű nők 70,2% teherbe esési eséllyel számolhatnak. Mivel 2008-ban a világon a nők testtömegindexe átlagosan 24,1 volt (FINUCANE et al. 2011), arra következtethetünk, hogy

egy átlagos mai civilizált nő 100 próbálkozásból csak 70,2-szer lesz várandós, míg egy 18-as indexű nő 86,9-szer lenne az. Egy karcsú nő 86,9 terhessége közül tehát az átlagos nőnél csak 70,2 valósul meg, ami karcsú társa terhességeinek 80,78%-a. A testtömegindex és a termékenység közötti összefüggést három évvel később egy újabb vizsgálat is megerősítette<sup>v</sup>.

Egy másik környezeti hatás, amely a csírák túlélési esélyére befolyással lehet, az alkoholfogyasztás. Brook és munkatársai<sup>vi</sup> 2545 pár mesterséges megtermékenyítésének adatait elemezve 2011-ben azt állapították meg, hogy a legalább napi négy italt fogyasztó nők 16%-kal kisebb eséllyel születtek életképes újszülöttet, mint azok, akik csak napi négyet vagy annál kevesebbet ittak. Amelyik párnak pedig mindkét tagja legalább napi négy italt vett magához, azok esélye 21%-kal csökkent azon párokéhoz képest, akik mindketten négynél kevesebbel beérték. A napi négy ital napi 50 gramm, azaz 6,33 egység/nap alkoholtartalommal felel meg<sup>vii</sup>. Egy másik forrás<sup>viii</sup> a Harvard Medical School tanulmányát idézve arról számol be, hogy a pár mindkét tagjának heti 6 egységnyi alkoholfogyasztása a sikeres fogantatás valószínűségét 26%-kal csökkenti.

Ezeket a mennyiségeket összefüggésbe helyezi, hogy egy felmérés szerint 2005-ben Földünk akkori hat és félmilliárd lakójára fejenként 6,1 liter tiszta alkoholnak megfelelő italfogyasztás jutott<sup>ix</sup> (amely egyébként meg sem közelíti az európai unió 15 éven felüli polgárainak 10,2 literes fogyasztását<sup>x</sup>). Mivel 10 ml tiszta szesz 1 egységnek felel meg<sup>6</sup>, az évi 6,1 literből egy hétre jutó 117,30 milliliter 11,73 egységet jelent.

Jelen pillanatban kevés kutatás áll rendelkezésre, és azok eredményeit is nehéz összehasonlítani. Az általunk idézett első napi kb. 6 egység fogyasztását hozza összefüggésbe az esély 21%-os csökkenésével, míg a második heti 6 egységről feltételez majdnem ugyanilyen (26%-os) mérséklő hatást. Ugyanakkor az első esetben nem az egyáltalán nem ivókhöz viszonyítottak, hanem olyanokhoz, akiknek egy része maga is alkoholfogyasztó, de nem lépi túl a napi 6 poharas határt. Így aztán e helyen a harvardi kutatócsoport kisebb hatásról beszámoló eredményét tekintjük kiindulási alapnak. Ha heti 6 adag csakugyan 26%-kal veti vissza a beágyazódni igyekvő csíra esélyeit, akkor a Föld egy átlag lakójának heti 11,73 egységnyi italadagja nyilván legalább ugyanilyen mértékben csökkenti azt. Egy gyermekvállalást tervező átlagos házaspár kilátásai tehát maximum a 74%-át érhetik el egy olyan házaspárénak, akik egyáltalán nem isznak.

A káros szenvedélyek közül talán a dohányzás fejt ki a legnegatívabb hatást a csírák beágyazódására. A WHO világszerte 1,22 milliárd dohányost tart nyilván<sup>xi</sup>, akik naponta átlagban 15 szál cigarettát szívnak el<sup>xii</sup>. Egy holland vizsgálat<sup>xiii</sup> kimutatta, hogy mesterséges megtermékenyítéskor már napi két (a nő által) elszívott cigaretta is 28%-kal csökkenti a gyermekáldás esélyét. Egy másik vizsgálat<sup>xiv</sup> pedig azt találta, hogy a beágyazódás valószínűsége a felénél is kevesebbre csökkent a nemdohányzókhoz képest mind az aktív, mind a passzív dohányosoknál. Az alkoholfogyasztásnál megkezdett gyakorlatot folytatva itt is annak a kutatócsoportnak az eredményeit fogadjuk el, akik a szerényebb hatásról számoltak be.

Mivel 2011-ben 1,22 milliárd dohányos élt a világon, akik egyötöde nő, négyötöde férfi volt<sup>11</sup>, a bolygónkon akkor létezett 3,5 milliárd nő közül 0,244 milliárd ( $=1,22 \times 1/5$ ), a 3,5 milliárd férfi közül 0,976 milliárd ( $1,22 \times 4/5$ ) volt dohányosnak vehető. Annak a valószínűsége, hogy egy bizonyos nő dohányos legyen,  $0,244/3,5=0,0697$ , míg azé, hogy egy bizonyos férfi dohányozzon,  $0,976/3,5=0,2789$ . Az elméletileg lehetséges 3,5 milliárd házaspár között (véletlenszerű párválasztás esetén) 0,0680 milliárd ( $=3,5 \times 0,0697 \times 0,2789$ ) olyan van, amelynek mindkét tagja dohányos,

0,1759 milliárd ( $=3,5 \times 0,0697 \times (1-0,2789)$ ) olyan, amelyikben csak a nő, és 0,9081 milliárd ( $=3,5 \times 0,2789 \times (1-0,0697)$ ) olyan, amelyikben csak a férfi.

Ez összesen 1,152 milliárd párt jelent, a 3,5 milliárd házasság 32,91%-át. A házasságok csaknem harmadában tehát a zigóták vagy csírák 28%-kal kisebb eséllyel fejlődnek újszülötté. Ezúttal is a minimális hatással számolunk, és azt feltételezzük, hogy mindegy, a párok melyik tagja dohányzik (vagy esetleg mindkettő). (Ez a rendelkezésre álló adatok szerint valószínűleg megfelel a valóságnak.)

100 véletlenszerűen kiválasztott családban, amelyek közül 67,09 teljesen nemdohányzó, 32,91 pedig félig vagy egészen dohányzó, a bizonyos idő alatt születhető 100 gyerek közül ténylegesen csak  $67,09 + 32,91 \times (1-0,28)$  születik meg, ami 90,79 gyereket jelent. Ez majdnem 10 százalékkal kevesebb, mint ha a társadalomban senki nem dohányozna.

