

# Climatters

## Tanulmányok a fenntarthatóságról



Szerkesztette  
BESENYEI MÓNICA



LUDOVIKA  
EGYETEMI KIADÓ

CLIMATTERS  
TANULMÁNYOK A FENNTARTHATÓSÁGRÓL

Vákát oldal

# CLIMATTERS

Tanulmányok a fenntarthatóságról

Ludovika Egyetemi Kiadó ❖ BUDAPEST, 2021

A kiadvány a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosító számú,  
„A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű  
kiemelt projekt keretében jelent meg.

Szerkesztette  
Besenyei Mónika

Szerzők

Bábosik Mária	Viktorija Mangaroska
Bárány László	Kosto Mangaroski
Ugo Bardi	Mészárosné Póss Anett
Borzán Anita	Németh Zsolt
Boziné Pullai Krisztina	Páldy Anna
Daniel R. Brooks	Pápai Petra
Czédli Herta	Ilaria Perissi
Erdélyi Éva	Petrikovszki Renáta
Sara Falsinia	Simonyi Gyula I.
Ferencz Zoltán József	Südiné Fehér Anikó
Fülöp Sándor	Szekeres Bernadett
Gorliczay Edit	Szigeti Tamás
Győri Zsuzsanna	Szóllósi Nikolett
Hankó Gergely	Szűcs Krisztina
Heincz Balázs	Tamás János
Jakuschné Kocsis Tímea	Tóth Ferenc
Kántor Sztella Nóra	Tóth Gergely
Kirovna Rácz Réka Magdolna	Tóth József
Krausz Dóra	Varga Béla
László Pál	Varga Zsolt
Lovasné Avató Judit	Zachár János

© Kiadó, 2021

© Szerkesztő, 2021

© Szerzők, 2021

A mű szerzői jogilag védett. Minden jog, így különösen a sokszorosítás, terjesztés és fordítás joga fenntartva. A mű a kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül részben sem reprodukálható, elektronikus rendszerek felhasználásával nem dolgozható fel, azokban nem tárolható, azokkal nem sokszorosítható és nem terjeszthető.

# Tartalom

I. Bevezető tanulmányok	11
Four Simple Dynamic Models to Understand Sustainability ( <i>Ilaria Perissi – Ugo Bardi – Sara Falsinia</i> )	13
Introduction	13
1. Methodology: modelling sustainability	14
2. Sustainability management: results and discussions	14
3. Conclusion	20
4. References	20
Climate Change and Emerging Infectious Disease: An Evolutionary and Practical Perspective ( <i>Daniel R. Brooks</i> )	23
References	29
II. A természetierőforrás-válság biztonságpolitikai kihívásai	31
Magyarország hidrológiai eredetű katasztrófaveszélyeztetettségének változásai az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás tükrében ( <i>Kirovné Rácz Réka Magdolna</i> )	33
Bevezetés	33
1. A csapadékhullás és a hidrológiai eredetű katasztrófák kialakulásának alapvető összefüggései	34
2. A 2017. ősz és 2018. május között bekövetkező hidrológiai eredetű katasztrófák, káresemények Magyarországon	34
3. Következtetések	37
Felhasznált irodalom	37
The Global Water Crisis ( <i>Balázs Heincz</i> )	39
1. Global water governance	40
2. The way forward	45
References	46
III. From Person to Planet: Scaling Sustainable Practices	49
Sustainable Future: Building on the Study of Natural Systems ( <i>Krisztina Szűcs – László Pál</i> )	51
Introduction	51
1. Goals and objectives	51
2. Understanding the evolution of cooperation	52
3. The identification of units for the research	52
4. Planned work methodology – next steps	55
5. Summary	56
References	56
Regional Response to the Climate Challenge – Climate Financing by the Multilateral Development Banks ( <i>Mária Bábosik</i> )	59
Introduction	59
1. From climate change to climate finance	59

2. The role of multilateral development banks in climate finance	63
3. Summary	65
References	66
Crusade against the carbon dioxide or how the civil aviation industry tries to rein its ever increasing carbon dioxide emission ( <i>Béla Varga – József Tóth</i> )	69
Introduction	69
1. Carbon neutral growth of international aviation	71
2. CORSIA in a nutshell	72
3. CORSIA schedule and participants	75
4. The determination of carbon dioxide emission baseline and offset calculation	77
5. Immediate tasks of the Aircraft Operators and National Aviation Authorities	78
6. CORSIA and the Paris Agreement and the EU ETS	79
7. Conclusion	79
References	80
IV. Társadalmi-gazdasági átmenet lehetőségei	81
Vállalati környezetvédelem – megoldva? – Az elmúlt évtizedek sikerei és a mai kihívások ( <i>Győri Zsuzsanna</i> )	83
Bevezetés	83
1. A Green Mentor program tapasztalatai	84
2. Környezetbarát és attól távol álló megoldások	87
3. Következtetések	88
Felhasznált irodalom	89
Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásai és számszerűsítésük nehézségei ( <i>Erdélyi Éva – Jakuschné Kocsis Tímea – Lovasné Avató Judit</i> )	91
Bevezetés	91
1. Kutatások az élelmiszer-termelés környezeti hatásairól	91
2. Kutatások az élelmiszer-felhasználás és a vendéglátóipar környezeti hatásairól	93
3. A karbonlábnyom számításának módszerei	94
Felhasznált irodalom	95
A háztartási élelmiszer-pazarlás modellezése ( <i>Zachár János</i> )	99
Bevezetés	99
1. Modellek	99
2. Elszakadás az élelmiszerfüggő viselkedéstől	101
3. Látens változók az élelmiszer-pazarlási modellben	103
4. További vizsgálati lehetőségek	103
Felhasznált irodalom	103
A gazdasági növekedés hármas határának kiszámítása felé (Towards the quantitative estimation of the triple limits to economic growth) ( <i>Tóth Gergely</i> )	105
1. A projektektől a paradigma felé	105
2. A gazdasági növekedés hármas határa	111
3. Összegzés	113
Felhasznált irodalom	114
V. Ökoszisztéma-szolgáltatások: összeomlás vagy alkalmazkodás?	115
Az ökológiai szolgáltatások jogi vonatkozásai ( <i>Fülöp Sándor</i> )	117
Bevezetés	117
1. Az ökológiai szolgáltatások	118
2. Az ökológiai szolgáltatások jogi szabályozása	119
3. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia (NFFS, 2013)	119

4. Nemzeti Vidékfejlesztési Stratégia (NVS, 2012)	119
5. A második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-II, 2017)	120
6. A negyedik Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP-IV, 2015)	121
7. Nemzeti Vízstratégia (NVS, 2017)	121
8. Nemzeti Erdőstratégia (NES, 2016)	122
9. Egyéb rokonterületi stratégiák	122
10. Ökológiai szolgáltatások a jogalkotásban	123
11. A Természetvédelmi törvény (1996. évi LIII. tv.)	123
12. A felszíni vizek védelméről szóló kormányrendelet [220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet]	123
13. Magyarország 2015. évi vízgyűjtő területi gazdálkodási terve [1155/2016. (III. 31.) Korm. határozat]	124
14. Következtetések	124
Felhasznált irodalom	125
Innovatív állattenyésztési technológia a mezőgazdasági eredetű üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére ( <i>Gorliczay Edit – Tamás János – Bárány László – Pápai Petra – Szöllősi Nikolett</i> )	127
Bevezetés	127
1. Anyag és módszer	128
2. A vizsgálatokhoz alkalmazott módszerek, eszközök	128
3. Eredmények és értékelésük	129
4. Az eredmények összegzése	134
Felhasznált irodalom	134
A modern szervesanyag-gazdálkodástól a komposztálásig ( <i>Mészárosné Póss Anett – Tóth Ferenc</i> )	137
1. Települési szerves hulladék-kezelés Magyarországon napjainkban	137
2. Hulladékmegelőzés és -csökkentés	138
3. Szerves hulladékkezelési megoldások a településeken és a mezőgazdaságban	139
4. Szervesanyag-kezelés beltérben és erkélyen	140
5. Szervesanyag-kezelés kültéren	141
6. Összegzés és javaslatok	142
Köszönetnyilvánítás	142
Felhasznált irodalom	143
VI. Klímaváltozás és közegészségügy	145
A közegészségügy fejlesztése a leghatékonyabb megoldás az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében: a Drawdown-elemzés bemutatása ( <i>Simonyi, Gyula I. – Kántor Sztella Nóra</i> )	147
Bevezetés	147
1. A Drawdown-elemzés eredményei	147
2. Egyéni klímastratégiák	148
3. Következtetések	151
Felhasznált irodalom	151
Klimaváltozás és közegészségügy ( <i>Páldy Anna</i> )	153
Bevezetés	153
1. A klímaváltozás egészség hatásainak csökkentésére irányuló szakpolitikák áttekintése	154
2. A klímaváltozás, a környezet és az egészség kapcsolatának nyomonkövetése	155
3. Következtetések	161
Felhasznált irodalom	161



VII. Technológia, nyersanyagok és energia a 21. században	163
Az energiafelhasználást befolyásoló társadalmi folyamatok és igények a klímaváltozás tükrében ( <i>Ferencz Zoltán József</i> )	165
1. A háztartások energiafüggése	165
2. Energiaszegénység	166
3. Az ESS 2017. évi adatfelvételének eredményei	168
4. Energiatakarékossági attitűdök	168
5. A klímaváltozással összefüggő kérdések	171
6. Összefoglalás	172
Felhasznált irodalom	173
Az éghajlatváltozás hatása a Föld vízgazdálkodásán tükröződik vissza a legélesebben ( <i>Szigeti Tamás</i> )	175
Bevezetés	175
1. A víz jelentősége az emberi kultúrában	175
2. A víz jelentősége az élet keletkezése és fennmaradása számára	176
3. Néhány gondolat a Föld vízkészletének megoszlásáról	176
4. Gondolatok a fenntarthatóságról	177
5. A víz mint a környezeti hatások közvetítője	178
6. Következtetések	179
Felhasznált irodalom	179
Új utakon: termolitikus hulladékhasznosítás az iparban ( <i>Németh Zsolt</i> )	181
Bevezetés	181
1. Hulladékégetés	183
2. Anaerob hőbontás, elgázosítás, pirolízis	184
3. A sikeres anaerob technológiák általános ismérvei	185
4. A WTOE-technológia	188
Felhasznált irodalom	189
VIII. Vegyes témájú tanulmányok	191
Üzenet a palackban ( <i>Hankó Gergely</i> )	193
Bevezető	193
1. Hulladékcunami	194
2. Megvédendő értékeink	195
3. Az eddigi kutatások eredményei	196
4. Lépések a megoldás felé	200
Felhasznált irodalom	201
Sustainable Cities and Urban Climate Adaptation ( <i>Kosto Mangaroski – Viktorija Mangaroska</i> )	203
1. Climate change effects in the cities	203
2. The effect of urban heat island	204
3. Urban climate adaptation planning	207
4. Urban climate mitigation scenarios for Macedonia	208
5. Sustainable development in the cities – Conclusions	211
References	212
A környezeti költségek elszámolási lehetősége a hazai és román vállalkozások gyakorlatában ( <i>Borzán Anita – Szekeres Bernadett</i> )	213
Bevezetés	213
1. Anyag és módszer	214
2. Környezeti költségek a pénzügyi számvitel vonatkozásában	215
3. Környezeti költségek a vezetői számvitel vonatkozásában	216

4. Eredmények	217
Felhasznált irodalom	218
A zöldfelületek szerepének elemzése urbanizált környezetben ( <i>Czédli Herta – Varga Zsolt</i> )	219
Bevezetés	219
1. Anyag és módszer	220
2. Eredmények	221
3. Következtetések	222
Felhasznált irodalom	223
A szerves talajtakarás növénytermesztési és növényvédelmi előnyei ( <i>Südiné Fehér Anikó – Tóth Ferenc</i> )	225
Bevezetés	225
1. A talajtakarás hatásai	225
2. A vízháztartásra gyakorolt hatás	225
3. A talajhőmérsékletre gyakorolt hatás	226
4. A talajszerkezetre, tápanyagokra gyakorolt hatás	226
5. A talaj biológiai aktivitására, a talajéletre gyakorolt hatás	226
6. A gyomosodásra gyakorolt hatás	227
7. A termésmennyiségre gyakorolt hatás	227
8. A talajtakarás növényvédelmi hátrányai	227
9. A talajtakarás növényvédelmi előnyei	228
10. Anyagai	228
11. Saját tapasztalatok	229
Felhasznált irodalom	231
Hulladék = Energia + Nyersanyag ( <i>Németh Zsolt</i> )	235
Bevezető	235
1. Plazmatechnológiák	239
2. Alacsony hőmérsékletű pirolízis	241
3. Közepes hőmérsékletű pirolitikus technológiák	242
4. Összefoglalás	244
Felhasznált irodalom	245
Mindennapi műanyagaink élettani hatásai, avagy időzített bomba a táplálékláncban? ( <i>Németh Zsolt</i> )	247
Bevezető	247
1. Műanyagok degradációja	249
2. Állatkísérletek, epidemiológiai megfigyelések	251
3. Következtetések	253
Felhasznált irodalom	253
Út a Paradicsomba: fenntartható paradicsomtermesztés a balkonládától a konyhakerten át a hétvégi telekig ( <i>Krausz Dóra – Petrikovszki Renáta – Boziné Pullai Krisztina – Tóth Ferenc</i> )	255
Bevezetés	255
1. Mitől lesz számunkra fenntartható a paradicsomtermesztés?	255
2. A kutatási eredmények gyakorlati hasznosítása	257
3. Paradicsom a balkonon	257
4. Közösség építése a paradicsomtermesztés segítségével	258
5. Paradicsom a konyhakertben	259
6. Paradicsom a hétvégi telken és extenzív területeken	260
Felhasznált irodalom	262

Vákát oldal

## **I. Bevezető tanulmányok**

Vákát oldal

# Four Simple Dynamic Models to Understand Sustainability<sup>1</sup>

*Ilaria Perissi<sup>2</sup> – Ugo Bardi<sup>3</sup> – Sara Falsinia<sup>4</sup>*

## Introduction

The term sustainability in the ecologic meaning we intend today has been coined recently, but the topic is not particularly new. Around 300 years ago, Mr Thomas Malthus approached the theme of sustainability in his book *An Essay on the Principle of Population* (MALTHUS 1798). He formulated a theory based on the observation that the rate of food production was less rapid than the population growth (at least at that time). So, at a certain point, not enough food will have been produced, provoking several diseases to the population, as starvation, famines and even wars. Those events would cut down the population toward a more sustainable size. Thus, to avoid such disasters, Malthus proposed ‘to control’ the population size regulating birth rates to be attained by means of voluntary chastity. This recommendation was and it is still criticised, also for controversial religious aspects, but beyond any ethical issues, we should recognise that the real importance of Malthus’s thoughts has been the proposal ‘to manage’ the dynamic between food and population in a way to prevent the occurrence of disasters. Unfortunately, at the time when Malthus formulated his theory, pointing out a quantitative assessment of such complex dynamic was quite difficult: a mathematical description of the correlation between population and food production variables needed a lot of ‘manual’ calculations. Almost two centuries later things changed thanks to the development of Computational Science and the invention of System Dynamic modelling by Jay Forrester. The union of these two events helped and still helps a more in-depth understanding of the forerunner Malthus theory, as well

---

<sup>1</sup> This work was partially supported by the MEDEAS project, funded by the European Union’s Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 691287. The opinions expressed in the present work are those of the authors’ only and are not to be attributed to any organ of the European Union.

<sup>2</sup> Corresponding Author, National Interuniversity Consortium of Materials Science and Technology (INSTM), Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica, Italy. E-mail: [ilaria.perissi@unifi.it](mailto:ilaria.perissi@unifi.it)

<sup>3</sup> National Interuniversity Consortium of Materials Science and Technology (INSTM), Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica, Italy.

<sup>4</sup> National Interuniversity Consortium of Materials Science and Technology (INSTM), Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Chimica, Italy.

as of the newer theories and research in the field of sustainability management. In the present work, a set of simple dynamic models will be presented to retrace the origin of sustainability management and to highlight how this topic remains one of the main issues to solve for the modern society.

## **1. Methodology: modelling sustainability**

System Dynamic modelling (FORRESTER 1995) allows skipping the steps of creating a model using pencils, papers and solving equations with hours of manual calculations just resorting to a software with which we can sketch and solve the same equations very fast. I use the word 'sketch' because with most of the System Dynamic programming tools math operators and variables can be represented by graphical objects. It is worth highlighting that those graphical objects often recall the shape of subjects that already have a meaning in our mind: arrows describe flows, valves describe regulators, boxes describe stocks. This new language permits 'to write mathematically' in a more intuitive way, especially for those who are not math experts. So, the method allows a substantial saving of time. This is also why System Dynamic turns out to be a very useful method to explore interdisciplinary systems, exactly as the case of sustainability management, where scientific and/or technological-related fields interface with social and economic dynamics. For this reasons, a set of 'mind sized' (BARDI 2013) System Dynamic models will be presented and discussed in the following paragraphs with the aim to individuate the archetype dynamics of sustainability.

## **2. Sustainability management: results and discussions**

### **2.1. The Malthus model**

According to Malthus's ideas, as they are described in his book, food grows (at best) linearly while the population would grow exponentially. The stock of food is therefore fostered by a constant inflow regulated by the constant  $k_1$ . The food is consumed by the population stock, which grows proportionally to the birth rate constant  $k_2$  and to the population itself and decreases proportionally to the death rate constant  $k_3$  and to the population itself. We can see in the graphs that, initially, food is in excess, the population starts growing while the food is consumed in a smaller quantity than produced, so it also keeps growing linearly until it reaches a peak, while the population still continues to grow. This provokes the food stock level to start decreasing because now it is consumed faster and faster by the increasing population. To avoid a total depletion of food, the population should stabilise together with the level of the remaining food stock, as shown in Figure 1.

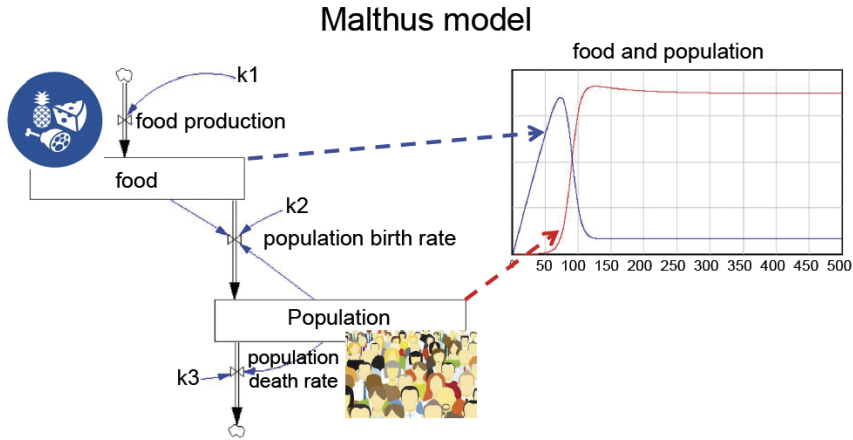


Figure 1.  
*The Malthus model*

Source: drawn by the authors

In the above figure, the Malthus dynamic is represented by a simple dynamic model. According to Malthus's theory food grows linearly while the population grows exponentially. Here, the carrying capacity is represented by the maximum flows of food regulated by the parameter  $k_1$ .

This model also contains the concept of carrying capacity elaborated by Nicholas Georgescu-Roegen in his work *The Entropy Law and the Economic Process* (GEORGESCU-ROEGEN 1971) even though the concept cannot be found in Malthus's work. How long can a given population, be it 1 million or 40 million, be maintained? Georgescu-Roegen correctly argued that Malthus was too optimistic, as he failed to recognise any upper limit to the growth of population. According to Malthus, the exponential increase in human numbers is occasionally slowed down by the difference in the slower rate of food increase in comparison to the population rate but Georgescu-Roegen widened the vision of Malthus, pointing out that some upper limit to population should be primarily bound to the existence of a limit of the total arable land and the limited amount of mineral resources Earth can provide us. In the System Dynamic Malthus model, the carrying capacity is evidently enclosed in the  $k_1$  parameter, which cannot be either infinite or constant, but it is destined to decrease considering the further Georgescu-Roegen clarification on the possibility of Recycling. Georgescu-Roegen assesses that recycling of materials and resources is possible, but only by using up some new energy resources plus an additional amount of other material resources. Energy resources, in turn, cannot be recycled at all, but are dissipated as waste heat according to the second law of thermodynamics.



## 2.2. The Lotka–Volterra model

Georgescu-Roegen’s vision depicts a world economy that will continue growing until its inevitable and final collapse, due to resource scarcity. This hypothesis has been further recognised and assessed quantitatively by the study of Limits to Growth. Is there any other possible dynamic model that could help us in managing these situations to avoid disasters, especially in the view that renewable energy can be employed as a new source of energy?

To examine this point we need the help of Vito Volterra, who is one of the fathers of the famous Lotka–Volterra model, better known as the prey–predator model. He developed this model (independently of Mr Lotka) with the help of his son in law, the biologist Umberto D’Ancona (D’ANCONA 1942). As a difference to the Malthus model, the prey–predator model, still representable with a stock and flow diagram, has now a stabilising feedback between the stocks of prey and the predator, represented in Figure 2.

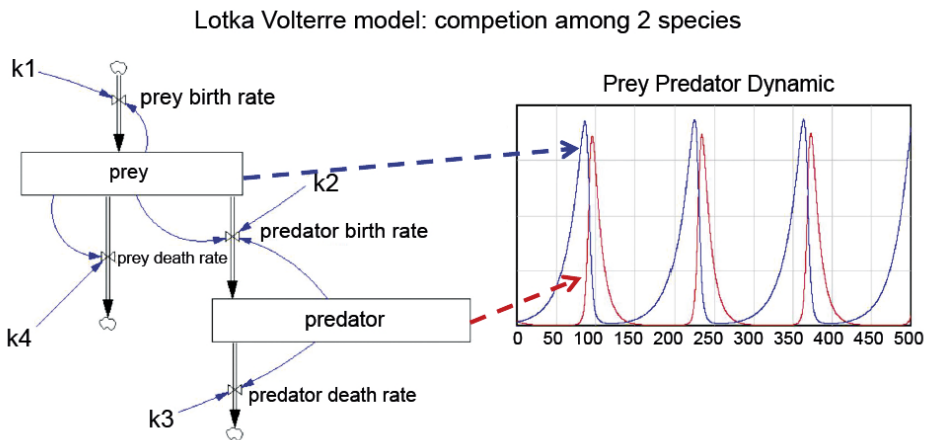


Figure 2.

*The dynamic of the prey–predator model represented by the System Dynamic model*

*Source: drawn by the authors*

It can be seen that the interaction between the prey and predator stocks provokes oscillations in the number of individuals, oscillations that, in a certain sense, represent that the system has a feature of autoregulation, at least between two populations in the prey–predator relationship: it describes a sustainable dynamic.

This model has been criticised because it can describe only very few situations in the real world, which is normally more complex than a one to one relationship of the model. Nevertheless, very recently, we found that a slightly revised version of the Lotka–Volterra model, shown in Figure 3 can fit a larger number of real systems, in particular, related to the dynamic of overexploitation of an important renewable natural resource: fish.

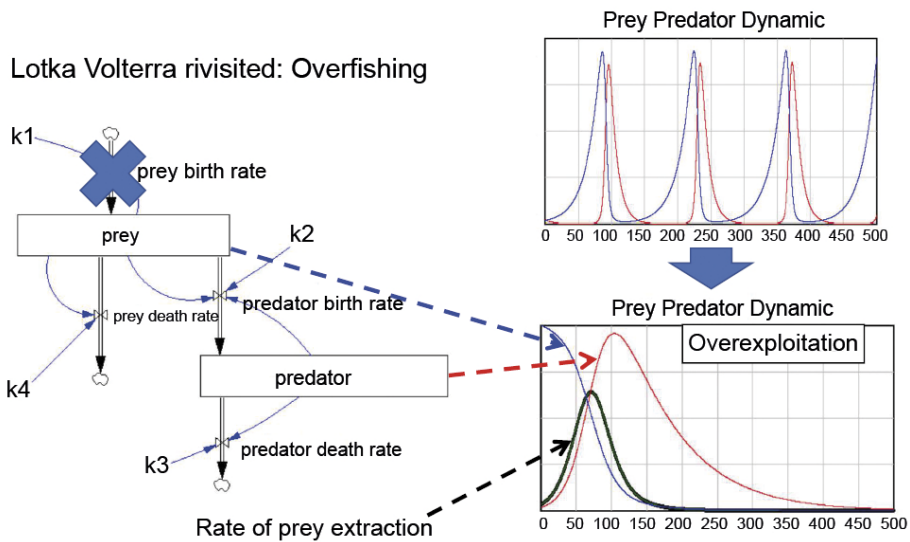


Figure 3.

*Dynamic of the prey–predator interaction revisited: the case of overexploitation in fishing*

*Source: drawn by the authors*

The model is the same as the original LV model. Here, the prey is the fish and the predator is the capital investment the fishery needs for fishing, capital that in a certain sense represents the predatory abundance. The situation is the following: due to the fact that the capital investment in fisheries tend to increase even at the moment when fish becomes scarce, in order to try to sustain the market demand, the fisheries tend to invest more effort in fishing, so that the fish is extracted from the sea faster than it can reproduce. This dynamic transforms the fish into a non-renewable resource, so the oscillation just happens once, with no possibility to recover the prey. This model has been tested and validated on a set of several statistics data on the collapse of fisheries (PERISSI et al. 2017), as for the case of right and sperm whale fisheries in the United States during the 1800s, the Californian Sardines during the 1950s and the Japanese fishery decline. These tests revealed that also in cases of regulated fishing, the fish quotas are still insufficient in most cases. We can conclude that the saying “Give a man a fish, he eats for a day, teach a man to fish, he eats for a lifetime” is now changed in “Give a man a fish, he eats for a day, overfishes, and soon no one eats”. Thus, even if a resource is renewable, such as fish, the economic system relying on it is destined to collapse. This is mainly due to a lack of common sense in revisiting the present economic approach making a real connection with the environment rhythms and the exploitation of the natural resources.

### 2.3. The Seneca cliff

Today, speaking of sustainability does not only imply the management of the predator's behaviours of the human being, as the Malthus and Volterra models teach, but there is a third actor on the stocks' scene that aggravates the situation: pollution. We may call this is 'a side effect' – although by no means negligible – of the intense exploitation of fossil fuels or the results of thermodynamic processes that transform raw materials into something very difficult to enter or to be reintegrated in the ecosystem. The rule of this third stock is well explained in the book *The Seneca Effect* of Ugo Bardi (BARDI 2017). Bardi explains that Lucius Annaeus Seneca, the Roman philosopher of the 1<sup>st</sup> century AD, qualitatively observed that in the real world some processes grow slow but collapse rapidly. This can be represented by a 3 stocks system dynamic model, as shown in Figure 4.

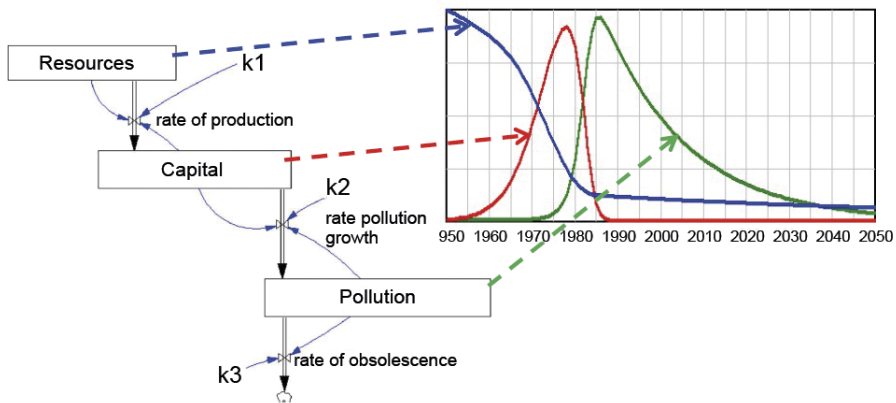


Figure 4.  
*Dynamic of collapse*

Source: drawn by the authors

In the tentative to remove pollution, resources are dissipated further. Here again, we have no more a one to one relationship between the resources and the capital stock, the presence of a third stock (waste, pollution) to manage, to remove from society accelerates the dissipation of the capital derived by the exploitation of resources, and so, to maintain at least the same capital, resources must be depleted faster.

### 2.4. The Tainter model

The global pollution stock originates from a recent side effect of resources exploitations, an effect of the Industrial era. But there is a fourth stock, observed by the anthropologist Joseph Tainter that plays an important role in the sustainability dynamic: the complexity of society. Tainter, in its book *The Collapse of Complex Societies* (TAINTER 1988), points

out and describes, once again qualitatively, why complexity is the reason for the collapse of ancient developed civilizations, as Romans and Maya. Tainter observed that, until a certain level, complexity improves the efficiency of the transformation of resources into capital. In this way, complexity has a positive effect on the efficiency of the social organisation. Nevertheless, over a certain level, complexity absorbs resources without producing new capital or productive business: We can assimilate this situation with the presence in the society of a large number of bureaucratic activities. This is more or less the definition, in the economic term, of the diminishing returns of complexity, a term that Tainter coined to synthesise the previous concept, and that can be represented graphically by the following curve.

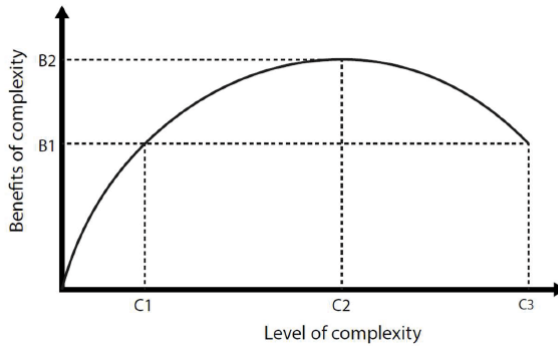


Figure 5.

*Tainter's qualitative model*

*Source: drawn by the authors*

Tainter's qualitative model represents how the increasing level of complexities can bring benefit to an organisation which has an upper level increasing further complexities and all this only contributes to creating bureaucracy.

In a certain sense, bureaucracy is a predator that lives on a lower trophic level stock. Moreover, Tainter does not speak explicitly of pollution and waste as reasons of the collapse of ancient civilizations, nevertheless, we can assess that they were and still are elements originated by complexities of a society. With a 4 stock model, we can represent Tainter's theory (Figure 6).

What we point out with this representation is that the Tainter curve of diminishing the return of complexity (production is assimilated to the benefit of complexities while complexity is identified here in terms of the level of bureaucracy) does not stop at a certain point, but it shows a hysteresis. This hysteresis represents the impossibility to go back to a simpler society, and hence, to remove part of the complexity to establish again a more efficient use of resources. This model describes the hypothesis in which the society exploits mainly resources that are not renewables, as in the case of a society based on fossil fuels or other mineral resources availability. Anyway, the system could return to a simpler configuration if it was based on renewable resources, provided that we give to resources the reform, without overexploiting them as in the case of fishing. Otherwise, the system again would behave as based on not renewable resources.

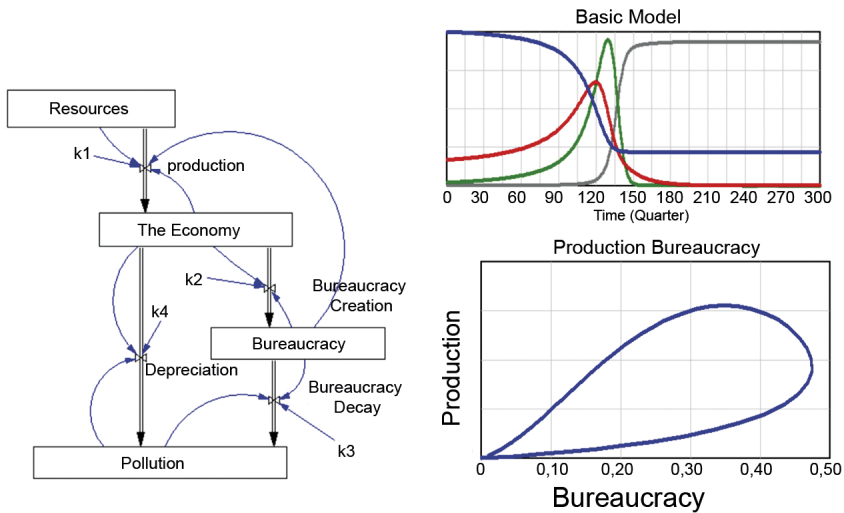


Figure 6.

*Tainter's principle of 'diminishing the return of complexity' explicated with a system dynamic modelling approach*

### 3. Conclusion

In the present paper, four 'mind sized' system dynamic models are proposed with the aim to unveil the archetype of sustainability in modern society. Each of the models is built with the aim to translate quantitatively the dynamic of fundamental theories related to the management of sustainability. The main outputs of this analysis can be summarised in a vision that aims to transform the human being activity on the planet, mainly related to economic processes and natural resources exploitation, in an activity that must harmonise with the rhythms of the ecosystem. We have the keys to a better future: dominate human actions and pursue resources limits management in a sustainable way.

### 4. References

- BARDI, U. (2013): Mind Sized World Models. *Sustainability*, Vol. 5, No. 3. 896–911. DOI: <https://doi.org/10.3390/su5030896>
- BARDI, U. (2017): *The Seneca Effect*. Springer International Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57207-9>
- D'ANCONA, U. (1942): *La lotta per l'esistenza*. Torino, Giulio Einaudi Editore.
- FORRESTER, J. (1995): The beginning of system dynamics. *McKinsey Quarterly*, November 1995. Source: [www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-beginning-of-system-dynamics](http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-beginning-of-system-dynamics) (Accessed: 12.02.2020.)

- 
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971): *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard, Harvard University Press.
- MALTHUS, Th. R. (1798): *An Essay on the Principle of Population as it Affects the Future Improvement of Society*. London, J. Johnson.
- PERISSI, I. – BARDI, U. – EL ASMAR, T. – LAVACCHI, A. (2017): Dynamic patterns of overexploitation in fisheries. *Ecological Modelling*, Vol. 359. 285–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.06.009>
- TAINTER, J. A. (1988): *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge, Cambridge University Press.

Vákát oldal

# Climate Change and Emerging Infectious Disease: An Evolutionary and Practical Perspective

*Daniel R. Brooks*<sup>1</sup>

The emergence of infectious diseases (EID) crisis costs humanity more than a trillion dollars annually and is mostly due to high probability/low impact pathogens. The Stockholm Paradigm explains how the intersection of ecological specialisation, phylogenetic conservatism and climate change lead to massive increases in EIDs. More such pathogens will emerge in the near future, threatening to create unsustainable socio-economic stress on the existing human, crop and livestock and other animal health care systems. The DAMA (Document – Assess – Monitor – Act) Protocol is designed to buy time and lower costs through the proactive approach “finding them before they find us”. DAMA activities focus on habitat interfaces where reservoirs critical for disease outbreaks to recur interact with humans and the plants and animals upon which they rely. Further cost reductions can be achieved through enlisting citizen scientists connected by cell phone apps with cooperating networks of specialists, who would assess findings and make recommendations for additional monitoring and action activities.

The 1918 Spanish Influenza pandemic infected 25% and killed 10% of the human race. And yet, it caused no significant introspection among health specialists. For a century, they have continued to follow a triad of *medicate* (the ill)-*vaccinate* (those at risk)-*eradicate* (the biodiversity responsible for transmission and persistence). The age of antibiotics, led by the discovery of penicillin, was just a decade away, Pasteur’s dictum “une maladie, un vaccin” held sway, and the increased understanding of transmission dynamics allowed us to reduce exposure and interrupt disease spread. A century later, coping with infectious diseases of humans, livestock and crops is a trillion-dollar a year enterprise – greater than the GDPs of all but 15 countries – the costs borne disproportionately by those that can least afford them. Some claim we are winning the war against disease. Others see today’s emerging disease phenomenon as something in urgent need of novel action.

Beginning in the last decade of the 20<sup>th</sup> century, health professionals and biodiversity specialists first noticed a marked increase in disease worldwide. Known pathogens were showing up in new hosts, in new places, or returning to places where we thought they had been eradicated; and previously unknown pathogens were showing up in humans, and the plants and animals upon which we depend socio-economically. And yet, their transmission modes and microhabitat preferences seemed as specialised as ever. For more than a century,

---

<sup>1</sup> Evolutionary Systems Research Group, Centre for Ecological Research, Hungarian Academy of Sciences, 8237 Tihany, Hungary and Institute for Advanced Studies Kőszeg, Hungary. E-mail: [dnlbrooks@gmail.com](mailto:dnlbrooks@gmail.com)



evolutionary biologists followed the *coevolutionary arms race* paradigm, suggesting that pathogens pursue specialised exploitation of the hosts upon which they depend for survival and which, in turn, try to eliminate the pathogens. Despite the foreboding name, the paradigm offered comfort to those attempting to cope with disease. Pathogens could not move into new hosts without evolving new genetic capacities, which would be rare. Coevolution was evolution's firewall: there would be few new pathogens, and we could manage them with medicate-vaccinate-eradicate. This is the *Parasite Paradox*: How can pathogens be specialised enough to engage in coevolutionary arms races and yet increase their range of hosts more rapidly than undirected mutation would predict?

The solution to the parasite paradox is the *Stockholm Paradigm*. It is based on two Darwinian principles. First, all outcomes of natural selection, no matter how intensely specialised, are local. A coevolutionary arms race involving one pathogen and one host at one place may not limit opportunities involving other hosts at other places. Extreme specialisation thus need not limit evolutionary potential. All hosts in all parts of the world that *could be infected* by a pathogen form the pathogen's "fundamental fitness space" while hosts that *are infected* comprise the pathogen's "realised fitness space". The greater the misfit between fundamental and realised fitness space, the greater the potential for pathogens to colonise new hosts, given the opportunity, without having to wait for new genetic capacities to evolve. Second, evolution is conservative. Pathogens and hosts must exploit resources in their surroundings in order to survive, so all species are specialised in some way. If their specialised traits are phylogenetically conservative, even distantly related species may serve as hosts for a particular pathogen and, conversely multiple pathogens may be capable of infecting each other's hosts, given the opportunity. Ecological fitting is the process of exploring newly available fitness space based on pre-existing capacities; evolutionary conservatism is a source of immense potential. For technical discussions, see Hoberg and Brooks (2008, 2015), Agosta, Janz and Brooks (2010), Araujo et al. (2015), Hoberg et al. (2015), Nylin et al. (2018) and Brooks, Hoberg and Boeger (2019).

When pathogens have the opportunity to explore, we must assume they have the capacity to add hosts without the emergence of novel genetic information. This is a game-changer for emerging diseases. We have not only provided a direct link between climate change and emerging disease, we have shown that the EID crisis will get much worse before it gets better.

Throughout evolutionary history, pathogens experience alternating episodes of geographic expansion and isolation. Host ranges increase during biotic expansion and decrease during biotic isolation. This produces an oscillating dynamic with respect to both geographic distributions and host range. Species that survive episodes of widespread climate change are those that are capable of moving away from their areas of origin to areas in which conditions similar to their original ones still prevail. Episodes of climate change are always followed by extended periods of climate stability. Those periods are marked by the emergence of novel diversity in restricted geographic areas. There may be local coevolutionary arms race interactions, but susceptible hosts also remain to be exploited then next time opportunity knocks. The emerging disease phenomenon is thus more a matter of taking advantage of new opportunities than of evolving new capacities. What changes opportunities? All previous bursts of host range expansions have been associated with episodes of regional to global climate change. This links the EID crisis to the Climate Change Crisis in a surprisingly

simple and direct way. Climate change initiates movement, and movement brings susceptible hosts into contact with pathogens they have never seen before.

We have seen this before without understanding it. At least 100,000 years ago, the first waves of human population expansion were catalysed by dietary changes accompanying the invention of tools that allowed us to compete with top-line carnivores for animal prey. The improved diet fuelled a population boom that created pressure for geographic expansion. Both diet change and geographic expansion brought those earliest humans into contact with novel pathogens. Emerging disease may have been a factor limiting human populations for 90,000 years. Around 14,000 to 12,000 years ago, the Pleistocene breathed its last gasp amid rapid, abrupt and tumultuous cooling and warming episodes, ushering in our current era of unusually stable climate condition. Domestication and agriculture, along with sedentary lifestyles, emerged quickly. For the next 5,000–10,000 years, humans living a sedentary lifestyle in relative stability tended to cope with short-term but often intense climate fluctuations, and associated plagues, famine, floods, drought and conflict with abandoning their abodes to start again elsewhere.

In the past 5,000 years we learned to endure environmental changes without moving. Part of that learning involved recognising certain connections between urban life and disease. These included obvious things like poor sanitation, poor nutrition, inadequate water and proximity to certain habitats, like swamps full of mosquitoes. Our innovations decreased the possibility of outbreaks and increased the speed of mitigating them when they occurred. Part of the success of such measures was due to the fact that these early urban dwellers were coping with known diseases, not with new ones encountered as a result of colonising a new geographical area. When such measures were successful, humans were capable of staying longer in their cities. That marked the emergence of true urbanisation. But the technological innovations were themselves costly and their success was translated into ever-increasing population density. In 1918, 14% of humans lived in cities; today, the figure is greater than 50% and rising. Sixty years ago, Charles Elton warned that climate change and environmental disruption would produce a lot of biological, including human, migration. And he was correct. By the second half of the 20<sup>th</sup> century, however, the technological advantages of urbanisation had changed the traditional dynamic. Rather than spreading out into new territory, humans began to migrate in larger numbers to fewer locales.

Urbanisation became a *density trap* for humanity. Highly technological cities seem buffered from disease outbreaks. Alongside the various benefits of living in urban settings, however, are a number of risk factors. First, modern cities require a constant flow of energy, water and material goods in and out. That is, their footprint connects an enormous amount of fitness space containing an enormous number of actual and potential pathogens. Second, cities are places of high human population density and contact. Many pathogens are more likely to become established in rural areas than in cities but, once there is a disease outbreak in an urban setting, the higher the population density, the greater the likelihood of exposure to and spread of the disease. Remember what happened in 2014, the first time the Ebola virus entered an urban setting. Third, cities function through extreme division of labour with extreme inter-dependency. This means that disabling a relatively small proportion of the work force can wreak havoc with the regular operations of the city. Fourth, city-dwelling humans walk through landscapes that permit pathogens to persist daily. Cities that have attempted to “go green” by creating parklands provide nurturing environments for animals that carry zoonoses.

In 2016, a rabid raccoon from the wildlands of New York hopped a ride in someone's pickup truck, crossed the international border into Hamilton, Ontario, disembarked and infected local raccoons, which then posed a severe threat to all other susceptible species – including us – in the city. West Nile Virus arrived in North America when a single infected tourist hopped a ride on commercial airlines from Africa to New York, where local mosquitoes fed on him and transmitted the pathogen to birds living in Central Park. Those birds were the source of infection in humans living in the city, and in wild birds living outside the city, so the disease spread rapidly outward to encompass most of North America, where in a short time it established itself as part of the continent's pathogen pollution. Fifth, a population of underpaid, undereducated, undernourished people who are virtually invisible to public health services supports the wealthy standard of living that attracts people to large technologically advanced cities. They are the backbone of our urban centres where they handle the food, water, garbage, dirty laundry and hospital waste; they clean the toilets, handle and cook the food and change the dirty linen in restaurants and hotels.

In 1842, Edgar Allen Poe published a short story entitled *The Masque of the Red Death*. It told a tale of a town in which there was a smallpox outbreak. The privileged rich people in the town took in as many supplies as they would need to wait out the disease outbreak, then closed the gates to their castles and settled down to party until the plague was done. Needless to say, when the plague passed and the surviving poor people in the town opened the castle gates, they found that all the rich people were dead. Consider today's world with 4.5 times as many people and 4.6 times as many people living in cities as a century ago. Twenty pathogens in urban settings, each having only 5% of the impact of the 1918 influenza pandemic, would exact at least the same toll. And yet, humans continue migrating into new areas, coming into contact with novel pathogens. Urban-dwellers (and their domestic plants and animals) add the risk of amplified levels of local pathogens resulting from increased population density. Urban and rural populations interact directly with climate which determines where conditions are conducive for pathogen development (so called permissive environments), the structure of environmental interfaces, distribution of reservoirs, and eventually the opportunities and pathways for exposure and dissemination of EID.

As cities grew in size, they required ever-greater amounts of resources from external sources, increasing connectivity; this was the beginning of *globalisation*. Within the last 3,000 years or so we developed the ability to move large numbers of people and large amounts of goods widely about the planet. Consequently, human population is denser than previously thought possible, and this is at least partly due to globalisation broadening food and resource distribution. We have never before had this much technological capability or global connectivity. And yet, in some ways we are unusually fragile at this apex of our technological power. Even a small drought or an extreme precipitation event, direct manifestations of accelerating climate change, can hurt humans and agriculture. Droughts were at the core of the Syrian conflict that has displaced millions, and now ravage central Africa where famine and disease expand. In a hyper-connected world, this leads to ever more people concentrated in ever-growing cities, potentially exposed to more pathogens, especially in the high-risk age categories of infants and seniors.

Technologically advanced cities should be able to offset the risk of new pathogens being introduced as a result of trade, travel and migration by detecting incoming pathogens at their point of entry. In theory, yes. But programs of inspection and quarantines cost time,

money, and human resources and slow the flow of goods. Globalisation has produced a kind of *connectivity trap*, leading to increased risk and increased costs of risk assessment and intervention. Every major advance in human civilization has been accompanied by an increase in disease risk, and global climate change is increasing the opportunity space for an immense diversity of pathogens to emerge in novel places and hosts. How will we cope?

Some pathogens kill large numbers of humans, by infecting them or by killing their food sources. Most reduce human productivity and agricultural production, increasing costs associated with public and agricultural health. The socio-economic impact of these latter pathogens is staggering – at least a trillion dollars a year and rising. The planet is a minefield of evolutionary accidents waiting to happen – and they are happening daily. Anthropogenic changes occur faster than landscapes can cope with them, increasing with both population growth and movement and with globalisation. In the large, slow world of 1918, deaths from disease were the biggest concern. In today's small, fast world, loss of productivity due to disease may be even more significant as death in socio-economic terms.

No matter how well we come to cope with them after they happen, high probability/low impact pathogens will keep coming and we will always face the health scenario of “death by a thousand cuts”. Each new EID exacts a cost and persists as *pathogen pollution* after its initial acute outbreak, always having the potential to break out anew. A pathogen can be disseminated globally on time scales of days, if not hours. The Stockholm Paradigm predicts that EID will continue so long as climate change perturbations continue, and that will continue indefinitely. We must adopt policies that buy time and lower costs, so humanity can cope with a future characterised by a complex host and geographic disease mosaic. Humanity can and must anticipate and mitigate the effects of these EID. The Stockholm Paradigm embodies a plan to do just that.

The danger is great  
The time is short  
We are largely unprepared  
*But we can change that*

The DAMA (Document–Assess–Monitor–Act) protocol (BROOKS et al. 2014) is both comprehensive and highly focused. DAMA *documentation* focuses on the intersection of *means of transmission* – primarily soil, water, food and biting arthropods – and *reservoirs* – the more virulent a pathogen is in a local situation, the more likely it is to have a reservoir that often escapes our attention because it is not being impacted to the same extent, if at all. The best place to find reservoirs is in critical habitat *interfaces* – between wildlands and agricultural lands, agricultural and urban settings, and in wildlands settings within urban areas. *Assessments* are designed to: 1. anticipate the arrival of known pathogens, given what we know of anticipated climate change, migration and trade connections; 2. identify known pathogens before they produce disease; and 3. identify close relatives of known pathogens that might cause disease. Assessments produce recommendations about *monitoring* pathogens of significance, and *actions* to mitigate their impact – making their arrivals less certain and mitigating their impacts where they occur. DAMA projects would also take advantage of self-interest and emerging cell phone apps to get local folks (citizen scientists) involved in

documenting what is going on literally in their own backyards, reporting that information to national and international initiatives in which specialists can assess what they report, and suggest additional monitoring and mitigation (action) activities.

As yet, no one has attempted to implement the DAMA protocol as we describe it above. A number of initiatives are under way and we encourage them. The EID crisis is more than a select number of viruses infecting humans; if our health services are overwhelmed by coping with ongoing unanticipated outbreaks of high probability/low impact pathogens in humans, crops and livestock, regardless of our technological advances in the past century, we will be unable to respond adequately to low probability/high impact outbreaks like the 1918 Spanish Influenza pandemic.

The Stockholm Paradigm has provided a direct link between climate change and emerging disease. This means that EID must be considered yet another threat multiplier in discussions of the anticipated impacts of climate change. Chief among these is the recognition that climate change breeds conflict, which breeds migration – of humans and non-human hosts, as well as a universe of pathogens – which often breeds more conflict.

We believe climate change poses a great danger to humanity, that there is little time to act, and we are not sufficiently prepared to cope. And in no case are we acting with a sufficient sense of urgency. The DAMA protocol does not compel anyone to act when confronted with news of an impending disease threat. But some things are clearly indicated. Let us update and paraphrase Elton (1958).

*We must make no mistake, we are facing a set of circumstances*

that could eliminate technological humanity from this planet.

The terrible irony is that we know what to do to stave off that possibility. This may be the last chance technological humanity has to preserve itself. If our civilisation emerged during a unique period of climate stability, we may not get a second chance to re-build. The good news is that we can do this, and it will be economically feasible, because it will reduce the need for crisis response, which is unsustainably expensive. The bad news is that coping with the EID crisis – or any other aspect of climate change – will not be cheap and life will never be the same. Everyone thinks this is someone else's responsibility and it will not happen to them. But everyone is at risk. But think of your children – 70% of humans will live in cities by 2050, and very few urbanised children can survive in a non-technological world.

We believe conflict resolution is possible, but it will require cooperation on a scale humanity has never attempted. We must recognise that reducing our risk requires that we help our neighbours – even neighbours with whom we have disagreements – reduce their risk. Individual security requires mutual security, from local villages to countries. This must be a permanent policy. We cannot defeat a common foe if we are at war with ourselves.

*There is no more neutrality in the world.  
You either have to be part of the solution,  
or you're going to be part of the problem – Eldridge Cleaver (1968).*

## References

- AGOSTA, S. J. – JANZ, N. – BROOKS, D. R. (2010): How specialists can be generalists: resolving the “parasite paradox” and implications for emerging infectious disease. *Zoologia*, Vol. 27, No. 2. 151–162. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1984-46702010000200001>
- ARAUJO, S. B. L. – BRAGA, M. P. – BROOKS, D. R. – AGOSTA, S. J. – HOBERG, E. P. – VON HARTENTHAL, F. W. – BOEGER, W. A. (2015): Understanding Host-Switching by Ecological Fitting. *Plos One*, Vol. 10, No. 10. e0139225. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139225>
- BROOKS, D. R. – HOBERG, E. P. – BOEGER, W. A. (2019): *The Stockholm Paradigm. Climate Change and Emerging Disease*. University of Chicago Press. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226632582.001.0001>
- BROOKS, D. R. – HOBERG, E. P. – BOEGER, W. A. – GARDNER, S. L. – GALBREATH, K. E. – HERCZEG, D. – MEJÍA-MADRID, H. H. – RÁCZ, S. E. – TSOGTSAIKHAN, A. (2014): Finding Them Before They Find Us: Informatics, Parasites and Environments in Accelerating Climate Change. *Comparative Parasitology*, Vol. 81, No. 2. 155–164. DOI: <https://doi.org/10.1654/4724b.1>
- ELTON, Ch. S. (1958): *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. London, Methuen. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7214-9>
- HOBERG, E. P. – AGOSTA, S. J. – BOEGER, W. A. – BROOKS, D. R. (2015): An integrated parasitology: revealing the elephant through tradition and invention. *Trends in Parasitology*, Vol. 31, No. 4. 128–133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.11.005>
- HOBERG, E. P. – BROOKS, D. R. (2008): A macroevolutionary mosaic: Episodic host-switching, geographic colonization, and diversification in complex host-parasite systems. *Journal of Biogeography*, Vol. 35, No. 9. 1533–1550. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01951.x>
- HOBERG, E. P. – BROOKS, D. R. (2015): Evolution in action: climate change, biodiversity dynamics and emerging infectious disease. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 370, No. 1665. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0553>
- NYLIN, S. – AGOSTA, S. J. – BENSCH, S. – BOEGER, W. A. – BRAGA, M. P. – BROOKS, D. R. – FORISTER, M. L. – HAMBÄCK, P. A. – HOBERG, E. P. – NYMAN, T. – SCHÄPERS, A. – STIGALL, A. L. – WHEAT, C. W. – ÖSTERLING, M. – JANZ, N. (2018): Embracing Colonizations: A New Paradigm for Species Association Dynamics. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 33, No. 1. 4–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.10.005>

Vákát oldal

## **II. A természetierőforrás-válság biztonságpolitikai kihívásai**



Vákát oldal

# **Magyarország hidrológiai eredetű katasztrófaveszélyeztetettségének változásai az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás tükrében<sup>1</sup>**

*Kirovne Rác Réka Magdolna<sup>2</sup>*

## **Bevezetés**

Hipotézisem, hogy annak ellenére, hogy az éghajlatváltozással kapcsolatos állásfoglalások arra hívják fel a figyelmet: az általános felmelegedés hatására a csapadékmennyiség csökkenni fog, a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék előfordulása évszakoktól függetlenül növeli a hidrológiai eredetű katasztrófák kockázatának kialakulását. Ezek az események fokozott kihívás elé állítják a katasztrófavédelmi szervezeteket, és újszerű megvilágításba helyezik a megoldások megvalósítását mind a felkészülés, mind a beavatkozás, mind pedig a következmények felszámolása tekintetében. Példaként említhetők az extrém csapadékhullás után szükségessé váló szivattyúzási feladatok, a viharkárok felszámolása vagy az extrém havazás, mint például a 2013. március 15-ei hóhelyzet, amely enyhébb mértékben, de 2018-ban megismétlődött, szintén a nemzeti ünnepünk hosszú hétvégéjén. A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék következményeire pedig jó példa a 2017 májusában bekövetkező özönvízszerű esőzés, amely elmosta Budapestet, megbénította a közlekedést. Véleményem szerint tudomásul kell vennünk, hogy az időjárás szélsőséges vonásai egyre inkább függetlenítik magukat az évszakoktól, így a felkészülés a hidrológiai eredetű katasztrófákra folyamatos kell, hogy legyen. Az első hazai állásfoglalásokat, amelyek az éghajlatváltozás magyarországi hatásait vizsgálták, 10-15 éve publikálták. Ilyen például a VAHAVA-projekt összefoglaló tanulmánya (VAHAVA-jelentés), amely 2005-ban jelent meg, így előjelzéseinek egyfajta bevérvizsgálata napjainkban már elvégezhető. Az összefoglaló tanulmány egyik előrejelzése szerint országunkban 2-3 évenként kis vagy közepes, 5-6 évenként jelentős, 10-12 évenként pedig rendkívüli árvizek kialakulásával kell számolni. A 2003-tól 2018-ig tartó időszakban azonban – ha csak a rendkívüli árvizeket nézzük – máris gyakoribb megjelenést tapasztalhatunk. Hiszen 2006-ban a Duna és a Tisza egyidejű áradása, 2010-ben a borsodi árvíz, valamint 2013-ban nagy dunai árvíz sújtotta hazánkat. „Magyarországon az elmúlt 20 évben 21 folyó mentén dőlt meg a legnagyobb árvízszint a Dunán 3 alkalommal,

---

<sup>1</sup> A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4-I-NKE-30 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának támogatásával készült.

<sup>2</sup> Adjunktus, NKE Katasztrófavédelmi Intézet. E-mail: [kirovne.racz.reka@uni-nke.hu](mailto:kirovne.racz.reka@uni-nke.hu)

a Tiszán 5 alkalommal, de rekord vízszintek alakultak ki a Sajón, a Hernádon, a Murán és több kisebb vízfolyáson is.”<sup>3</sup>

## **1. A csapadékhullás és a hidrológiai eredetű katasztrófák kialakulásának alapvető összefüggései**

Az extrém csapadékhullás elsődleges hatásain túl más veszélyforrást is magában rejt. A hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék helye, mennyisége és intenzitása nem jelezhető pontosan előre, ezért nehéz az ezekre való felkészülés, de általában helyi kiterjedésűek. Kísérőjelenségük a heves zivatar, nagyméretű jég, erős vihar (90 km/h fölötti széllelés vagy akár orkán erejű szélroham, amely már 110 km/h fölötti erősségű). A hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék szoros összefüggésben áll a hidrológiai eredetű katasztrófák közül a villámárvíz kialakulásával, de természetesen a belvíz és az árvíz létrejöttében is nagy a szerepe. Az extrém csapadékhullásnak egyéb katasztrófavédelmi vonatkozása is van, mint például hegyvidékeken a földcsuszamlások vagy sárlavinák, tömegrendezvényeken a tömegpánik kialakulásának veszélye, a közúti közlekedési balesetek kockázatának megnövekedése, illetve lakóházak, a lakókörnyezet rongálódása, beázása. Az okozott károk az épített és a természetes környezetben egyaránt jelentősek lehetnek.

A kisebb volumenű hidrológiai eredetű káreseményeken pedig – a mai rohanó világban – hajlamosak vagyunk hamar túllépni, és sokszor nem is emlékszünk már az egyes özönvízszerű esőzések pontos időpontjára, pedig ezeknek is jelentős hatásuk van a helyi közösségek életére, és megjelenési gyakoriságukból következtetéseket tudunk levonni az éghajlatváltozás hazai hatásaira. Ezért kezdtem rögzíteni a tavalyi év szeptemberétől az extrém csapadékhullás helyét, jellegét, a bekövetkezett káreseményeket és az ezekhez kapcsolódó katasztrófavédelmi feladatokat. Az adatrögzítéshez szekunder adatokat használtam fel az Országos Meteorológiai Szolgálat, az Országos Vízügyi Főigazgatóság és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság nyilvános adatai alapján.

## **2. A 2017. ősz és 2018. május között bekövetkező hidrológiai eredetű katasztrófák, káresemények Magyarországon**

2017. szeptember 16-án Barcsnál egy szupercella lépett be az országba, így Pécsre egy dél felől érkező vihar csapott le, éppen a pécsi karnevál időpontjában. A vihar kísérője volt a jégeső is a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű eső mellett. Több ezer embernek kellett az ítéletidő elől elmenekülni. Az esőelvezető csatornák nem tudták elvezetni a nagy mennyiségű csapadékot, így az utcán hömpölygött a víz.

2017. október 29-én Nárcisz, az intenzív ciklon söpört végig Magyarországon. Az ország nagy részén több mint 100 km/órás, a Balatonnál 130 km/órás, Budapesten 125 km/órás szelet regisztráltak. A leginkább érintett területek közé Pest megye, Győr-Moson-Sopron megye, Bács-Kiskun megye és Fejér megye tartozott. A legjellemzőbb károk a következők voltak: megbontott tetők, kidőlt kerítések, kidőlt fák, vagyontárgyak rongálódásai, beázás.

<sup>3</sup> Forrás: [www3.vizugy.hu/hu/th-arvizvedelem-1](http://www3.vizugy.hu/hu/th-arvizvedelem-1) (A letöltés ideje: 2018. 01. 23.)

A fák sok esetben lakóépületekre, villany- és távközlési vezetésekre dőltek. Sok helyen áramkimaradást is okozott a vihar. Országos szinten jellemző volt, hogy a vihart követő napokban a katasztrófavédelem igen nagy számban (országszerte kb. 3700 bejelentés érkezett a katasztrófavédelemhez) hajtott végre viharkár-felszámolási tevékenységet (kidőlt fák, oszlopok által okozott károk felszámolása, esővíz-szivattyúzás lakóépületekből stb.).<sup>4</sup>



4. ábra

*Fakidőlés okozta károk felszámolása a Nárcisz viharciklon pusztítása után*

*Forrás: Baranya Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság. A képet készítette: Kasza Anett*

2017. december 17-én 2 vízügyi igazgatóság területén, 230 km hosszú szakaszon I. fokú árvízvédelmi készütség volt érvényben (Országos Vízügyi Főigazgatóság 2017a).<sup>5</sup> 2017. december 18-án a belvízzel elöntött területek nagysága 14930 ha volt. Az igazgatóságok 6,4 millió m<sup>3</sup> belvizet emeltek át (Országos Vízügyi Főigazgatóság 2017b).<sup>6</sup> 2017. december 19-én 4 vízügyi igazgatóság területén 566 km hosszon rendeltek el árvízvédelmi készütséget: 68 km hosszú szakaszon II. fokút, 498 km hosszon pedig I. fokú.<sup>7</sup> A belvízvédelmi készütség 8 vízügyi igazgatóság területén 42 szakaszt érintett.

2017. december 20-án 4 vízügyi igazgatóság területén, 654 km hosszon volt elrendelve árvízvédelmi készütség. Ebből 68 km hosszon II. fokú, 577 km hosszon I. fokú. Az érintett vízfolyás a Bodrog, Csincse-patak, Eger-patak, Keleti-főcsatorna, Laskó-patak, Lónyay-főcsatorna, Ronyva-patak, a Sajó és a Tisza volt. Az alábbi vízfolyásokat a következők jellemezték:<sup>8</sup>

<sup>4</sup> Forrás: [www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag\\_esemeny\\_arhivum](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag_esemeny_arhivum) (A letöltés ideje: 2017. december 22.)

<sup>5</sup> Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443) (A letöltés ideje: 2017. 12. 22.)

<sup>6</sup> Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446) (A letöltés ideje: 2017. december 22.)

<sup>7</sup> Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446) (A letöltés ideje: 2017. december 22.)

<sup>8</sup> Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1447](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1447) (A letöltés ideje: 2017. december 22.)

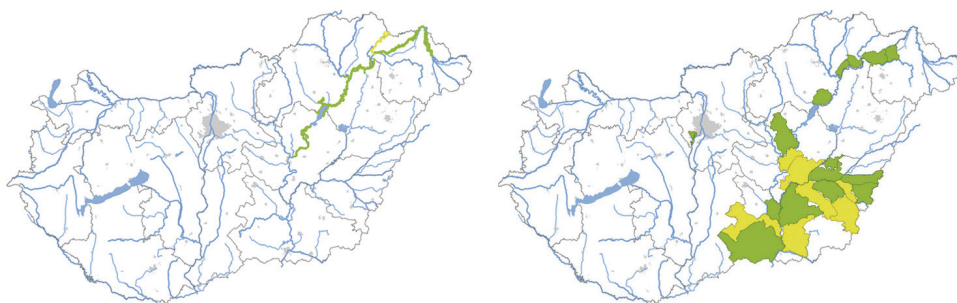
Túr: A Túron levonuló árhullám 2017. december 17-én Garbolcnál tetőzött 425 cm-es vízállással, amit lassú apadás követett.

Szamos: Csak kisebb vízszintemelkedések jelentkeztek. A legmagasabb vízállást 2017. december 17-én Csengernél mérték, de az nem érte el a készütségi szintet.

Kraszna: Árhulláma 2017. december 18-án Ágerdömajornál tetőzött 422 cm-es vízállással, ami így nem érte el az I. fokú készütségi szintet.

Bodrog: 2017. december 20-án 698 cm-es vízszinttel tetőzött Felsőbereckinél, ami majdnem elérte a III. fokú készütségi szintet.

Tisza: Záhonynál 552 cm-rel tetőzött 2017. december 19-én, ami nem érte el a II. fokú készütségi szintet.



5. ábra

Árvízvédelmi (balra) és belvízvédelmi (jobbra) készütségi fokozatok 2017. december 19-én hazánkban

Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446)

(A letöltés ideje: 2017. ja-nuár 22.).

2018. március 17-én, hasonlóan a 2013-as hóhelyzethez, sarkvidéki eredetű légtömeg érkezett hazánkba. Az Alföld keleti részén 70 km/h széllesek kíséretében intenzíven hullott csapadék. A Dunától keletre hófúvás és havazás volt. A helyzetet tovább rontotta, hogy ónos eső is esett, amelynek következtében közlekedési problémák és a közműszolgáltatások zavarai léptek fel. A hótörleszok, csúszós utak szinte ellehetlenítették a közlekedést. A leginkább érintett megyék Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok és Békés voltak.

2018 tavaszán a belvíz mértéke is nagy károkat okozott, és jelentős feladatot adott a vízügyi igazgatóságoknak. 58 szakaszon rendeltek el belvízvédelmi készütséget, a belvízzel elöntött területek nagysága 71800 hektár volt. A legnagyobb elöntések Békés és Csongrád megyében voltak. 2018-ban március végéig 265 millió köbméter belvizet emeltek át a vízügyi szakemberek. A károk alapvetően a mezőgazdaságot érintették.

2017. május 10-én Sopronban özönvízszerűen esett az eső. A csatornarendszer itt sem tudta elvezetni ezt a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadékot. Garázsokat, pincéket öntött el a víz a lakóépületekben, illetve jellemzőek voltak a közlekedési fennakadások.

### 3. Következtetések

Véleményem szerint katasztrófavédelmi szempontból fontos felhívni a figyelmet arra, hogy az esetek döntő többségében ugyanazok a jellemző károk keletkeztek: a vízvezető csatornák telítettsége miatt az utcákon hömpölygő víz, fakidőlések, felsővezeték-szakadások, a közlekedésben bekövetkező fennakadások, az áramszolgáltatás szünetelése. Tehát ezek azok a károk, amelyek a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék hatására azonnal, lokálisan következnek be, szemben a – hagyományos értelemben vett – hidrológiai eredetű katasztrófákkal, amelyek nem minden esetben alakulnak ki azonnal (kivéve a villámárvizet), és nem is feltétlenül a csapadékhullás helyén, lokálisan okoznak problémát.

Úgy gondolom, hogy a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék és a hidrológiai eredetű katasztrófák kialakulása és jellemzői közötti összefüggések – a hazai éghajlatváltozás tükrében – *hosszú távon* vizsgálva tudnak objektív módon kirajzolódni. Kutatásomat a hosszú távú elemzések után lehet majd a 10-20 évvel ezelőtti hazai éghajlatváltozással kapcsolatos szcenáriók „beválásvizsgálatának” tekinteni, amely a hazánkban lehulló csapadékmennyiséget és a bekövetkező hidrológiai eseményeket rögzíti.

### Felhasznált irodalom

- KIROV NÉ RÁCZ Réka Magdolna (2018): Magyarország hidrológiai eredetű katasztrófaveszélyeztetettsége 2017. szeptemberétől 2018. januárig az extrém mennyiségű és intenzitású csapadékhullás tükrében. *Hadtudományi Szemle*, 11. évf. 2. sz. 252–267.
- LÁNG István – CSETE László – JOLÁNKAI Márton (2005): VAHAVA-jelentés. Forrás: [http://netrix.mta.nsd.sztaki.hu/mta\\_hirei/vahava-jelentes-14281/](http://netrix.mta.nsd.sztaki.hu/mta_hirei/vahava-jelentes-14281/) (A letöltés ideje: 2017. december 22.).
- MOLNÁR Ágnes – GÁCSE Vera (2014): Szélsőséges éghajlat – szeszélyes időjárás. *Iskolakultúra*, 24. évf. 11–12. sz. 4–12. Forrás: <http://docplayer.hu/40583518-Tanulmany-szemle-kritika-ge-lencser-andras-closzo-3.html> (A letöltés ideje: 2018. január 20.).
- Országos Vízügyi Főigazgatóság – Tájékoztató 12. 17. (2017). Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443) (A letöltés ideje: 2017. december 22.).
- PADÁNYI József – HALÁSZ László (2012): A klímaváltozás hatásai. Nemzeti Közzolgálati Egyetem. Forrás: [www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/padanyi\\_klimavaltoz\\_tanulm.pdf](http://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/padanyi_klimavaltoz_tanulm.pdf) (A letöltés ideje: 2018. január 8.).
- [www3.vizugy.hu/hu/th-arvizvedelem-1](http://www3.vizugy.hu/hu/th-arvizvedelem-1) (A letöltés ideje: 2018. január 23.)
- Rendkívüli csapadékhullás Budapest belvárosában (2017). Forrás: [http://met.hu/ismeret-tar/erdekes-segek\\_tanulmanyok/index.php?id=1885](http://met.hu/ismeret-tar/erdekes-segek_tanulmanyok/index.php?id=1885) (A letöltés ideje: 2018. január 12.).
- [www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag\\_esemeny\\_arhivum](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag_esemeny_arhivum) (A letöltés ideje: 2017. december 22.)
- Országos Vízügyi Főigazgatóság (2017a). *Tájékoztató 12. 17.* Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1443) (A letöltés ideje: 2017. 12. 22.).
- Országos Vízügyi Főigazgatóság (2017b). *Tájékoztató 2017. 12. 19.* Forrás: [www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446](http://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=1&id=1446) (A letöltés ideje: 2017. 12. 22.).

Vákát oldal

# The Global Water Crisis

*Balázs Heincz*<sup>1</sup>

The term “global water crisis” refers to an assemblage of globally faced major challenges related to water. Water scarcity, the deterioration of water quality, the failure to provide safe drinking water and sanitation services, the devastation and in some cases annihilation of ecosystems and the looming threat which climate change poses – and the way in which it is likely to exacerbate the said issues – are some of the challenges which the world currently faces. The global water crisis poses a serious threat to human civilisation. It merits our full attention and necessitates global action.

UN-Water estimates that by 2025, 1.8 billion people will live in regions with absolute water scarcity<sup>2</sup> and roughly two-thirds of the world’s population, that is estimated to be nearly 8 billion people by then, may live in water scarce conditions (UN-Water 2012). Even after the MDG process completed, that was declared successful yet huge differences still exist particularly in case of the LDCs and sub-Saharan Africa, nearly 800 million people do not have access to adequate drinking water. Six to eight million people die annually on account of water-related disasters and diseases (UN-Water 2015). A growing number of regions are facing chronic water shortage. Although there is enough freshwater on the planet to sustain life for our world’s current population, it is distributed unevenly, wasted, polluted and unsustainably managed (UN-Water 2005–2015). Water scarcity is therefore both a natural and human-made phenomenon. In terms of water usage, our agricultural systems currently exhaust the preponderance of our water resources: approximately 70% of global freshwater withdrawals can be traced back to the agricultural sector. An increase in the global standard of living will lead to an increase in demand for these “water-intensive” products. Water demand in the manufacturing industry alone has seen an increase of 400% between the years of 2000 and 2015 (UN-Water 2015). The increasing standard of living which we are witnessing throughout the world has the (unwanted) effect of dramatically increasing our per capita consumption of water. According to current projections, the Earth’s population will increase by roughly 2–3 billion people by 2050 totalling 9.2 billion. This surge in the global population will be accompanied by an increase in the demand for food amounting to circa 70%, thereby further exacerbating water scarcity as the increased production of food will drastically increase the global demand for water.

It is therefore imperative not to lose sight of the fact that global water demand is correlated with macro-economic processes such as globalisation, in particular trade globalisation.

---

<sup>1</sup> Head Of Department, Department for Water Diplomacy and the Danube Region Strategy at Ministry of Foreign Affairs and Trade of Hungary. E-mail: [bheincz@mfa.gov.hu](mailto:bheincz@mfa.gov.hu)

<sup>2</sup> According to the Falkenmark indicator if the amount of renewable water in a country is below 500 m<sup>3</sup> per person per year, that country is said to be experiencing absolute water scarcity.



Global leaders are slowly coming to the realisation that modern consumerism itself is placing a considerable strain on our water resources. Notwithstanding all of the current “green” or sustainable development initiatives, the global demand for water is expected to increase by as much as 50 percent by 2050 (UN-Water 2015, 2). Over and above this, the effects of climate change will place a heavy burden on the water resources; various regions in the world are already suffering from unusual periods of drought or flooding as well as extreme weather conditions, all of which lead to vast economic losses. As climate change progresses, these trends will likely only worsen by the end of the 21<sup>st</sup> century (World Economic Forum 2017).

As water scarcity increases, the tension between various states is predicted to increase (Global High-level Panel on Water and Peace 2017). The water crisis is therefore not only real, it is also global. The environment, international security and the survival of humanity cannot but be considered global issues. The severity of the world water crisis is evinced by its ranking in the World Economic Forum’s yearly global risk reports: since 2013, it has been ranked as one of the greatest global risks.<sup>3</sup> In tandem with this assessment, water-related issues have assumed an ever-more prominent position on the international agenda – water is, in fact, currently considered one of the cornerstones to sustainable development. This integrated view of water, including the relevant governance issues, such as integrated institutions, is a paradigm shift from earlier approaches.

## 1. Global water governance

### 1.1. Governance defined

The global water crisis is not the crisis of running out of water but rather a crisis of governance.<sup>4</sup> In its first Water Development Report, the document stated that the “water crisis is essentially a crisis of governance and societies are facing a number of social, economic and political challenges on how to govern water more effectively” (World Water Assessment Programme 2003). Some would argue that, given the nature of the crisis, in order to cope with the said challenges, we must create a coherent, effective and global water governance system. Before addressing the global water governance system and the ways in which it could be improved, one must first go about defining the term “governance”.

While it is not easy to define “governance” and there is no shortage of differing definitions, governance as a concept is fundamentally concerned with the interactions of power as epitomised in the forms of agency and structure. Governance may be defined as:

“The interactions among structures, processes and traditions that determine how power and responsibilities are exercised, how decisions are taken, and how citizens or other stakeholders have their say. Fundamentally, it is about power, relationships and accountability: who has influence, who decides, and how decision-makers are held accountable. While good governance can be seen as an end unto itself, it is also a process that can be undertaken by any number of actors, and is not solely tied to the institutions of government” (GRAHAM–AMOS–PLUMPTRE 2003, 2).

<sup>3</sup> World Water Council, Gupta, etc.

<sup>4</sup> Ibid.

*Water* governance, on the other hand:

“...refers to the range of political, social, economic and administrative systems that are in place to develop and manage water resources, and the delivery of water services, at different levels of society” (ROGERS–HALL 2003, 7).

In defining water governance we are asking ourselves the question: What are the right things to do? This obviously should not be mixed up with water management where we ask ourselves the question: How to do things right?

Building on the above definition, one may suggest that governance involves a high degree of managing resources, such as water, and balancing various – often conflicting – interests. Political decisions involving opportunity costs must be taken. As it stands to this day, the fact remains that the state as a sociological construct is (one of) the most effective means of conveying political decisions that reflect (at least amongst the more democratic states in the world) the will of its citizens. Yet when it comes to water, the international community has not yet created a forum – an intergovernmental platform – in which it can discuss the most crucial of issues pertaining to the global water crisis. In the absence of such a forum, it is difficult to see how an effective governance system could be created at the global level. In order to tackle these global issues, the aim should not only be to create a global water governance system, but one that is “good”, i.e. facilitates action, promotes development, reduces risks and – perhaps most importantly from the perspective of most states – reduces costs while emphasises the rule of law, fairness, equity, public participation, gender balance, scientific research, data and institutions.

## **1.2. An appraisal of the current global water governance system**

For most of the 20<sup>th</sup> century, water governance efforts were centred on local or regional initiatives to tackle what were perceived as local or regional problems (COOLEY et al. 2014, 10). Towards the end of the 20<sup>th</sup> century, there was a growing recognition of the extensive scope of water-related issues, most of which transgressed national and/or regional boundaries and became global. As mentioned above, climate change, water scarcity and the lack of access to drinking water and sanitation have pervasive, destabilising socio-economic effects, thereby also threatening international security. Water, as conceptualised through the term “virtual water”, is heavily implicated in international trade. Upon recognising the *global*, *intricate* and *complex* nature of the issues pertaining to water, it became clear that formulating a new, more comprehensive approach to solving these challenges was necessary. This epiphany culminated in the emergence of the Integrated Water Resources Management (IWRM) approach around the mid 1970s at the Mar del Plata UN Conference on Water:

“The coordinated development and management of water, land, and related resources in order to maximize economic and social welfare without compromising the sustainability of vital environmental systems” (United Nations Water Conference 1977, 11).

Today it is widely understood that, in light of the intricacies of the global water crisis, it would make sense to have an organisation that is intergovernmental and focuses on global water issues in an integrated and comprehensive manner. And yet, despite the global nature of the problem at hand, such an intergovernmental organisation does not exist. As the Secretary-General of the UN outlines in his report *Repositioning the United Nations development system to deliver on the 2030 Agenda: our promise for dignity, prosperity and peace on a healthy planet* (UN General Assembly, Economic and Social Council 2018), SDG6 is amongst the goals where the UN development system needs to respond more effectively to gaps in SDG coverage.

The current global water governance system is comprised of numerous transnational or international institutions, multilateral and bilateral treaties, as well as other international legal instruments, including many soft law instruments. Indeed, a plethora of international organisations, governmental and non-governmental in nature, exist which deal with global water governance (UN General Assembly, Economic and Social Council 2018, 14).

The recently adopted Sustainable Development Goals, as adopted in UN General Assembly Resolution 70 of 2015 entitled *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, represents a significant leap forward in terms of addressing the global water crisis. Water, as elaborated further below, has its own dedicated goal,<sup>5</sup> yet the SDGs are not enough in and of themselves: they are not binding *per se* and scarcely do anything in terms of laying out a concrete roadmap or strategy in tackling the issues identified therein. Agenda 2030 is more of a statement of aspirations than a thoroughly thought-out action plan. Many fear that, like its “predecessor”, Agenda 2030 may likely be hindered by insufficient funding and the absence of a centrally coordinated action and review plan.

Nevertheless, the International Hydrological Programme of UNESCO is the only intergovernmental programme under the remit of the UN which focuses on water, particularly the research and educational dimensions of it.<sup>6</sup> It is led by an Intergovernmental Council open to all UNESCO Member States. While this Programme has been highly beneficial to many aspects of water governance,<sup>7</sup> its focus resides only on the scientific and educational aspects of water management. The problem, therefore, is that there is no intergovernmental forum in which comprehensive discussions regarding all aspects of water may take place. At the same time there are too many bodies, most of them NGOs, which deal with different although often overlapping aspects of water issues, therefore, the problem is that they do so in accordance with their own restricted mandates and without any real coordination. The figure below illustrates the complexity of the current system.

<sup>5</sup> The UN Resolution and the Sustainable Development Goals can be accessed here: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (Accessed: 12.02.2020.)

<sup>6</sup> For more information see UNESCO 2019.

<sup>7</sup> See, for instance, the IHP-WINS database developed by UNESCO. The database has only been launched relatively recently and therefore it is still rather lacking in substance. The project is, however, a great leap forward.

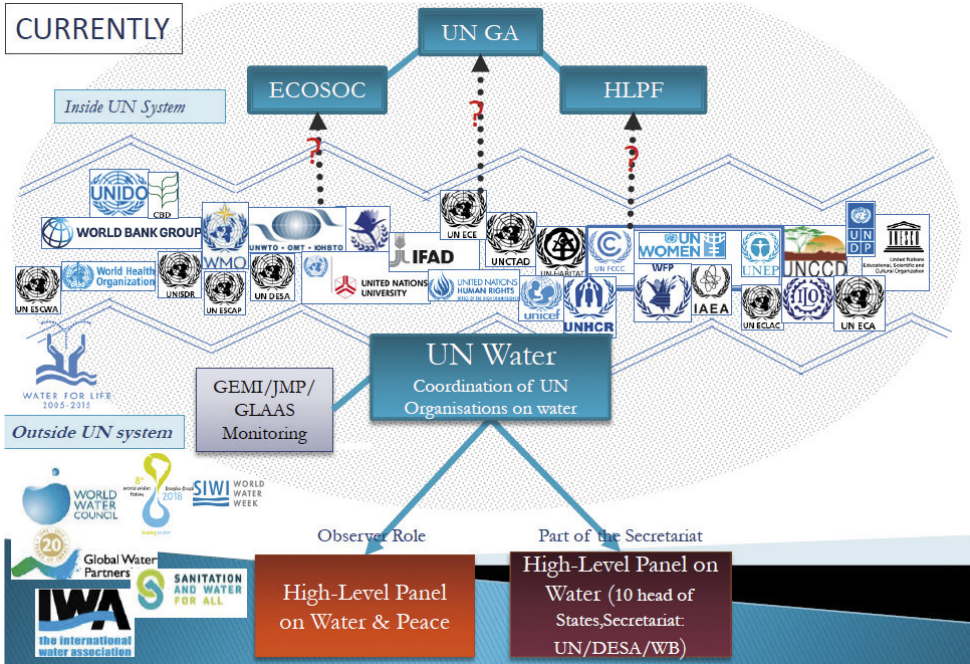


Figure 1.  
Global water governance system

Source: drawn by the Author

It is therefore the exception rather than the norm that UN Member States discuss water issues in an integrated manner on a global scale. The first and so far the only full-fledged UN Conference was held in Mar del Plata, Argentina, in 1977. By and large governments discuss water issues although in a non-governmental setting at the World Water Forum (held every three years); or at the initiatives of individual governments organising specific events, conferences (such as the Budapest Water Summits or the Bonn Freshwater Conference); and at the UN as expert meetings or as part of other agendas, such as the IPCC process, for instance.

In order to address the coordination problem, UN-Water was created in 2003, in following the Sub-Committee on Water of the Administrative Committee on Coordination (ACC), in order to coordinate the various agencies, programmes and organisations operating in the field of water. It was intended, as its mandate stipulates, to serve as a coordinating mechanism of UN system actions and other partners:

“The goals of UN-Water are to promote and provide an efficient, coherent and proactive mechanism for coordination of the UN System agencies and programmes, and to contribute substantially to the achievement of global water and sanitation related targets and goals.”<sup>8</sup>

<sup>8</sup> UN-Water 2010. See in particular Article I, Section 1.

UN-Water suffers from several debilitating deficiencies. It does not have a strong mandate approved by Member States, nor does it make centralised policies as it basically is a coordination body amongst the UN agencies (COOLEY et al. 2014, 15). UN-Water was not designed to make “firm decisions that strongly impact the water agenda of its individual members” (DELLAPENNA et al. 2013, 4). Besides this, its mandate is indeed limited to coordination matters concerning the secretariats of various UN entities and other NGO partners that might be interested, and does not cover the full spectrum of global water issues in an integrated fashion. Moreover, it lacks the personnel and funding as it is funded primarily through voluntary contributions that are needed to adequately coordinate international efforts. Some even went further by stating that it is the Members States that should guide the UN system in their tasks and not the other way around.

As such, the current water governance system is poorly equipped to deal with the increasing socio-economic pressures on our global water resources. Having said this, and in view of the previously expounded dimensions to global water governance, it would be incorrect to say that the current system is fully absent or ineffective. Although it is true that the system is not institutionalised for the most part, there have been several major instances in which water as a vital resource and the challenges associated with it have been recognised (relatively systematically) on a high level. In illustrating this point, one might point to the Stockholm UN Conference on the Human Environment in 1972 and the 2012 UN Rio + 20 Earth Summit, the various international legal instruments related to water and transboundary water resources cited above and the numerous international conferences and summits. The fact that water also has its own dedicated Sustainable Development Goal in Agenda 2030 represents a huge leap forward, especially when comparing SDG 6 to the treatment of water in the MDGs. SDG 6 represents a paradigm shift because it is the first instance in which water is viewed in an integrated, comprehensive manner on a truly international scale in line with the new IWRM approach. This dedicated goal includes all major water and sanitation issues. Water is even mentioned in some of the other targets, for instance SDG 3 (health) and 11 (cities):



Figure 1.

*Sustainable Development Goals*

Source: [www.un.org](http://www.un.org)

In summary, the greatest problem with the current architecture of global water governance is perhaps that it is overly fragmented and lacks a strong decision-making (or, as it were, governing) body, thereby leading to diffuse global water governance and weak political accountability. Many would even go so far as to suggest that it is because the system is so decentralised that it lacks coordination and fails to realise concrete progress. While it is true that the role of the State in the 21<sup>st</sup> century has greatly diminished at the behest of various networks, associations and international organisations, it still remains a vital actor in governance; yet there is no intergovernmental platform in which States could debate, on a regular basis, water issues in a *comprehensive, integrated* and *encompassing* manner. Indeed, the current system has been aptly described by one observer as “more fuzzy, Mobius web-like system that is less subject to control, less predictable, less in line with good governance principles” (GUPTA 2011).

## 2. The way forward

The UNSGAB on Water and Sanitation recently put forth several key recommendations for better implementing the 2030 Water Agenda. Without reciting all the recommendations in full, it is worth recounting several of them. First of all, the report promotes a more global approach to water:

“While many water impacts are found at local and regional levels, climate change and the globalized economy make the strong global dimension of water increasingly evident. Globalizing forces, such as virtual water flows, increasing water scarcity, water pollution and ecological degradation, intensifying water-related disasters and persisting and emerging public health threats from the WASH crisis, which remains unresolved in many parts of the world, need to be more systematically addressed from a global perspective. This will call for greater awareness about water on the part of politicians and in the climate community, promoting action on water within national and global climate change policies. Businesses, [*sic*] and national and local governments have to translate their growing awareness about water risks into comprehensive strategies for action” (UNSGAB 2015, 14).

The creation of an intergovernmental organisation dedicated to water would, in the best case scenario, satisfy most of these recommendations, above all paving the way for better coordination between and amongst States. Albeit such an organisation may well solve the coordination dimension of the current problem, changes must also be wrought on the functional and operational levels. Countries must be further encouraged to form (more)<sup>9</sup> effective regional water governance systems. Such regional governance systems can be fashioned along hydro-geographical boundaries, such as river basins (ROGERS–HALL 2003, 21). River basins represent closed regions that cross jurisdictional boundaries wherein people have incentives to come to agreements, thereby allowing local governments and

<sup>9</sup> Cooperation systems which function at a relatively proficient manner do exist, such as the EU Strategy for the Danube Region. The EU has indeed built a rather effective governance *framework* when it comes to water. The Water Framework Directive and the related EU instruments are comprehensive. Unfortunately, according to recent communications, reports and assessments by the EU, the level of implementation is worryingly low.

other public and private entities to work together. Such regional agreements should prove to be attractive solutions, since governments alone cannot regulate effectively or efficiently transboundary river basins. Although the global water crisis by definition involves issues that concern the international community as a whole, it is nevertheless important to emphasise that each country and/or region of the world suffers from different problems (e.g. some countries or regions struggle with droughts, others with floods). Since the challenges are idiosyncratic, regional responses are necessitated. For this reason, an effective global water governance system must account for regional and individual idiosyncrasies or particularities and provide for regional systems of governance as well. Moreover, issues such as lack of access to adequate sanitation, although it could benefit from a global response (funding, advise, etc.), are issues which require implementation at ground level (DELLAPENNA et al. 2013, 4). The global water governance system must therefore focus on the creation of enabling environments in which efficient public and private initiatives can address not only global, but local challenges or crises.

In line with the UNSGAB recommendations, the three most viable ways forward probably involve the creation of a UN intergovernmental mechanism on water and sanitation, the strengthening of UN-Water and/or setting up a comprehensive global water and sanitation monitoring framework. Unfortunately, the greatest obstacle to the realisation of either of these recommendations is the lack of political will amongst states to implement such measures on a universal level. Nevertheless, the current setup of the UN institutional water architecture will not allow for an effective and coordinated policy guidance by UN Member States in implementing the 2030 Agenda. While a multitude of forums, including UN agencies, deal with water, they treat it as a sub-topic and/or look at it from single-issue perspectives. It will be up to the Member States to decide whether they will face the looming water crises with the current system or will recognise the opportunity to change and adapt themselves.

## References

- COOLEY, H. – AJAMI, N. – HA, M.-L. – SRINIVASAN, V. – MORRISON, J. – DONNELLY, K. – CHRISTIAN-SMITH, J. (2014): Global Water Governance in the Twenty-First Century. In GLEICK, P. H. ed.: *The World's Water*. Washington, D.C., Island Press. 1–18.
- DELLAPENNA, J. W. – GUPTA, J. – LI, W. – SCHMIDT, F. (2013): Thinking about the Future of Global Water Governance. *Ecology and Society*, Vol. 18, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.5751/es-05657-180328>
- Global High-level Panel on Water and Peace (2017): *A Matter of Survival*. Source: [www.genevawaterhub.org/sites/default/files/atoms/files/report\\_of\\_the\\_ghlpwp\\_final\\_withcover\\_20171220.pdf](http://www.genevawaterhub.org/sites/default/files/atoms/files/report_of_the_ghlpwp_final_withcover_20171220.pdf) (Accessed: 12.02.2020.)
- GRAHAM, J. – AMOS, B. – PLUMPTRE, T. (2003): *Governance Principles for Protected Areas in the 21<sup>st</sup> Century*. Ottawa, Institute on Governance.
- GUPTA, J. (2011): An essay on global water governance and research challenges. In VAN DER VALK, M. R. – KEENAN, P. eds.: *Principles of good governance at different water governance levels*. The Netherlands National Committee IHP-HWRP.
- ROGERS, P. – HALL, A. W. (2003): *Effective Water Governance*. Global Water Partnership.
- UNESCO (2019): *Hydrology (IHP)*. Source: <http://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology> (Accessed: 12.02.2020.)

- UN General Assembly, Economic and Social Council (2018): *Repositioning the United Nations development system to deliver on the 2030 Agenda: our promise for dignity, prosperity and peace on a healthy planet*. Source: <https://undocs.org/A/72/684> (Accessed: 12.02.2020.)
- UNSGAB (2015): *The UNSGAB Journey*. New York, United Nations Secretary-General's Advisory Board on Water and Sanitation.
- UN-Water (évszám): *Facts and Figures*. Source: [www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/facts-and-figures/en/](http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/facts-and-figures/en/) (Accessed: 12.02.2020.)
- UN-Water (2005–2015): *International Decade for Action “Water for Life” 2005–2015*. Source: [www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml](http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml) (Accessed: 12.02.2020.)
- UN-Water (2010): *Operational Guidelines*. Source: [www.unwater.org/downloads/UN-Water\\_Operational\\_Guidelines.pdf](http://www.unwater.org/downloads/UN-Water_Operational_Guidelines.pdf) (Accessed: 12.02.2020.)
- UN-Water (2012): *United Nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk*. Source: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002156/215644e.pdf> (Accessed: 12.02.2020.)
- UN-Water (2015): *The UN World Water Development Report: Water for a Sustainable World*. Foreword by Irina Bokova.
- United Nations Water Conference (1977): *Mar del Plata Action Plan*. Source: [www.internationalwaterlaw.org/bibliography/UN/UN\\_Mar%20del%20Plata%20Action%20Plan\\_1977.pdf](http://www.internationalwaterlaw.org/bibliography/UN/UN_Mar%20del%20Plata%20Action%20Plan_1977.pdf) (Accessed: 12.02.2020.)
- World Economic Forum (2017): *The Global Risks Report 2017. 12<sup>th</sup> Edition*.
- World Water Assessment Programme (2003): *The United Nations Water Development Report: Water for People, Water for Life*.



Vákát oldal

### **III. From Person to Planet: Scaling Sustainable Practices**

Vákát oldal

# Sustainable Future: Building on the Study of Natural Systems<sup>1</sup>

*Krisztina Szűcs<sup>2</sup> – László Pál<sup>3</sup>*

## Introduction

In the past years Sustainable Development has become the primary goal of the developed countries. On the one hand, the dominant socio-economic sustainability remains questionable in many ways, on the other hand, the natural ecosystems demonstrated their sustainability with their long history. Although both systems exhibit examples of competition and cooperation, social systems may have much to learn from natural systems. During my research I will attempt to identify characteristics that can ensure long-term sustainability of natural systems and communities.

Within the alternative economic science, *Bionomics* is based on the careful study of the laws of natural systems aiming to support their survival. The word still pops up from time to time, but this interpretation is not yet widespread. Modern trends of ecological economics, the Blue Economy and CSR (Corporate Social Responsibility) are considered related theories. (CAPRA–PAULI 1995; BURT 1992; BELL–MORSE 2008).

To reach the goal of a “new economy” we should change the pillars of “economism” with “state of the art” values: 1. equilibrium despite growth; 2. cooperation despite competition; 3. potentiality despite effectivity (PÁL–TÓTH 2009).

## 1. Goals and objectives

Within my research I am revising the current adjudication of *competition*. Competition is “*the activity or condition of striving to gain or win something by defeating or establishing superiority over others*”. Public surveys say, that “ 74% of EU citizens consider competition has positive impact on them”. On the other hand, we should accept that: *cooperation* is a basic pillar of the formation of life, the process of evolution and long-term development.

---

<sup>1</sup> The work/publication is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

<sup>2</sup> PhD student, Pannon University, Georgikon Faculty. E-mail: [krisztina.szucs.hajos@gmail.com](mailto:krisztina.szucs.hajos@gmail.com)

<sup>3</sup> Associate Professor, Pannon University, Georgikon Faculty. E-mail: [pál-l@georgikon.hu](mailto:pál-l@georgikon.hu)

My aim is to work out a more precise model and find the right balance between the two phenomena. My hypothesis is that the right – sustainable – level of cooperation can be identified from natural systems by analysing different organisational levels, different species and cooperation strategies.

## 2. Understanding the evolution of cooperation

From the past to present, the evolution of cooperation can be found in the literature. Scientific examination of *natural systems* and the levels of cooperation significantly determined the development of the evolution theory in the past years. It is a shocking fact that 99% of ever existed 150 million species are now extinct. Among the successful strategies, cooperation is present and underlines the importance of social values (HAMILTON 1964).

Charles Darwin's work *On the Origin of Species*... explains that organisms form groups in which individuals act for the "common good" (DARWIN 1859). It seems odd that fitness is defined as a key to survival of the individual. The book itself has come up with some explanation: natural selection is motivated by altruistic behaviour among the relatives of the family since in that case, the reproductive capacity increases (GASTON 1978).

The "selfish gene" evolution theory of Richard Dawkins is well known: to preserve and reproduce the selfish molecules can be considered "survival machines" (DAWKINS 1989). On the other hand, multilevel selection theory (group selection) is outlined, i.e. the unit of selection is not possible for each gene; and also not possible for a community of genes (cells), a community of cells (animals), a community of individuals (population), and a group of populations (metapopulation) or even entire communities (ecosystems) (WILSON 2002; KRAUSE–RUXTON 2002).