Az előzőekben három környezetinek tekinthető ártalom beágyazódásra kifejtett hatását elemeztük. Az átlagos civilizált ember túlsúlya 80,78%-ra, az alkoholfogyasztás 74%-ra, a dohányzás 90,79%-ra csökkentette a gyermekáldás esélyét. Együttes hatásukat – eltekintve az esetleges egymást erősítő vagy gyengítő hatásoktól – a csökkentett valószínűségek szorzata adja, ami  $0,8078 \times 0,74 \times 0,9079 = 0,5427$ , vagyis 54%. Csupán annál fogva, hogy túlsúlyosak vagyunk és káros szenvedélyeknek hódolunk, zigótáinknak csak kb. fele jut el a megszületésig. Ez jelentős különbség a gyűjtögető–vadászó társadalmakhoz képest, amelyekben a három vizsgált hatás közül egyik sem fordul elő.

### A környezeti hatásoktól elpusztult csírák

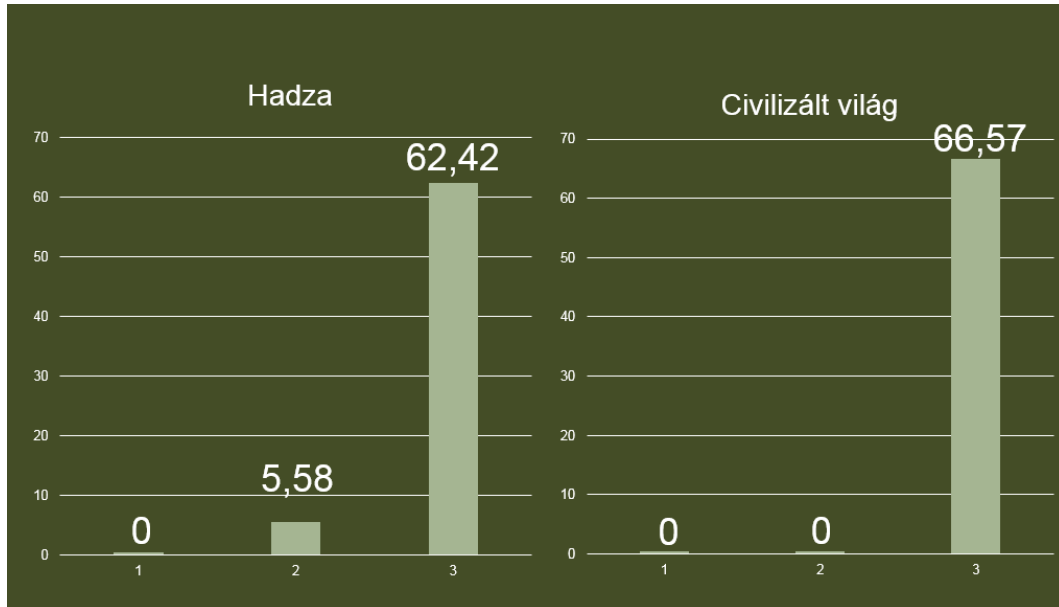
Minden rendelkezésre álló adatunk arra utal, hogy a megtermékenyült petesejtek tekintélyes része normális körülmények között sem jut el a beágyazódásig. Hertig és munkatársainak 1950-es években végzett kutatásai szerint a csírák 30%-a anélkül hagyja el a szervezetet, hogy arról a nő egyáltalán tudomást szerezne. Sőt, az elpusztultak részaránya az egyes források szerint akár elérheti az 50%-ot (CZEIZEL, 2008), a 40-65%-ot<sup>xv</sup>, a 70%-ot<sup>xvi</sup> vagy a 30-60%-ot<sup>xvii</sup> is. John Opitz szülész-genetikus 60-80%-ot tart valószínűnek, amin felül szerinte további 60% abortál az első hét napot követően<sup>xviii</sup>. Ez a 84-92%-os veszteség az jelentené, hogy a megtermékenyült petesejteknek átlagban csak a 8–16%-a születik meg.

A becslések 30%-tól 92%-ig terjedő skáláján e helyütt a középső értéket fogadjuk el. Pillanatnyilag legrealisabbnak az a feltételezés tűnik, hogy civilizált körülmények között – a becslések mind erre vonatkozóan születtek – a zigóták 2/3-a spontán abortusznak esik áldozatul, és csak 1/3-uk jut el a világra jövetelig. Így történik meg az életképes egyedek kiválogatódása, és az egyedek kétharmada nem bizonyul életképesnek.

A civilizált világban tehát három zigóta közül egy megszületik és eléri az átlagos polgárra jellemző 66,57 éves kort, kettő pedig még a méhben, csírá korában pusztul el. Egy zigótára így  $(0+0+66,57)/3=22,19$  év élettartam esik, azaz ennyi a civilizált világban a fogamzáskor várható élettartamunk ( $e_{-3/4}$ ). Az EU27  $e_{-3/4}$ -értéke  $78,82/3=26,27$ , Magyarorszáké  $75,1/3=25,03$  év.

Léteznek azonban olyan társadalmak is, amelyek tagjai nem isznak, nem dohányoznak és nem túlsúlyosak: ilyenek a gyűjtögető–vadászó népek. Bár körükben tudomásom szerint még nem végeztek mesterséges megtermékenyítést, de a vázoltak alapján feltételezhető, hogy 3 zigótájukból 2 is megszületik, s ők ketten megérik a népre jellemző születéskor várható élettartamot. Hiszen ha jelenleg – csaknem 50%-kal csökkent beágyazódási esély mellett – a két életképes csíra közül csak egy fejlődik tovább, akkor jogosan feltételezhető, hogy nem csökkent beágyazódási esély esetén mindkettő életben marad. Valószínű tehát, hogy a hadzák

három megtermékenyített petesejtjéből is az egyik pár napos korában elpusztul (az ő életkora ekkor 0-nak vehető), kettő viszont 34 évesen hal meg (közülük az egyik valószínűleg gyerekkorában, a másik 60-70 évesen). Hármuk halálózaskori átlagéletkora  $(0+34+34)/3=22,67$  év. A hadzák fogamzáskor várható élettartama ennek megfelelően  $e_{3/4}=22,67$  év, a !kungoké  $(0+36+36)/3=24$  év, az acséké  $(0+37+37)/3=24,67$  év. A 2. ábra a három-három zigóta sorsát mutatja kelet-afrikai ill. civilizált körülmények között.



2. ábra: A csírák sorsa a hadza társadalomban és a civilizált világban (túlsúly + alkoholfogyasztás + dohányzás)

### Abortuszok és fogamzásgátlók

Bogomir KUHAR gyógyszerészszakértő becslése (KUHAR, 2009) szerint – amelyet szerzője konzervatívnak nevez –, az Egyesült Államokban évente 7,9–13 millió emberi embrió pusztul el a különféle fogamzásgátló tabletták (amelyek tehát az esetek egy részében beágyazódásgátlóként működnek) és az egyéb, abortusszal járó beavatkozások miatt. A  $13,0/1000$  születési rátájú<sup>xix</sup> és 2011-ben 311,8 milliós népességű<sup>xx</sup> Egyesült Államokban  $311\,800 \times 13 = 4\,053\,400$  gyerek születik évente. Ha az előbb idézett becslés megfelel a valóságnak, ugyanezen időtartam alatt további kb. 10,45 millió csíra (a 7,9 és a 13 millió számtani átlaga) pusztul el, mert nem tud beágyazódni, vagy mert művileg megszakítjuk a terhességet. Ez az összesen  $4,0534 + 10,45 = 14,5034$  millió jelenti a csíráknak azt az 1/3-át, amelyek átvészelték a túlsúly, a dohány és az alkohol hatását, így a közülük megszületett 4,0534 millió csak az összes kb. 9,2%-át képviseli. Ezt úgy kell értelmeznünk, hogy a fogamzáskor várható élettartam csak 9,2%-a a születéskor várható 78,7 évnek, azaz 7,26 év.



**1. táblázat: Az Egyesült Államokban évente elpusztult humán embriók száma és pusztulásuk okai**

Használók száma	Módszer	Évente elpusztult embriók száma	
		Alsó értékhatár	Felső értékhatár
10 000 000	Hormonális fogamzásgátlók (OC)	600 000	3 000 000
1 500 000	IUD	3 825 000	3 825 000
1 500 000	Depo-Provera	1 800 000	2 700 000
1 000 000	Norplant	330 000	2 100 000
1 300 000	Művi abortusz	1 300 000	1 300 000
50 000	Prostaglandin és Saline	50 000	50 000
<b>15 350 000</b>	<b>Összesen</b>	<b>7 905 000</b>	<b>13 025 000</b>

Forrás: Kuhar, 2009

Érdeemes egy példán nyomon követni KUHAR gondolatmenetét. A szájon át szedhető hormonális fogamzásgátlók (Oral Contraceptives, OC) szakirodalmi adatok szerint az esetek 90-98 százalékában akadályozzák meg az ovulációt vagy a spermiumok és a petesejt találkozását, 2-10%-ban viszont úgy hatnak, hogy a méhnyálkahártyát teszik az esetleges csíra fogadására alkalmatlanná. A 10 000 000 amerikai nő közül, aki OC-t szed, havonta tehát legalább 200 000 (2%), legfeljebb 1 000 000 (10%) esetben ez utóbbi történik. Nem mindig van azonban jelen zigóta; KUHAR úgy számol, hogy átlagos nemi életet élő, fogamzásgátlást nem alkalmazó párokban is csak a ciklusok 25%-ában következik be megtermékenyítés. A havi 200 000 – 1 000 000 esetnek csak a negyedrésszében (50 000 – 250 000) történik meg, hogy csíra jön létre, amely a méhnyálkahártya biokémiai viszonyai megváltozása miatt nem tud abba beágyazódni. Az így elpusztuló csírák száma évente nyilván tizenkétszer ennyi, azaz 600 000 és 3 000 000 közötti. Ezt a két adatot találjuk a táblázatban.

A számolás a többi fogamzásgátló szer esetén is hasonlóan történik, és mindenhol megbízható szakirodalmi adatokra épít. Egyedül a terhesség bekövetkeztének 25%-os valószínűsége lehet túlzó, ami inkább csak fiatal és szenvedélyes párokra igaz, és a fogamzásgátlót szedőknek nyilván nem mindegyike tartozik ebbe a kategóriába. E helyen ezért inkább abból indulunk ki, hogy fogamzásgátlás nélkül egy év alatt általában 80%-ban (MIKECZ, 2009), havonta  $80/12=6,66\%$ -ban következik be terhesség. Ez a KUHAR által feltételezett valószínűség  $3,75$ -ad része, így az elpusztuló embriók száma is ebben az arányban csökken, évi 160 000 – 800 000-re. Az OC-k után következő három fogamzásgátló esetén is hasonló mértékű redukció szükséges; a művi abortuszok száma 2012-re 1,05 millióra csökkent az országban<sup>xxi</sup>, a Prostaglandin és a Saline által megölt embriók száma pedig szakirodalmi adat, így ezek változtatást nem igényelnek. A fentiek alapján módosított értékeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Az Egyesült Államokban évente elpusztult humán embriók száma és pusztulásuk okai

Használók száma	Módszer	Évente elpusztult embriók száma	
		Alsó értékhatár	Felső értékhatár
10 000 000	Hormonális fogamzásgátlók (OC)	160 000	800 000
1 500 000	IUD	1 020 000	1 020 000
1 500 000	Depo-Provera	480 000	720 000
1 000 000	Norplant	88 000	560 000
1 300 000	Művi abortusz	1 050 000	1 050 000
50 000	Prostaglandin és Saline	50 000	50 000
15 350 000	<b>Összesen</b>	<b>2 848 000</b>	<b>4 200 000</b>

Forrás: KUHAR 2009 alapján, módosított értékek

Ezzel KUHAR eredeti becslésénél jóval alacsonyabb értékeket kapunk. Azonban még így is arra kell következtetnünk, hogy az USA-ban évente 2,8–4,2 millió (átlag: 3,524 millió) csíra vagy művi abortusz miatt pusztul el, vagy a „fogamzásgátlók” miatt már be sem ágyazódik. Ha ezt összevetjük az ugyanennyi idő alatt megszületett gyerekek hozzávetőlegesen 4 milliós számával, az derül ki, hogy a környezeti ártalmakat túlélt csíráknak (33%) is csak kb. a fele születik meg (16,5%). Ez az USA-ban a fogamzáskor várható élettartamot a születéskor várhatónak nagyjából a hatodával, kb. 13 évvel ( $78,7/6 \approx 13,12$ ) teszi egyenlővé.