In the field of *economics*, the basics of the evolutionary approach has been defined by Adam Smith (1723–1790) some 80 years before the appearance of Darwin's major work (SMITH 1863). The famous "invisible hand" principle ensures that if everyone acts in its own interests it also serves the common good. Cooperation between companies is created for many reasons: long-term cooperation aims profit maximisation, cost efficiency, or resource efficiency. On the other hand, competition potential is one of the key elements of business strategies. Which strategy is the most effective and which is sustainable in the long run? Qualitative and quantitative analysis of both systems will follow, since the evolution of economic actors is still ongoing (PENNISI 2005).

The appearance of cooperation exists in both fields, now let us understand how can we approach the two systems.

## 3. The identification of units for the research

To make this happen, as a first step I took literature review and summarised the basic elements of ecology to identify the appropriate units to be able to compare the two systems. From the literature I summarised the organisational levels where cooperation and competition can be identified. Cooperation can be found at all levels of biological organisms: genes

cooperate in genomes, organelles cooperate to form eukaryotic cells, cells cooperate to make multicellular organisms, bacterial parasites cooperate to overcome host defences, animals breed cooperatively, and humans and insects cooperate to build societies (CSÁNYI 1999; WEST–GRIFFIN–GARDNER 2007). My visual interpretation of the ecological units is summarised in Figure 1. On the figure we can substitute the existence of cooperation below and above the individual level.

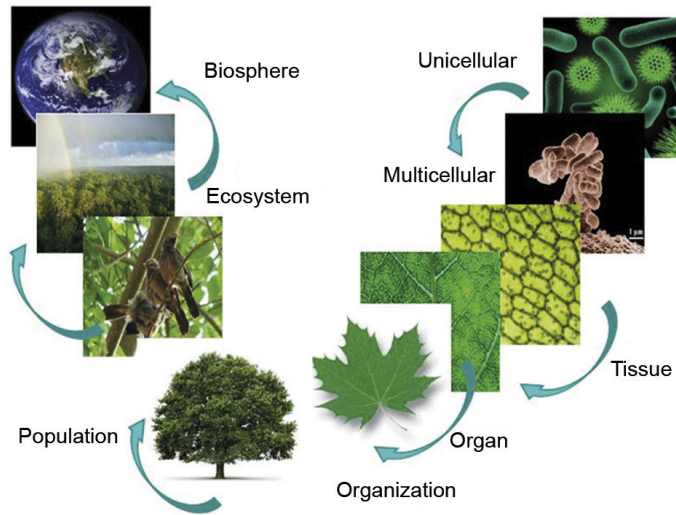


Figure 1.  
*Cooperation levels of ecology*

Source: Szűcs 2014

Using the patterns of the natural system I am aiming to work out and develop a method to analyse present and future sustainability of companies, by observing their attitude regarding cooperation. In order to reach this goal, I outlined the same units in the economic field, to be able to compare the levels of the two systems. My visual interpretation of the economic units is summarised in Figure 2.

Using the same number of elements in the two figures, we can easily find that the unit of “organisation” – level 5 – is the most suitable to compare the two systems. Since I arrived at this result I am currently listing different cooperation strategies of different species from the literature review of ethology. Individuals in many animal species are strongly motivated to form close social bonds and to attend to the social interactions of others (DUGATKIN 1997; TÖRÖK 2009). Each animal – including humans – that cooperates have their limit regarding the group sizes (DUNBAR 1992; REICZIGEL et al. 2008). In some cases cooperation is relevant in other cases competition and aggression helps to reach the goal of equilibrium (LORENZ 1963). Overall, I listed in the table below the literature results from the field of ethology that summarises the possible elements; these should be considered possible factors for the research.

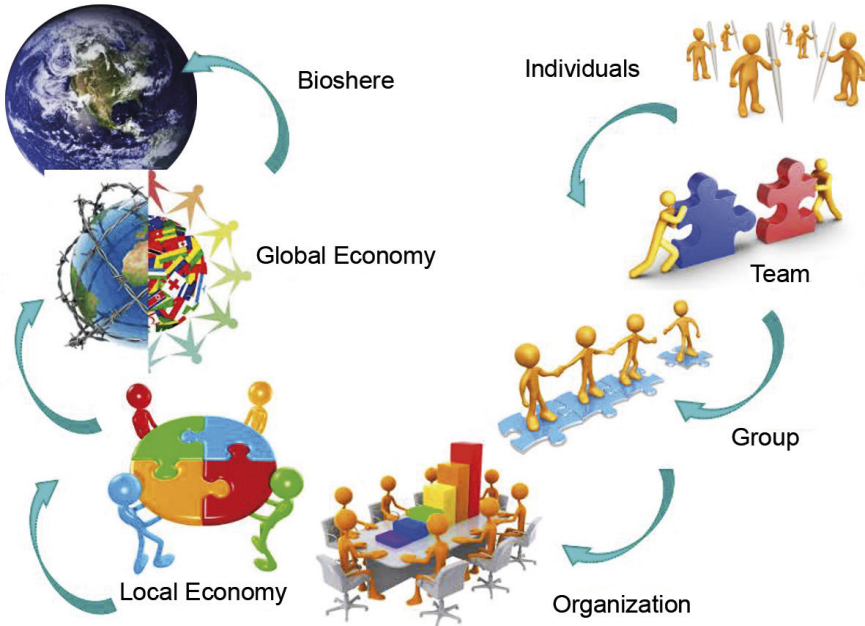


Figure 2.  
Cooperation levels of economy

Source: Szűcs 2014

Table 1.  
Possible factors determining cooperative behaviour

Cooperation	Competition
resources – food (1) protection from predators (2) protection of resources (3) brood nursing (4) food sharing (5) giving help (6) altruism (7)	resources – food territory female

Source: Compiled by the author.

As next steps of the research, I have evaluated the results of available domestic and international research in the field of behavioural biology for secondary data. I have rated the

species below (Table 2). These characteristics are to be used as a benchmark to search economic analogies in a later study.

The cooperation factors are listed in Table 1.

Table 2.  
*Cooperation factors of animal groups*

Phylum	Highest levels of cooperation factors	Species	Listed cooperation factors (Table 1)	Group size (dependent on resources)
Anthropoda	Eusociality	Hymenoptera, Apoidea, Isoptera, Vespoidea	1–8	1,000+
Ungulata	Living in group without giving help	Equus, Bison	1, 2, 3, 4	30–40
Aves	Living in group, brood nursing	Aptenodytes patagonicus, Ploceus cucullatus, Malurus melanocephalus, Manorina melanocephala	1, 2, 3, 4	10–1,000
Primates	Food sharing, giving help	Hominidae, Bonobo, Macaca	1–8	5–15
Carnivores	Food sharing	Panthera leo, Canis lupus, Chiroptera	1, 2, 3, 5	8–10
Fishes	Brood nursing	Characiformes, Poecilia reticulata, Cichlasoma	4	50–1,000

Source: Compiled by the author.

#### 4. Planned work methodology – next steps

Next steps of the research:

- *Review and analyse cooperation levels* within economy, find cooperation factors based on the patterns of the natural system (Table 2).
- *Examine the impact of cooperation* both from internal and external environment point of view. Define and compare cooperative behaviour in terms of positive and negative effects on the ecosystem/economy.

The results are going to be analysed using statistical methods, t-test or ANOVA for non-normal distribution and the Mann–Whitney U test in other cases, based on comparison of median values of data. To create models that link together economy and ecology, the Evolutionary Game Theory models would be used. That approach (EGT) is useful in this context by defining a framework of contests, strategies and analytics into which Darwinian competition can be modelled (NOWAK–SIGMUND 2004).



## 5. Summary

Within my future work I seek analogies from nature to apply in economics (bionomics) and plan to work out some modules for a new economic theory, satisfying the conditions of sustainable development (human economics). The cooperation features appearing in natural systems have valuable consequences concerning the sustainability of the economy. Assuming that, economy appears to corporate entities like groups in the animal kingdom – fighting for the same resources, at the same time and in the same area (market); in the struggle for survival, the comparison of the patterns can forecast certain economic processes.

Concepts of competition and cooperation appear in both ecological and economic (human) systems. The two concepts are inseparable, their existence is equal and necessary to achieve sustainable operation. Nature-based cooperation as a successful strategy can make valuable findings about the sustainability of the economy.

In the new economy, observing the “operation” of these units, it is necessary to define the “boundaries” of cooperating and competing behaviour. Starting from the fact that corporate organisations, like the groups appearing in the animal kingdom, struggle for the same resources at the same time and in the same field (market), and by comparing the patterns certain economic processes can be predicted.

## References

- BELL, S. – MORSE, S. (2008): *Sustainability Indicators. Measuring the Immeasurable?* London, Earthscan. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781849772723>
- BURT, R. S. (1992): *Structural Holes. The Social Structure of Competition.* Cambridge, MA – London, Harvard University Press.
- CAPRA, F. – PAULI, G. (1995): *Steering Business Toward Sustainability.* London, Unipub.
- CSÁNYI V. (1999): *Az emberi természet. Humánológia.* Budapest, Vince Kiadó.
- DARWIN, Ch. (1859): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life.* London, John Murray. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.68064>
- DAWKINS, R. (1989): *The Selfish Gene.* Oxford, Oxford University Press.
- DUGATKIN, L. A. (1997): *Cooperation Among Animals. An Evolutionary Perspective.* Oxford, Oxford University Press.
- DUNBAR, R. I. M. (1992): Neocortex size as a constraint on group size in primates. *Journal of Human Evolution*, Vol. 22, No. 6. 469–493. DOI: [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(92\)90081-j](https://doi.org/10.1016/0047-2484(92)90081-j)
- GASTON, A. J. (1978): The Evolution of Group Territorial Behavior and Cooperative Breeding. *The American Naturalist*, Vol. 112, No. 988. 1091–1100. DOI: <https://doi.org/10.1086/283348>
- HAMILTON, W. D. (1964): The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 7, No. 1.
- KRAUSE, J. – RUXTON, G. D. (2002): *Living in Groups.* Oxford – New York, Oxford University Press.
- LORENZ, K. (1963): *Das sogenannte Böse. Zur Naturgeschichte der Aggression.* Vienna, Borotha Schoeler-Verlag.
- NOWAK, M. A. – SIGMUND, K. (2004): Evolutionary Dynamics of Biological Games. *Science*, Vol. 303, No. 5659. 793–799. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1093411>

- PÁL L. – TÓTH G. (2009): *Bionómia: A gazdálkodó közösség megújításának biológiai alapjai*. Keszthely.
- PENNISI, E. (2005): How Did Cooperative Behavior Evolve? *Science*, Vol. 309, No. 5731. 93. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.309.5731.93>
- REICZIGEL, J. – LANG, Zs. – RÓZSA, L. – TÓTHMÉRÉSZ, B. (2008): Measures of sociality: two different views of group size. *Animal Behaviour*, Vol. 75, No. 2. 715–721. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.05.020>
- SMITH, A. (1863): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Edinburgh, Tomas Nelson.
- SZÚCS K. (2014): Öko-logikus kooperáció: az együttműködés mintázatai természeti és gazdasági rendszerekben. Pécs, *Via Futuri*. 33–41.
- TÖRÖK T. (2009): *Az ember evolúciója a kisközösségektől a birodalmakig*. XIII. MÉTA-túra, 5–10 October 2009.
- WEST, S. A. – GRIFFIN, A. S. – GARDNER, A. (2007): Evolutionary Explanations for Cooperation. *Current Biology*, Vol. 17, No. 16. R661–R672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.004>
- WILSON, D. S. (2002): *Darwin's Cathedral: Evolution, Religion, and the Nature of Society*. Chicago, University of Chicago Press.

Vákát oldal

# **Regional Response to the Climate Challenge – Climate Financing by the Multilateral Development Banks**

*Mária Bábosik<sup>1</sup>*

## **Introduction**

The purpose of the study is to present the context of climate change, climate protection and climate finance, and to address the role played by Multilateral Development Banks (MDBs) in it.

The topic is highly relevant as on June 1, 2017 US President Donald Trump gave a notice to quit the Paris Climate Agreement accepted by UN member states. In this epoch-making agreement, UN member states have committed themselves to limiting global warming to below 2 degrees Celsius by reducing emission of carbon dioxide. President Trump's decision sparked protests throughout the US and brought to life the America's Pledge initiative, to voluntarily comply with the Agreement and organise extensive campaigns to win the widest possible support. The US attitude is very important not only because of the emission by the US itself, but the strong US influence on the international order and institutions.

## **1. From climate change to climate finance**

“Climate change’ means a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods” (UNFCCC 1992, Article 1. Point 2. 7), – as defined by the United Nations. Others associate climate change directly with global warming: “Climate change is the catch-all term for the shift in worldwide weather phenomena associated with an increase in global average temperatures” (Wired 2018). Widely used dictionaries underline the role of emission in defining climate change: “Changes in the world’s weather, in particular the fact that it is believed to be getting warmer as a result of human activity increasing the level of carbon dioxide in the atmosphere” (Cambridge Dictionary s. a.). A Hungarian curriculum quotes: “Climate change means the long-term and essential change of the Earth’ climate and weather on local or global level.

---

<sup>1</sup> Hungarian National Bank, University of Pécs, Faculty of Sciences, Doctoral School of Earth Sciences, Geopolitical Doctoral Program. E-mail: [babosikm@mb.hu](mailto:babosikm@mb.hu)

For example, changes in the temperature, the quantity and distribution of the rainwater, wind or the number of sunshine hours” (Climate change s. a.).

Climate change is a global issue and the failure to tackle it was the most important global risk factor in 2016 according to the Global Risk Report 2016 of the World Economic Forum (WEF) (WEF 2016; ZILAHY 2017, 658). “Environmental risks have grown in prominence in recent years. This trend has continued this year [...] risks in the environmental category being ranked higher than average for both likelihood and impact over a 10-year horizon” – as stated in the report from 2018 (WEF 2018, 6).

Actions against climate change are called climate protection. Major milestones of international cooperation in this field are the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) adopted in 1992 at the Rio Earth Summit, the Conference of Parties (COP) held each year and the Paris Climate Agreement signed in 2015. The UN Sustainable Development Goals adopted in 2015 also focuses on “Combating Climate Change and its Effects” (UN 2015, Goal 13: Climate Action).

The key question of climate protection is climate finance. It is a “heavily contested term. From a *climate justice* perspective, it refers to the transfer of public resources from North to South to cover the costs of dealing with the long-term impacts of climate change. This money, a key component of *climate debt*, should also be provided to help Southern countries to pursue low-emissions paths without repeating the unsustainable reliance on fossil-fuels that was central to the industrialization of Northern countries [...]. Other definitions are more broad, and refer to all financial flows relating to climate mitigation and adaptation” (REYES 2012, 9). They include aid, private and equity investments, in case they are related to climate protection.

Climate finance is part of the environmental finance and partly overlaps with green finance. The two main directions of climate finance are mitigation and adaptation. Mitigation is far more in the focus, while adaptation is much less spent on.

Estimated global total climate finance amounted to USD 340–650 billion in 2014. Developed countries transferred USD 40–175 billion to developing countries, out of which USD 35–50 billion was coming from public and USD 5–125 billion from private sources (YEO 2015). Public climate finance is constantly increasing. From the annual USD 35 billion in 2011–2012 it increased to USD 42 billion in 2013–2014, and it will reach USD 67 billion by 2020 (NAKHOODA–WATSON–SCHALATEK 2016, 1; UN 2016, 6). This is getting closer to the USD 100 billion pledge, but still there is a gap. More than half of this amount is bilateral financing, 40% is provided by MDBs, some percentage is financed through multilateral climate funds, part of which is managed also by MDBs, mainly by the World Bank.

The institutional structure of climate finance is rather complex and includes many actors. Contributors are the developed donor countries, the European Union and some subnational organisations, creating dedicated climate finance funds and initiatives, and establishing bilateral and multilateral development institutions, including MDBs. Recipients are the beneficiary developing countries, regional and national implementing agencies and funds.

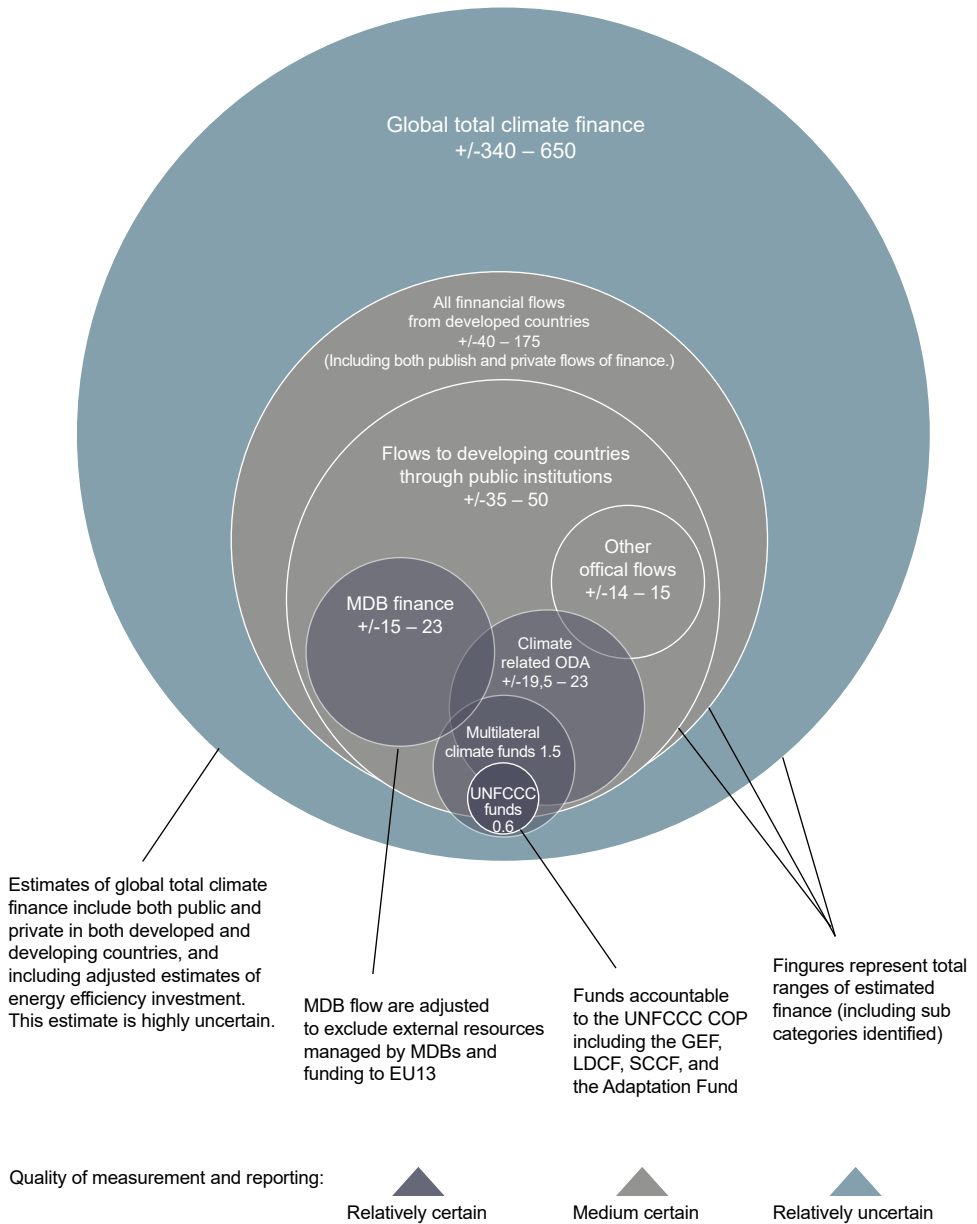


Figure 1.  
Climate Finance Flows

Source: Yeo 2015

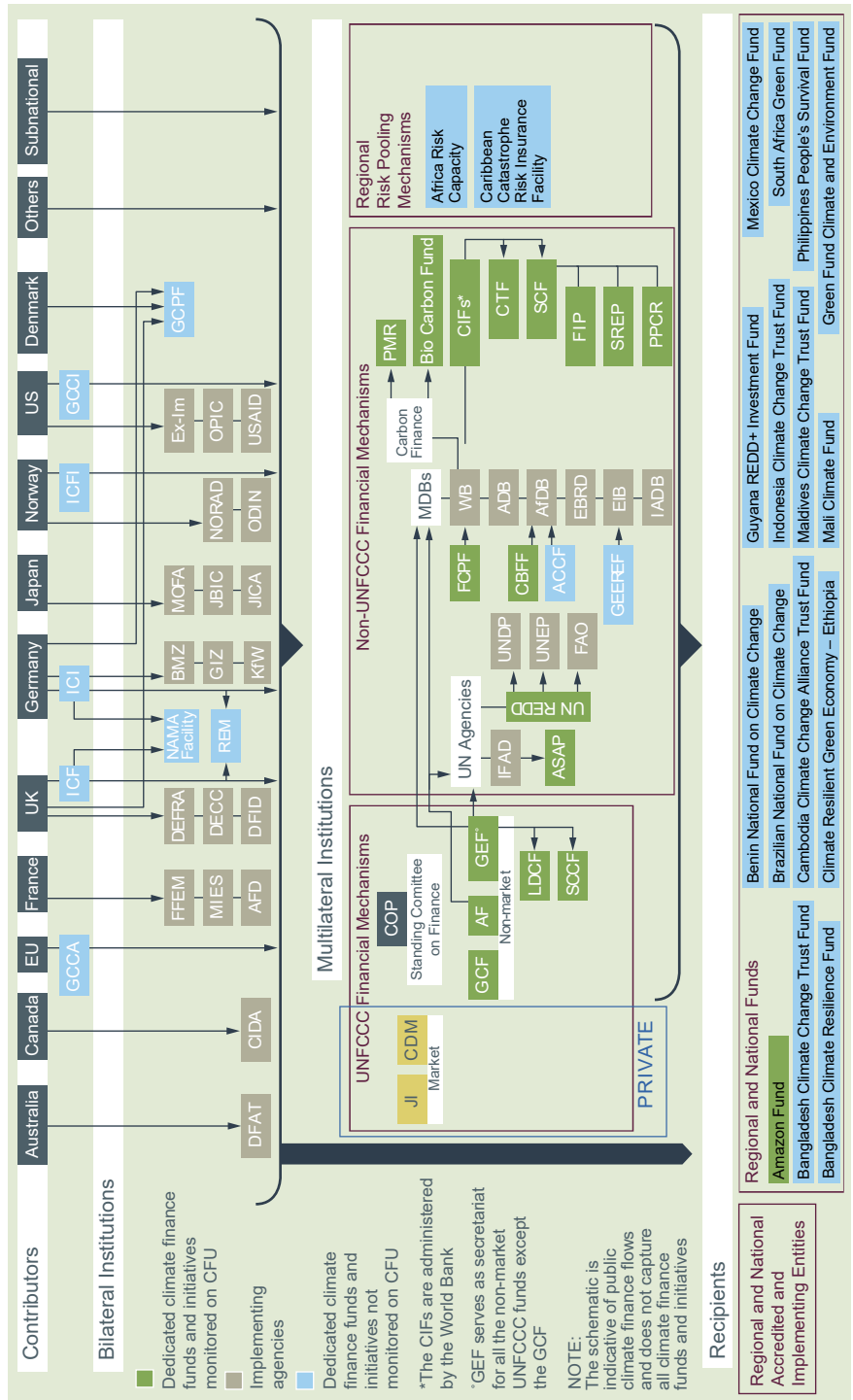


Figure 2. Institutional structure of climate finance

Source: NAKHODA-WATSON-SCHALATEK 2015, 3.

## **2. The role of multilateral development banks in climate finance**

### **2.1. The importance of multilateral development banks**

MDBs are international financial institutions (IFIs). They are key members of the Bretton Woods financial system established after World War II by sovereign states to foster reconstruction and development. They are important financial intermediators providing finance for long-term and risky investments which are not attractive enough for the private sector but badly needed for development, such as infrastructure, economic and social environment etc. They are focusing on the developing and the transition countries providing loans and guarantees, technical advice and make equity investments. The largest and globally operating MDB is the World Bank, which serves as a model for the regional development banks: the African, Asian and Inter-American Development Bank, the European Investment Bank and the European Bank for Reconstruction and Development. These institutions are only one group of the most important players in global climate finance and can satisfy part of the development needs only. Their role is unique, they cooperate with other climate finance institutions to mobilise as much resources as possible for climate finance through the best use of opportunities and risk sharing. In addition, they are extremely important in the development and dissemination of norms (PARK-VETTERLEIN 2010).

However, MDBs and their activities are also heavily criticised. On the one hand, the influence of the US in their governance and decision-making is said to be problematic, which is a consequence of their ownership structure. On the other hand, their caution and risk aversion make it difficult to finance many of those who are in need. As they are regularly rated by large international credit rating agencies, and the rating determines their position in the capital markets, they only provide loans to creditworthy borrowers and under strict conditions, which does not necessarily coincide with development needs. Criticism is also concerned with their bureaucracy, sluggishness and inflexibility, which makes it difficult and time-consuming to dynamically implement projects in the fast-paced world (BEN-ARTZI 2016).

### **2.2. The commitment of multilateral development banks to climate finance**

Climate finance ranks high on the strategic agenda of the MDBs. They play an important role in delivering the annual USD 100 billion climate finance commitment of the developed countries. Under climate finance, MDBs understand the use of financial resources for development activities devoted to mitigating and/or adapting climate change impacts in the developing and emerging countries. For accounting purposes, they have developed and used a common methodology based on the list of activities that can be linked to low carbon emissions (Joint Report 2016, 8–9).

MDBs spend over USD 25 billion annually on climate finance, 80% of which is for mitigation, and 20% for adaptation. Additionally, they provide approximately USD 55 billion co-financing per year. Between 2011–2016 their cumulative climate finance investment amounted to USD 158 billion. The overwhelming majority of climate finance (97%) is made from own, the rest is from external resources. They are provided by bilateral donors or the climate funds managed also by the MDBs.



MDBs provide 75% of the climate finance in loans. Aid, guarantees, budget support, capital investments and other assets represent a relatively small share – between 6 and 1% – but their amount is not to be neglected as they are extremely important to mobilise the private sector for co-financing.

The main beneficiary of climate finance of the MDBs is the public sector. It receives two-third of climate finance from the MDBs' own sources, and three quarters of the external sources, which is a much smaller amount. Interestingly, AfDB finances only the public sector, while EBRD is the only MDB that finances the private sector more than the public sector.

Regarding geographical targeting, 20% of MDBs' climate finance is directed to non-EU Europe and Central Asia, 19% to South Asia, 15% to Latin America and the Caribbean, 14% to East Asia, 13% to 11 EU countries, 9% to the Middle East and North Africa, and another 9% to the sub-Saharan region. Least developed countries receive 15% of climate finance and small island states another 2%. As climate finance is mainly used for mitigation, it is expected to bring the most benefit in the major polluting countries.

Climate finance represents 15–18% in the investment portfolio of MDBs in general. There is one exception, EBRD invests more than 25% of all investments in climate finance (Joint Report 2016, 8–9).

Climate investments of the MDBs have fundamental impact on many people's lives. For example: “Renewable energy projects representing 10 gigawatts of generation capacity, and 10 new operations, that when in place will improve the climate resilience of over 50 million people” – said John Roome, Senior Director for Climate Change of World Bank Group (Press release 2018). This way, MDBs are key to upscale climate protection and reach out to regional or even to global level.

These figures show that MDBs have a prominent role in climate finance, which became even more important after the Paris Climate Agreement. Each of them has set ambitious targets for rapidly expanding climate finance and is enhancing its activity in this field.

Table 1.  
*MDBs' commitment to climate finance*

	<b>2020 Climate Finance Target</b>
<b>ADB</b>	To double climate finance to USD 6 billion per annum, USD 4 billion for mitigation and USD 2 billion for adaptation (up from USD 3 billion in 2015)
<b>AfDB</b>	To triple climate finance to 40% of the annual investments, ca. USD 5 billion (up from 26% on average between 2011–2014)
<b>EBRD</b>	40% of annual investments for green finance (composed of climate finance and finance for projects with a possible environmental impact) (up from 25% on average between 2010–2014)
<b>EIB</b>	35% of annual lending, ca. EUR 2 billion per year (25% in 2015)

	<b>2020 Climate Finance Target</b>
<b>IDBG</b>	To double climate finance to 30% of approved loans, an average of USD 4 billion a year, and climate risk assessment, identification of opportunities and measures to improve resistance and mitigate the effects of climate change (up from 14% on average between 2012–2014)
<b>WBG<sup>2</sup></b>	To increase the amount of climate finance by one third to USD 16 billion annually, and its share in the annual commitment to 28%. WBG wants to maintain the current level of co-financing, which would increase climate finance by another USD 13 billion a year. The combined value of direct and co-financing would thus reach USD 29 billion a year. (up from 21% in 2015)

*Source:* Joint Report 2016, 7; CUNTZ et al. 2017, 13.

To reach these ambitious targets MDBs need to enlarge the scope of their activities and improve efficiency. There are many ways to enlarge the scope: establish new MDBs, increase sources for climate finance, mobilise private capital and co-finance with the private sector, provide risk sharing facilities by partial credit guarantees, introduce financial innovations like green bonds, cat bonds, green credit lines, insurance products etc., include environmental and social assessment in all projects, raise awareness, share knowledge, build up capacity and knowhow in risk assessment, help to create bankable and environmentally sustainable projects. To increase efficiency project design and management as well as coordination could be improved, technical and financial experts could be involved, multiple barriers should be tackled, initial interventions could be scaled up and expanded, specific interventions could be replicated in different locations, and scaling up and reproduction could be mixed.

Keeping in mind the strong US influence in these institutions, it is an open question now how the US exit from the Paris Climate Agreement will influence all these efforts and initiatives and affect the climate finance activities of the MDBs (BABB 2009, 20–21).

### 3. Summary

Climate change has highlighted the need for climate protection including international agreements, voluntary commitments, and investments for mitigation and adaptation which requires tremendous additional financing. Multilateral Development Banks play an important role to provide considerable funding. They account for about 40% of the total climate finance, while climate finance represents about 15–25% in their investments. Their role is extremely important not only due to financing they provide but because of the norms, standards and expectations they create and implement. They are committed to include climate finance into their priorities and increase climate investments. This way they are key to upscale climate protection globally and fight against climate change. To meet targets, they need to enlarge the scope and increase efficiency. The question arises though, how their commitments will be influenced by the new approach of the US President to climate change.

<sup>2</sup> World Bank Group.

## References

- BABB, S. (2009): *Behind the Development Banks. Washington Politics, World Poverty, and the Wealth of Nations*. Chicago – London, University of Chicago Press. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226033679.001.0001>
- BEN-ARTZI, R. (2016): *Regional Development Banks in Comparison*. Cambridge, Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/cbo9781316681398>
- Cambridge Dictionary (s. a.). Source: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/climate-change> (Accessed: 20.06.2018.)
- Climate change (s. a.): A klímaváltozás fogalma és értelmezése [The concept and understanding of climate change]. Source: [www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0010\\_13\\_He-lyi\\_eghajlatvedelmi\\_strategiak/2981/index.scorml](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0010_13_He-lyi_eghajlatvedelmi_strategiak/2981/index.scorml) (Accessed: 18.06.2017.)
- CUNTZ, Ch. – AFANADOR, A. – KLEIN, N. – BARRERA, F. – SHARMA, R. (2017): *Connecting multilateral climate finance to mitigation projects*. Mitigation Momentum, ECOFYS.
- Joint Report (2016): *2015 Joint Report on Multilateral Development Banks' Climate Finance*. Source: <http://pubdocs.worldbank.org/en/740431470757468260/MDB-joint-report-climate-finance-2015.pdf> (Accessed: 20.05.2017.)
- NAKHOODA, S. – WATSON, C. – SCHALATEK, L. (2015): *The Global Climate Finance Architecture*. Overseas Development Institute, London – Washington, Heinrich Böll Stiftung, North America. Source: [www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/10046.pdf](http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/10046.pdf) (Accessed: 10.06.2016.)
- NAKHOODA, S. – WATSON, Ch. – SCHALATEK, L. (2016): *10 things to know about climate finance in 2016*. London, Overseas Development Institute – Washington, Heinrich Böll Stiftung, North America. Source: [www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/11058.pdf](http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/11058.pdf) (Accessed: 20.05.2017.)
- PARK, S. – VETTERLEIN, A. eds. (2010): *Owning Development. Creating Policy Norms in the IMF and the World Bank*. Cambridge – New York, Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511762710>
- Press release (2018): WBG Press release No. 2018:017/GCC. Source: [www.worldbank.org/en/news/pre](http://www.worldbank.org/en/news/pre) (Accessed: 15.05.2018.)
- REYES, O. (2012): *A Glossary of Climate Finance Terms*. Washington, Institute for Policy Studies. Source: [www.scribd.com/document/137157833/A-Glossary-of-Climate-Finance-Terms](http://www.scribd.com/document/137157833/A-Glossary-of-Climate-Finance-Terms) (Accessed: 15.07.2016.)
- UN (2015): *Sustainable Development Goals*. United Nations. Source: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg13> (Accessed: 15.05.2017.)
- UN (2016): *2016 Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows*. United Nations Framework Convention on Climate Change. Source: [http://unfccc.int/files/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanism/standing\\_committee/application/pdf/2016\\_ba\\_summary\\_and\\_recommendations.pdf](http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/standing_committee/application/pdf/2016_ba_summary_and_recommendations.pdf) (Accessed: 20.05.2017.)
- UNFCCC (1992): *United Nations Framework Convention on Climate Change*. United Nations.
- WEF (2016): *The Global Risk Report 2016. 11<sup>th</sup> Edition*. Geneva, World Economic Forum. Source: [www3.weforum.org/docs/GRR/WEF\\_GRR16.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GRR/WEF_GRR16.pdf) (Accessed: 20.05.2018.)
- WEF (2018): *The Global Risk Report 2018. 13<sup>th</sup> Edition*. Geneva, World Economic Forum. Source: [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WEF\\_GRR18\\_Report.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WEF_GRR18_Report.pdf) (Accessed: 20.06.2018.)

- 
- Wired (2018): What is climate change? The definition, causes and effects. *Wired*, 15 May 2018. Source: [www.wired.co.uk/article/what-is-climate-change-definition-causes-effects](http://www.wired.co.uk/article/what-is-climate-change-definition-causes-effects) (Accessed: 20.06.2018.)
- YEO, S. (2015): Carbon finance: Funding a low-carbon global economy. *CarbonBrief*, 16 July 2015. Source: [www.carbonbrief.org/climate-finance-funding-a-low-carbon-global-economy](http://www.carbonbrief.org/climate-finance-funding-a-low-carbon-global-economy) (Accessed: 10.06.2016.)
- ZILAHY, Gy. (2017): Üzlet és klíma – se veled, se nélküled. *Magyar Tudomány*, No. 6.

Vákát oldal

# Crusade against the carbon dioxide or how the civil aviation industry tries to rein its ever increasing carbon dioxide emission

*Béla Varga<sup>1</sup> – József Tóth<sup>2</sup>*

## Introduction

From the chemical reaction of carbon hydrogens assuming perfect and clean combustion, carbon dioxide and water vapour is produced. Of course, that happens in gas turbine engine combustors, too. However, the combustion is not perfect in the combustors of gas turbine engines, so other combustion products (pollutants) are also generated like nitrogen oxides, sulphur oxides, carbon monoxide, soot, unburnt fuel particles, see Table 1 and Figure 1. The emission of these pollutants can be slightly reduced by optimising the combustion process improving the fuel nozzles and the combustor itself.



Figure 1.

*High amount of soot emitted by the left hand side aircraft*

*Source: compiled by the author*

These pollutants are responsible for the ground-surface pollution and basically significant in the vicinity of airports, and in this respect they are related to the phases of taxiing, takeoff and landing, as well as climbing and approach of the aircraft. As they directly affect the close environment of the airports and accordingly the population and nature there, this became the focus of attention and became the subject of early regulations. Accordingly, ICAO has been pushing ever stricter regulations from the 1960s to reduce these pollutants.

---

<sup>1</sup> Associate professor, National University of Public Service. E-mail: [varga.bela@uni-nke.hu](mailto:varga.bela@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> practical instructor, National University of Public Service. E-mail: [toth.jozsef@uni-nke.hu](mailto:toth.jozsef@uni-nke.hu)

Table 1.  
*Combustion products of one kg fuel in grams*

Pollutant	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	Unburnt fuel	Soot
Gram/kg fuel	3,100	1,394	9–15	0.3–0.8	0.2–0.6	0–0.1	0.01–0.05

Source: CUMPSTY 2003

On the other hand, improving the conditions of combustion, the amount of the emitted carbon dioxide and water vapour cannot be reduced, but only by decreasing the fuel consumption itself using more economical engines, aerodynamically better airframe and wing design, mass reduction (aircraft technology) and operational improvements. The high-atmospheric pollution, caused by carbon dioxide and water vapour, is not so obvious and immediate, but maybe its harm can be more severe in the future of mankind, taking into account the already present phenomena of climate change and ozone depletion. Water vapour can be said harmless, as a naturally occurring material that is an integral part of our lives. However, the effects of high-atmospheric emissions of water have not yet been clarified, but environmental and climate protection experts are increasingly concerned about the large volumes of water vapour entering the atmosphere. However, concerning the climate change the main ‘enemy’ is the carbon dioxide. As can be seen from Tables 1 and 2, each tonne of burnt fuel produces approximately 3.1 tonnes of carbon dioxide.

Table 2.  
*Products of perfect kerosene combustion*

Stoichiometric combustion	kg <sub>air</sub> /kg <sub>fuel</sub>	kg <sub>CO2</sub> /kg <sub>fuel</sub>	kg <sub>H2O</sub> /kg <sub>fuel</sub>	kg <sub>fuel</sub> /kg <sub>air</sub>	Fuel heating value [MJ/kg]
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> (kerosene)	14,985	3,099	1,394	0,0667	43,2171

Source: Compiled by the author.

Carbon dioxide emissions due to certain forms of human activity, based on the EDGAR database created by the European Commission and Netherlands Environmental Assessment Agency released in 2015 is 36,061.71 million tons. Other even more potent greenhouse gases, for example methane, are not included in this data. According to the most recent data from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), air traffic (domestic and international) is responsible for 2% (814 million tons) of the global carbon dioxide emissions generated by human activity, of which international air traffic produces at about 1.3%. However, considering the expected growth rate of aviation, this amount of emitted carbon dioxide would be triplicated in the next 30 years without additional measures. Of course, it is not easy to even grasp these enormous numbers but easier to think an average airliner we generally travel with and a rough estimation for its one-year carbon dioxide emission. This aircraft consumes 1.4–1.5 kg kerosene in every second, accordingly produces roughly 4.5 kg carbon dioxide. That kind of aircraft spends minimum 12 hours from 24 hours in the air every day and 300 days in a year (lest its operation is not economical).

The production of this average (rather underestimated) use is  $4.5 \times 3,600 \times 12 \times 300 = 58,320,000$  kg, or 58,320 tons of carbon dioxide.

This is the reality, despite the fact that there has been significant technological progress in the aviation sector, as the fuel consumption per passenger-kilometres of today manufactured aircraft decreased by about 50% compared to the 1960s, see Figure 2 right. The diagram presents the fuel efficiency of commercial aircraft weighted by their proportion in the total number of planes delivered in the particular year. If there were a large number of aircraft with good fuel efficiency that year, there is an intense drop in diagram. Good example is the 1969–1971 period, when more than 30% of newly delivered airplanes were the new Boeing 747-100 and 200 series. When the market was full and most of the purchases again shifted towards buying small and medium-sized less fuel-efficient aircraft, the curve moved upward again.

The gas turbine engines have had an especially huge role in this fuel efficiency improvement. For example, the specific fuel consumption (sfc) of Rolls Royce gas turbine engines halved between 1958 and 2000, see Figure 2 left, but we can mention the winglets which also improved the fuel efficiency by 3–5%. Unfortunately, in the near future we cannot expect huge breakthrough in this field and that is the reason the aviation industry has to think about a complex measurement package to rein its ever increasing carbon dioxide emission.

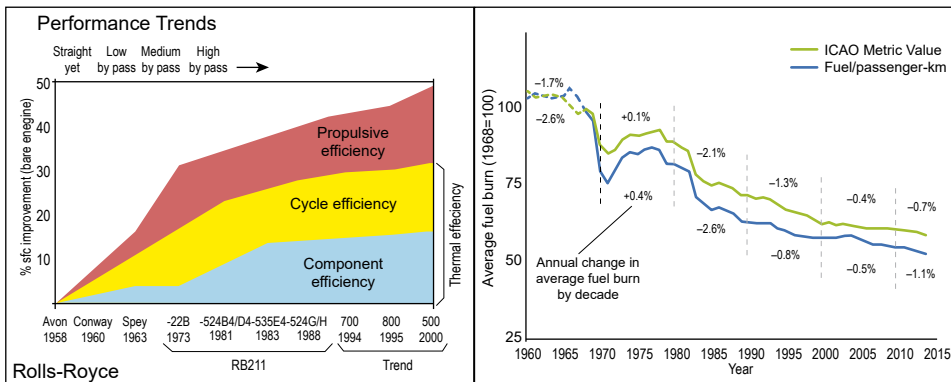


Figure 2.

To the left, improvement of the specific fuel consumption of Rolls Royce engines between 1958 and 2000, to the right fuel efficiency improvement of civil aviation industry between 1960 and 2014

Source: Turbine cooling s. a.; KHARINA–RUTHERFORD 2015.

## 1. Carbon neutral growth of international aviation

In the next decades, the fuel efficiency of aircraft may improve by about 1–2%, while the aviation industry’s expected 5% of annual growth greatly exceeds this. Based on the environmental trend assessment by the ICAO Council’s Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP), international aviation fuel consumption is estimated to grow somewhere between 2.8 to 3.9 times by 2040 compared to the 2010 levels, see Figure 3.



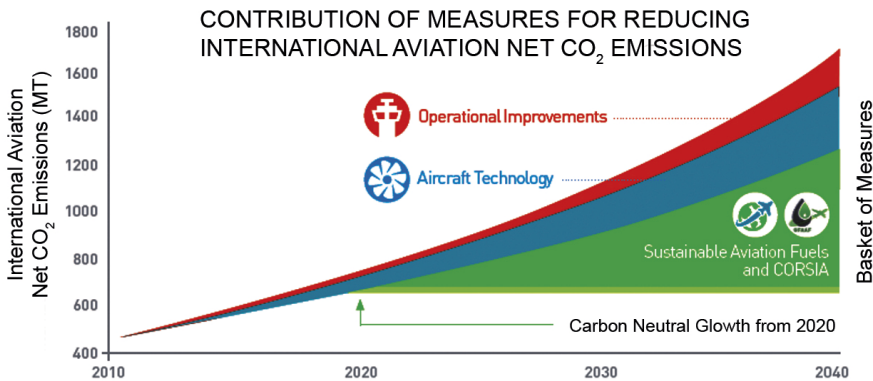


Figure 3.

*The expected increase in carbon dioxide emissions by 2040 and the envisaged package of measures to maintain carbon dioxide neutral growth*

*Source: ICAO s. a.a*

In October 2013, the 38<sup>th</sup> Session of the ICAO Assembly adopted Resolution A38-18, which resolved that ICAO and its Member States, with relevant organisations, would work together to strive to achieve a collective medium term global aspirational goal of keeping the global net CO<sub>2</sub> emissions from international aviation from 2020 at the same level (so-called “carbon neutral growth from 2020”). It means that the net carbon dioxide emissions from the international aviation industry cannot exceed the 2020 level of emission. This basket includes numerous measures from aircraft technologies to operational improvements, sustainable alternative fuels, and market-based measures (MBMs) (ICAO s. a.a).

The General Assembly set a package of measures to achieve ICAO’s global aspirations. In accordance with Figure 3, it includes:

- the technological requirements of both the engine and the airframe structure (Aircraft Technology)
- traffic developments, both for ground operations and for air traffic controlling (Operational Improvements)
- the use of Sustainable Alternative Fuels and Market Based Measures (MBMs)

Market-based Measures have been named by the ICAO as CORSIA, which is the abbreviation of Carbon Offsetting and Reduction Scheme of International Aviation. It should be noted, however, that the CORSIA only applies to international aviation industry and includes fixed wing aircraft.

## 2. CORSIA in a nutshell

As it became clear from the previous chapter, the overall environmental benefit of non-MBM measures will not be enough to keep the international aviation sector’s carbon dioxide-neutral growth after 2020 due to the intense growth of aviation.

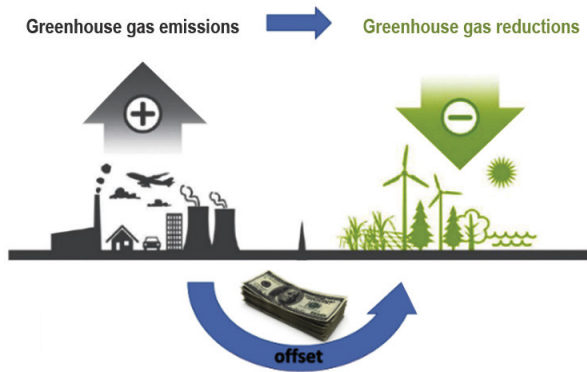


Figure 4.  
The essence of Market-based Measures (MBM)

Source: ICAO s. a.a

The global MBM system allows to maintain the net emission level by means of offsetting the remaining gap, through carbon dioxide emission reducing, or even carbon dioxide absorbing projects, the essence of which is shown in Figure 4. What does offset mean? The emitter organisations, companies compensate their carbon dioxide emission in the Carbon Market buying Carbon Credits. Carbon Credits create the financial basis for carbon dioxide emission reducing projects at various places (preferred in least-developed countries) in the world, which can maintain the level of net carbon dioxide emissions.

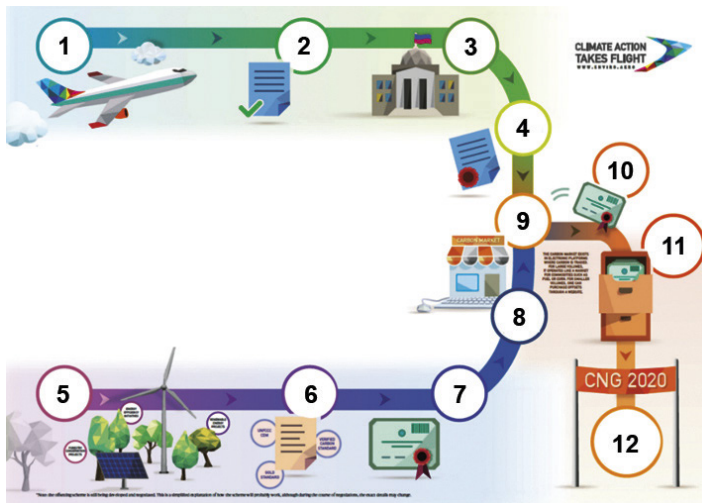


Figure 5.  
Carbon dioxide offsetting process

Source: ATAG 2016

How is the offset calculated? Figure 5 helps us to understand the process.