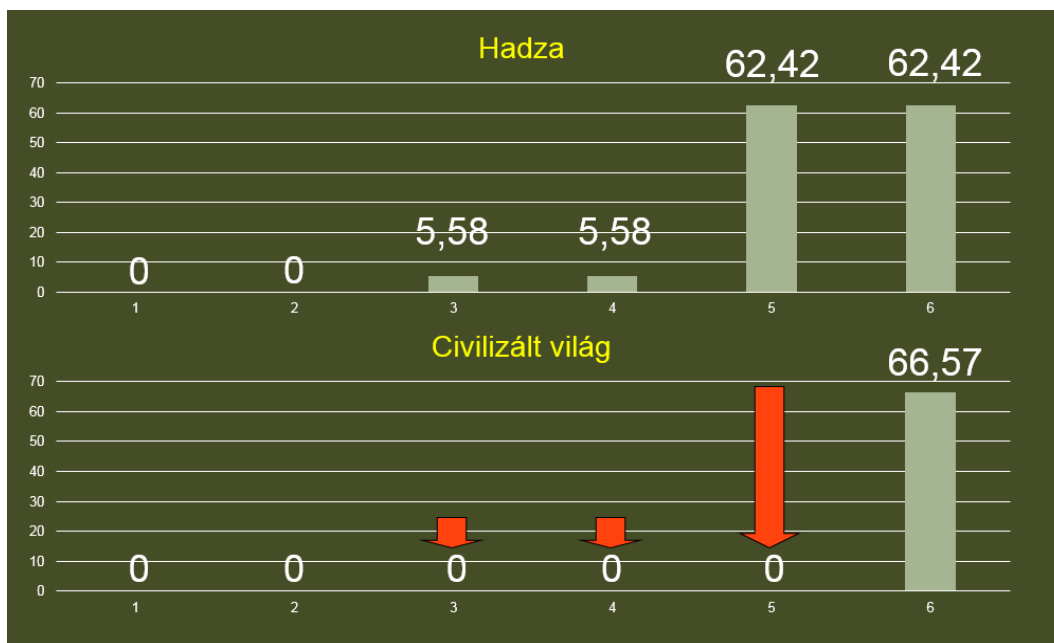
### A csírák élettartamát érintő egyéb hatások

Hogy még ez is alábecslés, arra példa a nitrogén-dioxid esete. E mérgező gáz nagy mennyiségben keletkezik a járművek motorjaiban, ezért főleg a városok levegőjében gyakran nagy koncentrációkat ér el. Már régóta sokféle egészségkárosító hatását ismerjük, de a kutatások újabban azt is kimutatták<sup>xxii</sup>, hogy a NO<sub>2</sub>-koncentráció 1 ppb-vel való növekedése a mesterséges megtermékenyítés esélyét 24%-kal csökkenti. Mivel minden egyes ppb-nyi NO<sub>2</sub>-nak megvan ez a hatása, így hatásuk összeszorozódik. Az Egyesült Államok levegőjének átlagos töménysége 1997-ben 20 ppb volt (FRAMPTON, 2000), 2006-ban 16 ppb, Kanadában pedig 2010-ben 10,8 ppb-t mértek<sup>xxiii</sup>. A városok levegője – ahol ma már a világnépesség több mint fele él – ennél sokkal szennyezettebb, California államban például 1991-ben 8,9 millió ember élt olyan megyékben, amelyek levegője az 53 ppb-s határértéket is túllépte (FRAMPTON 2000). Ugyan ezt biztonsági határnak tekintik, de lakossági figyelmeztetést csak 600, illetve 1200 ppb-nél adnak ki, vészhelyzetnek pedig az 1600 ppb minősül<sup>xxiv</sup>. A nitrogén-dioxid-koncentráció városokban szerte a világon legtöbbször a 10–45 ppb értéktartományban van<sup>xxv</sup>.

Az a háttérkoncentráció, amely még természetesnek vehető, és amelyhez az 1 ppb-vel emelkedést viszonyítani célszerű, a 0,2-5 ppb<sup>24</sup>, amely tartomány középtételeként itt az 1 ppb-t fogadjuk el<sup>xxvi</sup>. Ennél a 2006-os amerikai 16 ppb pontosan 15 ppb-vel nagyobb, és ha minden egyes ppb-vel 24%-kal csökken (azaz a 0,76-szeresére változik) a zigóta végigfejlődési esélye, akkor egy USA-polgár  $0,76^{15} = 0,0163$ -szeres (1,63%) eséllyel indul a gyermekvállalásért azokhoz képest, akik tiszta levegőjű helyen élnek. Vagyis az amerikai zigóták 98,37%-a a nitrogén-oxidokkal szennyezett levegő miatt pusztul el.

Foglaljuk össze és alkalmazzuk a kétféle társadalomra az imént elmondottakat (tekintetbe véve a túlsúlyt, az alkoholt, a dohányt, a fogamzásgátlást és a művi abortuszt, de figyelmen kívül

hagyva a levegőszennyezés hatását). Hat hadza zigóta közül kettő néhány napos korban elpusztul, kettő megszületik és átlagosan 5,58 éves koráig, kettő pedig 62,42 éves koráig él. Hat „civilizált” zigóta közül viszont – feltételezve, hogy az átlagos földlakó az amerikaiakhoz hasonló mértékben él a kémiai fogamzásgátlás és a művi terhességmegszakítás eszközeivel<sup>24</sup> – öt elpusztul, és csak a hatodik születik meg, majd él 66,57 évig (3. ábra).



3. ábra: A csírák sorsa a hadza társadalomban és a civilizált világban (túlsúly + alkoholfogyasztás + dohányzás + fogamzásgátlás + művi abortusz)