1. Airlines and aircraft operators must monitor and record their carbon emissions (each tonne of fuel equals 3.06 tonnes of carbon dioxide emission).
2. Carbon emissions reports from airlines are approved by independent verification agencies.
3. Airlines will submit their audited and approved emission reports to the respective governmental bodies in their country.
4. Governmental bodies, with ICAO, shall inform the airline of the amount of carbon dioxide emissions they are supposed to offset.
5. Compensation is based on climate projects (energy efficiency solutions, renewable energy projects, afforestation, see Figure 6) in different parts of the world, often in developing countries.
6. Considering the above mentioned projects, the actual carbon dioxide emission reduction effect must be demonstrated on the basis of internationally recognised standards.
7. A tonne of carbon dioxide emissions “savings” is a carbon offset or with another word Carbon Credit.
8. These carbon offset-units (Carbon Credits) are available for sale and can be purchased through independent traders, brokers or banks.
9. The two processes meet when the airline purchases the appropriate amount of Carbon Credit on this “market”.
10. When Carbon Credit is used in order to offset carbon emissions of an airline, it will be cancelled to avoid its reuse.
11. For a control, a global registration system monitors the compensation process through member country registration systems providing a global overview.
12. Carbon-neutral growth will be achieved if Carbon Credit purchased by airlines covers the increase in carbon dioxide emissions from international aviation on the basis of 2020 levels.



Figure 6.

*Examples of climate projects supported by CORSIA*

Source: [firstclimate.com](http://firstclimate.com), 12.23.2017.

### 3. CORSIA schedule and participants

CORSIA consists of three phases. Pilot Phase 2021–2023. First Phase 2024–2026. Both phases are voluntary. So far 72 states have volunteered to implement the program, which is expected to account for about 80% of CO<sub>2</sub> growth in the period of 2021–2035, and these countries currently cover 87.7% of the international aviation industry, see Figure 7. Volunteering is open, so joining of more countries can still be expected.

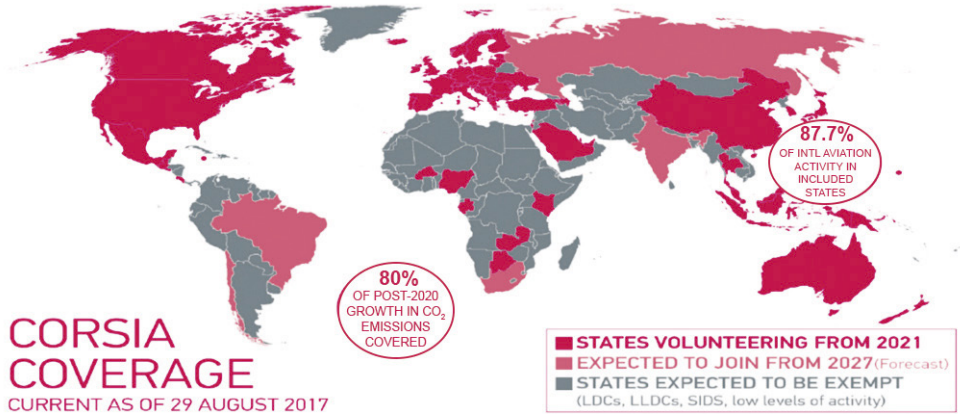


Figure 7.

*The voluntary CORSIA countries, the countries which are to join in the mandatory period and which are expected to be exempted*

Source: ICAO s. a.b

Second Phase 2027–2035. Participation is mandatory for all countries with a share in international aviation industry greater than 0.5% of total international aviation volume (light blue coloured column), or all countries in international aviation, ranking them by their individual share, until the cumulative share of RTKs reaches 90% (purple coloured column), see Table 3. The individual share of a given country and the calculation of cumulative share are based on Revenue Tonne Kilometres (RTK) performed in 2018. RTK is a standard measuring system for the characterisation of the cargo, in which the weight delivered (in the case of passengers normally calculated on 90 kg per passenger) is multiplied by the distance in kilometre.

The countries with green colour in Table 3 are already volunteering in the program and became so-called “CORSIA countries”, although after 2027, most of them would be obliged to take part by their individual share of RTK. Due to the gaps in Table 3, Hungary is not listed among the countries. By my estimation, due to our individual share, it would not be obligatory to participate from 2027, but Hungary is also among the voluntary countries. In addition to the countries exempted by their individual or cumulative share, further countries will be exempted in the mandatory phase and these countries are the Least Developed

Countries (LDCs), Small Island Developing States (SIDs) and Landlocked Developing Countries (LLDCs), unless they volunteer to participate.

Table 3.

Example for the determination of participating and exempted countries in the mandatory phase

State	Individual share of total RTK	Cumulative share of total RTK	
China	11.76%	11.76%	
United States	11.70%	23.46%	
UAE	8.8%	32.27%	
...	...	...	
Ethiopia	0.55%	88.73%	LDC/SIDS/LLDC
South Africa	0.54%	89.26%	
Indonesia	0.52%	89.78%	
Finland	0.52%	90.30%	Volunteer
Mexico	0.52%	90.82%	Individual RTK > 0.5%
Israel	0.50%	91.32%	
Austria	0.49%	91.81%	
Panama	0.47%	92.28%	
Viet Nam	0.44%	92.71%	
Colombia	0.43%	93.14%	
...	...	...	
Iran	0.12%	97.84%	Cumulative RTK < 90%
...	...	...	

Source: ICAO s. a.b

ICAO also encourages the exempted countries to volunteer. The main reason is that CORSIA is “route based” which means the offset is obligatory for the routes between CORSIA countries and even if there are no aircraft operators registered in that country (and therefore there is no obligation to participate), participation increases the routes covered by CORSIA, further reducing uncovered carbon dioxide emission, see yellow coloured “country” and plus green ticks in Figure 8.

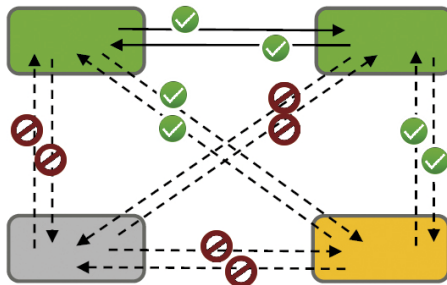


Figure 8.

Any new participant (“yellow country”) increases the covered CO<sub>2</sub> emissions

Source: [http://epa.uz.ua/02600/02694/00075/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2017\\_03\\_243-252.pdf](http://epa.uz.ua/02600/02694/00075/pdf/EPA02694_rtk_2017_03_243-252.pdf) 01.04. 2018.

Probably the willingness to join the CORSIA can be quite strong given that the compensation in these countries can be significant. Resolution ICAO A39-3 calls on the attention of the participating countries to note that most of the offset in carbon dioxide reduction projects should be implemented in developing countries. At this stage (from 2027), CORSIA countries are expected to cover at least 90% of the international aviation industry.

Some countries may be exempted for more than one reason, but this is not particularly relevant. It should be noted that countries that have been exempted due to their socio-economic situation (LDC, SIDS, LLDC) are likely to be exempted by their low share of civil aviation industry, too.

#### 4. The determination of carbon dioxide emission baseline and offset calculation

Countries and their aircraft operators will start monitoring and reporting their carbon dioxide emissions from 2019. The average of the 2019 and 2020 values gives the so-called Baseline, which must be kept as net carbon dioxide emission (carbon neutral growth), and the excess above it must be offset by the CORSIA participants.

Table 4.  
*Calculation of baseline and CO<sub>2</sub> compensation*

			Baseline	Year Y 100% sectoral 0% individual	Year X 80% sectoral 20% individual	Year Z 30% sectoral 70% individual
Total industry	Total CO <sub>2</sub>		10 000	10 350	10 712	11 087
	Growth above baseline	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		350	712	1087
	Sector's "growth factor"			3.38%	6.65%	9.80%
Airline A	Total CO <sub>2</sub>		100	107	114	122
	Individual "growth factor"			6.54%	12.28%	08.03%
	Sectoral component	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		3.62	7.58	11.96
	Individual component	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		n/a	14	22
	<b>Offsetting requirement</b>	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		3.62	8.86	18.99
Airline B	Total CO <sub>2</sub>		100	103	106	109
	Individual "growth factor"			2.91%	5.66%	8.26%
	Sectoral component	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		3.48	7.05	10.69
	Individual component	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		n/a	6	9
	<b>Offsetting requirement</b>	<i>in tCO<sub>2</sub></i>		3.48	6.84	9.51

Source: ICAO 2017

Table 4 helps to understand this process. Of course, these data serve only for the purposes of illustration. It is important to point out that each country is obliged to report (not just the CORSIA countries) their carbon dioxide emission, but the offset obligation is related only to the CO<sub>2</sub> surplus generated on the CORSIA routes (Route Based Approach, both the initial and final airport is in a CORSIA country). We presume, the baseline by Table 4 is 100,000 tonnes, the average of the 2019 and 2020 carbon dioxide emission of CORSIA countries and valid for 2021. Since the first two voluntary stages (2021–2026) countries and even after 2027 the exempted countries may decide to join or leave the CORSIA each year (they must take their declaration by 30 June of the particular year), so this Baseline must be re-defined annually. The method is easy. The carbon dioxide emission of each country is available from 2019–2020. Emission of new countries is added to the old ones to get the new Baseline and of course the actual yearly emission data will also be higher with the emission of newly joined countries.

The next step is the determination of sectoral and individual Growth Factor, but before we start it we have to take some simplifications in accordance with Table 4. We presume that the Baseline is unchanged in every year (there are no leaving and joining countries).

Year Y can be in the period between 2021–2029, and in this period the sector Growth Factor should be applied to the definition of Carbon Credits. The sectoral Growth Factor is:  $(103,500 - 100,000) / 103,500 = 3.38\%$ , individual Growth Factor of Airline A is:  $(107 - 100) / 107 = 6.54\%$ . In this period the individual Growth Factor does not matter so the carbon dioxide emission Airline A has to compensate is:  $107 * 0.0338 = 3.616$  t, after rounding 3.62 tonnes.

Year X can be between 2030–2032 with a 80–20% ratio of sectoral and individual Growth Factor. The carbon dioxide emission Airline B has to compensate is:  $0.8 * 106 * 0.0665 + 0.2 * 106 * 0.0566 = 6,389$  t, after rounding 6.84 tonnes.

The offset requirement for Year Z and any company can be calculated in a similar way but with a 30–70% ratio of sectoral and individual Growth Factor. The question is why the system punishes, particularly in the period of 2021–2029, the slower growing airlines, and fast-growing airlines are practically “free raiders”, see Year Y in Table 4. Practically, there is no difference in the Offsetting Requirement between Airline A and B; however, their individual Growth Factor, consequently their extra CO<sub>2</sub> emission is significantly different.

## 5. Immediate tasks of the Aircraft Operators and National Aviation Authorities

Measuring, Report and Verification of carbon dioxide emission is a complex process, hereinafter referred to as MRV. In this context, the tasks of both national authorities and airline companies began in 2018.

January–September 2018: National authorities must ensure the necessary information for aircraft operators to develop MRV procedures

September 30, 2018: Aircraft Operators submit their MRV procedures for approval

30 November 2018: National Authorities approve these procedures

January 1, 2019: Measuring of the carbon dioxide emission begins

December 31, 2019: Measurement of the first year is completed

May 31, 2020: Aircraft Operators submit their 2019 CO<sub>2</sub> emissions report to the national authorities after verification

August 31, 2020: Countries will submit the total carbon dioxide report to ICAO

As outlined above, in summary, CORSIA is subject to civilian, fixed wing, international flights, where the take-off and landing is in CORSIA countries. In CORSIA countries some aircraft operators or aircraft are exempted:

- Airplanes with a maximum take-off mass not exceeding 5,700 kg
- Aircraft operators whose total CO<sub>2</sub> emissions in a given year are less than 10,000 tonnes
- All humanitarian, health and firefighting aviation.

## 6. CORSIA and the Paris Agreement and the EU ETS<sup>3</sup>

In the industry's view, the agreement reached in ICAO harmonises with the spirit of the Paris Agreement and the principle of equity and common but differentiated responsibilities and respective capabilities, however, such a voluntary, bottom-up approach would not be suitable for international air transport. For the air transport sector, one of the main benefits of a global MBM is to avoid a "patchwork" of national measures. This is why a single global market-based measure for international aviation is important.

Considering the EU ETS, the implementation of CORSIA from 1 January 2021 should obviate the need for existing and new economic measures to be applied to international aviation emissions on a regional or national basis. Therefore, as from 1 January 2021, all international flights to/from airports in Europe should be subject exclusively to CORSIA and removed from the scope of the EU ETS.

Domestic flights are beyond the scope of CORSIA, any market-based measure applicable to domestic flights should be aligned and made compatible with CORSIA to avoid regulatory fragmentation and to reduce the administrative burden for operators and Governments and minimise potential market distortions.

## 7. Conclusion

ICAO has sought to develop a single global carbon-dioxide compensation system to keep the net carbon dioxide emissions at 2020 level avoiding "Patchwork" solutions, which include carbon dioxide taxes or other remedies through national or regional systems. The main reason that these solutions would not be a uniform standard is that they would be more complicated and less cost effective. In case of taxes, these funds would not necessarily be used in the actual carbon dioxide reduction projects. A single measure not only simplifies the system but also reduces the risk of market distortion as it imposes uniform requirements on all airlines. CORSIA does not in itself lead to a sustainable future of aviation. With this global, market-based measure, the industry continues to pursue a four-pillar strategy on climate change, including technology, operational and infrastructure developments. ICAO officials

<sup>3</sup> ETS: Emissions Trading System.



are very optimistic that these measures not only keep the net CO<sub>2</sub> emission at 2020 level, but they hope in secondary effects, namely its driver effect on technological improvements and hopefully compels the Aircraft Operator for investing in new aircraft fleet. To be honest, I do not agree with this optimism especially till 2029, when the offset requirement is based on the Sectoral Growth factor. The offset requirement spreading among countries universally does not stimulate for new investments.

Taking part at a conference organised by the ICAO in London about Market Based Measures (MBM) with the participation of ICAO officials, airlines' representatives, NGOs, alternative fuel producers and Carbon Market representatives, our impressions were that the aviation industry is confident that technology, operations and infrastructure measures will provide the long-term solution for aviation's sustainable growth. Due to the time required for new technologies and infrastructure to deploy their full effect, an MBM will be needed as a "gap-filler" in the interim period. The invited NGOs also referred to the CORSIA as a positive initiation.

There were only few words about other financial effects of these measures, namely the ticket prices. Surely we, the travellers also pay the carbon dioxide offset. It will depend on the will and ability of the airlines to pass on this cost fully or partially to passengers. We can only hope that the airline business is incredibly competitive and they are not always in need to pass on costs to passengers, but this hope is weak.

## References

- ATAG (2016): *Aviation Benefits beyond Borders*. Source: [www.aviationbenefits.org/media/149668/abbb2016\\_full\\_a4\\_web.pdf](http://www.aviationbenefits.org/media/149668/abbb2016_full_a4_web.pdf) (Accessed: 23.12.2017.)
- CUMPSTY, N. (2003): *Jet Propulsion*. Cambridge, Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511809415>
- ICAO (s. a.a): *Why ICAO decided to develop a global MBM scheme for international aviation?* Source: [www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39\\_CORSIA\\_FAQ1.aspx](http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSIA_FAQ1.aspx) (Accessed: 23.12.2017.)
- ICAO (s. a.b): *Environmental Protection*. Source: [www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx](http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx) (Accessed: 23.12.2017.)
- [www.firstclimate.com/](http://www.firstclimate.com/) (2017.12.23)
- ICAO (2017): *Online CORSIA Tutorial*. Source: [www.youtube.com/watch?v=nSeFxOVLAm0&t=398s](http://www.youtube.com/watch?v=nSeFxOVLAm0&t=398s) (Accessed: 23.12.2017.)
- KHARINA, A. – RUTHERFORD, D. (2015): *Fuel Efficiency Trends for New Commercial Jet Aircraft: 1960 to 2014*. ICCT, White Paper. Source: [www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_Aircraft-FE-Trends\\_20150902.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_Aircraft-FE-Trends_20150902.pdf) (Accessed: 15.03.2018.)
- Turbine cooling (s. a.). Source: [www.phase-trans.msm.cam.ac.uk/mphil/Trent1/sld032.htm](http://www.phase-trans.msm.cam.ac.uk/mphil/Trent1/sld032.htm) (Accessed: 01.04.2018.)

## **IV. Társadalmi-gazdasági átmenet lehetőségei**

Vákát oldal

# Vállalati környezetvédelem – megoldva? Az elmúlt évtizedek sikerei és a mai kihívások

*Győri Zsuzsanna*<sup>1</sup>

## Bevezetés

A fenntarthatatlanság – a globális humán és ökológiai problémák, köztük a klímaváltozás és az egyre növekvő egyenlőtlenség – korunk legfontosabb kihívása. A környezeti fenntarthatóság témájával az 1960-as évek óta foglalkozik komolyabban az emberiség, az 1980-as évektől kapcsolódott ehhez a fenntarthatóság társadalmi és gazdasági dimenziója is. Bár néha azt érezzük, hogy a csapból is a fenntarthatóság folyik – gondoljunk az energiatakarékossági pályázatokra, az öko- és bioboltokra és -termelőkre, a tudatos fogyasztói mozgalmakra vagy akár a tömegmédiában megjelenő hirdetésekre –, furcsa kettősséget figyelhetünk meg. Bár számos technológia és megoldás létezik, amelyekkel a problémák orvosolhatók (példaként említhető az ökológiai szempontú adóreform, a fosszilis energiahordozók támogatásának eltörlése, az életciklus-alapú árszabás, az okosváros-tervezés, a környezetbarát és racionalizált mobilitás vagy az energiahatékony lakhatás), a hozzáállásunk nem mozdul el az ökológikusabb értékrend vagy az átgondolt fogyasztás felé. Hiába egyre erősebbek és egyértelműbbek a közalgó vagy akár már létező ökológiai és társadalmi problémák jelei, a fogyasztói társadalom gondolati mintázatai és az emberek viselkedése nem változik szignifikánsan. Közönyösek vagyunk, sokan talán már feladták a reményt, és amíg lehet, még élvezni szeretnék, amijük van, és amit megtehetnek. Nem éljük meg – még ha sokat halljuk is – hogy a szükségletek helyett a valós igényeink kielégítésére kellene törekednünk.

Vannak azonban, akik a környezeti erőforrások kimerülésének veszélyét – vagy akár a társadalmi változások kockázatait – a fogyasztóknál láthatóan komolyabban veszik: a vállalatok. A társadalmi felelősségvállalásnak (CSR) gyakorlatilag a kezdetektől kiemelt témája a környezetvédelem. A vállalatok tehát csak részben a társadalmi elvárásokra reagálnak, több esetben azoknak elébe is mennek (ilyen például, amikor a hazai leányvállalat a nemzetközi anyavállalat gyakorlatát és etikai sztenderdjeit alkalmazza, megelőzve az érintetti nyomást), másrészt saját üzleti érdekeik alapján önmagukat és saját piacukat szabályozzák, gyakran a jogi előírások betartásán túlmenve (CSUTORA–KEREKES 2004; KERKES–WETZKER 2007; GYŐRI 2016).

---

<sup>1</sup> Főiskolai docens, Budapesti Gazdasági Egyetem PSZK, Vállalkozás és Emberi Erőforrások Intézeti Tanszék.  
E-mail: [gyori.zsuzsanna@uni-bge.hu](mailto:gyori.zsuzsanna@uni-bge.hu)

Az olyan iránymutatások és eszközök, mint az ENSZ Global Compactja, a Global Reporting Initiative vagy az ISO 26000 nem egyként a sok téma közül, hanem kiemelten kezelik a környezet védelmét, mint a fenntarthatóság önértékű, sőt a másik kettőt is feltételként, kontextusként meghatározó lábát.

A már említett Fenntartható Fejlődési Célok 17 céljában, 169 alcéljában minden vállalat találhat rá vonatkozókat, azonban el is veszhetnek a kérdések között. Mi az, ami egy magyar kisvállalkozásra vagy akár egy magyar leányvállalatra felelősséget ró a globális ügyek közül? Hogyan kell értelmezni a béke és igazság elérését 2018-ban? Az értelmezési kérdések mellett egyéb problémák, kritikák is megfogalmazódnak, például hogy sokszor éppen az a holisztikus rálátás, rendszerszemlélet hiányzik a célokból, amelyeket elvben szolgálnának. Egyes célok ellentmondanak egymásnak, például továbbra is növekedni akarunk, vagy fenntarthatóan és egyenlőbben élni? És továbbra sincs szó arról, hogyan lehetne megváltoztatni a társadalmi értékrendet, attitűdöt, ami miatt inkább szemet hunyunk a problémák fölött, mintsem hogy megpróbálnánk tudomást venni róluk.

Akárhogyan is, látható, hogy a vállalatok társadalmi felelősségvállalásának mára már célja a fenntarthatóság és része a vállalati környezetvédelem, akkor is, ha az érintettek, a társadalom nem igazán várják ezt el. A kutatók és a vállalati környezetvédelmet propagáló szervezetek, köztük a KÖVET Egyesület számos jó gyakorlatot összegyűjtöttek az elmúlt 2,5-3 évtizedben (lásd Ablakon Bedobott Pénz Program: összesen 494 eset, Zöld Irodaversenyek: mintegy 50 eset, CSR Piac: összesen 329 eset stb.). Ezek példát mutathatnak másoknak is, bemutatva, milyen módszerekkel, milyen költségekkel lehet változást elérni, kiemelve a sikerfaktorokat és a nehézségeket.

Azonban lehet, hogy félrevezető, ha csak a jó gyakorlatokról beszélünk, hiszen ezek alapján azt gondolhatnánk, hogy a vállalati környezetvédelem már megoldott probléma. Ennek cáfolatára szeretném bemutatni egy általános, mindennapi, tehát a vállalati környezetvédelemben nem élenjáró vállalatok körében történt kutatás, program eredményeit.

## 1. A Green Mentor program tapasztalatai

### 1.1. A Green Mentor Program

A bemutatásra kerülő Green Mentor Program európai uniós támogatással, az Erasmus Plus Program keretében valósult meg. Célja az volt, hogy létrehozzunk egy teljes oktatási anyagot olyan környezettudatos, „green” mentorok számára, akik a megszerzett tudásukat majd vállalkozások zöldítésére fogják használni. Ez jelentheti meglévő vállalkozások környezetbarátabbá tételét, de új, kifejezetten környezetbarát vállalkozások létrehozásában való részvételt is.

A projekt szellemi termékei:

- a) a résztvevő országokra és az egész Európai Unióra vonatkozó helyzetfelmérés,
- b) a zöld mentor képzés curriculumuma és
- c) a zöld mentor képzés kézikönyve.

A gyakorlati feldolgozást, képzést segíti még:

- d) az Eszköztár, valamint
- e) az angol nyelvű, de több nyelven feliratozott videóleckék, illetve
- f) az Open Online Center – Green Mentor Pedia tudásmegosztó felületek.

A tananyag és a módszertan tesztelését minden országban 5 mentor végezte. A tapasztalatok visszacsatolásként megjelentek a szellemi termékek végső változataiban, amelyek a következő oldalon érhetők el és tölthetők le szabad felhasználásra: <http://greenmentor-project.eu/>.

A Green Mentor Program mentorálási szakaszába Magyarországon 2017 februárja és júniusa között 25 mentorált vállalkozás került bevonásra. A vállalkozások igen heterogének voltak méret és tevékenységi kör tekintetében. A mentorált személyek mind a mentorált cégek munkavállalói, ritkább esetben tulajdonosai/vezetői voltak. A mentorok és a mentoráltak legalább 3 alkalommal találkoztak egyéni mentoráció keretében, a találkozók közti szünetekben pedig a mentoráltaknak a Green Mentor Eszköztár segítségével kellett végiggondolniuk vállalati működésüket. A mentorált vállalkozások többségét a Budapesti Gazdasági Egyetem végzős vállalkozásfejlesztés mesterszakos hallgatói hozták, és ők maguk voltak a mentorálási folyamat résztvevői. Ennek megvolt az az előnye, hogy jól ismerték az elemzett vállalkozást, hiszen ott dolgoztak, és motiváltak voltak a munkahelyük környezetbarátabbá tételében. Hátrány volt viszont, hogy egy részük nem rendelkezett olyan pozícióval, hogy érdemben rálásson a releváns vállalati szintű problémákra (bár a saját területükön többnyire kifejezetten élesen látták azokat), vagy döntéseket hozzon (a lépések megvalósítása akadályba ütközhetett a vezető vagy a közvetlen kollégák ellenállása vagy érdektelensége nyomán).

## 1.2. A Green Mentor Program magyarországi eredményei

A pilotálási szakasz több információval szolgált a hazai vállalkozásoknál jellemző (megvalósított vagy tervezett) zöldítési akciókról és a leggyakrabban használt eszközökről (lásd 1. táblázat). Több cégnél tapasztaltunk korábban megvalósított vagy jelenleg zajló felelős gyakorlatot, azonban azt is észrevettük, hogy ezeket a területeket jellemzően ad hoc módon választották ki, folytonosságuk pedig esetlegesen valósult meg. A Green Mentor Program a környezeti kihívások és az arra adható válaszok strukturált, stratégiai végiggondolását tette lehetővé a mentorált vállalkozások számára.

A legjellemzőbb érintett témák az alábbiak voltak:

1. táblázat:

*A pilotfolyamat alatt felmerült témák*

Témakör	Fejlesztési javaslatok
irodai energiatakarékosság	LED-fényforrások, energiafelügyeleti rendszer, hőszigetelés, nap-elemek telepítése, kikapcsolható elosztó
irodai papirtakarékosság	multifunkciós gépek, újrahasznosított papír, kétoldalal nyomtatás, papír újrahasználata, papírmentes ügymenet, oktatás és szemléletformálás

<b>Témakör</b>	<b>Fejlesztési javaslatok</b>
irodai vízhasználat	perlátoros csapok, az ásványvízfogyasztás csökkentése, vízszűrő használata, a WC-használat (öblítés) optimalizálása
hulladékkezelés	szelektív hulladékgyűjtés, a keletkezett hulladékmennyiség csökkentése, biztonságos tárolása, megsemmisítése, fahulladék hasznosítása például tüzelőként
környezetvédelmi szabályzat	legyen! (multiplikációs hatás, szemléletformálás)
közlekedés, szállítmányozás	útvonalak optimalizálása, egyirányú üresjáratok csökkentése, jobb kihasználása, modernebb gépjárművek, szénlábnyom csökkentés, dolgozói járat, gázolaj-takarékossági programok
rendezvényszervezés	környezetbarát rendezvények, fenntartható étterem

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Valószínűsíthetően azért, mert a mentorálti körben viszonylag sok volt a szolgáltató cég, illetve az irodai dolgozó, a mentoráltak főleg a „Zöld Iroda”-kérdéseket ragadták meg. Feltehetőleg ez volt a legkézenfekvőbb, az általuk leginkább látott és kezelhető probléma. Ezekben a területeken több változtatást is kezdeményeztek mentoráltjaink, akik beszámolóikban sikerkritériumként kiemelték a vezetői attitűd, a szemléletváltás és az elköteleződés fontosságát.

Ha ezen vállalatok tulajdonosát, vezetőjét mentoráltuk volna, akkor valószínűleg mélyebb változásokat sikerült volna elérni. Azt láttuk, hogy akkor sikerült megfelelő támogatottságot és elkötelezett cselekvőt szerezni „jó ügyeknek”, ha az érintettek számára világossá vált, hogy milyen pozitív hozadéka van a változtatásnak saját maguk, a vállalat és a környezet számára, és hogy ők maguk milyen aktív felelősséggel bírnak ebben.

Mentoráltjaink több ízben említettek valamilyen iparági kiválósági elismerést, sőt tapasztalatunk szerint előfordult a mentorált vállalkozásoknál, hogy egy iparági kiválósági díj szempontrendszere alapján hajtották végre a zöldítéseket. Például a „Zöld Szálloda” cím elnyeréséhez a szállodákra vonatkozó környezetvédelmi törvényeket ismerni kell, és be is kell tartani (például a zaj- és rezgésvédelem, az ivóvíz és a szennyvíz tekintetében). Továbbá a szállodának rendelkeznie kell környezetvédelmi szabályzattal, és a környezetvédelmi hatóságoknak időben el kell küldeni a bevallásokat. A pályázathoz elengedhetetlen, hogy a szálláshely csatolja szénlábnyomszámítását, szelektíven gyűjtse a hulladékot, és rendelkezzen például zsírfogóval. Többnyire azt tapasztaltuk, hogy ezek a díjak inkább eszközként, mint célként jelennek meg a fenntarthatóság felé, szempontrendszerük egyszerre szolgál támpontként és checklistként a vállalkozások számára. Korábbi kutatásaink (GYŐRI 2012; GYŐRI–ÓCSAI 2014) szerint kis- és középvállalkozások esetén hasonlóan működnek az olyan nemzetközi szabványok is, mint az ISO 14001: mivel évenkénti díjuk magas, ha fenntartásukat nem motiválja például egy beszállítói szerződés megtartása, akkor látszólag megszüntetik őket, de továbbra is sorvezetőként szolgálnak a vállalati működéshez.

## 2. Környezetbarát és attól távol álló megoldások

Mintánk nem reprezentatív, ugyanakkor érdekességként megemlítenénk, hogy a céges gyakorlatokat látva egy-egy szektoron belül is egészen különböző dimenziókkal találkoztunk, amelyek más és más eszközöket és megközelítést igényelnek. Néhány példa:

Szolgáltató szektor:

- a) Egy multinacionális cég SSC leányvállalatánál dolgozói kezdeményezésre a következő fenntarthatósági cél a vezetés teljes támogatása mellett az újrahasznosított papír kiváltása papírmentes folyamatokkal.
- b) Egy kis hazai könyvelőiroda egyik munkatársa kezdeményezésére szeretne fenntarthatóbban működni, és környezetvédelmi szabályzatot készíteni, amely egyszerre szolgál jó példaként és egyedi versenyelőnyként is partnerei számára. A vezetés még nem szánta rá magát erre a lépésre.
- c) Egy hazai, családi szálloda menedzsmentje belátta, hogy nem szabad a hotel üzemeltetési költségeit fixnek elfogadni, mindig van út az energiatakarékosság és a költségek csökkentése felé. A vezetés a környezeti projekt első sikerein felbátorodva a megújuló energiaforrások használatában gondolkodik, és keresi a megfelelő pályázati lehetőségeket, valamint pályázik a Magyar Szállodák és Éttermek szövetsége által indított „Zöld Szálloda” díjra is.
- d) Egy hazai autószervíznél a mentoráltunk először azt szeretné elérni, hogy a dolgozók ne vigyék haza télen eltüzelni a fém- és műanyag hulladékot. A vezetés ellenérdekel, mivel nem tud több bért fizetni, így a lenyúlások fölött szemet hunyva hozzájárul a dolgozói elégedettséghez, miközben nem neki kell a hulladék elszállításáért fizetni.
- e) Egy budapesti labdarúgóklub tagja a stadion napelemekkel való felszerelése mellett a meccsek utáni szelektív hulladékgyűjtést tervezi, valamint amerikai mintára előírná a beszállítók számára, hogy csak komposztálható termékeket és csomagolást árusíthassanak. A klub vezetősége egyelőre nem foglalkozik a kérdéssel.
- f) Több étterem, vendéglátó hely is célként tűzte ki az újrahasznosított poharak használatát, valamint a megmaradt ételek karitatív célra való átadását.

Termelés:

- a) Egy magyar állami mamutcég jogutódjaként tevékenykedő ipari termelővállalatnál az ott dolgozó alkalmazott szerint (bár nincs teljes rálátása az üzemi folyamatokra) nincs pénz az üzemek energetikai korszerűsítésére, ezért kényszerűségből megáll az irodai energiatakarékosság tervezésénél, mert az ezzel kapcsolatos igény a vezetés körében süket fülekre talál.
- b) Egy hazai, dinamikusan növekvő sütőipari cég tulajdonosa komplex rövid – és hosszútávú terveket sző és valósít meg a dolgozók bevonásával és a motiválásával az iroda, a termelés, és a szállítmányozás zöldítésére.
- c) Egy fékrendszereket gyártó és tesztelő autóipari beszállító a kötelező tesztjártain jogszabályi megfelelés esetén több tonnás betontömbök helyett karitatív szállítmányt szállíthatna mentoráltunk javaslata alapján.



- d) Egy ipari festékek értékesítésével foglalkozó családi vállalkozás rövidebb távú környezetvédelmi céljai mellett egy intelligens, zöld szórástechnikai oktatóközpontot szeretne létrehozni, amelyen a termékeiket felhasználóknak megtanítanak, hogyan lehet a tevékenységet a lehető legkörnyezetbarátabban végezni.

### 3. Következtetések

Az eredmények szerint még számos megoldatlan környezeti probléma létezik a magyar vállalkozásoknál. Néhol fizikai, anyagi korlátok állnak a javasolt és láthatóan szükséges változások útjában, máshol a vezetőség vagy a kollégák hozzáállása az, ami megakasztja a folyamatot. Ezért sok esetben csak ad hoc, többnyire egyszeri akciók történnek, nagyrészt a zöld iroda (POVODÖR szerk. 2013) területén. Ennek az a veszélye, hogy a vállalat úgy érezheti, kipipálta a környezetvédelem kérdését, miközben az elérhető környezeti megtakarításoknak csak egy kis részét realizálta. A „Zöld Iroda”-eszközök lényege, hogy gyors, jól látható eredményt produkálva és a kollégákat tudatosítva szemléletet formáljanak, változtassanak a szervezeti kultúrán és az egyének gondolkodásán, és ezáltal újabb, komolyabb és nagyobb hatású környezetvédelmi lépéseket generáljanak. Ha azonban megállunk például a szelektív hulladékgyűjtésnél és a környezetbarát irodaszereknél, akkor a zöld iroda nem éri el valódi célját.

A program során megtapasztalhattuk, hogy az emberek még ma is meglepődnek, ha a környezetszennyezés hatásairól, következményeiről hallanak, és sajnos hasonló a helyzet a lehetséges megoldásokkal is: a fenntarthatóság és a fenntarthatatlanság mikroszinten nehezen megragadható, családi vagy vállalati gyakorlatra csak részlegesen átültethető (TÓTH 2003).

Bár az eredmények ebből a szempontból nem nevezhetőek pozitívnak, több korábbi tapasztalatunk, kutatási eredményünk megerősítést nyert. Kitűnt, hogy a vállalatok nem zárkóznak el mereven a zöldítési kísérletektől, azonban motíváló tényező, ha a zöldítés viszonylag gyorsan és pénzügyi értelemben is megtérül (COHEN–WARWICK 2006; KÖVET Egyesület a Fenntartható Gazdálkodásért 2002–2017; HOLLIDAY et al. 2002). A mentoráltak a programok sikertényezőiként az aktív felelősség megérzését, a támogató vezetés és a szemléletváltás, az edukáció szerepét hangsúlyozták.

Emiatt azt gondolom, hiába a jó példák, nem szabad megnyugodnunk, ellustulnunk a vállalati környezetvédelemmel kapcsolatban. Továbbra is szükség van környezeti nevelésre minden szinten, egyéneknél és vállalatoknál is – nincs rend a fejekben látszólag egyszerű kérdésekben sem. Etzioni szocioökonómiai elmélete (ETZIONI 1992) alapján a döntéseket meghatározó emberek gondolkodásán kell változtatni, a technológia már ennek megfelelően változtatható. A környezeti nevelés célja, hogy a legifjabb generációktól kezdve új típusú viselkedésminták alakuljanak ki a természettel szemben. Meg kell értenünk, hogy nem folytathatjuk tovább a természet kizsigerezését, kihasználását, hiszen ez egyfelől erkölcstelen, másfelől saját létünk alapjait is aláássuk. Meg kell értenünk a természetes és épített környezet komplexitását, ehhez meg kell kapnunk és át kell adnunk a szükséges tudást, értékrendet, attitűdöt és gyakorlati készséget. „A legfontosabb, hogy egész társadalmunk motiválttá váljon a közösségi részvételben – ez az igazi környezeti nevelés.” (FODOR et al. 2011, 18.)

Ebben a feladatban mindenkinek részt kell vennie, de ki kell emelni a nemzetközi szervezetek erőfeszítéseit. Az Európai Unió – a fenntarthatóság témáját komolyan vevő, szignifikáns, de a kérdést ignoráló hatalmaknál kevesebb gyakorlati jogosultsággal bíró szervezetként – kiemelten kezeli és támogatja a vállalati felelősségvállalást és környezetvédelmet: több finanszírozási program és keretstratégia vonatkozik ezekre a kérdésekre. Ilyen kiemelten a LIFE Program, de a mezőgazdasági, iparfejlesztési, kutatásfejlesztési és innovációs (Horizon 2020), oktatási és egyéb programokon belül is megjelenik horizontális prioritásként a környezetvédelem, az energiaracionalizálás vagy a hulladékkezelés és -hasznosítás kérdése. A cikkben bemutatásra kerülő Green Mentor Program is európai uniós támogatással, az Erasmus Plus Program keretében valósult meg.

Az ENSZ munkáját is el kell ismerünk, akkor is, ha a cikkben eddig inkább az SDG-ket ért kritikákat fejtettem ki. A 17 cél összegyűjtése és kifejtése mindenképpen újult figyelmet irányított a fenntarthatóság témájára, ezen belül a környezet védelmére. Szemléletesek és jól kommunikálhatóak az ikonok, így a széles társadalom felé is kiterjeszhető a kommunikáció amellet, hogy a vállalatok és intézmények részletes és komplex iránymutatást kaptak, amelynek értelmezése során egyre komolyabb fenntarthatósági lépéseket tehetnek.

A fenntarthatóság mindenki felelőssége, de ez a felelősség arányos a hatalmunkkal, hatásokkal. A vállalatok többet tehetnek, mint az egyének, a vezetők példája többekhez elér, a fogyasztók szervezett csoportjai együtt nagyobb hatást tudnak kifejteni, a nemzeti és nemzetközi szervezetek pedig össze tudják szervezni az egyes törekvéseket, irányt mutatva és szinergiákat teremtve.

## Felhasznált irodalom

- COHEN, B. – WARWICK, M. (2006): *Values-driven Business – How to Change the World, Make Money, and Have Fun*. San Francisco, Berrett-Koehler.
- CSUTORA M. – KERÉKES S. (2004): *A környezetbarát vállalati irányítás eszközei*. Budapest, KJK Kerszöv.
- ETZIONI, A. (1992): A „személy a közösségben” paradigma. In KINDLER J. – ZSOLNAI L.: *Etika a gazdaságban*. Budapest, Keraban, 57–64.
- FODOR Georgina et al. (2011): *Környezeti nevelés Magyarországon*. Budapest, BME.
- GYŐRI Zs. (2012): *Corporate Social Responsibility and Beyond: The history and future of CSR* ISBN-10: 3848493195, ISBN-13: 978-3848493197, LAP LAMBERT Academic Publishing
- GYŐRI Zs. – ÓCSAI, A. (2014): Ecologically-oriented enterprises in Hungary. *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, Special Issue on: „Spirituality and Sustainability”, Vol. 10. No.1. 52–65.
- GYŐRI Z. (2016): Van-e üzleti szerepe a keresztény értékeknek a gazdasági válság alatt és után? *Közgazdaság*, 11. évf. 4. sz. 109–123.
- HOLLIDAY, C. O. – SCHMIDHEINY, S. – WATTS, P. (2002): *Walking the Talk – The Business Case for Sustainable Development*. San Francisco, Berrett-Koehler.
- KERÉKES S. – WETZKER K. (2007): Keletre tart a „társadalmilag felelős vállalat” koncepció. *Harvard Business Manager*, 9. évf. 4. sz. 37–47.
- KÖVET Egyesület a Fenntartható Gazdálkodásért 2002–2017. Ablakon Bedobott Pénz esettanulmánykötetek. Forrás: <http://kovet.hu/letoltheto-abp-esettanulmanyok/> (A letöltés ideje: 2020. 01. 28.).

- POVODÖR A. szerk. (2013): Európai Zöld Iroda Kézikönyv. KÖVET Egyesület a Fenntartható Gazdálkodásért. Forrás: <https://docplayer.hu/1053853-Europai-zold-iroda-k-e-z-i-k-o-n-y-v.html> (A letöltés ideje: 2020. 01. 28.).
- TÓTH G. (2003): Vállalatok környezeti érdemrendje – A vállalati fenntarthatóság minősítéséről és ennek nehézségeiről. *Kovács*, 7. évf. 1–2. sz. 5–26.

# Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásai és számszerűsítésük nehézségei<sup>1</sup>

*Erdélyi Éva<sup>2</sup> – Jakuschné Kocsis Tímea<sup>3</sup> – Lovasné Avató Judit<sup>4</sup>*

## Bevezetés

Az élelmiszeripari termelés környezetterhelő hatása vitathatatlan. A mezőgazdasági termelés és az élelmiszeripar, valamint az élelmiszerek szállítása mind szennyezik környezetünket. A mezőgazdaság jelentős részben hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, de egyben szén-dioxid-nyelő is, így szerepe ellentmondásos a klímaváltozás szempontjából. Az agrártermékek karbonlábnyoma az egyik megfelelő eszköz az agrártermelés hatékonyságának és fenntarthatóságának mérésére (AL-MANSOUR–JEJCIC 2017). Az élelmiszeripar nagy üvegházgáz-kibocsátása miatt a kutatók figyelmének középpontjába került az élelmiszeripar karbonlábnyoma (ZHOU et al. 2017). A mezőgazdasági termelés a teljes üvegházgáz-kibocsátás 35%-át adja (CASOLANI–PATTARA–LIBERATORE 2016).

A nemzetközi szakirodalomban igen sok tanulmány olvasható a különböző mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek termelése, előállítása során kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségének felméréséről, vagy a növényi és állati eredetű termékek előállítása során kibocsátott gázok mennyiségének összehasonlításáról. A klímaváltozás sürgető kérdése és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló törekvések ráirányították a figyelmet nemcsak a legnagyobb kibocsátószektorok, de az élelmiszeripar hozzájárulására is. A különböző termékek termelése és előállítása során kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségét szén-dioxid-egyenértékben összesítve adhatjuk meg. Ez a termék karbonlábnyoma.

## 1. Kutatások az élelmiszer-termelés környezeti hatásairól

Buratti és munkatársai (2017) olaszországi példán vizsgálták a hagyományos és az organikus marhahústermelési rendszerek karbonlábnyomát. Az organikus termelési eljárásban

<sup>1</sup> A kutatás a BGE KVIK Fenntartható Vendéglátás Kutató Központ támogatásával valósult meg.

<sup>2</sup> Egyetemi docens, Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Módszertani Intézeti Tanszéki Osztály, BGE Fenntartható Vendéglátás Kutató Központ.

<sup>3</sup> A kapcsolattartó szerző e-mail-címe: [JakuschnéKocsis.Timea@uni-bge.hu](mailto:JakuschnéKocsis.Timea@uni-bge.hu)

<sup>4</sup> Adjunktus, Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék.

1 kg élőtömeg előállításának karbonlábnyoma 24,62 kgCO<sub>2</sub>e, míg a hagyományos (területileg jellemző extenzív tartásmód) technológiában előállított 1 kg élőtömegé 18,21 kgCO<sub>2</sub>e. A karbonlábnyom számítása során a kibocsátott üvegházhatású gázok 50-54%-át az emésztőrendszeri fermentációból származó metán adta. Xu és Lan (2016) Kínában végzett kutatásaik eredményei alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az állati eredetű élelmiszerek előállítása nagyobb karbonlábnyommal bír, mint a növényi eredetű élelmiszereké. A marha- és bárányhús előállítása magasabb karbonlábnyommal jár, mint más élelmiszereké, és a legalacsonyabb karbonlábnyomot a retektermesztés mutatja. A növényi élelmiszerek előállítása esetén a karbonlábnyom nagy része a szántóföldi termelésből származott. A karbonlábnyom összetétele az állati eredetű élelmiszerek esetében eltérő volt.

Az organikus úton előállított (bio) élelmiszereket gyakran tartják környezetkímélőbb termékeknek, mint a hagyományos úton előállított termékeket, és például Németországban nagyon fontos és igen gyorsan bővül a bio (organikus) termékek piaca Európán belül. Treu és munkatársai (2017) szerint a hagyományos és az organikus étrendhez kapcsolódó üvegházgáz-kibocsátás lényegében megegyezik, míg a földhasználathoz kapcsolódó üvegházgáz-kibocsátás kb. 40%-kal magasabb az organikus étrend esetében. A hagyományos étrend 45%-kal több húst tartalmaz, mint az organikus étrend, amely pedig 40%-kal több zöldséget és gyümölcsöt tartalmaz. A karbonlábnyom domináns hányadát (70-75%) mindkét esetben az állati eredetű élelmiszerek előállítása és a földhasználat adta. Yue és munkatársai (2017) vizsgálták az otthoni és éttermi étkezés karbonlábnyomát Kínában. A házon kívüli étkezés lábnyoma 2,87 kgCO<sub>2</sub>e/fő/étkezés volt. Az otthoni étkezés esetében a karbonlábnyom értéke 1,57 kgCO<sub>2</sub>e/fő/étkezésnek adódott (YUE et al. 2017). Jianyi és munkatársai (2015) 15 élelmiszer karbonlábnyomának alakulását vizsgálta az 1979 és 2009 közötti időszakban Kínában. Eredményeik szerint a rizstermesztés karbonlábnyoma nőtt a leginkább, és a tej, a marhahús, a gyümölcsök és zöldségek esetében is gyors növekedés volt tapasztalható a növekvő termésmennyiségnek köszönhetően. Azonban az e termékek szénkibocsátását befolyásoló faktorokban általánosságban csökkenés tapasztalható. Mujica, Blanco és Santalla (2016) meghatározták a méz karbonlábnyomát Argentínában: ez 2,5 +/- 0,17kg CO<sub>2</sub>-egyenérték/kg terméknek adódott, amelyből a legnagyobb részt a leválasztás (pergetés) adja.

Chiriaco és munkatársai (2017) a teljes kiőrlésű kenyér példáján az életciklus-elemzés módszerét alkalmazva számolták a karbonlábnyomot. Összehasonlították a bio-, illetve a hagyományos termesztésből származó búzából készített teljes kiőrlésű kenyér karbonlábnyomát. Azt találták, hogy a hagyományos termesztésű búzából készült korpás kenyér 1 kg-ja 24%-kal alacsonyabb kibocsátást indukál. A hagyományos termesztési technológiából származó búza felhasználásával készített kenyér karbonlábnyoma 1,18 kgCO<sub>2</sub>e/kg volt, a bio- (organikus) termesztésből származó búzából készült kenyér esetében a mutató 1,55 kgCO<sub>2</sub>e/kg-nak adódott. Ha azonban a gabonatermesztéshez igénybe vett földterület egységére (ha) vonatkoztatva számolják a karbonlábnyomot, akkor a biotermesztés teljesítménye jobb: hektáronként 60%-kal alacsonyabb az üvegházgáz-kibocsátása, mint a hagyományos termesztési technológiáé. Azonban figyelembe kell venni a biotermesztés alacsonyabb hatásfokát és nagyobb területigényét.

Schol, Eriksson és Strid (2015) a hulladékkeletkezés miatt kárba vesző kibocsátásokat számszerűsítette. Az élelmiszerhulladék nagy probléma a modern társadalmak számára, és számottevő társadalmi, gazdasági és környezeti ráfordítást jelent. Az élelmiszer előállítása

a teljes élelmiszerlánc során üvegházhatású gázok kibocsátásával jár, és az élelmiszerek hulladékká válása egyet jelent azzal, hogy a hozzá kapcsolódó kibocsátás feleslegesen valósult meg. Ezért konszenzus alakult ki abban a tekintetben, hogy az élelmiszerhulladékok mennyiségét csökkenteni kell. 6 svéd élelmiszer-áruházban végzett felmérés alapján a zöldség- és gyümölcsosztály a keletkezett hulladék mennyiségének 85%-át adta, ami az elvesztegetett karbon-lábnyom 46%-át jelentette. A húsosztály a keletkezett hulladék 3,5%-át termelte, ami a kárba vesztett kibocsátás 29%-át adta (SCHOLZ–ERIKSSON–STRID 2015).

Az élelmiszer-hulladék mennyiségének csökkentésére és a fenntartható élelmiszer-fogyasztási szokások kialakítására irányuló stratégiák kidolgozásához szükség van olyan információkra, amelyek számszerűsítik a fogyasztási magatartás és a hulladékkezelés környezeti hatásait (a klíma, a víz, a területhasználát vonatkozásában) (SONG et al. 2015). Az élelmiszeripari hulladék a legnagyobb probléma, amelynek csökkentése szükséges a fenntartható élelmiszerláncok kialakításához (ERIKSSON et al. 2017). Eriksson és munkatársai 30 közétkeztetési konyhai egység megfigyelését végezték el Svédországban, és azt találták, hogy az élelmiszeripari hulladék tárlt adagra vetített mértéke 75 g, ami a kiadott élelmiszer mennyiségének 23%-a volt.

## 2. Kutatások az élelmiszer-felhasználás és a vendéglátóipar környezeti hatásairól

Az élelmiszer-fogyasztás környezeti hatásait Vetőné Mózner Zsuzsanna (2012)<sup>5</sup> számszerűsítette hazai példán az öko- és karbonlábnyom módszerének felhasználásával. Vizsgálatai szerint a hús- és tejtermékek öko-, illetve karbonlábnyoma a legmagasabb. Kimutatta, hogy hazánkban a férfiak – étkezési szokásaik vizsgálata alapján – 13%-kal magasabb ökológiai lábnyommal rendelkeznek, mint a nők.

A vendéglátásszektor hatalmas mérete és gazdasági jelentősége ellenére hiányosak az információk a környezeti hatásait illetően (FUSI–GUIDETTI–AZAPAGIC 2016). Ugyanakkor a környezeti szempontból fenntartható élelmiszer-készítés és -fogyasztás iránti igény egyre nő. Általában véve két vendéglátási forma különíthető el: a főzés-tálalás módszere és a szétválasztott. Az első esetben az élelmiszert elkészítik, és azonnal tálalják a fogyasztónak, míg a második esetben a főzés-elkészítés és a fogyasztás helyben és időben is elkülönül. Fusi, Guidetti és Azapagic (2016) az elválasztott eljárás környezeti hatásait vizsgálták olaszországi példán, méghozzá tipikus élelmiszerük, a tészta esetében. Két fő rendszertípust vizsgáltak: a főzés-melegen tartást, illetve a főzés-hűtést, ezen belül is külön vizsgálták a különböző főzési eljárásokat. Az eredmények alapján a tésztafőző berendezésben főtt tészta esetében a hagyományos (tűzhelyes) eljáráshoz képest 60%-kal alacsonyabb volt az energiafelhasználás, és 38%-kal kevesebb a vízfelhasználás, így 34-66%-kal alacsonyabb volt az így elkészített tészta környezeti hatása. A környezeti hatás azzal is csökkenthető volt, ha gázüzemű főzőberendezést használtak az elektromos helyett. A főzés-hűtés rendszer környezeti hatása 17-96%-kal magasabb a főzés-melegen tartás rendszernél, főként a hűtési technológia energiaszükséglete miatt.

<sup>5</sup> A publikáció az OTKA 68647 sz. kutatás eredményeit teszi közzé.

Bizonyos élelmiszerfélések nagyobb üvegházgáz-kibocsátással járnak, mint mások, így ezek megfelelő szervezése-rendezése a turizmusba ágyazva hozzájárulhat a klímaváltozás megelőzéséhez Liqin (2011). Gössling és munkatársainak (2011) tanulmánya különböző élelmiszerfélések karbonintenzitását tekinti át, és tárgyalja, hogy az étkeztetéssel foglalkozók hogyan tudnák előnyösen megváltoztatni jelenlegi gyakorlatukat. Torres (2000) szerint a turisztikai költség egyharmada élelmiszerre fordítódik.

Az életciklus-elemzésen alapuló karbonlábnyom-számítás módszerét alkalmazva a főtt rizs hűtésének karbonlábnyomát számolta Zhou és munkatársai (2017), ezzel jól lehatárolva a folyamat egy részét. A karbonlábnyom legfőbb összetevője a hűtéshez használt elektromosáram-fogyasztás. Xu és munkatársai (2015) szerint számos élelmiszer esetében az életciklusnak meghatározó része a főzéshez kapcsolódó energiafelhasználás. A főzési módszer, az energiaforrás és a főzési eszközök környezetbarát megválasztása csökkenti a főtt termék egységre vonatkoztatott karbonlábnyomát.

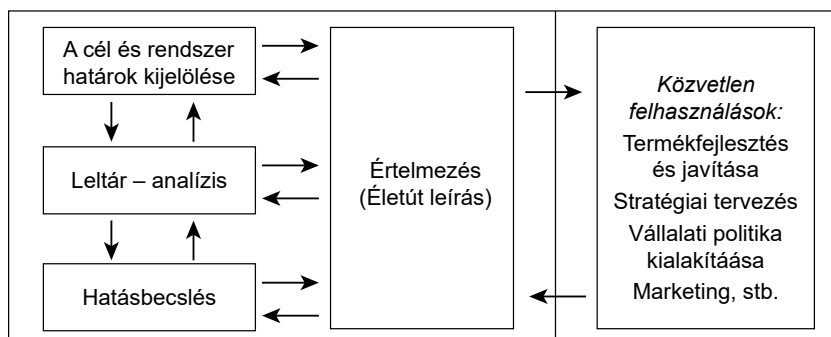
Erdélyi, Pákolicz és Boksai (2012) a fehér hosszú szemű rizs termesztésének karbonlábnyomát vizsgálták hazai példán. Az 1 tonna rizsre jutó szénlábnyom mennyisége vízben termesztés esetén 537,3 kg CO<sub>2</sub>e/t rizs volt, amely a szántóföldi termesztéshez képest (708,1 kg CO<sub>2</sub>e/t rizs) jelentősen alacsonyabb. A barna rizs elkészítésére vonatkozó esettanulmány szerint áztatás nélkül, elektromos tűzhelyen készítve a vevőfelhasználás messze nagyobb arányban járul hozzá a rizs szénlábnyomának nagyságához, mint az áztatással gázégőn történő elkészítés (PÁKOLICZ–BOKSAI–ERDÉLYI 2012).

### 3. A karbonlábnyom számításának módszerei

A karbonlábnyom egy környezeti fenntarthatósági indikátor, ami számszerűsíti a termék életciklusa során kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségét (MUJICA–BLANCO–SANTALLA 2016). Manapság a fenntartható termelés magában foglalja a források észszerű felhasználását és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló kötelezettség teljesítését. A karbonlábnyom képes számszerűsíteni a termékek és tevékenységek életciklusa során keletkezett üvegházhatásúgáz-kibocsátást (REBOLLEDO–LEIVA et al. 2017). Wiedmann és Minx (2008) megfogalmazásában a karbonlábnyom az ökológiai lábnyom része, amely valamilyen jellegű tevékenység, személy, területegység stb. által közvetlenül vagy közvetett módon a levegőbe jutott CO<sub>2</sub> összes mennyiségét méri, illetve azt a területegységet, amely ezen CO<sub>2</sub>-mennyiség semlegesítéséhez szükséges (BAKOSNÉ BÖRÖCZ 2016).

A karbonlábnyom számításához használt módszerek nem egységesek. Használható a PAS 2070 iránymutatása vagy az ISO14067 szabvány. A nemzetközi szabvány irányelveket, követelményeket és útmutatást határoz meg a termékek karbonlábnyomának számításához/felméréséhez és kommunikálásához. Az ISO 14067 szabvány alapjai az életciklus-elemzést, valamint az ökcímkézést és a környezeti jelentések készítését szolgáló szabványok (ISO 14040, 14044, 14020, 14024, 14025) (ISO é. n.). Az ISO-szabványok elvi alapja a PDCA-ciklus, amely a folyamatos fejlődést szolgálja. A PDCA-ciklus lényegét Kósi és Valkó írják le (KÓSI–VALKÓ 2008, 13–14). Az említett karbonlábnyom-számítási módszerek a termékek életciklus-elemzésén (LCA) alapulnak, vagyis a termék előállítása, megtermelése során felhasznált erőforrások, felhasznált nyers- és alapanyagok, valamint energia számbavéte-

le után megadják a termelési folyamatban keletkezett üvegházhatású gázok mennyiségét. Az LCA folyamatát az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra  
Az LCA folyamata

Forrás: SZÜCS–BUDAI–MATKÓ 2011

Schaltegger és Csutora (2012) tanulmánya átfogó képet ad a karbonleltár és a karbonlábnyom számításának módszertanáról, amely igen gyorsan fejlődő területe a környezettudatos vállalati menedzsmentnek. Stechemesser és Guenther (2012) szakirodalmi összefoglalót ad a karbonleltár készítésére és az elszámolás módszertanára vonatkozóan. Vergé és munkatársai felhívják a figyelmet arra, hogy az emberi tevékenység környezeti hatásainak becsléséhez használt számítási módszerek megválasztása körültekintést igényel, hiszen módosíthatja az ilyen jellegű vizsgálatok eredményét (VERGÉ et al. 2016). Igen nagy nehézséget jelent a megfelelő adatok összegyűjtése a folyamatok feltérképezése során, így fontos a megfigyelt folyamatok határainak helyes kijelölése.

## Felhasznált irodalom

- AL-MANSOUR, F. – JEJCIC, V. (2017): A Model Calculation of the Carbon Footprint of Agricultural Products: The Case of Slovenia. *Energy*, Vol. 136. 7–15.
- BAKOSNÉ BÖRÖCZ M. (2016): *Az életcikluselemzés módszerének használata és karbonlábnyom számítás alapjai*. Gödöllő, Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ–Szent István Egyetemi Kiadó.
- BURATTI, C. et al. (2017): Carbon Footprint of Conventional and Organic Beef Production Systems: An Italian Case Study. *Science of the Total Environment*, Vol. 576. 129–137.
- CASOLANI, N. – PATTARA, C. – LIBERATORE, L. (2016): Water and Carbon Footprint Perspective in Italian Durum Wheat Production. *Land Use Policy*, Vol. 58. 394–402.
- CHIRIACO, M. V. et al. (2017): The Contribution to Climate Change of the Organic Versus Conventional Wheat Farming: A Case Study on the Carbon Footprint of Wholemeal Bread Production in Italy. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 153. 309–319.



- ERDÉLYI É. – PÁKOLICZ O. – BOKSAI D. (2012): Élelmiszertermékek környezetterhelésének mérőszáma és annak érzékenysége az életciklus elemeire. In HERDON Miklós – SZILÁGYI Róbert (szerk.): *Agricultural Informatics 2012 Conference/Agrárinformatika 2012 Konferencia: Innovatív informáciotechnológiák az agrárgazdaságban*. Konferencia kiadvány. Debrecen, Magyar Agrárinformatikai Szövetség. 133–142.
- ERIKSSON, M. et al. (2017): Quantification of Food Waste in Public Catering Services – A Case Study from a Swedish Municipality. *Waste Management*, Vol. 61. 415–422.
- FUSI, A. – GUIDETTI, R. – AZAPAGIC, A. (2016): Evaluation of Environmental Impacts in the Catering Sector: The Case of Pasta. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 132. 146–160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.074>
- GÖSSLING, S. et al. (2011): Food Management in Tourism: Reducing Tourism's Carbon 'Footprint'. *Tourism Management*, Vol. 32. No. 3. 534–543. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.04.006>
- ISO/TS 14067:2013 Greenhouse Gases – Carbon Footprint of Products – Requirements and Guidelines for Quantification and Communication. Forrás: [www.iso.org/standard/59521.html](http://www.iso.org/standard/59521.html) (A letöltés dátuma: 2018. 04. 23.).
- JIANYI, L. et al. (2015): Carbon Footprints of Food Production in China (1979–2009). *Journal of Cleaner Production*, Vol. 90. 97–103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.072>
- KÓSI K. – VALKÓ L. (2008): *Környezetmenedzsment*. Budapest, Typotex.
- LIQIN, Y. (2011): The Analysis on Carbon Footprint on Catering Products in High-star Hotels during Operation: Based on Investigation Conducted in Parts of High-star Hotels in Ji'nan. *Energy Procedia*, Vol. 5. 890–894. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.157>
- MUJICA, M. – BLANCO, G. – SANTALLA, E. (2016): Carbon Footprint of Honey Produced in Argentina. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 116. 50–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.086>
- PÁKOLICZ O. – BOKSAI D. – ERDÉLYI É. (2012): Az innováció a környezettudatos vásárlás szolgáltatásban. *Economica*, 5. évf. 2. különsz. 71–80.
- REBOLLEDO-LEIVA, R. et al. (2017): Joint Carbon Footprint Assessment and Data Envelopment Analysis for the Reduction of Greenhouse Gas Emission in Agriculture Production. *Science of the Total Environment*, Vols. 593–594. 36–46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.147>
- SCHALTEGGER, S. – CSUTORA M. (2012): Carbon Accounting for Sustainability and Management. Status Quo and Challenges. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 36. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.024>
- SCHOLZ, K. – ERIKSSON, M. – STRID, I. (2015): Carbon Footprint of Supermarket Food Waste. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 94. 56–65.
- SONG, G. et al. (2015): Food Consumption and Waste and the Embedded Carbon, Water and Ecological Footprint of Households in China. *Science of the Total Environment*, Vol. 529. 191–197.
- STECHEMESSER, K. – GUENTHER, E. (2012): Carbon Accounting: a Systematic Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 36. 17–38.
- SZÚCS E. – BUDAI I. – MATKÓ A. (2011): *Környezetmenedzsment*. Forrás: [www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Kornyezetmenedzsment/ch08.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Kornyezetmenedzsment/ch08.html) (A letöltés ideje: 2018. 05. 03.).
- TORRES, R. (2000): *Linkage between Tourism and Agriculture in Quintana Roo, Mexico*. PhD dissertation. Davis, University of California at Davis.
- TREU, H. et al. (2017): Carbon Footprint and Land Use of Conventional and Organic Diet in Germany. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 161. 127–142.
- VERGÉ, X. et al. (2016): Allocation Factors and Issues in Agricultural Carbon Footprint: a Case Study of the Canadian Pork Industry. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 113. 587–595.

- VETŐNÉ MÓZNER Zs. (2012): Fenntartható életmódok felé: Lehet-e az élelmiszer-fogyasztás fenntartható? In KERÉKES S. – CSUTORA M. szerk.: *Fenntartható fogyasztás? Trendek és lehetőségek Magyarországon*. Budapest, Aula. 110–138.
- WIEDMANN, T. – MINX, J. C. (2008): A Definition of 'Carbon Footprint'. In PERTSOVA, C. C. (ed.): *Ecological Economics Research Trends*. New York, USA, Nova Science Publishers. 1–11.
- XU, X. – LAN, Y. (2016): A Comparative Study on Carbon Footprint between Plant- and Animal-based Foods in China. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112. 2581–2592.
- XU, Z. et al. (2015): Research Developments in Methods to Reduce Carbon Footprint of Cooking Operations: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 44. 49–57.
- YUE, Q. et al. (2017): Mitigating Greenhouse Gas Emission in Agriculture: From Farm Production to Food Consumption. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 149. 1011–1019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.172>
- ZHOU, S. et al. (2017): Effect of Different Cooling Methods on the Carbon Footprint of Cooked Rice. *Journal of Food Engineering*, Vol. 215. 44–50.

Vákát oldal

# A háztartási élelmiszer-pazarlás modellezése

Zachár János<sup>1</sup>

## Bevezetés

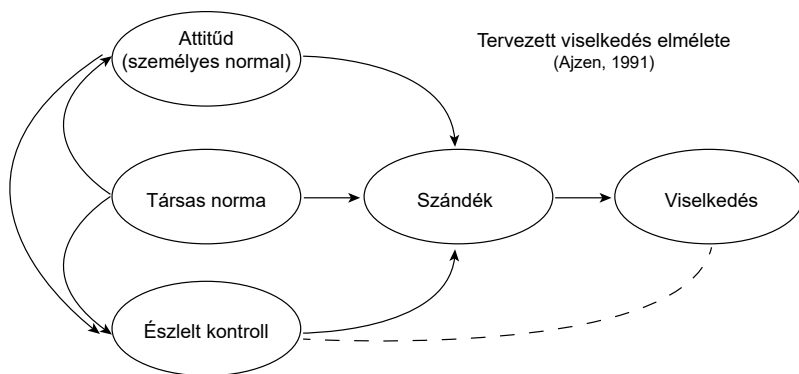
Az élelmiszer-pazarlás tudományos aktualitását legjobban azzal lehet jellemezni, hogy a ScienceDirecten végzett keresés eredménye szerint 2017-ben közel négyszer annyi (1171), a témával foglalkozó cikk jelent meg, mint 2012-ben (473). A téma politikai aktualitását jelzi, hogy a közös agrárpolitika lehetséges átdolgozása célul tűzi ki az élelmiszer-pazarlás felszámolását (2017/C 288/02 közlemény), valamint a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési terv szemléletformálásról szóló fejezete (2017/C 88/16 közlemény) az élelmiszer-pazarlás csökkentését is megemlíti. A tudományos cikkekben ismertetett kutatások közül néhány (STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017; RICHTER et al. 2017; DIAZ-RUIZ–COSTA-FONT–GIL 2018) lakossági akciók alátámasztásának céljából (is) készült, a magyar publikációban konkrétan megjelölve, hogy a kutatás eredménye fontos kiindulási alap a döntéshozók számára háztartási élelmiszerhulladék-képződést csökkentő intézkedéseikhez (SZABÓ-BÓDI–KASZA–SZAKOS 2018). Társadalmi aktualitásra utal a 2017. évi OMÉK-on, a NÉBIH standján tapasztalható növekvő lakossági érdeklődés, illetve a NÉBIH „Maradék nélkül” akciójának népszerűsége. Az utóbbi három évben nagyon sok országban végeztek felmérést az élelmiszer-pazarlásról, például Dániában (ASCHEMANN-WITZEL et al. 2017; EDJABOU et al. 2016; STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017), Svédországban (WILLIAMS et al. 2012; DELLEY–BRUNNER et al. 2017), Görögországban (PONIS et al. 2017), Hollandiában (JANSSEN et al. 2017), Törökországban (SALIHOGU et al. 2017), az Egyesült Királyságban (MALLINSON–RUSSEL–BARKER 2016; GRAHAM-ROWE–JESSOP–SPARKS 2015), Svájcban (VISSCHERS–WICKLI–SIEGRIST 2016), Németországban (RICHTER et al. 2017), Finnországban (KATAJAJUURI et al. 2014), Ausztráliában (MCCARTHY–LIU 2017), Norvégiában (HANSEN–SYVERSEN–STØ 2016), Magyarországon (SZABÓ-BÓDI–KASZA–SZAKOS 2018) és Spanyolországban (DIAZ-RUIZ–COSTA-FONT–GIL 2018) is.

## 1. Modellek

Az élelmiszer-pazarlás modellezése során a legrégebbi publikációk az 1. ábrán látható *tervezett viselkedés elméletéből* indultak ki:

---

<sup>1</sup> Ügyvezető igazgató, ECO-Invest Kft. E-mail: zachar@eco-invest.hu



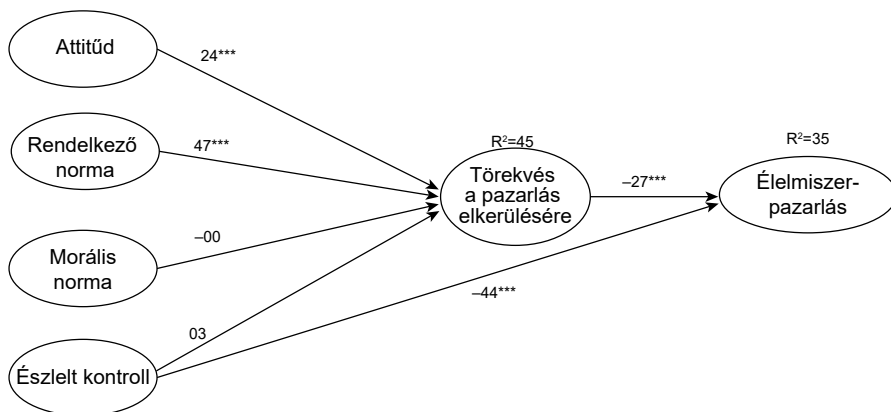
1. ábra

*A tervezett viselkedés elmélete*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Ennek lényege röviden: a szándékból úgy lesz cselekedet, hogy amennyiben a szándék az attitűdök, azaz a személyes normák alapján elfogadható, akkor következő lépésként a környezet elvárásai, azaz a társas normák szerint értékelendő. Ha ezek alapján is megtehető a cselekedet, akkor a továbbiakban a megvalósíthatóság esélye kerül vizsgálat alá. Tehát a szándékból akkor lesz cselekedet, ha a szándék a személyes és társadalmi normáknak is megfelel, illetve ha a feltételek is rendelkezésre állnak.

E modell alkalmazásával az élelmiszer-pazarlás kerülésének szándékát vizsgálva (STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017) azt találták, hogy a személyes és társadalmi normák, valamint a rendelkezésre álló feltételek 35%-os korrelációval határozzák meg az élelmiszer-pazarlást, ahogy ez a 2. ábrán látható.

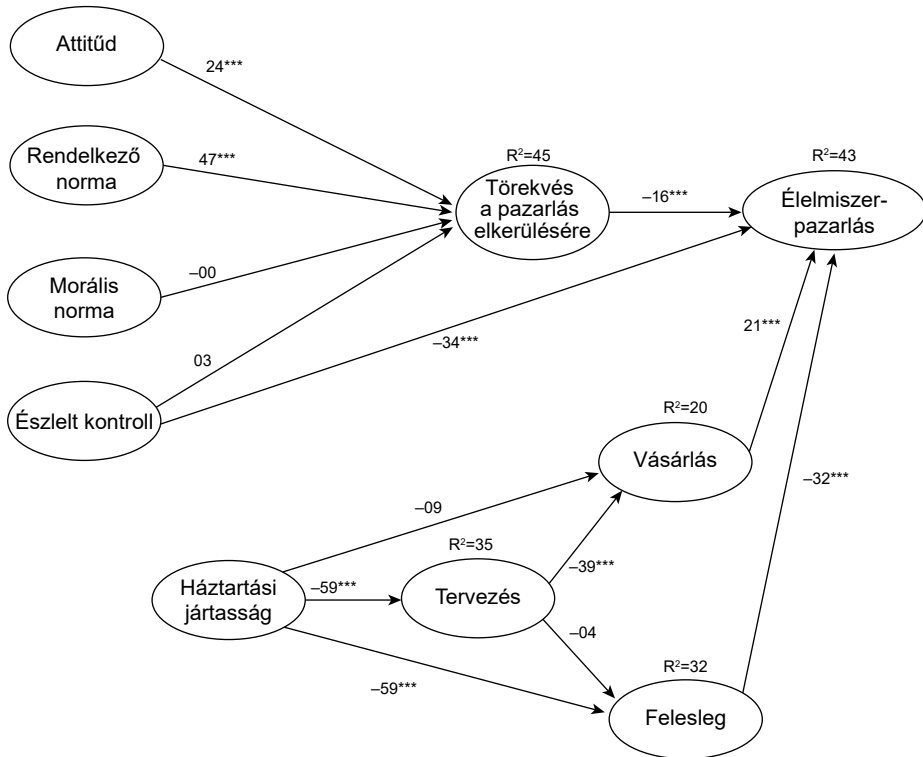


2. ábra

*Az élelmiszer-pazarlás kerülését meghatározó tényezők*

*Forrás: STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017*

Azonban amikor ugyanezen szerzők (STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017) e modellt kiegészítették a háztartási jártasság, az étrendtervezés, a bevásárlólista-írás és a felesleg-hasznosítás vizsgálatával, akkor az élelmiszer-pazarlást 42%-os korrelációval meghatározó tényezőket azonosítottak, ahogy ez a 3. ábrán látható:



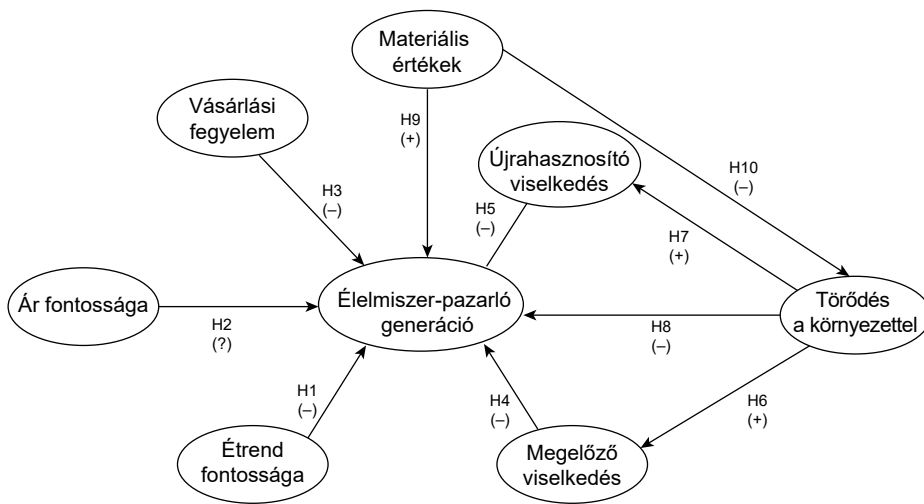
3. ábra

*Az élelmiszer-pazarlás kerülését meghatározó tényezők modellje kiegészítve*

*Forrás: STANCU–HAUGAARD–LÄCHTEENMÄKI 2017*

## 2. Elszakadás az élelmiszerfüggő viselkedéstől

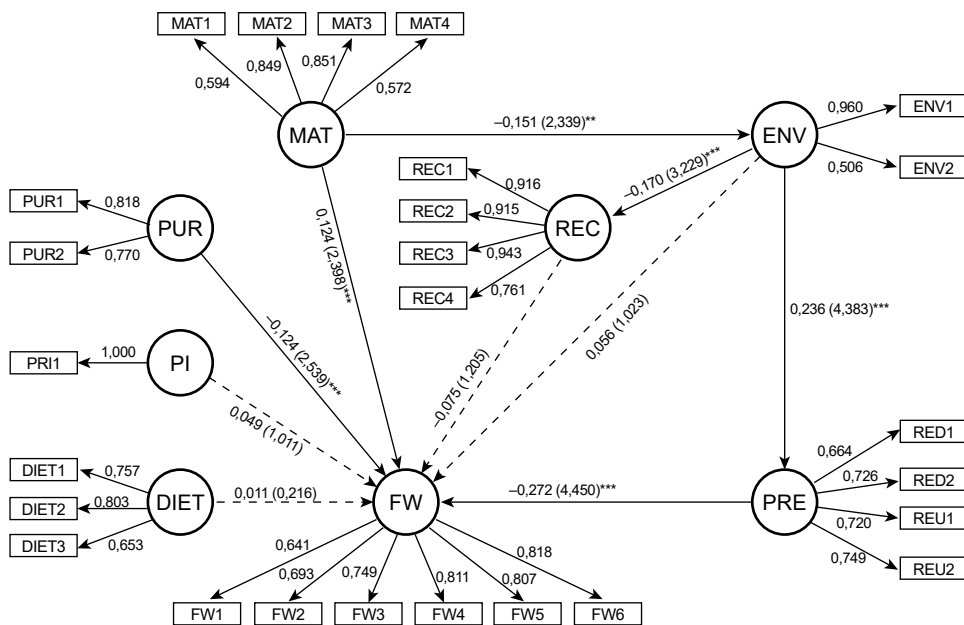
Más vizsgálatokban (DIAZ-RUIZ–COSTA-FONT–GIL 2018) kombinált megközelítést alkalmazva hipotéziseket állítottak fel az élelmiszer-pazarlásra ható tényezőkre, majd korreláció-vizsgálattal igazolták, illetve vetették el azokat, ahogy ez a 4. és 5. ábrán látható:



4. ábra

Az élelmiszer-pazarlásra ható tényezők

Forrás: DIAZ-RUIZ–COSTA-FONT–GIL 2018



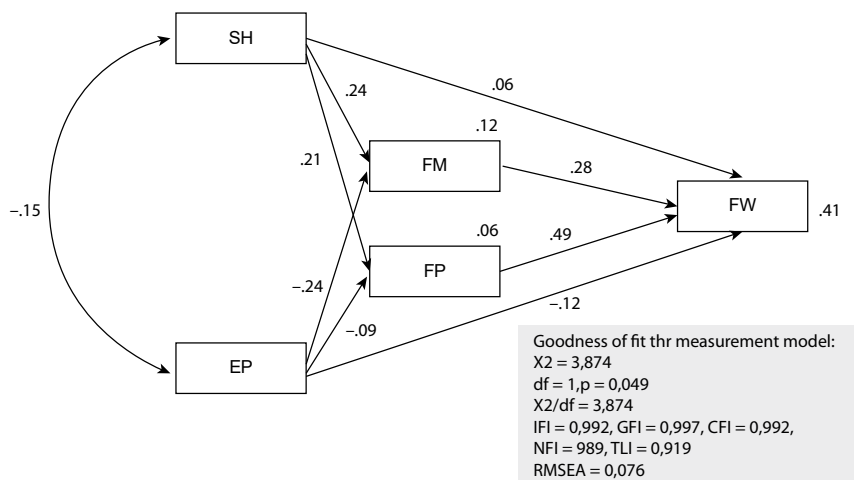
5. ábra

Az élelmiszer-pazarlásra ható tényezők

Forrás: DIAZ-RUIZ–COSTA-FONT–GIL 2018

### 3. Látens változók az élelmiszer-pazarlási modellben

Más kutatók (PONIS et al. 2017) az étkezési preferenciák és a vásárlási szokások mellett látens változókat is találtak az élelmiszer-pazarlást meghatározó tényezők között (lásd a 6. ábrát):



6. ábra

*Az élelmiszer-pazarlásra ható tényezők látens változókkal*

Megjegyzés: SH: Vásárlási szokások (Shopping Habits), EP: Étkezési preferenciák (Eating Preferences), FW: Élelmiszer-pazarlás (Food Waste) és M, FP: Látens változók

Forrás: PONIS et al. 2017

### 4. További vizsgálati lehetőségek

A fentebb bemutatott modelleken túl lehetőség nyílik új, részletesebb modell megalkotására. Pestel-analízissel több tényező azonosítható, majd azok konkrét mértékét meghatározható a feldolgozott szakirodalomban leggyakrabban használt kérdőíves módszerrel. Például nem vizsgálták még az online, illetve személyes vásárlás hatását az élelmiszer-pazarlás mértékére. A háztartásokban képződő élelmiszerhulladék mértékét össze kell vetni az élelmiszeriparban és -kereskedelemben képződő hulladék mennyiségével.

Így az élelmiszer-pazarlás mélyebb összefüggései tárhatók fel.

### Felhasznált irodalom

2017/C 288/02 közlemény: Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye – A közös agrárpolitika lehetséges átdolgozása (feltárási vélemény). 10–19.

2017/C 88/16 közlemény: A Régiók Európai Bizottsága véleménye – A körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési terv. 83–90.



- ASCHEMANN-WITZEL, J. et al. (2017): Consumer Behaviour Towards Price-reduced Suboptimal Foods in the Supermarket and the Relation to Food Waste in Households. *Appetite*, Vol. 116. 246–258. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.013>
- DELLEY, M. – BRUNNER, T. A. (2017): Foodwaste within Swiss Households: A Segmentation of the Population and Suggestions for Preventive Measures. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 122. 172–184.
- DIAZ-RUIZ, R. – COSTA-FONT, M. – GIL, J. M. (2018): Moving Ahead from Food-related Behaviours: an Alternative Approach to Understand Household Food Waste Generation. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 172. 1140–1151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.148>
- EDJABOU, M. E. et al. (2016): Food Waste from Danish Households: Generation and Composition. *Waste Management*, Vol. 52. 256–268. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.032>
- GRAHAM-ROWE, E. – JESSOP, D. C. – SPARKS, P. (2015): Predicting Household Food Waste Reduction Using an Extended Theory of Planned Behaviour. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 101. 194–202. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.020>
- HANSEN, O. J. – SYVERSEN, F. – STØ, E. (2016): Edible Food Waste from Norwegian Households—Detailed Food Waste Composition Analysis among Households in Two Different Regions in Norway. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 109. 146–154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.010>
- JANSSEN, A. M. et al. (2017): Fresh, Frozen, or Ambient Food Equivalents and Their Impact on Food Waste Generation in Dutch Households. *Waste Management*, Vol. 67. 298–307. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.010>
- KATAJAJUURI, J.-M. et al. (2014): Food Waste in the Finnish Food Chain. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 73. 322–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.057>
- MALLINSON, L. J. – RUSSEL, J. M. – BARKER, M. E. (2016): Attitudes and Behaviour Towards Convenience Food and Food Waste in the United Kingdom. *Appetite*, Vol. 103. 17–28.
- MCCARTHY, B. – LIU, H. B. et al. (2017): Food Waste and the ‘Green’ Consumer. *Australasian Marketing Journal*, Vol. 25. No. 2. 126–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2017.04.007>
- PONIS, S. T. et al. (2017): Household Food Waste in Greece: A Questionnaire Survey. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 149. 1268–1277.
- RICHTER, B., et al. (2017): Explorative Study about the Analysis of Storing, Purchasing and Wasting Food by Using Household Diaries. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 125. 181–187.
- SALIHOGU, G. et al. (2018): Food Loss and Waste Management in Turkey. *Bioresource Technology*, Vol. 248. Part A. 88–99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.083>
- STANCU, V. – HAUGAARD, P. – LÄCHTEENMÄKI, L. (2016): Determinants of Consumer Food Waste Behaviour: Two Routes to Food Waste. *Appetite*, Vol. 96. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025>
- SZABÓ-BÓDI B. – KASZA Gy. – SZAKOS D. (2018): Assessment of Household Food Waste in Hungary. *British Food Journal*, Vol. 120. No. 3. 625–638.
- VISSCHERS, V. H. M. – WICKLI, N. – SIEGRIST, M. (2016): Sorting out Food Waste Behaviour: A Survey on the Motivators and Barriers of Self-reported Amounts of Food Waste in Households. *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 45. 66–78.
- WILLIAMS, H. et al. (2012): Reasons for Household Food Waste with Special Attention to Packaging. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 24. 141–148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.044>

# A gazdasági növekedés hármas határának kiszámítása felé (Towards the quantitative estimation of the triple limits to economic growth)

*Tóth Gergely<sup>1</sup>*

## 1. A projektektől a paradigma felé

A fenntarthatóság vagy fenntartható fejlődés ma már elkopotatt kifejezés. Valaki azt mondta, vannak olyan koncepciók, gondolatok, mítoszok (e cikkben mémeknek nevezzük őket), amelyek mindenütt szembejönnek velünk. Kis túlzással nem tudunk eldobni egy kavicsot egy nagyváros utcáján úgy, hogy ne találna el valakit, aki hisz ezekben a mémekben, életfilozófiájává tette ezeket, vagy éppen ezekről beszél. Azt hiszem, ez mindenképpen komoly és bizakodásra okot adó fejlemény a fenntarthatóság esetében, hiszen nem volt ez mindig így. A paradigmaváltás ugyanis a zöld mozgalom szintjén az 1960-as években kezdődött, a tudomány és a nagypolitika pedig egy évtizeddel később ütközött az – akkor még le-kicsinyelt, kigúnyolt vagy épp ellenkezőleg, vadul támadott – első növekedési korlátokba, illetve ezek elméleti, de számításokkal és modellekkel alátámasztott kifejtésébe. A téma jelentősebb műveit, illetve mérföldköveit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

*A fenntarthatóság mint 21. századi közjó változása*

Évtized	Fejlemény	Meghatározó mű, illetve mérföldkő
1960-as évek	A környezeti problémák felismerése, tudatosulása szakértő és „ellenálló körökben”	Carlson, R. (1962): Néma tavasz.
1970-es évek	A környezetszennyezés közgazdaságtanának kialakulása, az ökológiai fenntarthatatlanság tudományos bizonyítása	Meadows et al. (1972): A növekedés határai.
1980-as évek	A csővégi környezetvédelem intézményesülése, azaz az egyes környezeti problémák hatékony, de utólagos kezelése (levegővédelem, víztisztítás, hulladék-kezelés stb.)	Environmental Protection Agency (1970) ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága (1983) Genfi Egyezmény (1979), Bécsi Egyezmény (1985), Bázeli Egyezmény (1989)

<sup>1</sup> Egyetemi tanár, Kaposvári Egyetem GTK. E-mail: [toth@kovet.hu](mailto:toth@kovet.hu)

Évtized	Fejlemény	Meghatározó mű, illetve mérföldkő
1990-es évek	Fenntartható fejlődés, a fenntartható fejlődés hármaskörének megközelítése (TBL, 3BL – környezeti, társadalmi, gazdasági fenntarthatóság)	Brundtland-jelentés (1987) Riói Nyilatkozat a Környezetről és a Fejlődésről (1992) Elkington, J. (1997): Cannibals with Forks
2000-es évek	Vállalatok társadalmi felelőssége (CSR), nemzetközi környezeti vállalások, egyezmények kudarca	Kyotói megállapodás (1997) Európai Bizottság: Zöld könyv (a CSR-ről) (European Commission 2001)
2010-es évek	3. láb: „Gazdasági fenntarthatóság” megfontolása?	Nem múltó világgazdasági válság 2008-tól (Meghatározó mű még nem látszik)

*Forrás: a szerző szerkesztése (vö. TóTH 2016, 178.)*

A fentiekkel párhuzamban a fogyasztói környezettudatosság és a vállalati környezetvédelem új megoldásai is legalább 30-40 éves múltra tekintenek vissza. Csak a legismertebb mozgalmakból is több mint egy tucattal ismerkedett meg mélyen a szakmai közvélemény (a teljesség igénye nélkül: Recycling; Hulladékminimalizálás; CP – tisztább termelés; Zero emission; Zero growth – nemnövekedés; Zöld gazdaság; Triple-bottom-line, azaz 3P (people-planet-profit); Fenntartható fogyasztás; CSR – Vállalatok Társadalmi Felelőssége; Kék gazdaság; CSV – Közös értékteremtés; Ipari ökológia; Sharing economy). A konferenciatermek, projektirodák és vállalati tárgyalók ma az ENSZ fenntarthatósági céljaitól (17 SDG) és a körforgásos gazdaságtól (circular economy) hangosak.

#### Klérus és laikusok

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1. Recycling   | 1. Környezetvédelem                 |
| 2. Hulladékminimalizálás                               |                                     |
| 3. CP – tisztább termelés                              |                                     |
| 4. Zero emission                                       | <b>2. Fenntartható fejlődés</b>     |
| 5. Zero growth, nemnövekedés                           |                                     |
| 6. Zöld gazdaság                                       |                                     |
| 7. Triple-bottom-line, alias 3P [people planet profit] | 3. Globális felmelegedés ≠ özonlyuk |
| 8. Fenntartható fogyasztás                             |                                     |
| 9. CSR – Vállalatok társadalmi felelőssége             |                                     |
| 10. Kék gazdaság                                       | 4. Migránsok                        |
| 11. CSV – Közös értékteremtés                          |                                     |
| 12. Ipari ökológia                                     |                                     |
| 13. Sharing economy                                    |                                     |
| 14. KÖRKÖRÖS GAZDASÁG                                  |                                     |

1. ábra

*A fenntarthatóság mémjei 1970–2018*

*Forrás: a szerző szerkesztése*



2. ábra

*A két legújabb celeb – SDG és Körforgásos*

*Forrás: hivatalos ENSZ-logó, illetve a szerző fényképe*

Az 1. ábra bal oldali oszlopában a fenntarthatóságot továbbvivő gyakorlati mozgalmakat próbáltuk felsorolni a teljesség igénye nélkül. A jobb oldali oszlopban azok a kifejezések láthatók, amelyek eljutottak a széles közvéleményig, s amelyek ma tematizálják a közbeszédet. A 2. ábrán az e cikk írásakor legdivatosabb két mozgalom áll: az ENSZ fenntartható fejlődést szolgáló céljai (Sustainable Development Goals) és a körforgásos gazdaság (Circular Economy). Utóbbi egy bemutatóterem feliratát mutatja Hollandiában, Hágában, amely nyugodtan viselhetné az újrahasznosítás címet is.

### Recycling = Újrahasznosítás Rövid történet

- Platón, Kr. e. IV. sz.
- 1031 Japán: újrapapír
- 1831 Yorkshire: retextil
- 1884 Svédország: üvegviszaváltás
- II. Világháború: UK, USA
- 1970-es évek...
- 1991: Svájc: TV-k
- 2014 EU: 60 000 cég, 500 000 alkalmazott, 24 milliárd euró forgalom
- Piaci rész: 50%, átl. 39%, max. 65%



3. ábra

*„Kezdetben volt a Recycling” – Az első mém*

*Forrás: a szerző szerkesztése, illetve Pinterest*

**Sharing economy = Közösségi gazdaság**  
**Rövid történet**

- Mindig is volt
- (Feltehetőleg) prof. L. Lessig használta először a kifejezést 2008-ban
- A közlegelők tragédiája<sup>1</sup>
- UK Gov': 2015 Budget<sup>2</sup>
- 2015: Book
- 2016: US Comm. Dept.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> W. Forester Lloyd (1833): Two Lectures on the Checks to Population. Oxford, Oxford University Press.  
 Garrett Hardin (1968): The Tragedy of the Commons. Science, Vol. 162, No. 3859, 1243–1248.

<sup>2</sup> make Britain the "...best place in the world to start, invest in, and grow a business, including through a package of measures to help unlock the potential of the sharing economy..."

<sup>3</sup> "quantitative research on size and growth remains sparse"



4. ábra

*A közösségi gazdaság megjelenése plakáton*

*Forrás: a szerző szerkesztése, illetve Pinterest*

A 3. ábrán az újrahasonosítás rövid történetét foglaltuk össze, amely tipikusnak mondható. Egyes források szerint már Platón szorgalmazta az anyagok újrahasonosítását a Kr. e. 4. században, korai írásos feljegyzések szerint pedig Japánban már 1031-ben újrahasonosított papírt árusítottak. 1813-ban Angliában, Yorkshire-ben kifejlesztettek egy eljárást a textil újragyártására, az első újrahasonosítási rendszert pedig Svédországban vezették be 1884-ben. A II. világháború hidgazdaságaiban nagy szerepet kapott az újrahasonosítás mind az USA-ban, mind az Egyesült Királyságban, ám a környezetvédelmi motivációjú újrahasonosítás adventje csak az 1970-es években köszöntött be. Az elektronikai hulladékok visszavezetése a gyártási folyamatba már jóval bonyolultabb volt, erre csupán az 1990-es években került sor, először Svájcban.<sup>2</sup> Az Európai Unió jelentése szerint a Közösségben 2014-ben 60 ezer céget tömörített az iparág. Félmillió alkalmazottal és 24 milliárd euró forgalommal így az EU-s recycling cégek piaci részesedése 50% volt a világpiacon, az élenjáró országok pedig hamarosan elérik a 65%-os újrahasonosítási arányt.

A közösségi gazdaság története hasonlóan rekonstruálható: a történelemben mindig is volt, sőt a közösségi gazdaság jóval ősbibb, mint a pontosan szabályozott piaci tranzakciókon alapuló mai változata. Mégis a mozgalmat legújabb újrafelfedezésétől, elnevezésétől szokás eredeztetni. Hamarosan jelentések és országstratégiák látnak napvilágot, könyvet írnak a mozgalomról, s a fenntartható fejlődés gyakorlati megvalósulása néhány évig ezen kifejezés alatt tematizálja a szakmát és némileg a politikát.

<sup>2</sup> Az angol Wikipédia *Recycling* szócikkének összefoglalója alapján, az elsődleges forrásokat lásd ott.



5. ábra

*Az éppen leköszönő mém – mítosztól mítoszig*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

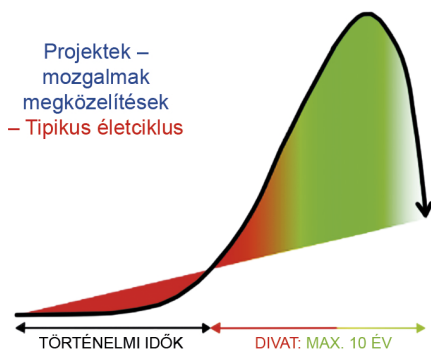


6. ábra

*A mém karrierlehetőségei – üzlet, IF, politika*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Az 5. ábrán a közösségi gazdaság életciklusának néhány fő mérföldköve látható: az évezredekig felszín alatt maradó gyakorlat – például Szent Márton megosztja a köpenyét a koldussal –, a legújabbkori publikálás, a Time magazin lelkendező cikke 2011-ből, végül a PricewaterhouseCoopers tanulmánya, amely a közösségi gazdaság részarányát a 2013-as 5%-os szintről 2025-re már 50%-ra jósolja. Az egyes mémek kifizetése nem mindig azonos, a nemnövekedés (décroissance) például politikai mozgalommá vált, a 3P (people-planet-profit) leginkább a vállalati tárgyalókat és marketingosztályokat hozta lázba, míg a tisztább termelés a hivatalos tudományban ért el nagy sikereket, mértékadó folyóiratot hozva létre (lásd a 6. ábrát).



7. ábra

Egy mém élelciklusa<sup>3</sup>

Forrás: a szerző szerkesztése



8. ábra

A fenntarthatósági mémek gyorsuló halmozódása

Forrás: a szerző szerkesztése

A 7. ábra egy mozgalom vagy mém általános élelciklusát írja le logaritmikus időskálán: a történelem hajnalaira visszavezethető, hosszú „lappangási időszak”; deklarált megjelenés, divattá válás a legkülönbözőbb mérvadó területeken, nagy remények; majd visszaesés egy újabb mém feltűnésével. A 8. ábra nagy kérdése, hogy ha különböző színekkel jelölve egymás mellé rakjuk ezeket a tipikus lefutásokat, marad-e valami nettó fenntarthatósági haszon? Közelebb kerülünk-e a divatmozgalmak által a valódi fenntarthatósághoz? Véleményem szerint igen! A szavak ereje nagy, az érdeklődés folyamatos fenntartásához és fokozásához a jelek szerint szükség van újabb és újabb mozgalmakra vagy ugyanazon mozgalom más köntösben való felbukkanására. A 8. ábrán a különböző mémek fenntartják, s folyamatosan jobbra, magasabbra tolják a csúcspontot.