### Az eredmények értékelése

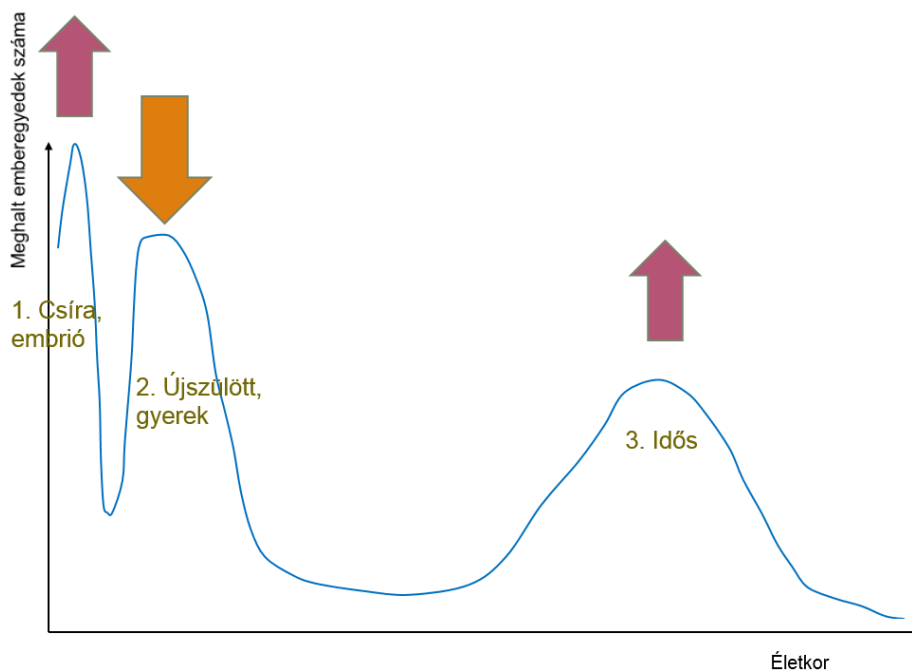
E dolgozatnak nem célja áttekinteni az összes környezeti hatást, amely a beágyazódást negatívan befolyásolja, de tervezett következtetésünk levonásához ez nem is szükséges. Ugyanis már a túlsúly, az alkoholfogyasztás és a dohányzás együtt is körülbelül olyan mértékben csökkenti a civilizált ember fogamzáskor várható élettartamát, hogy jelentősen magasabb születéskor várható élettartama ellenére LEC-értéke a gyűjtögető-vadászó hadzaké alá esik. A kémiaiilag ható fogamzásgátlók és a művi terhességmegszakítás belekalkulálásával – amelyek a természeti népek viszonyai között szintén ismeretlenek – pedig még az így kapott LEC-értékek is feleződnek. (A levegőt szennyező nitrogén-oxidok figyelembe vételével pedig még ezeknél is jóval alacsonyabb értékekhez jutunk.) Születéskor várható élettartamunk kétségkívül magas, de amikor az ember élettartamáról beszélünk, akkor fajunk összes egyedének élettartamát számításba kell vennünk – ez pedig a természeti népekre jellemzőnél jóval alacsonyabb értékekhez vezet.

Az adatok alapján tehát arra kell következtetnünk, hogy fajunk egy átlagos egyedének élettartama az elmúlt 12 000 évben nem magasabb lett, hanem alacsonyabb, és ez a csökkenő tendencia – mivel a városokban élők és a túlsúlyosak aránya várhatóan tovább növekszik – valószínűleg az előttünk álló évtizedekben is folytatódni fog. Számításaink arra utalnak, hogy amikor az emberi halálozás időpontjának az elmúlt évezredek alatt végbement kitolódásáról beszélünk, félreértjük a helyzetet. Noha fejlett orvostudományunknak köszönhetően ma már

<sup>24</sup> A fogamzásgátlás nem annyira elterjedt a világon, mint az Egyesült Államokban, de a nitrogén-oxidoknak a 2. ábra megszerkesztésekor figyelmen kívül hagyott hatása olyan erős, hogy a végső eredmény meghamisítása nélkül élhetünk ezzel a feltételezéssel.

többnyire fel tudnánk nevelni – és az öregkorig el tudnánk juttatni – azokat a gyerekeket, akik a vadászó–gyűjtögető társadalmak idején még egy-két évesen meghaltak, ezt mégsem tehetjük meg, mert ezek a gyerekek nagyrészt ma már meg sem születnek. Sőt, sokan még azok közül is elpusztulnak embrió korban, akik természeti körülmények között megérték volna az időskort (az 5. zigóta a 3. ábrán). A közvélekedéssel ellentétben a civilizációs hatások eredője (melynek mind az orvostudomány, mind a környezetszennyezés a része) nem az, hogy az emberegyedek élettartamát felfelé „húztuk”, hanem az, hogy lenyomtuk (ezt jelzik a 3. ábra nyilai). Az emberi egyedek elhalálzásának átlagos időpontja nem felfelé, hanem lefelé tolódott – némelyeké magasabb lett, sokkal többeké viszont olyan mértékben csökkent, hogy átesett a születés által kijelölt küszöbön, amivel ők statisztikáink számára láthatatlanná váltak. A születéskor várható élettartamból természetesen nem derül ki, hogy e mechanizmus működik a háttérben, ezért a jelenséget eddig a számunkra kedvezőbb módon értelmeztük (és az élettartam növekedéseként könyveltük el). Ennek köszönhető, hogy statisztikáink oly kedvező képet festenek az emberi élettartam helyzetéről civilizált társadalmainkban. Ez a kép azonban a legjobb rendelkezésre álló információk szerint nem felel meg a valóságnak.

Három olyan életkor van, amikor az ember halandósága különösen magas: az embrionális kor elején, a születés utáni években és az időskorban (4. ábra). A gyűjtögető-vadászó időkben a három halandósági hullámhegy mindegyikében az egyedek körülbelül harmada halt meg. A modern civilizációban ez úgy módosult, hogy a születés utáni évek halandósága – az antibiotikumoknak és egyéb orvosi beavatkozásoknak köszönhetően – a minimumra csökkent, az időskori halandóság pedig megnövekedett. (Ez elkerülhetetlen, hiszen akik a gyerekkorban nem pusztultak el, azokra felnőtt- vagy időskorban vár ez a sors.) Az azonban eddig nem volt ismert, hogy az embrionális halandóság is aránytalanul megemelkedett. A középső hullámhegy „lenyomása” tehát a két szélső hullámhegy „felemelkedését” (és az időskori hullámhegy valamelyes jobbra tolódását) eredményezte, amelyek közül az első nem tervezett és nem pozitív fejlemény.