<sup>3</sup> Az élelciklus szó a környezetvédelmi szempontú termékfejlesztésben is használatos. Az ügyes szoftverekkel és hatalmas háttéradatbázissal támogatott módszer pontos neve LCA (Life Cycle Assessment). Itt azonban az élelciklust nem ebben az értelemben használjuk, hanem a marketinges jelentésben: a termékgörbe az absztrakt termék piaca jutása és ott maradása szempontjából, kvázi a termék helyi vagy világszerte „divatja”.

De vajon hozzájárult-e mindez a fenntarthatóbb fejlődéshez? És egyáltalán, legalább a szavak szintjén észlelt valóságot közvetítettek-e ezen mozgalmak egy nem szakmabeli embernek? Könnyű lenne cinikus választ adni ezekre a kérdésekre. Az én véleményem szerint igenis lassan a fenntartható fejlődés lesz az új paradigma, először talán szavakban, de reményeink szerint tettekben is.



9. ábra

*Modern fenntarthatósági mémek szocialista (agitprop) köntösben.*

*A kicserélt feliratok: 1) Az 5 éves terv 2) Magyar Kommunista Párt 3) Május 1*

*Forrás: a szerző szerkesztése eredeti plakátok alapján. A képek forrása: Pinterest*

A forma új, de a koncepció bevált: a 9. ábrán a szocialista plakátok üzeneteit „némileg megújítva” mutatjuk be velünk élő mémek reklámozásának ma már nevetségesnek ható módjait. A mozgalmakat tehát – újszerűségük némi megkérdőjelezésével – pozitívnak tarthatjuk, önmagukban azonban mégsem fogják elhozni a fenntartható fejlődést. Ezek a mozgalmak, projektek, programok csak a felszínt alkotják, egyfajta szükséges, de nem elégséges feltételként. Alattuk húzódik egy mélyebb, kvázi „vizzáró” réteg: a fenntarthatóság eléréséhez szükséges elméletváltás a közgazdaságtudományban, paradigmaváltás az ökonomizmusból valami újabb, szelídebb, méltányosabb felé. A közjó újra megtalálása a 21. században, immár nem csak országok és kontinensek számára, de globálisan. Talán megfordulhat a fenntarthatatlanság trendje, amire igen kidolgozott és megvalósítható programot vázol például a Paul Hawken nevével fémjelzett Drawdown program 2050-re (HAWKEN 2017).

## 2. A gazdasági növekedés hármasság határa

A feladat az, hogy elkülönítsük a jó és a rossz növekedést, azaz megállapítsuk a (jó) növekedés természetes határait. Ilyen lehet például az üvegházhatású gázok elnyelésére rendelkezésre álló kapacitás: atmoszférából ugyanis csak egy van, s az semmi mással nem helyettesíthető. Itt most három természetes határt javasolunk, amelyek pontosítása természetesen további kutatásokat igényel, főleg a vállalati alkalmazásuk tekintetében.



## 2.1. Ökolábnymom – egy bolygón belül maradni

Számításaink szerint az országok ökolábnymoma igen erősen, akár 51-75 százalékban is korrelál a GDP-jükkel. Első ránézésre ez rossz hír az alternatív közgazdászoknak, hiszen értelmetlenné teszi a lábnyomhoz hasonló alternatív mutatók számítását. Valójában azonban nagyon jó hír, mivel a lábnyomnak van egy természetes határa, a bolygó biokapacitása, ami így a GDP növekedésének határa is lehetne. Megválaszolhatóvá válna ezáltal a kérdés: hány embert képes eltartani a Föld? Persze csak ha hozzátesszük: milyen életszínvonalon? Szintén jó hír, hogy nem kellene „visszamasznunk a fára”: az 1950-es GDP szintjén 7,5 milliárd lelket el tudna tartani bolygónk, az 1820-as GDP szintjén pedig 12 milliárdot (SZIGETI-TÓTH 2014). Ehhez elsősorban a szállítás és az energiafogyasztás drasztikus csökkentésére lenne szükség. A feladat tehát az, hogy berendezkedjünk a növekedés nélküli egyensúlyra a fejlett országokban, meghagyva azonban a bővülés lehetőségét a fejlődő országoknak. Ezzel el is érkeztünk a második természetes határhoz, a boldogsághoz.

## 2.2. Boldogság – amíg a pénz boldogít

A modern pszichológia, a szubjektív boldogságkutatás megerősíteni látszik az ősi mondást: a pénz nem boldogít. Az objektív boldogságkutatás azonban, legalábbis első ránézésre, ennek ellentmondó eredményt mutat: a gazdag országokban bizony boldogabbak az emberek. Második ránézésre viszont már nem ilyen egyértelmű a helyzet: találunk szerényebb jövedelmű országokat magas boldogságértékekkel, és boldogtalan gazdagokat is. A nemzetközi kutatások valahová 20 és 40 ezer USD közé teszik az egy főre jutó GDP-értéknek azt a határát, ameddig a több pénznek egyértelmű boldogságnövelő hatása van. Tegyük hozzá: egy ország polgárai nem egyenlően rendelkeznek a GDP rájuk eső része felett, ez az érték az egyéni jövedelmek tekintetében sokkal alacsonyabb. Csutora Mária és Zsóka Ágnes felmérése (CSUTORA 2012) szerint Magyarországon a pénz egyértelmű boldogságnövelő hatása valahol 65 ezer forint egy főre jutó havi nettó jövedelem körül tetőződik. Megdöbbenően alacsony ez a szám, de talán magyarázatul szolgál, ha figyelembe vesszük Luginó Bruni boldogságmodelljét (BRUNI–PORTA 2007). Eszerint boldogságunk két fő tényezője a fogyasztás és a kapcsolati javak. Az előbbi az alapszinten kétségtelenül fontosabb, ám egy bizonyos színvonal elérése után a jövedelem és a fogyasztás fokozása szinte automatikusan túlzott anyagiassággal jár, amely viszont a kapcsolati javak kárára válik. Ez utóbbiakba egyfelől időt és energiát kell befektetni, ami a pénzkeresettől, karrierépítéstől vonja el az embert, másfelől ezek nem tarthatók teljesen az egyén kontrollja alatt, hiszen másoktól is függenek. Ebben az értelemben a növekedésre, versenyre, hatékonyságfokozásra szánt energiánk egy részét át kell csoportosítani a másokkal való törődésre. A boldogságnövelő hatás képezi tehát az anyagi növekedés második természetes határát.

### 2.3. Egyenlőtlenség – meddig elviselhető?

A közbeszédben egész Európában rendkívül aktuális téma a bevándorlók befogadása vagy kiutasítása. Könnyű kimondani, de annál nehezebb meghúzni a határt az éhhalál és mélynyomor elől menekülők és a „pusztán” többet keresni vágyók között. Keresztes Imre *Európa vagy a halál* című 2015. április 22-én megjelent cikkében egy beszédes adatot is idéz: az Európában elérhető jövedelmek körülbelül harmincszorosai a déli kontinensen jellemzőknek, s akkor még a legjobban teljesítő afrikai országokat vettük figyelembe. Ez láthatólag nemcsak igazságtalan, hanem elviselhetetlen is. Ebből a szempontból tekintve az a jó gazdasági növekedés, amely csökkenti, de legalábbis nem növeli az egyenlőtlenséget. A határ pedig az a jövedelmi különbség, amely még elviselhető az emberek számára. Az egyenlőség mérésére sok mutatót dolgoztak ki, ilyen például a Gini-index, a Duál-mutató vagy a Robin Hood-index. Az is világos a szocializmus példájából, hogy a teljes egyenlőség megvalósíthatatlan és irreális. Ám annak megállapítása, hogy a szélsőértékek között hol van a természetes határ, valamint hogy ez milyen kapcsolatban áll a növekedéssel, további kutatásra szorul. S talán ezt az alapvetet a legkönnyebb vállalatra alkalmazni. Jan Tinbergen holland közgazdász 1969-ben elsőként kapta meg – Ragnar Frischsel megosztva – a „közgazdasági Nobel-díjat”. A tudós bebizonyította, hogy ha egy cégnél a legalacsonyabb és legmagasabb fizetés között több mint ötszörös a különbség, az árt a vállalatnak. Ez az ún. Tinbergen-norma.

### 3. Összegzés

A környezetvédelem és a vállalati felelősség mozgalmi után szemügyre vettük a mélyebb makroökonómiai összefüggéseket, elméletileg felvázolva a növekedés hármas határait. Olyan határokról van szó, amelyek átlépését nem könnyű észrevenni. Hogy ezeket tudatosítsuk, egy új gazdaságelmélet alapjait kell lefektetnünk, s talán ebből létrejön egy új, fenntartható gazdasági paradigma. Ehhez sok mindenre, legfőképp rengeteg jóakaratra és a „csillagok szerencsés együttállására” van szükség, de némi tudományos alapra is, amely nagyjából rendelkezésre áll, de egységes elmélet formájában még nem öltött testet. A több egyetemen tevékenykedő oktatók, kutatók és doktoranduszok által alkotott informális műhelyünk egyik célja, hogy meghatározzuk a gazdasági növekedés természetes határait. Az első határ az ökológiai eltartóképesség, a második az egyenlőtlenség természetes határa, a harmadik a pénz „határhasznossága”, azaz boldogságnövelő hatásának korlátja. Az új paradigma kifejtése meghaladja ezen cikk határait, de reményeink szerint jó közös nevezőt találunk hozzá a vallások gazdasági tanításaiban, az alternatív közgazdasági iskolákban (lásd TÓTH 2016), valamint az itt részletesen leírt környezetvédelmi mozgalmakban. Ezt humoros formában fogalmazza meg az alábbi – némileg átalakított – régi plakát.



9. ábra

*Modern paradigmaváltás parafrázisa agitprop köntösben*

*Forrás: a szerző szerkesztése Berényi Róbert eredeti plakátja (szövege: „Fegyverbe, fegyverbe!”) és Pór Ber-talan plakátjának jelszava („Világ proletárjai egyesüljete!”) alapján (lásd Kovács 2011).  
A kép forrása: Pinterest*

## Felhasznált irodalom

- Brundtland Commission (1987): *Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations.
- PERSÁNYI M. (1988): *Közös Jövők*. Budapest, Mezőgazdasági.
- BRUNI, L. – PORTA, P. L. (2007): *Economics and Happiness. Framing the Analysis*. Oxford, Oxford University Press.
- CSUTORA M. (2012): Happy sustainability as a lifestyle. In LOREK, S. – BACKHAUS, J. eds.: *Sustainable Consumption During Times of Crisis: SCORAI Europe Workshop Proceedings*. Bregenz, 157–167.
- ELKINGTON, J. (1997): *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford, Capstone.
- European Commission (2001): *Green Paper – Promoting a European framework for Corporate Social Responsibility*. Brussels, Commission of the European Communities.
- HAWKEN, P. (2017): *Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed To Reverse Global Warming*. New York, Penguin Books.
- KOVÁCS D. (2011): *Fegyverbe! Fegyverbe! A Tanácsköztársaság plakátjai*. Forrás: <http://hg.hu/cikkek/design/12517-fegyverbe-fegyverbe-a-tanacskozarsasag-plakatjai> (A letöltés ideje: 2020. 01. 31.).
- MEADOWS, D. H. et al. (1972): *Limits To Growth. A Report For the Club Of Rome's Project On the Predicament Of Mankind*. New York, Universe Books.
- SZIGETI C. – TÓTH G. (2014): Történeti ökológiai lábnyom becslése a mezőgazdaság kialakulásától napjainkig. *Gazdálkodás*, 58. évf. 4. sz. 353–363.
- TÓTH G. (2009): Miért van szükség új közgazdaságtanra? *Valóság*, 52. évf. 5. sz. 68–84.
- TÓTH G. (2012): Alternatív közgazdaságtan 1-3. rész. *Magyar Minőség*, 21. évf. 8–12. sz.
- TÓTH G. (2013): Mi legyen a gyerek neve? A haszonökonómiától a gazdasági teológiáig. *Valóság*, 56. évf. 4. sz. 43–63.
- TÓTH G. (2016): *Gazdasággép. A fenntartható fejlődés közgazdaságtanának kettős története*. Budapest, L'Harmattan.

**V. Ökosisztéma-szolgáltatások:  
összeomlás vagy alkalmazkodás?**

Vákát oldal

# Az ökológiai szolgáltatások jogi vonatkozásai

*Fülöp Sándor<sup>1</sup>*

## Bevezetés

Az ökológiai szolgáltatások fogalmának reneszánszát éljük, talán a természettudományos és a társadalomtudományi szempontok összeegyeztetéséről szóló rokon fogalom, a *fenntartható fejlődés* megerősödésével párhuzamosan. Az ENSZ Fenntartható Fejlődés Célkitűzései (SDG 2015) különösen előtérbe helyezték ezt a megközelítést. A koncepciót sokan vitatják, de a szerzők többsége elismeri, hogy az ökológiai szolgáltatások elgondolás ennek ellenére hasznos, mivel a társadalmi és gazdasági döntéshozókat a korábban külső tényezőkként, externáliákként (nem) kezelt természeti feltételek figyelembevételére szoríthatja (JOHNSTON s. a.). Az egyes ökológiai szolgáltatásokra vonatkozó fontos szabályokat találhatunk egyebek között:

- a klíma vonatkozásában az energijogban, a közlekedési jogban, a levegőtisztaságvédelmi jogban és még számos más ágazatban;
  - a természetes vizekre nézve a vízvédelmi és a vízgazdálkodási jogban, élelmiszer alapanyagként az élelmiszerbiztonsági jogban;
  - a természeti területek és ökoszisztémák, illetőleg a biodiverzitás fenntartásáról a természetvédelmi jogban, az erdészeti jogban és az agrárjog más ágazataiban;
  - a termőtalaj védelméről a talajvédelmi és a földjog rendelkezik;
  - az árvízvédelmet a katasztrófavédelmi jog;
  - a járványokat a közegészségügyi jog szabályozza;
- és a sort még hosszasan folytathatnánk.

Az ökológiai szolgáltatások jogi szabályozása ráadásul nem csak horizontálisan osztott, hanem vertikálisan is. Az egyes ágazatokon belül megtalálhatók a különböző nemzetközi és nemzeti szintű ágazati politikák, tervek, programok, azt követően pedig átfogó, konceptuális jogszabályok, végül alacsonyabb szintű jogszabályok, amelyek a technikai részleteket, az intézményi hátteret és az eljárásrendet szabályozzák. Érdemesnek látszott egy egyszerű forráselemzés-módszerrel megvizsgálni, hogy ez a szabályösszesség mennyiben képes az ökológiai szolgáltatások védelmére, kevésbé ambiciózusan megfogalmazva: azoknak a társadalmi rendszerünk, kultúránk fenntartásához szükséges minimális szinten való megőrzésére.

---

<sup>1</sup> PhD, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Fenntartható Fejlődés Tanulmányok Intézet. E-mail: [fulop.sandor@uni-nke.hu](mailto:fulop.sandor@uni-nke.hu)

## 1. Az ökológiai szolgáltatások

Az ökológiai szolgáltatások csoportosítása során négy különböző szolgáltatástípust különböztetünk meg, amelyek közül mindegyik létfontosságú az emberi egészség és jólét szempontjából.

- A *szabályozó* szolgáltatások irányítják a klímát, ideértve a megfelelő határok között mozgó hőmérsékletet és az elegendő csapadékmennyiséget, az árvizek elleni védelmet, egyes hulladékok képződését, valamint keretek között tartják a betegségek és a kártevők terjedését.
- A *termelő vagy ellátó* szolgáltatások magukat a termelési és fogyasztási javakat szolgáltatják, mint például a tiszta vizet, az élelmiszert, takarmányt, fát, rostanyagokat.
- A *támogató* szolgáltatások magukban foglalják a növekedésnek és természtésnek alapot biztosító talajképződést, fotoszintézist, valamint a tápanyagok körforgását (megjegyezzük, hogy ezt a szolgáltatásfajtát egyes források a termelő-ellátó szolgáltatások körében tárgyalják).
- Végül pedig *kulturális* szolgáltatásnak tekinthető a természet által nyújtott spirituális élmények, a szépség, a művészeti inspiráció és a felüdülés, ami mind hozzájárul a lelki jólétünkhöz (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Csak egy teljesebb rendszer felvillantása érdekében megjegyezzük, hogy vannak negatív ökoszisztéma-szolgáltatások is, amikor ugyanezek a rendszerek természetes vagy éppenséggel megbolygatott működésük során nem hasznot hajtanak az emberiségnek, hanem éppen károkat okoznak (például járványok, fertőzések, kártevők, erdőtüzek) (KOVÁCS et al. 2011). A négyféle szolgáltatás közgazdasági megítélése eltérő, nagyjából az első két csoportba tartozó ökológiai szolgáltatások közvetlenül is kifejezhetők pénzben, a támogató és a kulturális szolgáltatások megfelelő értékelése a mainstream, neoklasszikus közgazdaságtanban nehézségekbe ütközik (MARJAINÉ SZERÉNYI 2011). Az ökológiai közgazdaságtan könnyebb helyzetben van, hiszen vizsgálati területét kiterjesztette egyebek között a jólétről a jóllétre, azaz a pénzben közvetlenül ki nem fejezhető javakra, az egészségre, a biztonságra, az emberi méltóság elismerésére (azaz az elfogadottságra), illetőleg a különböző értékek közötti választási szabadságra is (BÁLDI 2011). A választási szabadság megőrzésével szoros összefüggésben a kétféle közgazdasági irányzat ökológiaiszolgáltatás-fogalma az idői dimenzióban is jelentősen eltér, az ökológiai közgazdaságtan a nemzedékek közötti igazságosságra is kiterjed (BROWN-WEISS 1989). A kétfajta közgazdasági megközelítés a hibás, az ökológiai szolgáltatások elvesztésével fenyegető társadalmi-gazdasági rendszereket belülről megreformálni igyekezne, míg az ökológiai közgazdaságtan képviselői kilépnének ezeknek a rendszereknek a logikájából. Ennek fényében értékelhető különösen az a megközelítés, amely magával az „ökológiai szolgáltatás” kifejezéssel sem ért egyet, hiszen az ökológiai szolgáltatások többségéért a mai napig nem fizetünk semmit, vagy legalábbis csak jelképes fizetség történik. Ha pedig nem fizetünk értük, akkor ezek nem is szolgáltatások, hanem inkább adományok (VIDA 2011).

Az ökológiai szolgáltatásoknak végül meg szeretném említeni a holisztikus, rendszerszerű megközelítéssel összhangban levő azon felfogását is, miszerint nem kell feltétlenül és minden esetben használnunk, különösen nem felélnünk ezeket a szolgáltatásokat, elegendő, sőt adott esetben hasznosabb, ha csak felmérjük, értékeljük, tanulunk belőlük.

Megtanulhatjuk egyebek között azt, hogy hogyan lehet alkalmazkodni hozzájuk, vagy hogyan lehet alkalmazni őket technokrata, mesterséges beavatkozások helyett. Az ökológiai szolgáltatásokkal kapcsolatban egy új társadalmi attitűdnek, a nem tevésnek, a beavatkozás későbbre halasztásának, a megértésnek nagyon nagy szerepe kellene, hogy legyen (CZÚCZ–KRÖEL–DULAY–TÖRÖK 2011).

## **2. Az ökológiai szolgáltatások jogi szabályozása**

Az egyes jogágazatokat értékelhetjük aszerint, hogy tartalmilag mennyire képesek reflektálni az ökológiai szolgáltatások szükségére, mennyire tudják magukévá tenni az ökológia rendszerszemléletét a szabályozási vertikum teljességében úgy az ágazati politikai célkitűzések megfogalmazásakor, mint a jogszabályok kialakításakor, illetőleg a joggyakorlatban. Vizsgálati szempont lehet továbbá, hogy milyen mértékben vesz tudomást az adott jogágazat a szomszédos, rokon jogterületekről, esetleg milyen módon lép fel az összehangolás igényével. Végül pedig a vizsgált tervek egy részében megfigyelhetünk egyfajta reciprocitást, azt, hogy egyaránt figyelemmel vannak az ökológiai szolgáltatásoknak az adott területre gyakorolt hatására, például a vízellátásra vagy az erdőgazdálkodásra, másfelől pedig hogy az adott terület megfelelő kezelése hogyan hat vissza az ökológiai szolgáltatások rendelkezésre állására és minőségére.

## **3. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia (NFFS, 2013)**

Az NFFS átfogó, még nem is a környezetjog, hanem az alkotmányjog területére tartozó stratégia, amely a fenntarthatóság, illetőleg az ökológiai szolgáltatások szempontjából eleve előnyben kell, hogy legyen az alacsonyabb szintű, ágazati stratégiákkal szemben. Valóban, azt látjuk, hogy az NFFS kiemelkedik a szabályozási környezetből a tekintetben, hogy a fenntarthatóság szélesebb idősíkját is elemzi. Ezzel összhangban megállapítja, hogy Magyarország területe természetes ökoszisztéma-szolgáltatásainak mintegy 90%-át már elvesztette. Az NFFS rendszerszemléletét mutatja, hogy összeveti a társadalmi tevékenységek különböző szintjeit, és megállapítja egyfelől azt, hogy az egyéni felelősség hatékonyabb, mint az állami intézkedések, másfelől pedig hogy a helyi közösségek jobban értékelik a természeti erőforrásaikat, termelésüket és fogyasztásukat erre alapozva szervezik meg. Végezetül az NFFS megfelelő átvezetést tartalmaz az egyes szakterületi jogi szabályok felé, amikor kilátásba helyezi, hogy az egyes ágazati döntéshozatali eljárások során egy horizontális környezetvédelmi jogintézmény, a környezeti hatásvizsgálat segítségével értékelni kell az adott tevékenység ökoszisztéma-szolgáltatásokra gyakorolt hatásait.

## **4. Nemzeti Vidékfejlesztési Stratégia (NVS, 2012)**

Az NVS egyike azon kevés jogi dokumentumainknak, amelyek nem veszik teljes mértékben tudottnak az ökológiai szolgáltatások – ahogyan láhattuk, nagyon is vitatott – fogalmát és összetevőit. Ha nem is ad pontos definíciót és részletes szerkezeti elemzést,



a Vidékfejlesztési Stratégia rögzíti, hogy az ökológiai szolgáltatások biztosítják az életminőséget, az emberi méltóságot, az élelmiszerbiztonságot, a jó környezetminőséget, a természeti értékeket, továbbá a regenerációs és rekreációs lehetőségeket. Láthatjuk, hogy ez a példálózó felsorolás korántsem koncepciótlan, elsősorban a fogalom kevésbé materiális összetevőit emeli ki. Ezt követően tér csak ki arra, hogy a mezőgazdasági termelés biológiai alapja, a jó minőségű élelmiszerek feltétele a termőföld, a vízkészletek, a természetes és természetközeli élőhelyek és az azokhoz kötődő fajok sokszínűsége, azaz másodsorban utal az inkább materiális jellegű ökológiai szolgáltatásokra is. A NVS az ökológiai szolgáltatások közvetett társadalmi hatásaira is rámutat: nélkülük lehetetlen volna az alkalmazkodás az éghajlatváltozás várható hatásaihoz, illetőleg a megfelelő élet- és munkalehetőségek kialakítása. Ilyen elvi megalapozottsággal azután érthető, hogy a Stratégia rendkívül koherens helyzetfelmérést, valamint javaslatokat tudott megfogalmazni a fenntartható mezőgazdaság felé történő elmozduláshoz. Nyilvánvaló, hogy az NVS alapvetően a radikálisabb ökológiai közgazdaságtani megközelítés talaján áll, ami nehezen összeegyeztethető a korszak inkább növekedésorientált mezőgazdasági irányvonalával, ezért leszűródő hatása az alacsonyabb szintű tervekre, jogszabályokra egyelőre csak korlátozott mértékű lehet. Az ökológiai szemlélet, a jóllét iránti igény nagyobb térnyerése esetén azonban nagyon nagy előnyt jelenthet az ország számára, ha egy ilyen minőségű agrár-ökológiai terve már készen áll az alkalmazásra.

## 5. A második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-II, 2017)

A NÉS-II természetesen az éghajlatváltozással kölcsönhatásban vizsgálja az ökológiai szolgáltatásokat. Megállapítja, hogy az ökoszisztémák számos alapvető szolgáltatást (génmegőrzés, környezeti stabilitás, vízháztartás szabályozása) nyújtanak a társadalom számára, viszont az éghajlatváltozás jelentős hatást gyakorol az ökológiai rendszerek működésére, és ez éppen emiatt súlyos társadalmi következményekkel is járhat. A helyzetfelmérés során a két környezeti krízishelyzet összefüggéseit a következőképpen fogalmazzák meg: a fiziológiai, fenológiai és elterjedésbeli változások következtében az egyes fajok közötti kompetíciós és szukcessziós viszonyok átrendeződése is várható, amely az ökoszisztémák stabilitására, szerkezetére és szolgáltatásaira is jelentős hatást gyakorol. Ehhez képest, teljes mértékben összhangban az NFFS-sel és az NVS-sel, a NÉS-II a javaslatok között preferálja a rendszerszemléletű, helyi megoldásokat, ahol a dekarbonizáció a biodiverzitás megőrzésével, illetőleg a különböző ökológiai szolgáltatások megővásával együtt a leghatékonyabban biztosítható. A helyi megoldások, a szubszidiaritás egyáltalán nem mond ellent a világban uralkodó gazdasági, társadalmi trendeknek: a piacok és a kultúra globális kapcsolatrendszerének kiterjedése mellett éppenhogy sokkal jobb lehetőség adódik a leghatékonyabb, leginkább elérhető helyi megoldások kidolgozására is. A NÉS-II rendszerszerű megközelítése alapján integrált megoldásokat javasol, amelyek egyaránt megfelelnek a munkahelyteremtés, a gazdasági jólét, az életminőség és a természetmegőrzés szempontjainak.

## 6. A negyedik Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP-IV, 2015)

Az NKP-IV még megközelítő definíciót sem ad az ökológiai szolgáltatásokról, ellenben közeli jelentéstartományú, sokszor rokon értelmű kifejezések csoportjában helyezi el: biológiai sokféleség, ökológiai értékek, ökológiai potenciál, természeti erőforrások és ökoszisztéma-szolgáltatások. A környezetvédelmi program kimondottan is a jóléthez szükséges erőforrások és az ökoszisztéma-szolgáltatások közötti összhang megteremtését célozza, tehát a fogalom szélesebb körű meghatározását preferálja. A javaslatai viszont konkrétabbak, amelyekben kiemelt szerepet kap a közösségi részvétel a környezetvédelmi ügyekben. A lakosságnak megfelelő tájékoztatást kell adni a környezet és az ökoszisztéma-szolgáltatások állapotáról, a várható folyamatokról, ezeknek a jelenlegi fogyasztási és életmódmintákkal való összefüggéséről, illetőleg a változtatás lehetséges módjairól. Az NKP-IV a jog irányába is határozottabb lépéseket tesz, eszerint a településfejlesztésbe a környezet- és természetvédelem szempontjait integrálni kell – megfelelő települési térszerkezet, a természeti erőforrásokkal való jobb gazdálkodás kialakítása és a települési ökoszisztéma-szolgáltatások javítása szükséges. Az NKP-IV nem megy bele a területi alapú gazdaságfejlesztéssel kapcsolatban a magyar jog terminológiai zűrzavarába, a „település/terület”, „fejlesztés/rendezés” fogalmi mátrixból igyekszik a legáltalánosabbat kiválasztani, hogy azután a szemléletét és a javaslatát az összes ilyen országos és helyi társadalmi-gazdasági tervben érvényesítsék. Nem véletlenül szánnak ilyen központi szerepet az ökológiai szolgáltatások megőrzésében a területhasználatnak, hiszen a természeti, környezeti elemek legnagyobb ellensége éppen a területfoglalás, a különböző infrastrukturális, termelési és szolgáltató központok kielégíthetetlen területi igénye. Az NKP-IV természetesen emellett más politikákra is igyekszik hatást gyakorolni, javasolja ezért egy ökoszisztémaszolgáltatás-alapú értékelési módszertan kidolgozását és megfelelő alkalmazását a környezet védelme szempontjából releváns összes tervezési folyamatban.

## 7. Nemzeti Vízstratégia (NVS, 2017)

A reciprocitás különösen jól érzékelhető az NVS-ben, amikor a stratégia arról szól, hogy egyfelől a természetközeli területek hasznos ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújthatnak a társadalom és a gazdaság számára, másfelől

- a talaj vízmegkötő képességének javításával,
- a víz természetes rendszerekben (mélyfekvésű, ár- vagy belvíz által veszélyeztetett területeken) való tárolásával, továbbá
- a természeti adottságokkal összhangban kezelt vízkészletekhez igazodó
  - mezőgazdasági,
  - települési,
  - rekreációs és
  - ipari vízhasználattal,
- valamint a természetes vízvisszatartás lehetőségeinek kihasználásával a természetes vizek ökoszisztéma-szolgáltatásai erősíthetők.

Az integráció elve figyelembevételével és az egyes ágazatok interdiszciplináris, sőt transzdiszciplináris (VELD 2011) együttműködésének elmélyülésével természetes, hogy nem csak a szűkebb értelemben vett környezetvédelmi ágazati tervezésben, hanem az ún. rokonterületeken (BARANYAI–CSERNUS szerk. 2018) is megjelennek az ökológiai szolgáltatásokkal kapcsolatos fogalmi keretek.

## 8. Nemzeti Erdőstratégia (NES, 2016)

A NES az ökológiai szolgáltatások mainstream közgazdasági felfogásához igazodva elsősorban a pénzre váltható ökológiai szolgáltatásokra koncentrál, és ezen az alapon küld hátrazott üzenetet a részletesebb ágazati politikai és az erdészeti jogalkotás és joggyakorlat felé. Leszögezi, hogy a természetvédelmi korlátozások és az ökoszisztéma-szolgáltatások ellentételezése sokat javítana a magán-erdőgazdálkodás pénzügyi stabilitásán és egyáltalán az erdőgazdálkodás kiszámíthatóságán. Továbbmenve ezen a logikai vonalon, a NES szerint szükséges lenne az erdeiökoszisztéma-szolgáltatások széleskörű és részletes feltérképezése és ennek birtokában ezen szolgáltatások értékelési metodikájának kidolgozása. Egy ilyen teljes rendszerben reálisan akár új erdeiökoszisztéma-szolgáltatások feltárása és felértékelése is elképzelhető lenne. A nagy hagyományokkal rendelkező erdőértékelés rendszerén belül tehát egy új, holisztikus szemlélettel a NES javasolja az erdővel kapcsolatos valamennyi társadalmi elvárás és haszon felmérését, különös tekintettel a közjóléti szolgáltatásokra. Az ökológiai szolgáltatások koncepciója a védelmi és kiegyensúlyozó funkcióin túlmenően így válhat egy természeti elemmel gazdálkodó igazgatási ágazat hathatós érdekvédelmi eszközévé. A NES-nek a joggyakorlat felé is van ezzel kapcsolatos üzenete: az erdők ökológiai szolgáltatásainak teljes körű, rendszerezett felmérésével megalapozottabb erdőgazdálkodói döntések születnének. Nem hallgathatjuk el ugyanakkor, hogy egy ilyen felmérés még a jól kiépített szakmai szervezetrendszerrel rendelkező erdészeti igazgatóság számára is rendkívüli erőforrások bevetését igényelné. A történelem fordulatai azonban őket igazolják: az információs korban számos forrásból szerezhetnek adatokat (Big Data), és azok sokirányú feldolgozásának is megvan ma már a megbízható számítástechnikai háttere.

## 9. Egyéb rokonterületi stratégiák

Ebben a fejezetben csupán annak megállapítására szorítkozunk, hogy azok a rokonterületek, ahol az ökológiai szolgáltatásokkal kapcsolatos rendszerszerű megközelítés különösen elvárható volna, jelenleg még nem használják ezt az eszközrendszert. A Nemzeti Energiastratégiában vagy az Egészséges Magyarország 2014-2020 elnevezésű közegészségügyi stratégiában nem találunk az ökológiai szolgáltatásokra való utalást. Ennek megfelelően az alacsonyabb szintű, részletesebb stratégiai döntésekből, így például a Magyarország Megújuló Energia Cselekvési Tervéből, a Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Tervből, a Közlekedési Energiahatékonyság-javítási Cselekvési Tervből vagy a Nemzeti Épületenergetikai Stratégiából is hiányzik még ez a szemlélet.

## 10. Ökológiai szolgáltatások a jogalkotásban

Az állami-jogi irányítás logikája azt diktálja, hogy egy tudományosan megfogalmazott társadalmi igény először a nagy átfogó állami tervekben jelenjen meg, majd a megfelelő szabályozástechnikai eszközökkel bontsák le azt a jogszabályok különböző szintjeire. Sajnos azonban a legfontosabb és legmagasabb szintű állami fenntarthatósági tervekben már megjelenő ökológiaiszolgáltatás-szemlélet, ahogyan az a szélesebb körű, a rokonterületekre és az alacsonyabb szintű tervekre történt kitekintés alapján várható is volt, azokban egyelőre még nem tükröződik, a jogalkotás szintjét alig érte el.

## 11. A Természetvédelmi törvény (1996. évi LIII. tv.)

A Természetvédelmi törvényben ugyan szerepel egy ökoszisztémaszolgáltatás-definíció: „azok a javak (termékek és szolgáltatások), amelyeket az ökológiai rendszer természetes vagy átalakított formájában nyújt, növelve a társadalom és a tagjainak jóllétét”, azonban a törvényben és az alá tartozó számtalan végrehajtó jellegű jogszabályban a fogalmat hiába keresnénk. Magában a Természetvédelmi törvényben még egyszer felbukkan a fogalom, azzal a jogalkotói óhajjal kapcsolatban, miszerint fel kell mérni az ökoszisztémák és ökoszisztémaszolgáltatások állapotát, továbbá el kell készíteni azok térképi bemutatását és értékelését, majd ezt az alapadatbázist az egyes szakpolitikai stratégiai tervdokumentumok előkészítése, valamint megvalósítása során figyelembe kell venni. Jelenlegi ismereteink alapján tartani kell attól, hogy – sok más előremutató jogintézményhez hasonlóan – a kilencvenes évek közepén megjelent rendkívül progresszív környezetvédelmi-természetvédelmi kodifikáció konkrét szabályozására, a végrehajtás megfelelő infrastruktúrájának biztosítására már nem voltak meg a megfelelő erőforrások.

## 12. A felszíni vizek védelméről szóló kormányrendelet [220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet]

Ugyancsak a definíciók szintjén jelenik meg az ökológiai szolgáltatások gondolata a hazai vízvédelmi jog egy részében. A felszíni vizekben okozott károsodás definíciója szerint károsodásnak minősül a felszíni vizek ökológiai, kémiai, illetve mennyiségi állapotában, illetve ökológiai potenciáljában közvetlenül vagy közvetve bekövetkező, mérhető, jelentős és kedvezőtlen változás, illetve a felszíni vizek által nyújtott szolgáltatás közvetlen vagy közvetetten mérhető jelentős romlása. Jóllehet a vízvédelmi jog a továbbiakban nem operál az ökológiai szolgáltatások fogalmával, így a felszín alatti vizekre vonatkozó kormányrendeletben hasonló rendelkezést sem találunk, a koncepció elrejtése egy fontos definícióban elvileg az egész jogágazatra kiható, komoly gyakorlati jelentőséggel bír. Az ökológiai szolgáltatások koncepciója ehhez képest markánsan jelen van az európai környezeti károokra vonatkozó irányelvben (ELD, 2004/35/EK), azonban a megfelelő hazai jogszabályokba még nem épült be.

### **13. Magyarország 2015. évi vízgyűjtő területi gazdálkodási terve [1155/2016. (III. 31. Korm. határozat)]**

Az ökológiai szolgáltatások koncepciójának egy másik felbukkanásakor jogrendszerünkben szintén egy uniós jogszabály szerepét kell kiemelnünk, a Víz Keretirányelvét (VKI, 2000/60/EK), amely a koncepciónak a hasonló szemléletű állami tervek elemzése során már megismert sajátosságaival is bír. Így felismerhető az egyes ágazatok közötti összefüggésrendszer kezelése, amely szerint a vizek jó állapotának/potenciáljának az elérése és fenntartása csak a természetvédelmi célok egyidejű teljesítésével lehet eredményes, mivel az élőhelyek jelentős értékű ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújtanak a vízvédelem számára is. A vízpótlással elérhető területeken előállítható ökoszisztéma-szolgáltatások a közösség szintjén jelentkező (és kimutatható) hasznokat hoznak, ami egyértelművé teszi a vízrendszer fenntartásának közérdekű jellegét és ezáltal biztosíthatja a vízügyi ágazat állami finanszírozásának stabilizálását. A már megismert Nemzeti Vízstratégiával összhangban (!) a VKI és ennek megfelelően a magyar vízgyűjtő területi terv kimondja, hogy a töltések, depóniák elbontása (nyílt ártér visszaállítása) vagy áthelyezése (szélesebb hullámtér kialakítása) nagyobb lehetőséget teremt a természetes mederfejlődési folyamatoknak, és javítja a víztől elzárt egykori árterületek vízellátását, mérsékelve egyúttal a víztől függő ártéri társulások degradációját. Növeli továbbá a vízvisszatartás lehetőségét, és elősegíti az ökoszisztéma szolgáltatások körének bővülését. A hullámtéren az erdő/legelő/szántó megfelelő arányainak megteremtésével elérhető a növényzet mozaikosságának növelése, az inváziós fajok visszaszorítása indokolt esetben az árvízi levezető sávok szempontjainak figyelembevételével. Ismét megállapíthatjuk, hogy a vízgazdálkodási ágazat a hagyományos közigazgatási megközelítésnek megfelelően elsősorban az anyagi erőforrásokra váltható ökológiai szolgáltatásokra koncentrálnak, ami szabályszerűnek tűnik a természeti erőforrásokkal gazdálkodó igazgatási ágazatok esetében.

### **14. Következtetések**

A Római Klub első jelentésében a Meadows-házaspár és rendszertudós szerzőtársaik már felhívták a figyelmet a fenntarthatatlan társadalmi-gazdasági folyamatok, az erőforrások kimerülése és a természeti környezet pusztulása közötti kölcsönhatásokra (Meadows et al. 1972). A világ nem reagált megfelelően a figyelmeztetésekre, a könyv és szerzői azonban rendkívül jelentős hatással voltak a környezettudományok fejlődésére: rendszertudományi alapokra helyezték azokat. Meadowsék rendszertudós köréből kerültek ki azok a kutatók is, akik az ökológiai rendszer egyes elemeinek már visszafordíthatatlan károsodására hívták fel a figyelmet (Rockström et al. 2009). Ugyancsak Dennis Meadowstól származik az az észrevétel, hogy az ökológiai válság súlyos társadalmi következményekkel járó elfajulásáig rendelkezésre álló igen rövid idő nem elegendő arra, hogy a világ társadalmi a probléma megértésén, feldolgozásán, a környezeti neveléssel, tudatformálással és a megfelelő egyéni, csoport- és állami szintű döntések kimunkálásán keresztül legyenek úrrá a válságon. Egyetlen gyors, bár a természettudósok által indokoltan rendkívül tökéletlennek, esetlegesnek tartott megoldás látszik elérhetőnek, a nemzetközi jog, a regionális, állami és helyi jogalkotás igénybevétele. A jelen rövid tanulmányban kísérletképpen egy egyszerű forráselemzésnek

vetettük alá a magyar jogrendszert. Azt vizsgáltuk, vajon az ökológiai szolgáltatások fogalma – mint olyan fogalom, amely a természeti környezet és a társadalmi-gazdasági folyamatok közötti alapvető egymásra utaltságot testesíti meg – mennyiben van jelen a különböző állami tervekben, programokban, illetőleg közvetlenül kötelező jogforrásainkban. Azt találtuk, hogy stratégiai szinten jelen van a rendszer-elvű gondolkodás és ezzel együtt a fenntarthatóság, illetve az ökológiai szolgáltatások koncepciója, legalábbis a koncepció egyes fajsúlyos elemei. Az állami döntéshozók ezek szerint tisztán látják a fenyegető ökológiai katasztrófák jelentette kihívást, és képesek bizonyos válaszok megfogalmazására. Ugyanakkor kellő társadalmi, politikai, jogalkotói akarat és megfelelő, erre fordítható források hiányában a stratégiai szinten már meglévő kinyilatkoztatások még nem jelennek meg a jogszabályokban. Ez azt jelenti, hogy egyelőre nem jöhetnek létre megfelelő költségvetéssel, szakembergárdával és jogi felhatalmazással felruházott szervezetek, és nem indulhatnak olyan programok, amelyek a magyar társadalom számára még rendelkezésre álló, de drámaian fogyatkozó ökológiai szolgáltatásokat szisztematikusan, hatékonyan megóvhatnák.

## Felhasznált irodalom

- 1110/2017. (III. 7.) Korm. határozat a Nemzeti Vízstratégia és a végrehajtását biztosító intézkedési terv elfogadásáról
- 1537/2016. (X. 13.) Korm. határozat a 2016–2030 közötti időszakra szóló Nemzeti Erdőstratégiáról
- 18/2013. (III. 28.) OGY határozat a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról
- 27/2015. (VI. 17.) OGY határozata 2015–2020 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Programról
- BÁLDI A. (2011): Pénzt vagy életet? *Magyar Tudomány*, 172. évf. 7. sz. 774–779.
- BARANYAI G. – CSERNUS D. I. szerk. (2018): *A fenntartható fejlődés és az állam feladatai*. Budapest, Dialóg Campus.
- CZÚCZ B. – KRÖEL-DULAY Gy. – TÖRÖK K. (2011): Az ökoszisztéma szolgáltatások szerepe és lehetőségei az éghajlatváltozás elleni küzelemben. *Magyar Tudomány*, 172. évf. 7. sz. 795–801.
- JOHNSTON, R. J. (s. a.): Ecosystem Services. Enciclopedia Britannica Forrás: [www.britannica.com/science/ecosystem-services](http://www.britannica.com/science/ecosystem-services) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- KOVÁCS E. et al. (2011): Az ökológiai szolgáltatások fogalma a társadalomkutató szemszögéből. *Magyar Tudomány*, 172. évf. 7. sz. 780–787.
- MARJAINÉ SZERÉNYI Zs. (2011): Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdaság-tudományi megközelítése. *Magyar Tudomány*, 172. évf. 7. sz. 788–794.
- MEADOWS, D. H. et al. (1972): *Limits to Growth*. New York, Universe Books.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC., Island Press.
- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2017). *A 2017–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról. Hazai Dekarbonizációs Útiter. Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia. „Partnerség az éghajlatért” Szemléletformálási Terv*. Forrás: [www.kormany.hu/download/f/6a/f0000/N%C3%89S\\_2\\_strat%C3%A9gia\\_2017\\_02\\_27.pdf](http://www.kormany.hu/download/f/6a/f0000/N%C3%89S_2_strat%C3%A9gia_2017_02_27.pdf) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).

- ROCKSTRÖM, J. et al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, Vol. 14. No. 2. Forrás: [www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- SDG (2015). *17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda for Sustainable Development* – Adopted by world leaders in September 2015. Forrás: [www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/](http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- VELD, R. J. (2011): Transgovernance: the Quest of Governance of Sustainable Development. In MEULEMAN, L. ed.: *Transgovernance. Advancing Sustainability Governance*. Berlin–Heidelberg, Springer. 275–310. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-28009-2>
- VIDA G. (2011): Prológus. *Magyar Tudomány*, 172. évf. 7. sz. 770–773.
- Vidékfejlesztési Minisztérium (2012). *Nemzeti Vidékstratégia 2012–2020 („a magyar vidék alkotmánya”)*. Forrás: [www.terport.hu/webfm\\_send/2767](http://www.terport.hu/webfm_send/2767) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- WEISS, E. B. (1989): *In Fairness to Future Generations: International Law, Common Patrimony, and Intergenerational Equity*. Tokió–New York, United Nations University–Transnational Publishers.

# Innovatív állattenyésztési technológia a mezőgazdasági eredetű üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére

*Gorliczay Edit<sup>1</sup> – Tamás János<sup>2</sup> – Bárány László<sup>3</sup> –  
Pápai Petra<sup>4</sup> – Szöllősi Nikolett<sup>5</sup>*

## Bevezetés

Az intenzív mezőgazdaság, különösen az állattenyésztés egyik nagy problémája az aránytalan birtokméret és földhasználat miatt nagy mennyiségben keletkező istállótrágya, amely mellékterméknek tekinthető. Az istállótrágya szervesanyag- és baktériumtartalma fontos szerepet játszik a talajélet kialakulásában, emellett jelentősen befolyásolja a talaj fizikai-kémiai tulajdonságait, közvetve annak víz- és tápanyag-szolgáltató képességét. Biostimuláló anyagokat és hormonokat tartalmaz, amelyek hozzájárulnak a növények növekedéshez és fejlődéséhez (LOCH–KISS 2010). Ugyanakkor a szerves trágya jelentős légköri C- és N-emisszió forrása is lehet. A trágyából származó nitrogénkibocsátásnak négy jellemző formája van: ammónia ( $\text{NH}_3$ ), dinitrogén ( $\text{N}_2$ ), a dinitrogén-oxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) és nitrát ( $\text{NO}_3^-$ ). Az ammónia a baromfitrágyában lévő húgysav mikrobiális lebomlása során keletkezik (ZHAO et al. 2016). A trágya spontán mineralizációra képes (KOC SIS 2005), ezért általában valamilyen módszerrel kezelik, hogy minimalizálják a nitrogénvesztést, amely kezelés nélkül akár 71–88% is lehet (OGUNWANDE 2008). A komposztálás jó alternatívát jelenthet a trágya kezelésére, ugyanis a folyamat során a trágya térfogata és a kellemetlen szagok kibocsátása csökken (TIQUIA–TAM 1998). Pagans és munkatársai (2006) komposztvizsgálatai alapján az  $\text{NH}_3$ -kibocsátás a termofil szakaszban ( $>45^\circ\text{C}$ ) exponenciálisan nőtt, míg Matsuda és munkatársai (2002) eredményei alapján a magas pH, a forgatás (levegőztetés) intenzitásának növelése az ammóniaemissziót is növeli. A levegőztetés intenzitásának növelése és a szűk C/N arány azt eredményezi, hogy az alacsony széntartalom miatt a nitrifelhalmozódás a későbbiekben ammónia-kibocsátáshoz vezet (HELLEBRAND–KALK 2001).

A kutatásunk célkitűzése az volt, hogy a mélyalmos baromfitartásból származó trágya minőségét elemezzük az aerob fermentációs folyamat során oly módon, hogy a keverést

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet. E-mail: [edit.gorliczay@gmail.com](mailto:edit.gorliczay@gmail.com)

<sup>2</sup> Egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

<sup>3</sup> Baromfi-Coop Kft.

<sup>4</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.

<sup>5</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar.



minimalizáltuk, csak a bekeveréskor nedvesítettük, és zárt tartályokban komposztáltuk az anyagokat. A cél az volt, hogy megvizsgáljuk: a keverés és a zárt körülmények milyen folyamatokat indukálnak a komposztban.

## 1. Anyag és módszer

### 1.1. Kísérleti beállítások

A kísérletek beállítását és a laboratóriumi vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Intézetében végeztük. A zárt kísérletek 16 liter térfogatú tartályokban állítottuk be. Mindegyik kísérleti beállítás esetén a tartózkodási idő 4 hét volt.