4. ábra: A három halandósági maximum alakulása az elmúlt évezredek során

A gyűjtögető-vadászó életmód hátrányául a leggyakrabban azt hozzák fel, hogy e társadalmakban túl sok gyerek élete fejeződik be még a felnőttkor elérése előtt. A helyes

problémafelvetés azonban nem az, hogy jó-e az 5,58 éves hadza gyerekek elhalálozása, vagy az lenne a jobb, ha ők is 60 év feletti kort érnének meg, mint az átlagos civilizáltak (2-3. ábra). Természetesen utóbbi eset lenne a kedvezőbb, de ennek elérésére civilizációnk sem képes. A helyes kérdés ezért inkább az, hogy ha e gyerekek ilyen fiatalon meghalnak, érdemes-e egyáltalán megszületniük. Másképp fogalmazva: van-e értéke egy olyan életnek, amely 1–15 éves korban befejeződik, és nem folytatódik felnőttkorban. Éljenek-e azért ezek az emberi egyedek átlagosan 5–6 évig, vagy az a jobb, ha akkor már meg sem születnek. A magam részéről erre a kérdésre mindenképpen úgy válaszolok, hogy a gyerekkorban befejeződő életnek is van értéke. Véleményem szerint a felnőttkor nem hoz olyan többletet, amelynek az elmaradása esetén az azt megelőző gyerekkor értéktelenné és értelmetlenné válna. A természeti körülmények között elpusztuló gyerekek 50%-os aránya kétségkívül ijesztő, de e problémának nem megoldása az, ha e gyerekek élete még korábban, már csíra korban véget ér. A civilizáció és főként a tudományos–technológiai forradalom tehát nem megoldást hozott erre a problémára, hanem elmélyítette azt.

Ezen a ponton felvetődhet a kérdés, hogy az alacsonyabb átlagos élettartama ellenére nem jobb-e mégis a túlélési görbe modern kori lefutása. Talán a civilizált csírák közül kevesebben jutnak el a megszületésig, de akik igen, azok nagy valószínűséggel idős korukban halnak meg, míg a természeti népek gyerekeinek fele meg sem éri a felnőttkort. Ezen érvelés elismeri, hogy a modern világban sok csíra elpusztul, de ezt számunkra mégis könnyebben elfogadhatónak ítéli, mint a néhány éves gyerekek halálát, akikhez már személyes kapcsolatok fűznek, és akik maguk is szenvedni képesek. (Míg a csírákkal kapcsolatban egyik probléma sem áll fenn.) Másképpen e megközelítés lényegét úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a természeti társadalmakban 67–68 életévre két halálozás esik, míg a civilizált világban csak egy, és nyilvánvalóan ez utóbbi a jobb. Az így gondolkodók azonban nem veszik figyelembe, hogy a gyűjtögető–vadászó gyerekek kevésbé szerencsés 50%-a is túlnyomórészt egészségben töltött gyerekkor után vagy közben halt meg, és azt sem, hogy a haldoklás és szeretteink elvesztése nem a szenvedés egyetlen forrása az életben. A civilizált ember valószínűleg legalább 50 olyan krónikus betegségtől szenved, amely a mezőgazdaság megjelenése előtt igen ritka volt (Lieberman, 2013), boldogságsszintje alatta marad pl. az eszkimókénak (Biswas-Diener et al. 2009; Szondy, 2010), sőt, a XX. század során a fejlett világban a depresszió (vagyis a végletes boldogtalanság) előfordulásának a gyakorisága a tíz- vagy húszszorosára növekedett (Seligman, 2007). Mindez arra utal, hogy a civilizált ember életminőségbeli fölénye korántsem annyira egyértelmű, mint amilyennek a rendelkezésre álló egészségügyi, antropológiai és pszichológiai adatok áttekintése előtt talán tűnik.

## **Összegzés**

Amennyiben egy populáció egyedeinek élettartamát és egészségi állapotát egyetlen adattal kívánjuk jellemezni, a legjobb választás a fogamzáskor várható élettartam kiszámítása. Ez az adat magában foglalja a legfiatalabb stádiumok túlélési esélyeit is, miközben sokat elárul az általános egészségi állapotról. A születéskor várható élettartam minderre nem alkalmas: bár értéke napjainkban folyamatosan emelkedik, elfedi azt a negatív változást, amely ezzel párhuzamosan a méhen belüli stádiumok élettartamában és az egészségi állapotunkban végbemegy. A fogamzáskor várható élettartam viszont erről is nyújt információt azáltal, hogy értéke az ember legsérülékenyebb fejlődési fokozatai mortalitásának is függvénye. Egy emberi szervezetet meg tudunk menteni a haláltól, ha baktériumok támadták meg, vagy ha valamelyik szerve felmondja a szolgálatot. Egy csírával vagy egy egysejtű zigótával, főképp, ha nem is tudunk a létezésükről, ezt nem tudjuk megtenni. A civilizációnk nőtagjaiban tartózkodó zigótapopuláció egészségi állapotát ezért jobban tükrözi a fogamzáskor várható élettartam. A

születéskor várható élettartam azért nem informatív, mert rengeteg eszközzel rendelkezünk a már megszületettek életének megmentésére, miközben egészségüket sokkal kevésbé vagyunk képesek megjavítani. Nemrég kiderült, hogy a háború után (1946-1964-ben) született amerikai nemzedék tagjai a 2007-2010-ben végzett vizsgálatok szerint kevésbé egészségesek, mint hasonló életkorukban (1988-94-ben) a szüleik voltak: több közöttük a túlsúlyos, a cukorbeteg, többen szednek gyógyszert a vérnyomásukra, magasabb a koleszterinszintjük, többen rokkantak, és szubjektíve is rosszabbnak ítélik meg saját egészségi állapotukat (KING et al. 2013). A LEC ezeket a tényeket tükrözi, a LEB nem.

Bár még ma is az a szemlélet az uralkodó, hogy a gyűjtögető-vadászó életminőség minden tekintetben alatta marad a civilizált mezőgazdálkodónak, és az utóbbi rohamos térhódítása a történelemben tapasztalható fejlődés egyik egyértelmű megnyilvánulása, napjainkban egyre több ennek ellentmondó adat kerül a felszínre. Jelen közlemény mellett érvel, hogy az éhezők aránya, a társadalmi egyenlőség, a munkaidő hossza, a járványok elterjedtsége és a fenntarthatóság (vagy annak hiánya) mellett az ember élettartama egy újabb terület, amelyben a gyűjtögető-vadászó társadalmak minden valószínűség szerint jobban álltak, mint a mai államok. A tudományos fejlődés azért nem hozta meg az ember élettartamának kitolódását, mert bár a higiéniai viszonyok fejlődése, a védőoltások, a fertőtlenítő- és kötszerek, az antibiotikumok az egyik oldalon a hosszabb élettartam érdekében sokat tettek (ami a LEB-ben meg is mutatkozik), a túlsúly, az alkoholfogyasztás, a dohányzás, a levegőszennyezés és a kémiai fogamzásgátlók a másik oldalon ennek ellene hatottak (ami a LEC értékén mérhető le). Nagyon valószínű, hogy a két ellentétes irányú hatás eredőjeképpen az ember élettartama az elmúlt tizenkétezer évben nem nőtt, hanem csökkent.