1. táblázat:

*Az alkalmazott komposztálási kísérleti beállítások*

Kísérleti beállítások	A bekevert anyagok mennyisége
Kontroll (K1, K2, K3, K4)	7 kg baromfitrágya + 0 kg adalékanyag
1tf% biochar/zeolit/zabszalma/faforgács	7 kg baromfitrágya + 0,07 kg adalékanyag
3tf% biochar/zeolit/zabszalma/faforgács	7 kg baromfitrágya + 0,21kg adalékanyag
5tf% biochar/zeolit/zabszalma/faforgács	7 kg baromfitrágya + 0,35 kg adalékanyag
7tf% biochar/zeolit/zabszalma/faforgács	7 kg baromfitrágya + 0,49 kg adalékanyag
9tf% biochar/zeolit/zabszalma/faforgács	7 kg baromfitrágya + 0,63 kg adalékanyag

A kísérletek során felhasznált baromfitrágya 6 hetes rotációban nevelt fehér húshasznú brojler csirkéktől származott.

## 2. A vizsgálatokhoz alkalmazott módszerek, eszközök

A baromfitrágya és az adalékanyagok komposztálása során a következő paramétereket vizsgáltuk: nedvesség- és szárazanyag-tartalom (tömeg%), hőmérséklet (°C), kémhatás, vezetőképesség (mS/cm), humusz aromás magjainak kondenzációs foka (E4/E6 arány), gázösszetétel (cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>).

A nedvesség- és szárazanyag-tartalom, valamint a 60 tömeg%-ig történő nedvesítéshez szükséges víz mennyiségének meghatározásához a mintákat 105°C-on tömegállandóságig szárítottuk (MSZ EN 21420-18:2005), majd meghatároztuk a szárazanyag-tartalmát.

A tömegállandóságig szárított minták kémhatása (pH(dH<sub>2</sub>O)) és vezetőképessége (EC) az 1:9 hígítási aránnyal beállított oldatban került meghatározásra 24 órás rázatáson (Ed-mund Böhler KS-15) történő rázatást követően HANNA HI 2550 kombinált mérőműszer segítségével. A kémhatás és vezetőképesség meghatározását követően a szuszpenziót szűrő-papíron átszűrtük, és a szűrletből Secoman Anthelie Light II. UV-VIS spektrofotométerrel mértük meg a szuszpenzió abszorbanciáját 465 nm (E4) és 665 nm (E6) hullámhosszon. Az E4/E6 arányt, amely a humusz aromás magjainak kondenzációs foka, a humuszérettséget jellemző mutatóként veszik figyelembe (APARNA et al. 2008).

A hőmérséklet és a gázösszetétel mérését a tartályok tetején kialakított furaton keresztül végeztük el. A gázkoncentráció méréséhez Oldham BM25 típusú multigáz-analizátort és 20JF1-TCVS-ammóniaérzékelőt, míg a hőmérséklet méréséhez Testo 925 típusú PT100-as hőmérőt használtunk.

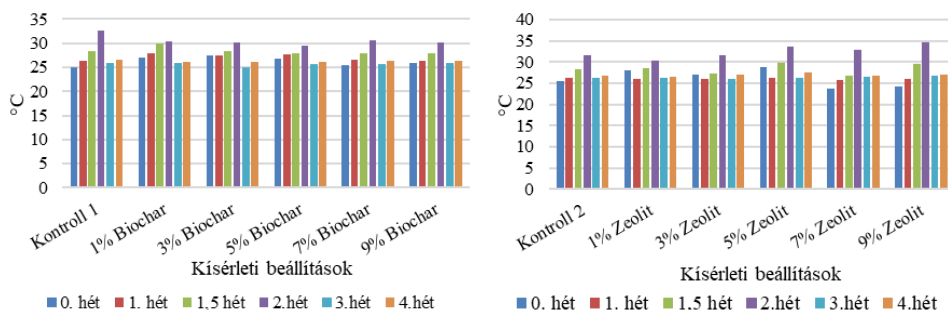
Az egyes adalékanyagok és bekeverési arányok esetén az ammóniakoncentráció-csökkenés számszerűsítése a kísérlet négy hete alatt mért átlagos ammóniakoncentráció kontrollhoz történő viszonyításával történt.

### 3. Eredmények és értékelésük

#### 3.1. A hőmérséklet alakulása

A hőmérsékletet 4 naponta mértük meg mindig azonos időpontban. Vizsgálataink során megfigyeltük, hogy az egyes kezelések esetében a hőmérséklet maximális értéke 24–34°C között volt.

A kezdeti hőmérséklet a biochar és a zeolit esetében 25–27°C között alakult (1. A és B ábra). Ezt követően egy erőteljesebb felmelegedés következett, amelynek során a hőmérséklet 30–34°C közé emelkedett. A harmadik és negyedik hétre a komposzt hőmérséklete mindkét adalékanyag esetében viszonylag stabil volt, 25–27°C közötti.



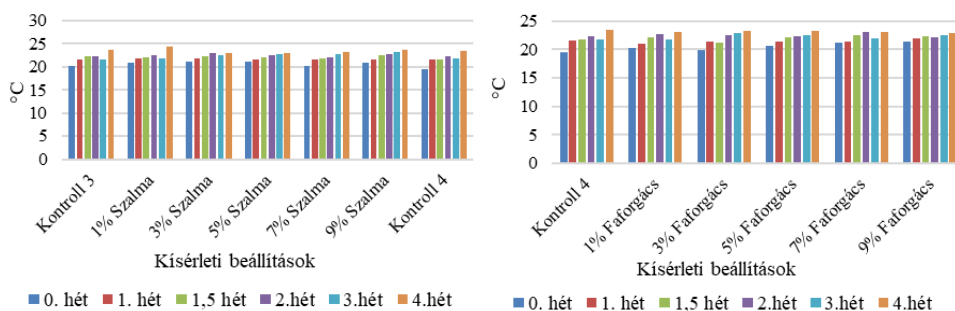
1. ábra

A: A hőmérséklet alakulása biochar bekeverése esetén;

B: A hőmérséklet alakulása zeolit bekeverése esetén

*Forrás: a szerző szerkesztése*

A szalma és a faforgács adalékanyagánál (2. A és B ábra) a hőmérséklet az első három vizsgálati hétben kiegyenlített volt, 21–22°C között változott. A negyedik hétre 23–24°C közé emelkedett a hőmérséklet. A szalma és a faforgács esetében az 5tf%-os bekeveréstől kezdve a hőmérséklet egyenletesen emelkedett.



2. ábra

A: Hőmérséklet alakulása szalma bekeverése esetén; B: Hőmérséklet alakulása faforgács bekeverése esetén

Forrás: a szerző szerkesztése

A hőmérséklet alakulásáról összességében elmondható, hogy egyik adalékanyag és bekeverési arány esetében sem érte el a hőmérséklet a szakirodalomnak megfelelő 50–55°C közötti értéket. A fermentációs folyamat elindulásához 20–25°C-ra van szükség, ennek alapján a kísérletem során a komposzt korhadása elindult, azonban a termofil fázis elérését követően a hőmérséklet hamar visszaesett.

### 3.2. A kémhatás alakulása

Mind a négy adalékanyag esetében ioncserélt vizes és kálium-kloridos szuszpenziójú oldat kémhatását mértük. A kétféle szuszpenzióban mért kémhatás értékei csak néhány tizedesjegy-pontossággal tértek el, ezért a továbbiakban csak az ioncserélt vizes szuszpenzióban mért kémhatás értékeit ismertetjük.

A kémhatás vizsgálata nagyon fontos szempont a komposztálás során, ugyanis a pH eltolódásával anaerob körülmények alakulnak ki, így a baktériumok és patogén mikroorganizmusok elszaporodhatnak. Az optimális pH-érték 6–7,5 között változik.

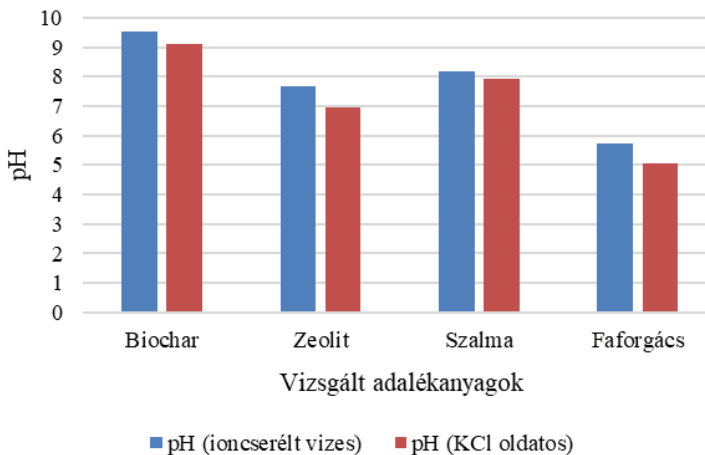
A biocharrel kezelt komposztok esetében a kontroll1 és az 1tf% kezelés esetében a kémhatás mind a négy hét alatt azonos, kiegyenlített volt, pH-értéke 6,14–6,28 között alakult, tehát savanyú volt a kémhatás, amely kedvezőtlen körülményeket teremtett az aerob fermentációhoz. A többi bekeverési arányt (3,5,7,9tf%) vizsgálva elmondható, hogy a kémhatás ezen tartályokban is savanyú értéket mutatott, azonban a 2tf% gipsz bekeverésével a kémhatás a harmadik héttől növekedni kezdett, s a pH 7,5–8,2 között alakult. Ebben az esetben a komposzt lúgos kémhatásúvá vált. A negyedik hétre az értékek csökkentek ugyan, de továbbra is a lúgos kémhatás felé mozdultak. Elmondható, hogy az 5tf%, a 7tf% és a 9tf% adalékanyaggal bekevert komposztok savanyú talajok javítására alkalmasak, ugyanis magas pH-val rendelkeznek.

A zeolit esetében hasonlóan alakultak az értékek, mint a biochar bekeverésénél. Az első két hétben a kémhatás savanyú volt (pH 5,9–6,2), s ez az intervallum a kontroll2 és az 1tf%

zeolit bekeverése esetén nem is változott. Ez az alacsony pH-érték a rövid szénláncú szerves savak (tejsav, ecetsav) jelenlétének köszönhető (AMEEN et al. 2016). A gipsz bekeverésével a kísérlet 3. hetétől a kémhatás lúgos volt (pH 7,0–7,7). A szalma és a faforgács bekeverésével az értékek hasonlóan alakultak, azonban ezen két adalékanyag esetén a 2tf% gipsz komposzthoz történő hozzáadása sem emelte az értékeket pH 7 fölé.

Összességében a kémhatás alakulásáról megállapítható, hogy minél több adalékanyag volt a trágyába bekeverve, annál magasabb volt a kémhatás a kontrollhoz viszonyítva. Továbbá elmondható, hogy ezen paramétert vizsgálva biochar esetében az 5tf%-os, zeolitos komposzt során a 7tf%-kal kevert minta, a szalmát figyelembe véve a 9tf% bekeverési arányú, míg faforgács esetében a 7tf% és a 9tf%-os komposztált baromfitrágya a megfelelő. Ennek alapján ezek a minták talajjavító hatással rendelkezhetnek savanyú kémhatású talajokon.

A komposztok bekeverése előtt megmértük az alkalmazott adalékanyagok kémhatását, amely a 3. ábrán látható.



3. ábra

*Adalékanyagok kémhatásának alakulása*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Vizsgálataim során megfigyeltem, hogy a biocharral, illetve a zeolittal kezelt almos baromfitrágya kémhatása magasabb volt, mint a szalmával és faforgáccsal kezelt komposztálási kísérleté. Ennek egyik oka, hogy a biochar és zeolit – mint adalékanyag – kémhatása is magasabb a faforgácséval szemben.

### 3.3. A vezetőképesség alakulása

Kocsis (2011) vizsgálatai alapján 0,5–5,5 mS/cm között változik az érett komposzt vezetőképességének optimális értéke. Ezen megállapítás révén elmondható, hogy egyik bekeverési arány sem érte el az optimumot, mert ennél nagyobb értékeket mértünk.

A kontrollhoz viszonyítva a 9tf% biocharral kevert komposzt volt a legmegfelelőbb, mert itt volt a legkisebb a vezetőképesség vizsgált negyedik hét végére.

A zeolit esetében az első héthez képest a negyedik hétre nőttek a vezetőképesség értékei. Az első héten kapott értékek közül kiugróan magas volt az 1% zeolittal bekevert baromfitrágya, az 5tf% zeolittal kevert trágya ehhez képest alacsony. A negyedik hétre a legmagasabb értékű szintén az 1tf%-os bekeverési aránnyal rendelkező komposzt volt. A kontrollhoz viszonyítva szintén a 9tf%-os baromfitrágya volt a legjobb, ugyanis a negyedik hétre e komposztban mértük a legkisebb értéket. Szalma bekeverésének hatására is hasonló tendencia figyelhető meg, mint az többi adalékanyagnál: a 9tf%-os bekeverés értéke volt a legkisebb az első héten (4,6 mS/cm), valamint az utolsó héten is (11,90 mS/cm). A többi bekeverési arány esetén nem tapasztaltam nagy eltérést a kontrollhoz képest, amelynek vezetőképessége 9,55 és 11,29 mS/cm között alakult a négy hét alatt. Faforgács bekeverésével a vezetőképesség is minimális volt az egyes bekeverési arányok és a kontroll között.

### 3.4. E4/E6 arány alakulása

A mérés során a humusz minőségét a 465 nm és 665 nm hullámhosszúságú fény alkalmazása esetében mért extinkciók hányadosának (E4/E6) értéke jellemzi.

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a biocharral kezelt komposzt esetében egyik bekeverési arány sem éri el a megfelelő (3–5) értéket. Ennél az adalékanyagnál észrevehető, hogy a kisebb (1tf% és 3tf%) bekeverési arányú minták voltak a legközelebb a szakirodalmakban meghatározott értékekhez. Kovács–Füleky (2016) szerint a komposzt humuszérettségének a komposztálási folyamat előrehaladtával csökkenést kell mutatnia. Haddad és munkatársai (2015) olívapogácsát és szarvasmarhatrágyát komposztáltak, s eredményei alapján a komposztálás 80. napjáig az abszorbancia értéke csökkent, majd a 150. napig egy növekedési fázis volt megfigyelhető.

A zeolitos komposzt esetében sem éri el az E4/E6 arány a 3–5 értéket, ugyanis míg az első héten 2,83–3,57, a negyedik héten 1,00–1,90 között alakult az érték. Azonban ennél az adalékanyagnál a kontrollt figyelembe véve és ahhoz viszonyítva az értékeket, a nagyobb (5tf% és a 7tf%) bekeverési arányok mutattak nagyobb csökkenést, 5tf% esetén a csökkenés -2,57, 7tf% esetén pedig -2,46 volt. Mindegyik bekeverés esetében csökkenő tendenciát mutattak a minták a negyedik hét végére, de ezek a kontrollhoz képest kisebb mennyiségben.

A szalmabekeverés során az abszorbanciaértékek ugyan csökkenést mutattak, de nem volt nagy eltérés a kontrollhoz képest. A legnagyobb csökkenést az 5tf%-os szalmával történő kezelés esetén mértük (-1,15).

Faforgács trágyához történő hozzáadása esetében a kontrollhoz képest az összes bekeverési arány csökkenő tendenciát mutatott. Ezt a csökkenést legnagyobb mértékben a 7tf%-os kezelésben számoltam (-1,32).

Az E4/E6 arány értékének csökkenése a komposztálás első szakaszaiban azzal magyarázható, hogy a szerves anyagok mineralizációja következett be, amelyet az érési fázisban a humuszmolekula-komplexek növekedése követ (SENESI–MIANO–BRUNETTI 1996).

### 3.5. Az ammóniakoncentráció-csökkentés

Az ammóniakoncentráció csökkenésének számszerűsítését az egyes adalékanyagok esetén úgy számítottuk ki, hogy a kontrollhoz viszonyítottuk a kísérlet során kezelésenként kapott átlagos gázkoncentráció-értékeket.

Mindegyik kísérleti beállítás esetén elmondható, hogy az adalékanyagok arányának növelésével az ammóniakoncentráció-csökkenés mértéke nőtt (2. táblázat).

2. táblázat

*Az ammóniakoncentráció-csökkentés mértéke*

Kísérleti beállítások	Az ammóniakoncentráció-csökkentés mértéke
9tf% zeolit	87,10%
9tf% szalma	79,50%
9tf% biochar	79,20%
9tf% faforgács	69,04%

*Forrás: a szerző szerkesztése*

A legnagyobb ammóniakibocsátás-csökkentést mindegyik adalékanyag esetében a 9tf%-os bekeverés esetén értünk el. A zeolit kötötte meg a legtöbb ammóniát, s ezáltal bebizonyítottuk a szakirodalmakban is közölt ammóniakibocsátás csökkentő hatását (3. táblázat).

3. táblázat

*A zeolit ammóniakoncentráció-csökkentésének mértéke*

Az ammóniakoncentráció csökkentésére használt anyag	CSIBA–VOJTELA–BELLUS 2013	KITHOME–PAUL–BOMKE 1999	GORLICZAY 2015	JUHÁSZ 2016
5% zeolit	86,11%	35-90%	82,95%	37,16%

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Mérési eredményeink alapján elmondható, hogy a bekevert adalékanyagok hozzáadásával nőtt az ammóniamegkötés mértéke is. Az adalékanyagok szempontjából vizsgálva az eredményeket megállapítható, hogy a vizsgálat négy hete alatt a zeolit baromfitrágyához történő keverése csökkentette a legnagyobb mértékben az ammónia mennyiségét. A zeolit az első héten nagy mennyiségű (közel 90 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) ammóniát kötött meg, míg a másik három adalékanyag átlagosan 45 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>-t. A zeolit – szerkezete révén – kiváló adszorpciós képességgel bír. A biochar és a szalma által elért ammóniakoncentráció-csökkenés is nagymértékű volt, ez a két adalékanyag közel azonos mértékben csökkentette az ammóniakoncentráció értékét. A biochar nagy szárazanyag-tartalma révén nedvszívó hatással bír, nagy fajlagos felülete és szerkezete során felfogja a keletkező gázokat, tehát az ammóniát is.

#### 4. Az eredmények összegzése

A kutatásunk során mélyalmos brojler baromfitrágyát komposztáltunk zeolit, biochar, szalma és faforgács különböző arányú bekeverésével annak érdekében, hogy a trágya komposztálása során felszabaduló ammóniakibocsátás-csökkentés mértékét számszerűsítsük, valamint hogy a vizsgált paraméterek (hőmérséklet, kémhatás, vezetőképesség, E4/E6 arány, gázösszetétel) alkalmasak-e a komposzt érettségének meghatározására.

A hőmérséklet változásáról elmondható, hogy a komposzt egyik adalékanyag és bekeverési arány esetében sem érte el a szakirodalmakban meghatározott 50–55°C körüli értéket, amely a kis komposztméretnek, a külső léghőmérséklet erős befolyásoló hatásának, valamint a keverés hiányának köszönhető.

A kémhatásról összességében elmondható, hogy a komposztminták kémhatásértéke mind az ioncserélt vizes, mind pedig a KCl-oldatos szuszpenzió esetén az adalékanyagok bekeverési arányának növekedésével nőtt.

A vezetőképesség tekintetében megfigyelhető volt, hogy az első héten mindegyik minta esetében alacsony volt az értéke, azonban a negyedik hét végére minden bekeverés esetében növekedés volt megfigyelhető. Ez a tendencia nem ideális a növénytermesztési technológiák esetén.

Összességében a humuszérettség alakulásáról megállapítható, hogy biocharral történő kezelés esetében az 1tf%-os és a 3tf%-os, a zeolitot figyelembe véve az 5tf%-os és a 7tf%-os komposzt, szalma esetében az 5tf%-os minta, faforgácsot vizsgálva pedig a 7tf%-os trágya bizonyult megfelelőnek, mert ezek értéke nagymértékben csökkent.

Az ammóniakoncentráció-csökkentés szempontjából mind a négy vizsgált adalékanyag megfelel a kitűzött céloknak, azonban kiemelkedik a zeolit, ugyanis már 2tf%-os arányban történő bekeverése esetén 69%-os ammóniakoncentráció-csökkentés érhető el.

A továbbiakban javasoljuk a faforgács mint komposzt-adalékanyag tesztelését, ugyanis ez az adalékanyag csökkentette a legkisebb mértékben az ammóniát, viszont a komposztálás mint faiparimelléktermék-hasznosítási mód jó alternatíva lehet. Emellett javasoljuk a komposztálási kísérletek beállítását más adalékanyagok alkalmazásával (például alumínium-szulfáttal, kálium-kloriddal), valamint félüzemi nyílt prizmás komposztálási kísérletek beállítását a legjobbnak bizonyult adalékanyag-dózisokra alapozva.

#### Felhasznált irodalom

- AMEEN, A. – AHMAD, J. – RAZA, S. (2016): Effect of pH and Moisture Content on Composting of Municipal Solid Waste. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Vol. 6. No. 5. 35–37.
- APARNA, C. et al. (2008): Technigues for the Evaluation of Maturity for Composts. *Waste Management*, Vol. 28. No. 10. 1773–1784.
- CSIBA A. – VOJTELA T. – BELLUS Z. (2013): Baromfitrágya-feldolgozás lehetőségei az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében. *Mezőgazdasági Technika*, 54. évf. 7. sz. 12–14.
- GORLICZAY E. (2015): *Baromfitrágya előkezelése biochar és zeolit felhasználásával*. Diplomadolgozat. Debrecen, Debreceni Egyetem MÉK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.

- HADDAD, G. – EL-ALI, F. – MOUNEIMNE, A. H. (2015): Humic Matter of Compost: Determination of Humic Spectroscopic Ratio (E4/E6). *Current Science International*, Vol. 4. No. 1. 56–72.
- HELLEBRAND, H. – KALK, W. (2001): Emission of Methane, Nitrous Oxide, and Ammonia from Dung Windrows. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 60. No. 83. 83–87.
- JUHÁSZ E. K. (2016): *Zeolit, biochar, búza és szudánifű szalma hatásának vizsgálata a baromfi almos trágya komposztálási folyamataira*. Diplomadolgozat. Debrecen, Debreceni Egyetem, MÉK Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet.
- KITHOME, M. – PAUL, J. W. – BOMKE, A. A. (1999): Reducing Nitrogen Losses During Simulated Composting of Poultry Manure Using Adsorbents or Chemical Amendments. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 28. No. 1. 194–201.
- KOCSIS I. (2005): *Komposztálás*. Budapest, Szaktudás.
- KOCSIS I. (2011): *Komposztálás, biogáztermelés*. Gödöllő, Szent István Egyetem.
- KOVÁCS D. – FÜLEKY Gy. (2016): A komposztérettség és meghatározásának módszerei – Szemle. *Agrokémia és talajtan*, Vol. 65. No. 1. 135 – 160. DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/0088.2016.65.1.9>
- LOCH J. – KISS Sz. (2010): *Agrokémia BSc hallgatók számára*. Debrecen, Debreceni Egyetemi.
- MATSUDA, J. et al. (2002): *Ammonia Emissions from Composting of Livestock Manure. Proceedings of the 1st International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Inc.
- OGUNWANDE, G. et al. (2008): Nitrogen Loss in Chicken Litter Compost as Affected by Carbon to Nitrogen Ratio and Turning Frequency. *Bioresource Technology*, Vol. 99. No. 16. 7495–7503.
- PAGANS, E. et al. (2006): Ammonia Emissions from the Composting of Different Organic Wastes: Dependency on Process Temperature. *Chemosphere*, Vol. 62. No. 9. 1534–1542.
- SENESI, N. – MIANO, T. M. – BRUNETTI, G. (1996): Humic-like Substances in Organic Amendments and Effects on Native Soil Humic Substances. In PICCOLO, A. ed.: *Humic substances in terrestrial ecosystems*. Elsevier Science. 531–593. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-81516-3.X5000-2>
- TIQUIA, S. M. – TAM, N. F. Y. (1998): Elimination of Phytotoxicity During Cocomposting of Spent Pig-manure Sawdust Litter and Pig Sludge. *Bioresource Technology*, Vol. 65. No. 1–2. 43–49. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(98\)00024-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(98)00024-8)
- ZHAO, L. W. et al. (2016): Ammonia Concentrations and Emission Rates at a Commercial Poultry Manure Composting Facility. *Biosystems Engineering* Vol. 150. 69–78. DOI: [www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.biosystemseng.2016.07.006](http://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.biosystemseng.2016.07.006)



Vákát oldal

# A modern szervesanyag-gazdálkodástól a komposztálásig<sup>1</sup>

*Mészárosné Póss Anett<sup>2</sup> – Tóth Ferenc<sup>3</sup>*

## 1. Települési szerves hulladék-kezelés Magyarországon napjainkban

Magyarországon évente három Gellért-hegynyi szemét keletkezik, amelynek nagyobb része termelési hulladék, és a lakosságra eső rész 5,3-5,5%, azaz 4,2-4,4 millió tonna (~1 kg/nap/fő) (Hulladékból termék). A lakosság által termelt települési szilárd hulladék (tszh) 30%-a szerves anyag, amelynek szelektív gyűjtésével csökkenthető a háztartási hulladék mennyisége. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) tanulmányai szerint (EEA 2015, 2016) a szerves anyagnak átlagban 32%-a került újrafeldolgozásra, Magyarországon ez az arány 2001-ben 2%, 2010-ben 13% volt, 2016-ban azonban már elérte a közel 30%-ot (EUROSTAT 2016). Az FKF 2013-as statisztikái alapján a települési szerves hulladék 200-250 kg/fő/év, a bio- és háztartási hulladék 120 kg/fő/év, az idényjellegű zöldhulladék és lomb szállításából 40 kg/fő/év becsülhető, a szennyvízből származó szerves hulladékként kezelt szennyvíziszap 30 kg/fő/év.

Az állampolgár dönthet arról, hogy helyben komposztál, maga szállítja el, vagy egy szolgáltatóra bízta, aki elszállítja és feldolgozza a szerves anyagokat. Olykor a szállítás és kezelés külön vállalkozásként működik az állami NKHV Zrt. tevékenységén felül. Ezen szállítóvállalkozások szabályozása kellően átlátható és ellenőrzött, ugyanis szükséges engedélyt kiváltani a tevékenységre az illetékes környezetvédelemért felelős hatóságtól [385/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet 4. § (6) bekezdése]. A szállításból eredő környezet-szennyeződés esetén a szállító köteles gondoskodni a hulladék eltakarításáról, a terület szennyeződésmentesítéséről, valamint az eredeti környezeti állapot helyreállításáról.

A keletkezési helyről a hulladékkezelő telepre érkeve mérlegelés és EWC-besorolás történik, ekkor jelentési kötelezettségnek tesz eleget a szolgáltató. A forgalmazott zöldhulladékos zsákokban lévő vagy a csomagolás nélküli szerves anyagokat egy előkészítő területen helyezik el (deponálás), aprítják (150-180m<sup>3</sup>/óra), nedvesítik és homogenizálják, majd a telep technológiája szerint komposztálják. A prizma lehet nyitott, amelyet forgatni szükséges; lehet levegőztetéses és lamináttal takart, félig zárt; valamint zárt prizma, ahol érlelőkamrákban történik a levegőszabályozás. Az érlelést és utóérlelést követően rostálás következik: a 20 mm alatti frakciók és a körülbelül 30% maradékanyag válik szét. A kom-

<sup>1</sup> A tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

<sup>2</sup> PhD-hallgató, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Növényvédelmi Intézet. E-mail: [poss.anett@gmail.com](mailto:poss.anett@gmail.com)

<sup>3</sup> Egyetemi docens, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Növényvédelmi Intézet.

posztértékesítés forgalmazási engedélyhez kötött, de ennek kiváltása csak nagyüzemi méretek között gazdaságos.

Az egyszerűsítetten és rövidítetten ismertetett folyamatok megalapozottak ugyan, de az állampolgárok kényelme és a környezetvédelem érdekében nagy árat fizetünk. Egy tonna zöldhulladékból körülbelül 490 kg komposzt állítható elő, s 1 tonna komposzthoz 7,25–2,72 liter üzemanyagot, 1,96–0,77 kWh energiát szükséges felhasználni, munkaórában ehhez a komposztmennyiséghez 27–12,6 perc munkaidő-ráfordítás számolható. Nehezen becsülhető a teljes energia, üzemanyag, munkaidő, ugyanis ebben a számításban nincsenek még benne a beruházási, létesítmény-fenntartási, karbantartási, igazgatási költségek, a jelentős forrásokat felemészítő szállítás, deponálás, csomagolás és a gépek amortizációja (VASAS 2014). (Az adatok tájékoztató jellegűek, a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központra vonatkoznak.)

Az előállított komposzt értékes szerves trágyaként visszajuttatandó a talajba, felhasználandó a lakosság, a gazdálkodók által, valamint rekultivációs céllal. Ezen biomassza azonban nehezen jut el az említett felekhez, míg az energetikai hasznosítás könnyű utat enged a gyors és egyszerű felhasználásra. A Fővárosi Hulladékhasznosító Mű évi 420 ezer tonna kommunális hulladék termikus hasznosítását teszi lehetővé, így 13 ezer lakást juttatva fűtéshez és 45 ezer lakást éves villamos energiához. A kész komposzt nagy hányada más „égetőüzemekbe” kerül, de nincsenek publikus statisztikák erre vonatkozóan. Kérdés azonban, hogy milyen mértékben engedjük meg, hogy gőzformában fűtési és villamos energiát termeljenek, miközben talajaink sebesen pusztulnak, a fogyasztott (ipari) élelmiszerek egyes beltartalmi értékei csökkennek (Mayer 1997), és az ivóvízbázisaink világszinten felértékelődnek. Egy hektár mezőgazdasági területre jutó műtrágya 2017-ben átlagosan 119 kg volt (KSH 2017-es adatai alapján). Becsléseink szerint a piaci árak alapján 10 kg komposzt 3300 Ft értékű műtrágyának felel meg. Köztudott, hogy a műtrágya aszálykárnövelő, talajromboló hatású, a könnyű elérhetősége és kezelhetősége miatt mégis leggyakrabban ezt választják a gazdák. Feladatunknak tartjuk további bizonyítékok, gyakorlati tapasztalatok gyűjtését és megosztását minden érintettel. A piaci igények tudnak változtatni a folyamatok irányán, ha tudatos fogyasztókként, illetve gazdálkodókként cselekszünk, és nem a rövidtávú pénzügyi érdekek mellett voksolunk. Így hulladéktermelőkből értékteremtőkké válunk, valamint hatást gyakorolunk a biomassza-politikára.

## 2. Hulladékmegelőzés és -csökkentés

Az Európai Unió 2008/98/EC keretirányelve mára a köztudatba is kezd beépülni. Nemzet-közi kutatások, értekezések születnek a zöld gazdaságról és a hulladékpiramisra (1. ábra) hivatkozó hulladékgazdálkodásról (LUKINOVIC-STAMENKOVIĆ-JOVANOVIĆ 018), valamint maguk a piacgazdasági szereplők is egyre elhivatottabban tesznek a fenntartható modell kialakításáért. Kiváló példa erre hazánkban a környezettudatos piaci szereplőket egybe-gyűjteni hivatott Circular Hungary projekt, amely 2017 óta a Körforgásos Gazdaságról Alapítvány és a CEEweb a Biológiai Sokféleségért egyesület közös vállalkozása; a Veolia magyarországi cégcsoportja által létrehozott tájékoztató honlap (Körkörös Gazdaság) honlap vagy az innovatív hulladékgazdálkodási szaktanácsadással, társadalmi felelősségvállalással és szemléletformálással foglalkozó Greenius vállalkozás.



1. ábra

*A hulladékpiramis**Forrás: a szerző szerkesztése*

Egyre növekvő számban jönnek létre kis- és középvállalkozások a környezettudatos életmódot követő lakosság segítésére és kiszolgálására. A divat (Rethy Fashion), az ökológiai élelmiszereken alapuló táplálkozás (Háromkaptár Biokert, Veresi Biokert, Biokert Szigetmonostor, Zsámboki Biokert, Budaházi Biokertészet, Babati Biokert, Gódor Biokertészet, Galgafarm stb.), a zöld háztartásvezetés (Hulladékmentes), a környezetbarát ajándékozás (Seed bonbon), és még sorolhatnánk a szolgáltatások körét, amelyek a hulladékcsökkentést és -megelőzést segítik. (Felsorolásunk közel sem teljes, jelen tanulmányunknak ez nem volt célja. Kutatásaink folytatásához köszönettel fogadunk környezettudatos hazai vállalkozásokat bemutató ajánlásokat a levelező szerző e-mail-címére.)

### 3. Szerves hulladékkezelési megoldások a településeken és a mezőgazdaságban

A pazarlás és hulladéktermelés káros környezeti hatásai egyre szélesebb körben ismertek, mégis növekvő (évi 1-4%) fogyasztási tendencia jellemző hazánkban és az európai államokban. Komposztálás esetén a települési szilárd hulladék 30%-kal csökkenthető lenne, de ehhez a lakosság további szemléletformálása és motiválása szükséges, például a hulladékszállítási díj mérséklésével, amennyiben részt vesznek a komposztálási programban. A szállítási

költség csökkenne, így a szolgáltató és az önkormányzat is erőforrásokat takarítana meg a környezeti tehermentesítésen túl. Településenként változó, hogy saját hulladékkezelő telepen vagy közeli telepre szállítva állítanak-e elő komposztot. A lakosság hozzájárulhat az önkormányzat zöldítő tevékenységeihez, amelyeket a vezetőség rendeleti szinten is támogathat (közösségi kertek, komposztládaprogram).

A mezőgazdaságban a termelés révén számos szerves melléktermék keletkezik. Ezek szállítása és kezelése sokszor még költségesebb és szigorúbban szabályozott, mint a települési zöld- és szerves hulladék útja. Az ökológiai gazdaságokban el kell számolni minden bemeneti és kimeneti termékkel, de egyszerűbb megoldás lehet a helyben feldolgozás és hasznosítás. Szóbeli közlések alapján a gazdálkodók zöme nyitott az önálló komposztálásra, de korábbi apróbb technológiai hibák, nehézségek miatt elbizonytalanodva többletköltségekkel orvosolják a problémát: elszállítatják, komposztot vagy trágyát rendelnek, ültetőközeget vásárolnak, legtöbbször külföldről. Ilyen szerves hulladék-feldolgozási esetekben hasznos lenne a Nemzeti Agrár Kamara vagy más intézményi alapon, ingyenesen vagy kedvezményesen igénybe vehető szaktanácsadás. Pályázati keretek között motivációt jelentene a plusz pont komposztálás mint önkéntes vállalás esetén.

#### 4. Szervesanyag-kezelés beltérben és erkélyen

Panellakásban és kollégiumi szobákban sem lehetetlen a zöldhulladék hasznosítása. Míg nyugat-európai országokban divattá nőtte ki magát, addig Magyarországon újdonságként hat a vermikomposztálás, azaz komposztgilisztákkal történő komposztálás (BUCKERFIELD et al. 1999; ATIYEH et al. 1999; GUTIÉRREZ-MICELI et al. 2007). Erre a célra a legalkalmasabb fajok a következők: *Eisenia foetida*, *Dendrobaena venata*, *Compastor* giliszta. Utóbbi kifejezetten komposztálásra tenyésztett, szabadalmilag védett gilisztafajta, amely egy magyar Start Up kezdeményezést indított útjára. Zsófi Péter biogazda is jeles képviselője a gilisztahumusz-előállításnak, aki komposztoltót és minősített biohumuszt forgalmaz. Legegyszerűbben horgászboltokban lehet gilisztákat vásárolni, vagy esőzések után pár egyedet gyűjteni. Magyarországon közel 60 vadon élő fajt jegyeztek fel, de nem mind alkalmas komposztálásra. Közülük a legismertebb közönséges földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) „lomha”, a talaj mélyebb rétegeiben mozog, ellentétben a komposztgilisztákkal, amelyek a talajfelszínen aprítják, és a talajba forgatják a szerves anyagot. A giliszták tartástechnológiájáról és biológiájáról főként angol nyelven, de már magyarul is található információkat (*Compastor*; Ross s. a.; School of Permaculture; Worm Compost). Alacsony költségvetéssel csodákat érhetünk el egy beltéri komposztládával. A házilag elkészített komposzt felhasználható balkonládákba, szobanövények ültetőközegehez. a komposztlé (vagy más néven gilisztatea, komposzttea) biológiai tápoldatként 10%-os hígításban adagolható.

Megfigyeléseink alapján más lebontó tevékenységet végző állatok is bevonhatóak a komposztálásba. Szárazföldiászkarák-tenyészetekkel (*Porcellionides pruinosus*, *Porcellio scaber*, *Armadillidium vulgare*, *Armadillidium versicolor*, *Armadillidium nasatum*, *Cylisticus convexus*) lassabb, de minőségben közel azonos eredményt értünk el laboratóriumi körülmények között. Mind az ászkarákok, mind a giliszták szaporodásához és táplálkozáshoz kedvező a szobahőmérséklet. Pincékben és hűvös (15 °C alatti) helyeken nem ajánljuk tartásukat, mert szaporodásuk lassul, illetve leáll.

## 5. Szervesanyag-kezelés kultúren

Ezen fejezet a gépesítés nélküli, főleg kiskerti és – prizma esetén – kisüzemi megoldásokat kívánja sorra venni. A komposzttelepek nyitott, félig zárt és zárt technológiáiról korábban tettünk említést.

A komposztálás során keletkező anyagot talajtakarásra, tápanyag-utánpótlásra vagy ültetőközeg gyanánt használhatjuk, valamint a csurgaléklé felfogása esetén nitrogéndús tápoldatot készíthetünk növényeinknek.

A keletkező szerves anyag mennyiségétől és esztétikai igényeinktől függően különböző komposztálóeszközökből választhatunk. Gyulai Iván ökológus ötlete alapján készíthető komposztkas, ami komposztáló és veteményes egyben (Worm Compost). Előnye, hogy a növények melegágyban, dús tápanyagforrásban növekedhetnek, hátránya a kas korlátozott mérete lehet. Gyors telítődés esetén érdemes két kast építeni, de számoljunk azzal, hogy a biomassa 2-3 hónap alatt összeesik, és újból tölthetünk hozzá szerves hulladékot.

A komposztláda készülhet hagyományosan fából: a legolcsóbb négy kiselejtezett raklapot összekapcsolni, de az interneten számtalan ötlet található szebbnél szebb ládák megvalósítására.

A műanyagból készült komposztáló edényzet költséges, kevésbé környezetbarát, de némileg időállóbb a fával szemben. Kevésbé szellőzik, nehezebb ideális körülményeket teremteni az aerob bomlási folyamatoknak. Panelépületek közös területén jellemző használatuk, de az állami komposztprogramok során is zömében ilyen műanyag edényzeteket osztottak és osztanak a lakosságnak. Magasabb a kockázata az „elrontásnak”, így az elkedvetlenedésnek is. Hangsúlyozandó az oktatás jelentősége.

A komposztprizma 500 m<sup>2</sup> feletti területek esetén a legolcsóbb és legpraktikusabb megoldás lehet egy hosszanti trapéz alakú komposztprizma építésével. A javasolt méretarányoktól (1 prizmaméter 5 m széles, 1 m hosszú és 3 m magas) nem érdemes nagyon eltérni a kiszáradás, illetve a túl magas vagy túl alacsony hőmérséklet miatt.

Interjúk és kiskerti látogatásaink alapján elmondható, hogy a legjellemzőbb hiba a zöldhulladék nem kellően apróra darabolása és a rendszeres öntözés hiánya.

Esettanulmányunkban egy telephely évi 108 000 kg zöldhulladék befogadására volt alkalmas, amely 60 m<sup>3</sup> komposztot eredményezett. Ennek a mennyiségnek a helyben feldolgozásával 1 millió forintot takarított meg a gazdálkodó csupán a szállítási díj mellőzésével, nem számolva a komposzt értékét.

A mulcsozás vagy más néven talajtakarás helyes alkalmazás esetén jelentős előnyökkel jár. Segít a talajnedvesség megtartásában, a gyomok gátlásában, védelmet nyújt a napi hőingadozás, az erózió és kisebb talajmenti fagyok ellen, a szerves mulcsanyag javítja a talaj szerkezetét és humusztartalmát, védi a növényt az öntözéskori talajfelverődéstől, és nem utolsósorban esztétikus, rendezett képet biztosít az ágyásokban (ADEKALU–OLORUNFEMI–OSUNBITAN 2007; GHAWI–BATTIKHI 1986; CHAKRABORTY et al. 2008).

Megkülönböztetünk szerves és szervesetlen talajtakaró anyagokat. A leggyakoribb szervesetlen takaróanyag az agroszövet (KADER et al. 2017), hiszen beszerzése, kezelhetősége, ára és időtállósága mind kedvező. Kísérleteink során a szervesanyagokat részesítjük előnyben, azon belül is a holt szervesanyagokat. Előállításuk nem jelent többletköltséget, lebomlásuk pedig kisebb környezetterheléssel jár, valamint legtöbbször természetes módon rendelkezésre állnak a területen. Megfigyeléseink elsősorban házikerti és kisméretű

gazdaságokra irányulnak, mert ilyen rendszerekben lehet létjogosultsága az egyébként munkaigényes szerves mulcs kijuttatásának. Nagy mennyiségben juthatunk hozzá szalma-, avar- vagy komposztmulcsokhoz. Míg az első kettő főleg kézi, a komposzt trágyaszórával megvalósítható kijuttatást tesz lehetővé. Paradicsompalántákon és burgonyatesztnövényeken kimutattuk, hogy a dióavar nem hatott negatívan a növények fejlődésére, amelyet Tirczka és Hayes (2012), illetve Fehér és munkatársai (2017) is igazoltak. A lombhullató díszfák vegyes avarja szignifikánsan nagyobb szárazföldi ászkarákegyedszámot eredményezett a takart mikroparcellákban, amit Kraft von Heynitz (2006) nyomán feltételeztünk. A szalma alig különbözött a takaratlan kontroll-mikroparcelláktól.

## 6. Összegzés és javaslatok

Minden olyan kezdeményezés – legyen az állami, jogi, települési, civil, vagy for-profit vállalkozás –, amely a zöld javak értékét és megbecsülését kívánja helyreállítani, üdvözlendő.

Interjúk alapján elmondható, hogy a gazdálkodók és hobbikertészek jelentős hányada nyitott a komposztálásra, legjellemzőbb – de könnyen elhárítható – hiba a zöldhulladék nem kellően apróra darabolása és a rendszeres öntözés hiánya.

Javasoljuk, hogy az állami komposztprogramok keretén belül alkalmazzanak közösségi komposztmestereket (már meglévő, helyi szakemberek személyében), az ifjúsági mozgalmak mintájára (például cserkészet) alakuljon önkéntes és fizetett szolgálat közösségi, települési és országos szinteken szoros civil-állami összefogással. Helyi problémákat helyi munkaerővel, költség- és energiatakarékosan helyben kezelve teremthetünk értékeket, amelyek számszerűsítése, az adatbázis megosztása a NKHV Zrt., az egyes kutatók és a hulladékkezelő vállalkozások további feladata.

Hisszük, hogy a piaci igények változtathatnak a folyamatok irányán, ha tudatos fogyasztókként, illetve gazdálkodókként cselekszünk, és nem a rövidtávú pénzügyi érdekeket helyezük előtérbe. Ezáltal hulladéktermelőkből értékteremtőkké válunk, valamint hatást gyakorolunk a biomassza-politikára.

## Köszönetnyilvánítás

Munkánkat segítették: Szörényiné Várszegi Erzsébet, Szócs Tündér Ilona, Lénárt Zoltáné, Turóczy György, Simon Barbara, T. Bogdányi Franciska, Klug Lajos, Weimann-Szabó Krisztina, Vasas Dávid, Hartman Mátyás, Lovas Evelin, Bense Sándor, Miskolc Város Önkormányzata és Városgazda, F. Nagy Zsuzsanna, Petrikovszki Renáta, Südiné Fehér Anikó, Pratik Doshi, Boziné Pullai Krisztina, Molnár Árpád, SZIE Gödöllői Kertészet, Czuppon Máté, Törökné Hajdu Mónika, Plangár Nóra, Balázs Nóra, Zanker Angéla, Jávorszky Laura, Putnoky-Csicsó Barnabás, Kugyelka Mihály, Veréb Marietta, Treutz Zsófia, Mészáros János.

Hálásan köszönjük közreműködésüket.

## Felhasznált irodalom

- ADEKALU, K. O. – OLORUNFEMI, I. A. – OSUNBITAN, J. A. (2007): Grass Mulching Effect on Infiltration, Surface Runoff and Soil Loss of Three Agricultural Soils in Nigeria. *Bioresources Technology*, Vol. 98. No. 912–917.
- ATIYEH, R. et al. (1999): Earthworms in Agroecosystems and Land Use Growth of Tomato Plants in Horticultural Potting Media amended with Vermicompost. *Pedobiologia*, Vol. 43. No. 6. 724–728.
- BUCKERFIELD, J. C. et al. (1999): Earthworms and Waste Management-Vermicompost in Solid and Liquid Forms as a Plant-growth Promoter. *Pedobiologia*, Vol. 43. No. 6. 753–759.
- CHAKRABORTY, D. et al. (2008): Effect of Mulching on Soil and Plant Water Status, and the *Compassator*. Forrás: <http://compastor.hu/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in a Semi-arid Environment. *Agricultural Water Management*, Vol. 95. No. 12. 1323–1334.
- EEA (2015): *Country Profile Hungary Review of Material Resource Efficiency Policies in Europe. More from Less – Material Resource Efficiency in Europe, 2015 Overview of Policies, Instruments and Targets in 32 Countries.*
- EEA (2016): *Overview of National Waste Prevention Programmes in Europe.*
- ERŐDI, R. et al. (1965): *Talajvédő gazdálkodás hegy- és dombvidéken.* Budapest, Mezőgazdasági.
- Eurostat (2016): *Municipal Waste Statistics.* Forrás: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics) (A letöltés ideje: 2020. 02. 02.).
- FEHÉR A. et al. (2017): Különböző szerves talajtakaró anyagok hatása a burgonya ép gumókihozatalára, valamint károsító- és nem károsító-eredetű minőségromlására. *Növényvédelem*, 53. évf. 9. sz. 399–404.
- GHAWI, I. – BATTIKHI, A. (1986): Water Melon Production Under Mulch and Trickle Irrigation in the Jordan Valley. *Journal of Agronomic and Crop Sciences*, Vol. 157. No. 3. 145–155.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F. A. et al. (2007): Vermicompost as a Soil Supplement to Improve Growth, Yield and Fruit Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*, Vol. 98. No. 15. 2781–2786. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.032>.
- VON HEYNICZ, K. (2006): *Kerti komposztálás.* Budapest, Cser.
- Hulladékból termék. *A szemét és a hulladék.* Forrás: <http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu/hulladek/hulladek/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- Hulladékból termék. *Komposzt kas – hulladékmegelőzés, közösségi komposztálás, biokert!* Forrás: <http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu/erdekesség/komposztkas/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- Hulladékmentes. Forrás: <https://hulladekmentes.hu/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- KADER, M. A. et al. (2017): Recent Advances in Mulching Materials and Methods for Modifying Soil Environment. *Soil and Tillage Research*, Vol. 168. 155–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.01.001>
- Körkörös Gazdaság. Forrás: <http://korkorosgazdasag.hu/>
- Körkörös Gazdaság. Hulladékpiramis. Forrás: [http://korkorosgazdasag.hu/wp-content/uploads/2017/11/KkG\\_infografika\\_hulladekpiramis-1.jpg](http://korkorosgazdasag.hu/wp-content/uploads/2017/11/KkG_infografika_hulladekpiramis-1.jpg) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- LUKINOVIĆ, M. – STAMENKOVIĆ, B. – JOVANOVIĆ, L. (2018): Green Economy and Waste Management Goals. In: *Challenges of Green Economy: International Monograph.* Belgrade, University Union – Nikola Tesla.
- MAYER, A-M. (1997): Historical Changes in the Mineral Content of Fruits and Vegetables. *British Food Journal*, Vol. 99. No. 6. 207–211.