A fenntarthatatlanság valószínűleg korunk egyik legnagyobb gondja. A globális civilizációt sújtó környezeti, szociális, egészségi, pszichológiai, erkölcsi és egyéb problémák azonban napjainkra oly mértékben összefonódtak, hogy megoldásukra csak együtt, egyszerre, a problémák előítélet-mentes feltárását követően lehet mód. Az emberi élettartam rövidülése összefügg a környezeti problémákkal, és olyan intézkedésekkel kezelendő, amelyek mindkettőben egyaránt javulást hoznak. A környezetvédelmi pszichológia<sup>25</sup> álláspontja szerint (KOGER – WINTER, 2010) ami jó a környezetnek, az az emberi egészségnek is hasznára válik, és fordítva, ezért ilyen cselekvési tervek kidolgozására jó az esélyünk.

## Irodalomjegyzék

BISWAS-DIENER, R. – VITTERSØ, J. – DIENER, E. (2009): Most People Are Pretty Happy, but There Is Cultural Variation: The Inughuit, the Amish, and the Masai. In: Diener, E. (ed): Culture and Well-Being: The Collected Works of Ed Diener, Social Indicators Research Series 38, Springer Science & Business Media B. V., p 8

CANUDAS-ROMO, V. (év nélkül): The Modal Age at Death as an Alternative Measure of Longevity: An Appraisal of Current Research. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health

CZEIZEL E. (2008/1977): Születésünk titkai. Partvonal Könyvkiadó, Budapest, p 280

DIAMANDIS, P. H. – KOTLER S. (2012): Abundance: The Future Is Better Than You Think. Free Press, New York, p 432

DIAMOND, J. M. (1992): The Rise and Fall of the Third Chimpanzee. Harper Collins, New York (Magyarul: A harmadik csimpánz felemelkedése és bukása. Typotex Kiadó, Budapest,

<sup>25</sup> Interdiszciplináris tudomány, amely a környezeti problémákat a pszichológia oldaláról közelíti meg, elismervé azt a tény, hogy a környezeti problémák legfőbb oka az emberi viselkedés.

2002, p 416)

DIAMOND, J. M. (1997): *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. W. W. Norton and Company, New York (Magyarul: *Háborúk, járványok, technikák: A társadalmak fátumai*. Budapest, Typotex Kiadó, 2000, p 451)

DIAMOND, J. M. (2012): *The World until Yesterday*. Viking (Magyarul: *A világ tegnapig: Mit tanulhatunk a régi társadalmaktól?* Typotex Kiadó, Budapest, 2013, p 424)

DUNN, F. L. (1968): *Epidemiological Factors: Health and Disease in Hunter-Gatherers*. In: Lee, R. B. - DeVore, I. (eds): *Man the Hunter*. AldineTransaction, New Brunswick, London, pp 221-392

ERBER, J. T. (2010): *Aging and Older Adulthood*. Second Edition. Wiley-Blackwell, West Sussex, p 504

FERLITSCH, K. – SATOR, M. O. – GRUBER, D. M. – Rucklinger, E. – Gruber, C. J. – Huber, J. C. (2004): *Body Mass Index, Follicle-Stimulating Hormone and Their Predictive Value in In Vitro Fertilization*. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, Vol. 21, No. 12, pp 431-436

FINUCANE, M. M. – STEVENS, G. A. – COWAN, M. J. – DANAEI, G. – LIN, J. K. – PACIOREK, C. J. – SINGH, G. M. – GUTIERREZ, H. R. – LU, Y. – BAHALIM, A. N. – FARZADFAR, F. - RILEY, L. M. - EZZATI, M. (2011): *National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants* . Published online on [www.thelancet.com](http://www.thelancet.com)

FRAMPTON, M. W. (2000): *Nitrogen Dioxide: Evaluation of Current California Air Quality Standards with Respect to Protection of Children*. California Air Resource Board, California Office of Environmental Health Hazard Assessment

GIDDENS, A. (2006): *Sociology*. 5<sup>th</sup> Edition. Polity Press, Cambridge (Magyarul: *Szociológia*. Osiris Kiadó, Budapest, 2008, p 833)

GURVEN, M. – KAPLAN, H. (2007): *Longevity Among Hunter-Gatherers: A Cross-Cultural Examination*. *Population and Development Review*, 33 (2), pp 321-365

HARARI, Y. N. (2012): *From Animals into Gods: A Brief History of Humankind*. (Magyarul: *Sapiens: Az emberiség rövid története*. Animus Kiadó, Budapest, 2015, p 383)

KHAN, S. – HANJRA, M. A. (2009): *Footprints of water and energy inputs in food production – Global perspectives* . *Farm Policy Journal* 34, pp 130-140

KING, D. E. – MATHESON, E. – CHIRINA, S. – SHANKAR, A. – BROMAN-FALKS, J. (2013): *The Status of Baby Boomers' Health in the United States: The Healthiest Generation?* *Jama Intern Med*, February 4, 2013, pp 385-386

KOGER, S. M. – WINTER, D. D. N. (2010): *The Psychology of Environmental Problems: Psychology for Sustainability*. Psychology Press, New York, London, p 482

KUHAR, B. M. (2009/1994): *Infant Homicides through Contraceptives*. *Eternal Life*, Bardstown, p 52

LEE, R. B. (1979): *The !Kung San: Man, Women, and Work in a Foraging Society*. Cambridge University Press, Cambridge, p 526

LIEBERMAN, D. E. (2013): *The Story of the Human Body: Evolution, Health & Disease*. Pinguin Books, London, p 480

MARLOWE, F. W. (2010): *The Hadza: Hunter-Gatherers of Tanzania*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, p 325

MIKECZ T. (2009/2005): *Másállapotban*. In: Koronczai M. - Hollósi N.: *Kismamák és*

kisbabák új egészségkönyve. Kossuth Kiadó, Budapest, pp 69-92

MORAVA E. – BÁRDOS H. (2012): Táplálkozás- és élelmezés-egészségtan. In: Ádány R. (szerk.): Megelőző orvostan és népegészségtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest, pp 591-649

PIMENTEL, D. – PIMENTEL, M. H. (2008): Human Population Growth. In: Jorgensen, S.E. - Fath, B. (Editors): Encyclopedia of Ecology. Elsevier Science, pp 1907-1912

PONTING, C. (2007/1991): A New Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilisations. Vintage Books, London, p 452

RIDLEY, M. (2011): The Rational Optimist. How Prosperity Evolves. Fourth Estate, London (Magyarul: A józan optimista: a jólét evolúciója. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012, p 462)

SELIGMAN, M. E. P. – REIVICH, K. – JAYCOX, L. – GILLHAM, J. (2007/1995): The Optimistic Child: A Proven Program to Safeguard Children against Depression and Build Lifelong Resilience. Houghton Mifflin Company, Boston, New York, p 352

SOL 90 PUBLISHING (2009): Atlasz mundial clarín del estudiante el mundo politico. Barcelona (Magyarul: A Föld politikai és gazdasági térképe. Navigátor Világatlasz sorozat, Kossuth Kiadó, Budapest, 2011, p 95)

STUART-HAMILTON, I. (2006): The Psychology of Aging: An Introduction. 4<sup>th</sup> Edition. Jessica Kingsley Publishers, London and Philadelphia, p 338

SZONDY M. (2010): A boldogság tudománya: Fejezetek a pozitív pszichológiából. Jaffa Kiadó, Budapest, p 204

SZONDY M. (2012): Megélni a pillanatot: Mindfulness, a tudatos jelenlét pszichológiája. Kulcslyuk Kiadó, Budapest, p 236

TRIER, J. (2008): Invoking the Spirits: Fieldwork on the material and spiritual life of the hunter-gatherers Mlabri in Northern Thailand. Jutland Archeological Society, Aarhus University Press, Moesgaard, Aarhus, p 325

TRUSWELL, A. S. – HANSEN, J. D. L. (1976): Medical Research among the !Kung. In: Lee, R. B. - DeVore, I. (eds.): Kalahari Hunter-Gatherers: Studies of the !Kung San and Their Neighbors. Harvard University Press, Cambridge, pp 166-194

VAUPEL, J. W. – V. KISTOWSKI, K. G. (2005): Der bemerkenswerte Anstieg der Lebenserwartung und sein Einfluss auf die Medizin. Springer Medizin Verlag, (48), pp 586–592

V. HAJDÚ P. – ÁDÁNY R. (2012): A lakosság egészségi állapotának jellemzésére szolgáló globális indikátorok. In: Ádány R. (szerk.): Megelőző orvostan és népegészségtan. Medicina Könyvkiadó, Budapest, pp 64-81

VOGT-LÜERSSSEN, M. (2006): Der Alltag im Mittelalter. Books on Demand GmbH, Norderstedt, p 350

## Szerző

### **Dr. Horváth Balázs, PhD**

egyetemi docens

Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki tanszék

Győr, Egyetem tér 1. 9026

horvbal@sze.hu

---

<sup>i</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_life\\_expectancy](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_life_expectancy) (2014. április 6.)



- ii <http://www.worldlifeexpectancy.com/your-life-expectancy-by-age> (2014. április 6.)
- iii <http://www.otvenentul.hu/page.php?PageID=26382> (2014. április 6.)
- iv <https://hu.wikipedia.org/wiki/Holokauszttagad%C3%A1s> (2016. április 17.)
- v <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/12/071211233947.htm> (2014. április 6.)
- vi [http://journals.lww.com/greenjournal/Fulltext/2011/01000/Effect\\_of\\_Alcohol\\_Consumption\\_on\\_In\\_Vitro.20.aspx](http://journals.lww.com/greenjournal/Fulltext/2011/01000/Effect_of_Alcohol_Consumption_on_In_Vitro.20.aspx) (2014. április 6.)
- vii [http://en.wikipedia.org/wiki/Unit\\_of\\_alcohol](http://en.wikipedia.org/wiki/Unit_of_alcohol) (2014. április 6.)
- viii [http://www.bionews.org.uk/page\\_50154.asp](http://www.bionews.org.uk/page_50154.asp) (2014. április 6.)
- ix [http://www.economist.com/blogs/dailychart/2011/02/daily\\_chart\\_global\\_alcohol\\_consumption](http://www.economist.com/blogs/dailychart/2011/02/daily_chart_global_alcohol_consumption) (2014. április 6.)
- x <http://expathhealth.org/country-alerts/alcohol-consumption-in-europe-double-the-global-average/> (2014. április 6.)
- xi [http://en.wikipedia.org/wiki/Prevalence\\_of\\_tobacco\\_consumption](http://en.wikipedia.org/wiki/Prevalence_of_tobacco_consumption) (2014. április 6.)
- xii <http://library.thinkquest.org/17360/text/tx-e-pod.html> (2014. április 6.)
- xiii <http://www.ivfvictoryphilippines.com/blog/2013/04/20/effects-of-smoking-on-ivf/> , <http://news.healingwell.com/index.php?p=news1&id=524974> (2014. április 6.)
- xiv [http://www.guardian.co.uk/uk/2005/may/26/smoking\\_health](http://www.guardian.co.uk/uk/2005/may/26/smoking_health) (2014. április 6.)
- xv <http://www.whattoexpect.com/pregnancy/pregnancy-health/complications/miscarriage.aspx> (2014. április 6.)
- xvi <http://miscarriage.about.com/od/pregnancyafterloss/qt/miscarriage-rates.htm> (2014. április 6.)
- xvii [http://www.fertilitytoday.org/recurrent\\_miscarriage2.html](http://www.fertilitytoday.org/recurrent_miscarriage2.html) (2014. április 6.)
- xviii <http://www.bluewavenews.com/2011/11/mississippi-is-turning-women-into.html> (2014. IV. 6.)
- xix <http://kff.org/other/state-indicator/birth-rate-per-1000/> (2014. április 6.)
- xx <http://geography.about.com/od/obtainpopulationdata/a/uspopulation.htm> (2014. április 6.)
- xxi <http://www.numberofabortions.com/> (2014. április 6.)
- xxii <http://www.nhs.uk/news/2010/05May/Pages/air-pollution-IVF-success.aspx> (2014. április 6.)
- xxiii <http://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=En&n=C8BFC3F2-1> (2014. április 6.)
- xxiv <http://www.air.dnr.state.ga.us/information/no2.html> (2014. április 6.)
- xxv <http://www.air-quality.org.uk/04.php>, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc004.htm> (2014. április 6.)
- xxvi <http://www.ilo.org/oshenc/part-vi/indoor-air-quality/item/526-nature-and-sources-of-indoor-chemical-contaminants> (2014. április 6.)