- Ross, M. (s. a.): *Vermicomposting: How worms can reduce our waste*. Forrás: <https://ed.ted.com/lessons/vermicomposting-how-worms-can-reduce-our-waste-matthew-ross> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- School of Permaculture. Forrás: <https://schoolofpermaculture.com/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- TIRCZKA I. – HAYES, M. (2012): Különböző érettségű és dóziszú diólevél és vegyes gyümölcszlomb komposzt hatása mustár (*Sinapis alba*) tesztnövény csírázására. *Tájökológiai Lapok*, 10. évf. 2. sz. 419–426.
- VASAS D. (2014): Égetés helyett komposztálás és meglátjuk az eredményt a kiskertünkben. Előadás. Érd, Környezetvédelmi Zöld Fórum.
- Worm Compost: *Komposztálás a lakásban*. Forrás: [http://humusz.hu/komposztalas\\_lakasban](http://humusz.hu/komposztalas_lakasban) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- <http2: www.fkf.hu/portal/page/portal/fkfzrt/vallalatrol/letesitmeny/huha>

## **VI. Klímaváltozás és közegészségügy**

Vákát oldal

# A közegészségügy fejlesztése a leghatékonyabb megoldás az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében: a Drawdown-elemzés bemutatása

*Simonyi, Gyula I.<sup>1</sup> – Kántor Sztella Nóra<sup>2</sup>*

## Bevezetés

Még a klímatudatos emberek többsége sem tud róla, hogy a leghatékonyabb klímavédelmi stratégia a fogamzásgátlás emberi jogának következetes biztosítása minden ember számára, amelyhez már évtizedek óta adott a tudás és technológia. Egyre több kutatás mutat rá a párok által nem kívánt teherbeesések megelőzésének óriási klímavédelmi hatékonyságára (WYNES–NICHOLAS 2017).

Sokak számára mégis tabu ez a téma, hiszen évezredek óta mindenféle hatalmak, kultúrák, vallások, ideológiák erőltetik legfőbb jóként a szaporodást, és állítják be korunkban végzetesnek a népességfogyást (ami pedig éppen hogy ökológiai egyensúlyhoz, egy alacsonyabb, fenntartható népességszámon való stabilizálódáshoz vezet).

A fogamzásgátlás kompetenciája a közoktatás, eszközeinek elérhetősége pedig a közegészségügy legfontosabb célkitűzései közé kell tartozzon. Nemcsak azért, mert alapvető emberi jog, hanem mert bizonyítottan kulcsa a klímavédelemnek, illetve a környezet- és természetvédelem számos egyéb területének, a szegénységből való kiemelkedésnek, a közbiztonságnak, a békének, a nők egyenlőségének, a gyermekek és az egész társadalom életminőségének.

Az emberi létszám jelenleg évente nagyságrendileg 80 millióval nő, s ennek jelentős része olyan gyermek, akit a szülei nem akartak. A fogamzásgátlás emberi jogának jelenlegi semmibevétele okozta népességrobbanás közepette a klímavédelem lényegében kilátástalan.

## 1. A Drawdown-elemzés eredményei

A Drawdown-elemzés klímavédelmi lehetőségek hatékonyságát és költséghatékonyságát számítja ki és hasonlítja össze. Az elemzés adataiból készített diagramunk mutatja, hogy a lányok oktatása és a fogamzásgátlás elérhetősége a közegészségügy prioritásaként együttesen a leghatékonyabb lehetőség az üvegházhatású gázok kibocsátásának megelőzésére.

---

<sup>1</sup> Elnök, BOCS Civilizációtervezés Alapítvány. E-mail: [m@bocs.hu](mailto:m@bocs.hu)

<sup>2</sup> Projektmenedzser, BOCS Civilizációtervezés Alapítvány. E-mail: [sztella.nora@gmail.com](mailto:sztella.nora@gmail.com)

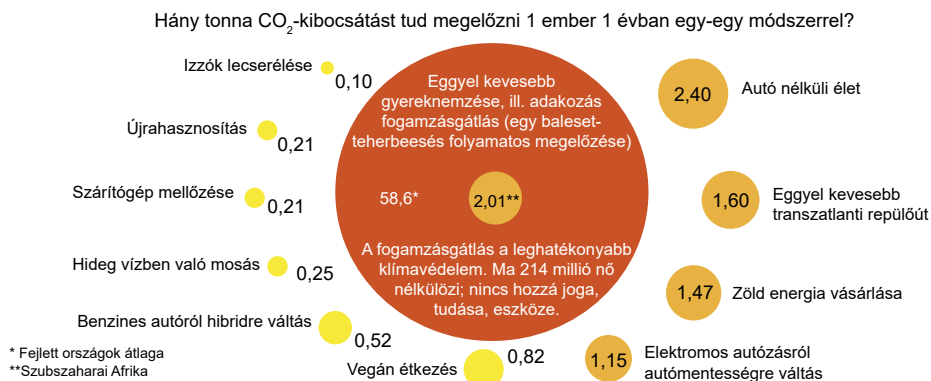
A szemléletesség érdekében a külön-külön is alkalmazható módszereket csoportosítottuk egy-egy közös vonásuk alapján, és csoportonként egy-egy oszlopban ábrázoltuk őket. Így például a szárazföldi- és a tengeri szélenergia, valamint a szél mikrokihasználása együtt alkotják a „Szélenergia” csoportot, a fás legelők telepítése és az irányított legeltetés pedig együtt alkotják a „Legelők” csoportot.

A Drawdown-elemzés a lányok oktatásaként 13 évnyi iskolázást határoz meg, vagyis az általános- és a középiskolát is beleérti. Ez egybevágh az UNESCO adataival (ROSE et al. 2014), amely alapján a szub-szaharai Afrikában az általános iskola elvégzése átlagban eggyel, míg a középiskola elvégzése hárommal csökkenti a tervezett gyermekek számát. A Drawdown-elemzés rámutat arra, hogy a magasabban képzett nők aktívabbak a reprodukív egészség terén.

Alapvetően azért vannak ekkora lehetőségek a fogamzásgátlásban, mert a becslések alapján 2017-ben a fejlődő országokban 214 millió termékeny korú nő nem jutott hozzá a fogamzásgátlási lehetőségekhez, emiatt a teherbeesések 43%-a és a születések 25%-a a szülők által nem kívánt volt (DARROCH et al. 2017). Ha pedig minden lánynak és nőnek volna lehetősége elvégezni a középiskolát, akkor még kevesebb gyereket terveznének, hiszen sokkal jobb munka- és továbbtanulási lehetőségek nyílnának meg előttük. A közoktatás mellett a közegészségügy szerepe még jelentősebb. Elengedhetetlen a fogamzásgátlókhöz való könnyű hozzáférés is, valamint a hozzájuk kapcsolódó speciális tudás, amely a közoktatásból általában kimarad.

## 2. Egyéni klímastratégiák

Talán azt gondolnánk, hogy a fejlett országokban sokkal jobb a helyzet, ám egy friss kutatás (JACQUES et al. 2018) rámutat arra, hogy 2016-ban Európában is épp 43% volt a nem kívánt nemzések előfordulási aránya. Ilyen szempontból Európa sem fejlettebb a világ többi részénél, ráadásul az egy főre jutó magas ökolábnyom miatt itt sokkal súlyosabb ökológiai következményei vannak az egyébként nem kívánt gyermekek születésének.



1. ábra

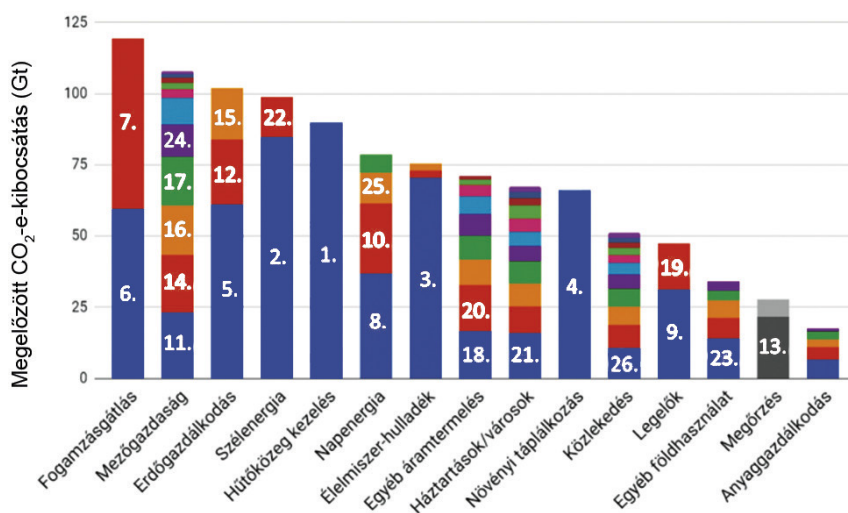
*A leghatékonyabb klímastratégiák*

Forrás: WYNES–NICHOLAS 2017

Erre egy másik tanulmány (WYNES–NICHOLAS 2017) külön felhívta a figyelmet, amely az egyéni klímastratégiák hatékonyságát vizsgálta a fejlett országokban. A tanulmányban arra jutottak, hogy egy fejlett országban messze az a leghatékonyabb klímavédelmi stratégia, ha valaki eggyel kevesebb gyermeket tervez. Ezt az 1. ábrán szemléltettük. Egy gyermek (és később felnőtt) ugyanis nemcsak autózik, repül, eszik, mos, fűt, világít és hulladékot termel, hanem mindezt egyszerre csinálja egy életen át. A BOCS Civilizációtervezés Alapítvány nemcsak a gyermeket tervezőkhöz, hanem mindenkihez szól: még nagyobb hatást lehet elérni, ha valaki folyamatosan támogatja egy nem kívánt nemzés megelőzését.

Ez a stratégia nem utolsósorban olcsó is. Ez persze nem meglepő, hiszen a problémák megoldásának leghatékonyabb módja jellemzően a megelőzés. A tonnánkénti CO<sub>2</sub>e-kibocsátás megelőzésének költségeit a második diagram mutatja. Sokan várják a klímaváltozás megfékezését az elektromos autók elterjedésétől, ugyanakkor a szárazföldi közlekedés csupán a teljes kibocsátás 14 százalékáért felelős (PACHAURI et al. 2014). A Drawdown elemzésből kiderül, hogy a fogamzásgátlási lehetőségek megteremtéséhez képest az elektromos autók elterjesztése kevesebb, mint tizedannyi kibocsátásmegelőzést volna képes elérni 2050-ig, ráadásul 770-szer nagyobb CO<sub>2</sub>e tonnánkénti fajlagos költség mellett.

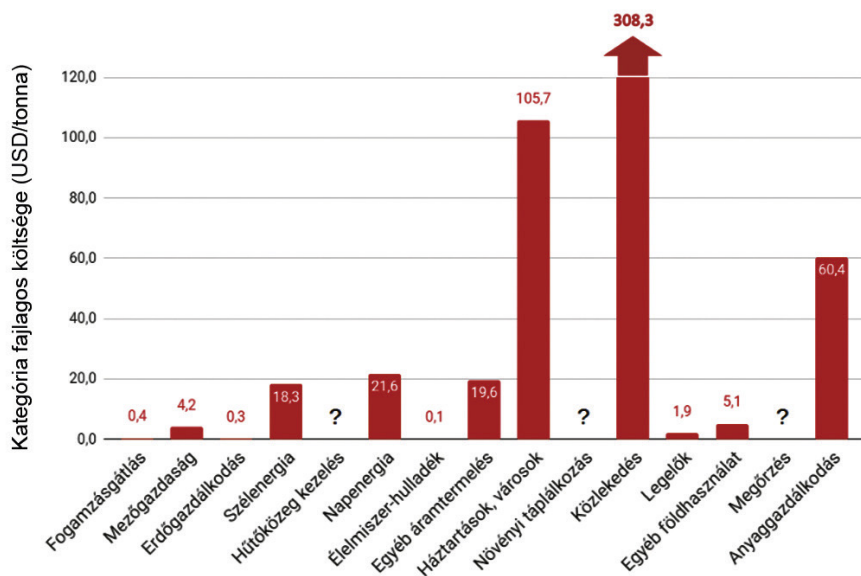
Megelőzött CO<sub>2</sub>e-kibocsátás mennyisége alapján (2050-ig)



2. ábra

*A leghatékonyabb klímastratégiák*

*Forrás: HAWKEN 2017*



3. ábra

A klímastratégiák különböző kategóriáinak fajlagos költsége

Forrás: HAWKEN 2017

Jelmagyarázat:

Hely	Megoldás	CO <sub>2</sub> e-redukció (Gt)	Nettó ktsg. (milliárd USD)
1.	Lányok okt.+Fogamzásgátlás tám.*	119,20	44,30
2.	Hűtőközeg-kezelés	89,74	N/A
3.	Szárazföldi szélenergia	84,60	1 225,37
4.	Élelmiszerhulladék	70,53	N/A
5.	Növényalapú táplálkozás	66,11	N/A
6.	Esőerdő-rehabilitáció	61,23	N/A
7.	Lányok oktatása*	59,60	39,00
8.	Fogamzásgátlás támogatása*	59,60	5,30
9.	Napelemparkok építése	36,90	-80,60
10.	Fás legelők telepítése	31,19	41,59
11.	Tetőtéri napelemek telepítése	24,60	453,14
12.	Regeneratív mezőgazdaság	23,15	57,22
13.	Erdő-rehabilitáció	22,61	N/A
14.	Tőzegláp-megőrzés	21,57	120,07
15.	Erdősítés	18,06	29,44
16.	Talajmegőrző mezőgazdálkodás	17,35	37,53
17.	Agroerdészet	17,20	146,99
18.	Geotermális energia	16,60	-155,48
19.	Irányított legeltetés	16,34	50,48
20.	Nukleáris energia	16,09	0,88
21.	Tiszta konyhai tűzhelyek	15,81	72,16
22.	Tengeri szélenergia	14,10	545,30
23.	Szántóföld-rehabilitáció	14,08	72,24
24.	Fejlett rizstermelési módok	11,34	N/A
25.	Koncentrált napenergia	10,90	1 319,70
26.	Elektromos autók	10,80	14 148,00

\*Megjegyzés: a lányok oktatása és a fogamzásgátlás támogatása csak együtt alkalmas az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentésére, együtt viszont az első helyre kerülneek.

### 3. Következtetések

A fentebb bemutatott ábrák alapján egyértelműen látszik, hogy a leghatékonyabb klímavédelmi lehetőség a közegészségügyben van: a reprodukív egészség legfontosabb eszközének, a fogamzásgátlóknak az elérhetővé tétele, valamint a hozzájuk kapcsolódó kompetencianevelés beépítése a közoktatásba. A nem kívánt teherbeeséseket megelőzni képes lányoknak így van esélyük, hogy magasabb végzettséghez, jobb munkához és jobb egészséghez jussanak. A népességrobbanás leállítás és visszafordítása a fogamzásgátlás emberi jogának, kompetenciájának és eszközeinek biztosítása révén a leghatékonyabb klímavédelem. Nélküle pedig a többi klímaakció is esélytelen.

### Felhasznált irodalom

- SINGH, S. – DARROCH, J. E. – ASHFORD, L. S. (2017): *Adding It Up: The Costs and Benefits of Investing in Sexual and Reproductive Health*. New York, Guttmacher Institute.
- HAWKEN, P. (2017): *Drawdown: The Most Comprehensive Plan Ever Proposed To Reverse Global Warming*. New York, Penguin Books.
- JACQUES, D. H. et al. (2018): *Contraception Atlas 2018. European Parliamentary Forum on Population & Development Report*. Elérhető: [www.contraceptioninfo.eu/node/71](http://www.contraceptioninfo.eu/node/71) (A letöltés dátuma: 2019. 03. 21.)
- PACHAURI, R. K. et al. (2014): *Fifth Assessment Report, Intergovernmental Panel on Climate Change*. Elérhető: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> [www.contraceptioninfo.eu/node/71](http://www.contraceptioninfo.eu/node/71) (A letöltés dátuma: 2019. 03. 21.)
- ROSE, P. et al. (2014): *Teaching and Learning: Achieving Quality for All*. Paris, UNESCO Publishing.
- WYNES, S. – NICHOLAS, K. (2017): The Climate Mitigation Gap: Education and Government Recommendations Miss the Most Effective Individual Actions. *Environmental Research Letters*, Vol. 12. No. 7. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7541>



Vákát oldal

# Klímváltozás és közegészségügy

*Páldy Anna<sup>1</sup>*

## Bevezetés

A klímaváltozás a 21. század legnagyobb globális egészségügyi kihívása lehet (WATTS 2016). A tudományos közösség megállapítása szerint a 20. század második felében végbement mintegy 0,5 °C-os melegedés nagy valószínűséggel emberi eredetű, és gyakorlatilag kizárható, hogy ez a környezetünk állapotában végbement természetes ingadozás. Egyre több bizonyíték támasztja alá, hogy a klímaváltozás hatni fog az emberi egészségre, hozzájárul a globális betegségteherhez és a korai halálához. A klímaváltozás elsősorban azokat az érzékeny csoportokat veszélyezteti, akiknek korlátozott az alkalmazkodási lehetőségük és képességük.

A klímaváltozás befolyásolja az egészség meghatározó szociális és környezeti tényezőit: a tiszta levegőhöz, a biztonságos ivóvízhez, az elegendő élelmiszerhez, a biztonságos lakáskörülményekhez való hozzájutást. 2030 és 2050 között a klímaváltozás kb. 250 ezer többlethalálestet fog okozni évente globális szinten, elsősorban alultápláltság, malária, hasmenés és hőstressz következtében. Az egészségkárosodás közvetlen költségei (nem számítva a mezőgazdaság, a víz és a szanitáció költségeit) 2030-ra a becslések szerint évente 2-4 milliárd dollár lesz. A nem megfelelő egészségügyi infrastruktúrával rendelkező területek (elsősorban a fejlődő országok) tudnak majd legkevésbé alkalmazkodni és válaszolni a kihívásokra. Az üvegházhatásúgáz-kibocsátás csökkentése a jobb közlekedés, élelmezés és energiafelhasználás révén jelentősen hozzájárul az egészségi állapot javításához, különösen a légszennyezés csökkentése révén.

Négy fő területet lehet megkülönböztetni a klímaváltozás hatásai szerint. Az első csoportba az időjárási események által közvetlenül okozott hatások sorolhatók: ezek közül a legfontosabbak a hőhullámok és az extrém időjárási helyzetek. Közvetett hatásnak kell tekinteni az élelmiszerek és vektorok által terjesztett fertőző betegségeket és a légköri biológiai allergének hatását. Ezekben az esetekben a klímaérzékeny környezeti rendszerek változása hozzájárul a különböző betegségek tér- és időbeli megjelenésének változásához.

---

<sup>1</sup> Szaktanácsadó, Országos Közegészségügyi Intézet. E-mail: [paldy.anna@oki.antsz.hu](mailto:paldy.anna@oki.antsz.hu)

## 1. A klímaváltozás egészséghatásainak csökkentésére irányuló szakpolitikák áttekintése

### 1.1. A klímaváltozás egészségkárosító hatásaihoz való alkalmazkodás az Európai Unió politikájában

Az Európai Bizottság a 2007-ben kiadott Zöld Könyvben elismeri, továbbá a 2009-ben kiadott Fehér Könyvben megerősíti, hogy a klímaváltozás káros hatásai gyorsan és veszélyes mértékben erősödnek. Az EB Európára vonatkozóan elsősorban az éghajlatváltozásból, különös tekintettel a magas hőmérsékletből (hőhullámok következtében) adódó halálesetek és megbetegedések különböző vonatkozásait emeli ki. Jelentős kockázatnak tartja bizonyos vektorok – ivóvíz és élelmiszerek – által közvetített emberi (és állati) fertőző betegségek terjedésében bekövetkező változásokat, illetve azt, hogy a légköri változások befolyásolják a levegő által közvetített allergének terjedését, továbbá az ultrabolya-sugárzásból származó kockázatokat, mivel az éghajlatváltozás késlelteti a sztratoszferikus ózonréteg helyreállítását. Az *Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz* stratégiában (2013) az EU javasolja az egészségügyi és szociális ellátórendszer ellenálló képességének megerősítését, és kiemeli a klímaváltozással kapcsolatos emberi, állati és növényi megbetegedések felügyeleti rendszere fejlesztésének, megerősítésének szükségességét.

Az Egészségügyi Világszervezet Európai Regionális Irodájának ajánlásai a klímaváltozás egészségi hatásaihoz való alkalmazkodás támogatására

A WHO Európai Régiós Igazgatósága a *Környezet és egészség* folyamat keretében megrendezett környezeti és egészségügyi miniszteri konferenciák sorában már a 3. – Londonban megrendezett – Miniszteri Konferencia Nyilatkozata (WHO 1999) hangsúlyozta, hogy a klímaváltozás hatásai károsítják az egészséget. A legutóbbi, Ostravában megrendezett 6. konferencia (WHO 2017) Nyilatkozata kiemeli az adaptív kapacitás megerősítésének szükségességét a klímaváltozással kapcsolatos egészségi kockázatokkal szemben, továbbá a mitigáció csökkentésére irányuló intézkedések támogatását a közös egészségnyereségek elérése érdekében a Párizsi Megegyezés értelmében. A Párizsi Megegyezés (2015) megállapítja azt, hogy a klímaváltozás hatásainak figyelembevétele során tiszteletben kell tartani, elő kell segíteni és mérlegelni kell az egészséghoz való jogot.

### 1.2. II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia: Emberi egészség

A klímaváltozás humánegészségügyi hatásainak bemutatásával a NÉS2 IV.4.1. fejezete foglalkozik. A stratégia kiemeli, hogy az éghajlati alkalmazkodás emberi egészséggel kapcsolatos feladatait a Nemzeti Környezetvédelmi Program tartalmazza. Az NKP végrehajtása során célszerű a következő cselekvési irányok figyelembevétele:

Fő cselekvési irányok:

- „intézkedési terv”: kormányhatározat kidolgozása, amely egyértelműen meghatározza a feladatokat és a felelősöket; környezetegészségügyi védelem és a betegségek felügyeleti rendszerének fejlesztése, a klímaegészségügyi hálózat (tovább)

fejlesztése: valós idejű surveillance kiépítése és működtetése a gyors válaszadások, a megfelelő azonnali intézkedések meghozatalának megalapozásához.

- A tudatosság növelése, oktatás és figyelemfelkeltés: egészségügyi és szociális személyzet szakirányú képzése; a lakosság klíma-egészségügyi tudatosságának növelése.
- „Legjobb gyakorlatokat” megosztása a tudományos kutatási eredmények közzététele, hozzájárulás a Nemzeti Térinformatikai Adatbázis (NATér) kialakításához.
- Egészségügyi ellátórendszerek megerősítése: módszertani útmutató kialakítása a kórházak, egészségügyi intézmények környezeti (klímaspecifikus) fenntarthatósága elősegítése érdekében.

## 2. A klímaváltozás, a környezet és az egészség kapcsolatának nyomonkövetése

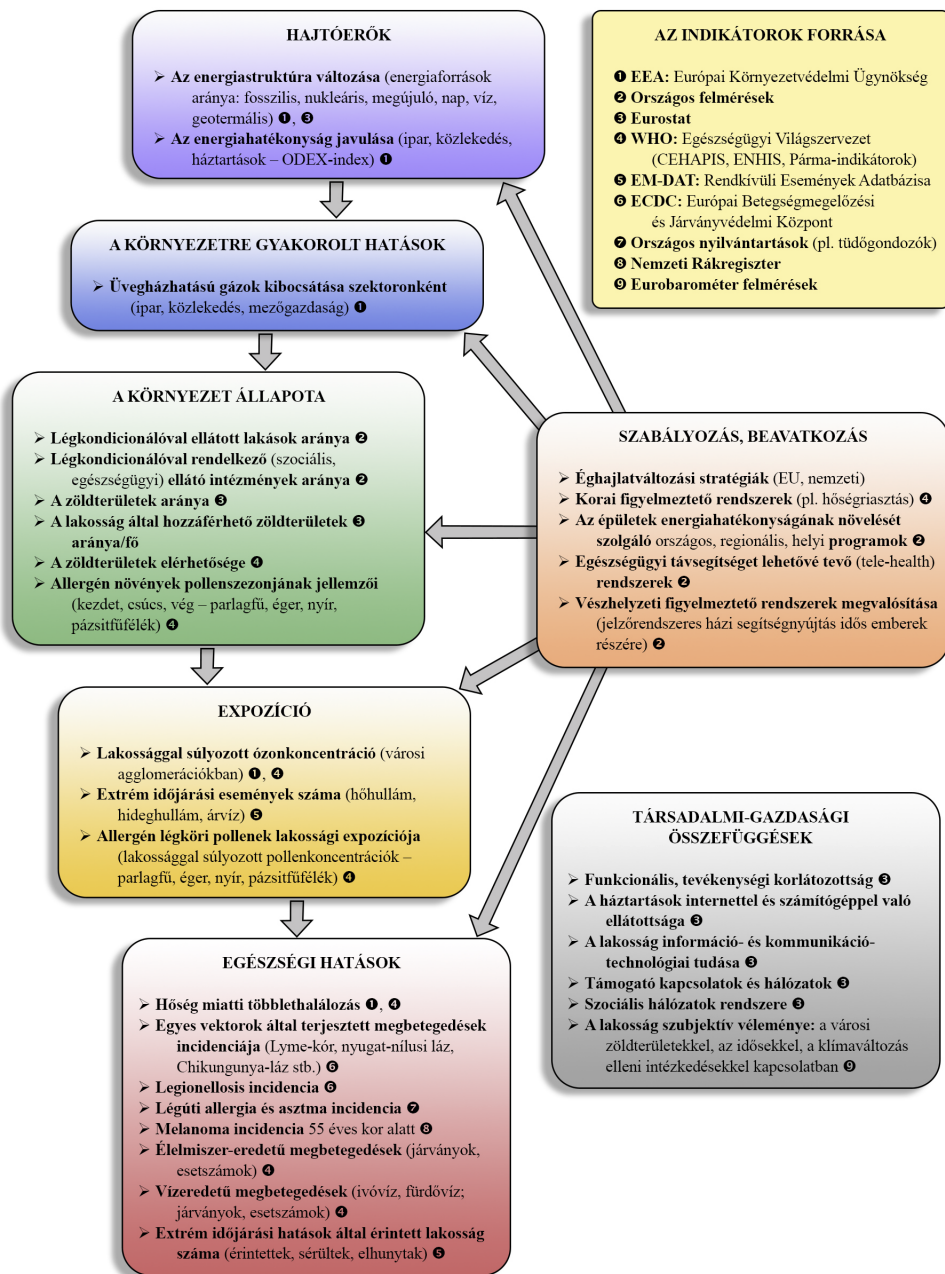
A klímaváltozás egészségi következményeinek számbavételéhez és a beavatkozási lehetőségek azonosításához fel kell tárni a természeti környezet, az ember alkotta és társadalmi környezet, illetve az egészség közötti komplex kapcsolatokat. Ez lehetséges például a társadalmi-gazdasági tényezőkkel módosított és az ökoszisztéma szolgáltatásait is figyelembe vevő DPSEEA-modell segítségével (MORRIS et al. 2006), amely a következő tényezők összefüggéseire mutat rá: hajtóerő → környezetre gyakorolt hatás → környezeti állapot → expozíció → egészségi hatás → beavatkozás. A modell az összefüggések feltárása mellett lehetőséget kínál a felsorolt indikátorok segítségével helyzetelemzésekre és a bevezetett intézkedések hatékonyságának ellenőrzésére. Az 1. ábra bemutatja a klímaváltozás hatásaival kapcsolatos indikátorrendszert.

A jelen tanulmányban a hőhullámok mint expozícióindikátorok és a hőség miatti többlethalálozás mint hatásindikátor összefüggéseit mutatjuk be.

### 2.1. Az extrém hőmérséklet egészségi hatásai

A hőhullámok hatására 2003-ban figyeltek fel Európa-szerte, Nyugat-Európában több mint 70 000 ember halálát okozta a tartósan fennálló magas hőmérséklet. Bár 2003 után sok országban, nagyvárosban vezettek be hőségriasztást és ehhez kapcsolódó preventív intézkedéseket, még így is 11-35% között mozog a hőhullámok alatti többlethalálozás.

Az IPCC jelentéseivel összhangban, a hazánkban 2000 óta végzett klímaegészségügyi vizsgálatok alapján megállapították, hogy a Kárpát-medencében jelenleg a hőmérséklet hatása, az extrém hőmérsékleti események jelentik a legfontosabb egészségi kockázatot (PÁLDY et al. 2005). Ez a tény szerepel a 1384/2014. (VII. 17.) Korm. határozat által elfogadott dokumentumban is, amelynek címe: *Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményeiről szóló jelentés.*

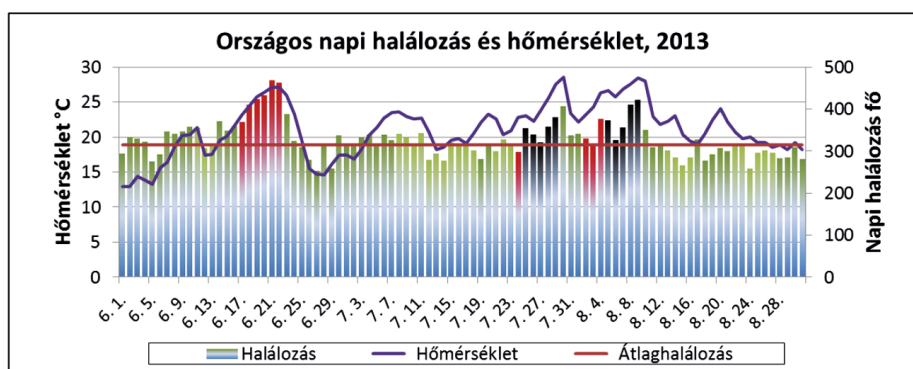
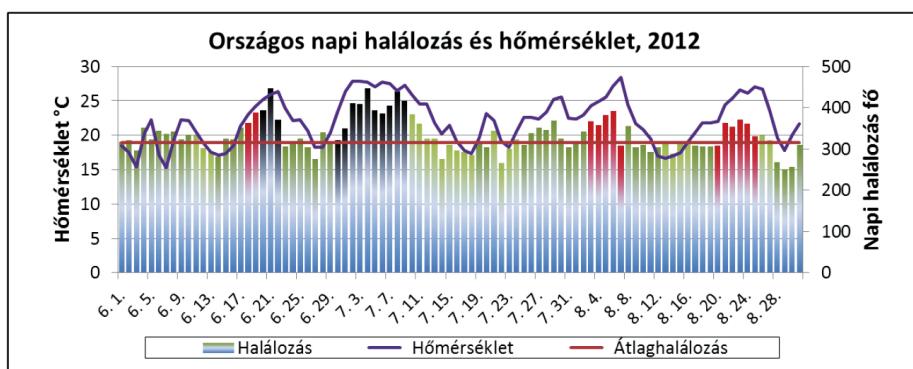


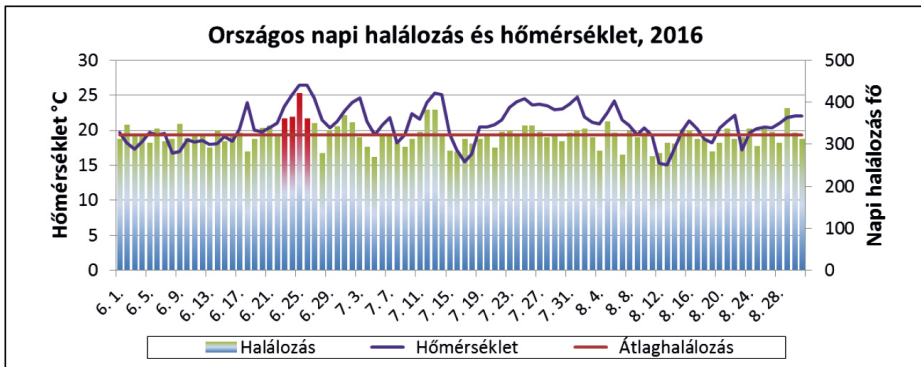
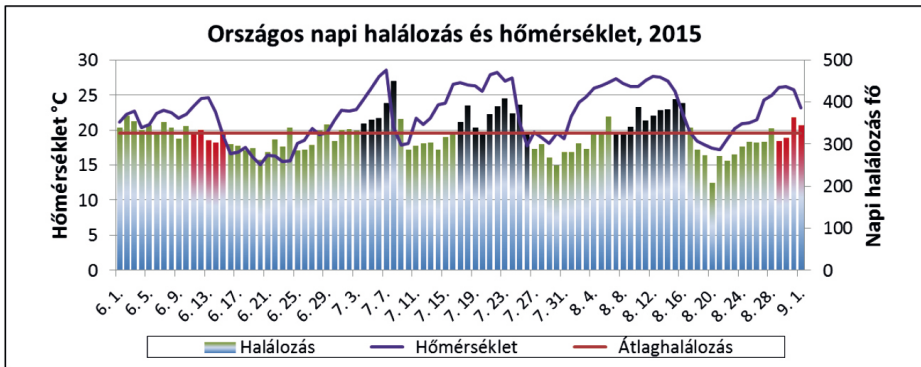
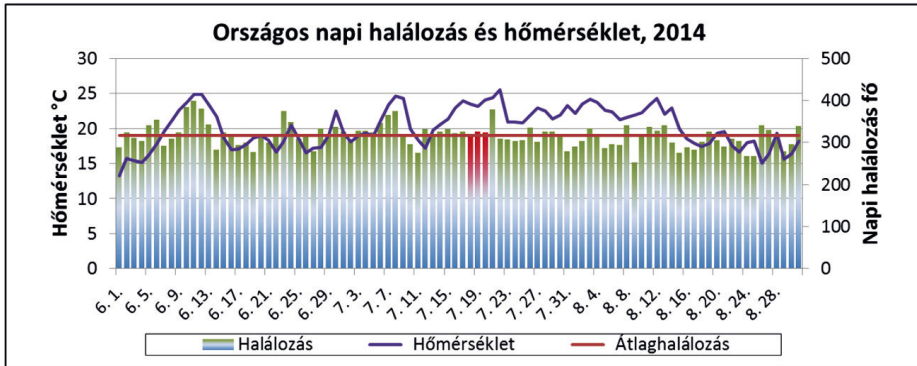
1. ábra

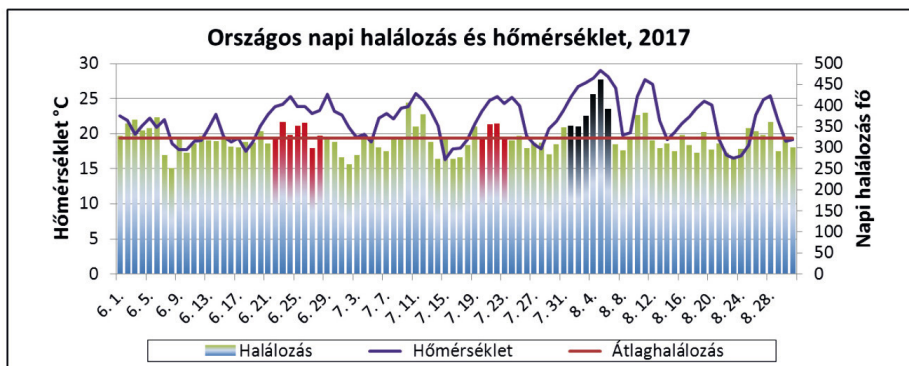
*A klímaváltozás, a környezet és az egészség összefüggéseinek értékelési lehetősége indikátorok segítségével*  
 Forrás: PÁLDY et al. 2015.

Az Országos Közegészségügyi Központ 2005-ben dolgozta ki a hőségriasztást, amely azóta minden évben szükségessé vált 1-5 alkalommal (PÁLDY–BOBVOŠ 2014). Minden riasztásnál széles körben, az írott és elektronikus sajtó igénybevételével történik a lakosság tájékoztatása, emellett az egészségügyi és szociális ellátórendszerek, önkormányzatok és érintett hatóságok tájékoztatása is megtörténik. A WHO iránymutatásai és az EU 2013-ban kiadott *Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz* stratégiája (European Commission 2013) alapján az OKK ajánlásokat dolgozta ki hőségtervek elkészítéséhez, amelyeket a közegészségügyi hálózat eljuttat az illetékeseknek. Meg kell említeni, hogy nincs hatályos jogszabály, amely előírná a preventív intézkedések megtételét.

Az elmúlt hat év nyári időszakainak az országos napi halálozásra és az országos napi átlaghőmérsékletre vonatkozó adatsorai a 2. ábrán láthatóak. A pirossal, illetve a feketével jelölt napok az elrendelt hőségriasztás 2., illetve 3. fokozatát jelölik. A nyári hőmérsékleti viszonyokban a hőségriasztások számában jelentős eltérések tapasztalhatók az elmúlt időszakban. 2014-ben és 2016-ban egy-egy alkalommal vált szükségessé hőségriasztás, amelyek alatt 320, illetve 370 többlethalálozási eset történt. 2012-ben és 2013-ban négy, illetve három hőhullám érte el hazánkat, a regisztrált többlethalálozás 1660, illetve 1140 esetszám. A 2015-ös nyári időszak rendkívülinek bizonyult, a napi halálozás az öt hőhullám 34 napja alatt átlagosan 17%-kal emelkedett meg, 1740 feletti többlethalálozást eredményezve, amely az eddigi legmagasabb regisztrált esetszám (PÁLDY–MÁLNÁSI szerk. 2016). 2017 során szintén 3 hőségriasztásra került sor, amelyek alatt országosan 620 többlethalálozást regisztráltak.







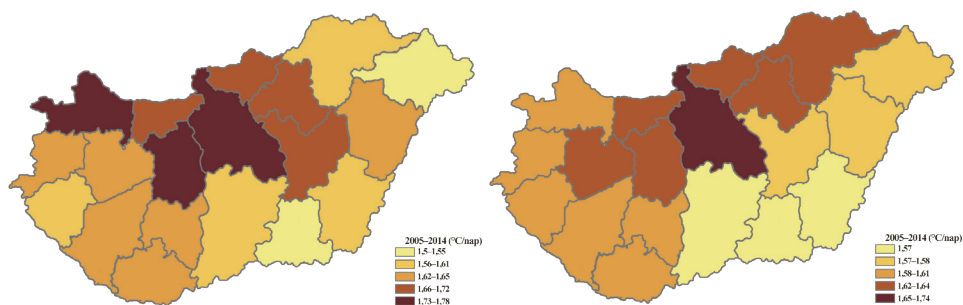
1. ábra

*Országos napi halálózás és országos napi átlaghőmérséklet 2012–2017*

A pirossal és feketével jelölt napok az elrendelt hőségriasztás 2., illetve 3. fokozatát jelölik.

*Forrás: PÁLDY–MÁLNÁSI szerk. 2016*

A hóhullámok halálózásra gyakorolt hatása évről évre eltérő térbeli mintázatot mutat, azonban hosszabb idősorok vizsgálatával az átlagos térbeli jellegzetességek kimutathatóak. A többlethalálózást elsősorban az adott területre vonatkozó küszöbhőmérséklet feletti napokon a küszöbhőmérséklet feletti többlet hőmérséklet határozza meg, amelynek átlagos értékei az 3. ábrán megyei és régiós szinten láthatóak a 2005 és 2014 közötti időszakra vetítve. Ezen hóhullámos napok alatt a küszöbhőmérséklet feletti többlethőmérséklet átlagos értékei 1,5 °C és 1,78 °C között változtak megyei szinten, az ország középső részein és Győr-Moson-Sopron megyében a legmagasabbak.



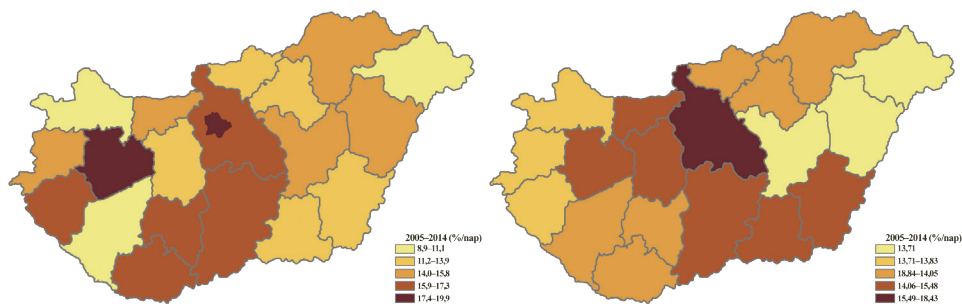
2. ábra

*A küszöbhőmérsékletet meghaladó napokon mért átlagos többlethőmérséklet (°C/nap) megyénként és régiónként 2005–2014 között*

*Forrás: BOBVOS et al. 2017*



A hóhullámos napok alatt a napi halálzás országos átlagban kb. 15%-kal emelkedik meg. Megyei szinten 9 és 20% között változik, Budapesten és Veszprém megyében, illetve a közép-magyarországi régióban tapasztalhatók a legmagasabb értékek (4. ábra). Ez a napi halálzás-növekedés 2005–2014 között évente átlagosan kb. 780 többlethalálzási eset-számot jelentett.

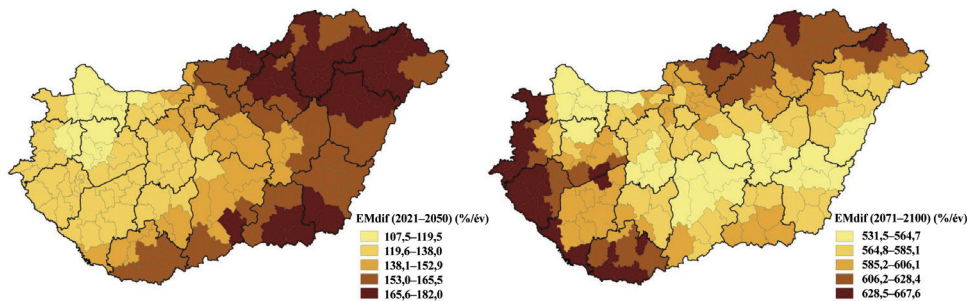


3. ábra

A hóhullámos napok átlagos többlethalálzása (%/nap) megyénként és régióként 2005–2014 között

Forrás: Bobvos et al. 2017

A klímamodellek alapján a jelenhez képest nő a hóhullámos napok száma és intenzitásuk is, együtt határozzák meg a növekvő kitétséget. Ez az érték azonos a többlethalálzás változásával, 2021–2050 között ~150%. További növekedés várható a 2071–2100 közötti időszakban, a jelenhez képest mintegy 600%-kal nő a kitétség, amely évente várhatóan ugyanilyen mértékű többlethalálzás-növekedést okoz (5. ábra).



4. ábra

A klímaváltozásnak tulajdonítható többlethalálzás-növekedés (%) 2021–2050 és 2071–2100 között

Forrás: Bobvos et al. 2017

### 3. Következtetések

A klímaváltozás már most is, kimutathatóan jelentős mértékben hozzájárul a környezeti eredetű betegségterhez, az egészségre gyakorolt hatás az előrejelzések szerint növekedni fog. Folyamatos kihívást jelent az időjárási szélsőségek kedvezőtlen humán egészségügyi hatásainak mérséklése. Mindezek okán szükséges a humán és intézményi rugalmas alkalmazkodás elősegítése a klímaváltozáshoz, amelynek célkitűzéseit és akcióit a II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (2014–2025) jelöli ki. A célkitűzéseket és akcióterveket az ENSZ Fenntartható Fejlődés célkitűzéseivel is harmonizálni kell. Az akciótervek megvalósulását nemzetközileg kidolgozott és elfogadott indikátorokkal kell nyomon követni, emellett szükséges a cselekvések és a nem cselekvések költség-haszon elemzése is.

### Felhasznált irodalom

- European Environment Agency (2015): *A Europe to Thrive in – Environment, Health and Well-being*.  
Forrás: [www.eea.europa.eu/articles/a-europe-to-thrive-in](http://www.eea.europa.eu/articles/a-europe-to-thrive-in) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.)
- United Nations FCCC (2015): *Adoption of the Paris Agreement*. Forrás: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109.pdf> (A letöltés ideje: 2017. 05. 22.)
- BOBVOJ J. et al. (2017): The effect of climate change on heat-related excess mortality in Hungary at different area levels. *Weather*, Vol. 121. No. 1. 43–62.
- European Commission (2013): *Adaptation to climate change impacts on human, animal and plant health*. Forrás: [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd\\_2013\\_136\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_136_en.pdf) (A letöltés ideje: 2016. 06. 15.)
- IPCC (2014): *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers*. In Aldunce, P. et al. eds.: *Final draft of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Forrás: [http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC\\_WG2AR5\\_SPM\\_Approved.pdf](http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.)
- PÁLDY A. – MÁLNÁSI T. szerk. (2016): *Magyarország környezetegészségügyi helyzete*. Országos Közegészségügyi Központ.
- MORRIS, G. P. et al. (2006). Getting strategic about the environment and health. *Public Health*, Vol. 120. No. 10. 889–907.
- PÁLDY A. et al. J. (2005): The Effect of Temperature and Heat Waves on Daily Mortality in Budapest, Hungary, 1970–2000. In KIRCH, W. – MENNE, B. – BERTOLLINI, R. eds.: *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Berlin–Heidelberg, Springer-Verlag. 99–107.
- PÁLDY A. – BOBVOJ J. (2014): Health Impacts of Climate Change in Hungary – A review of Results and Possibilities to Help Adaptation. *Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 20. No. 1–2. 51–67.
- WATTS, N. (2016): *The Lancet Countdown: Tracking Progress on Health and Climate Change*. Forrás: [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(16\)32124-9/fulltext#articleInformation](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(16)32124-9/fulltext#articleInformation) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.) DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32124-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32124-9).
- WHO (1999): *Declaration of the Third Ministerial Conference on Environment and Health*. Forrás: [www.euro.who.int/en/publications/policy-documents/declaration-of-the-third-ministerial-conference-on-environment-and-health](http://www.euro.who.int/en/publications/policy-documents/declaration-of-the-third-ministerial-conference-on-environment-and-health) (A letöltés ideje: 2019. 07. 02.)

WHO (2017): *6th Ministerial Conference on Environment and Health. Declaration of the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health*. Forrás: [www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/341944/OstravaDeclaration\\_SIGNED.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/341944/OstravaDeclaration_SIGNED.pdf?ua=1) (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).

## **VII. Technológia, nyersanyagok és energia a 21. században**

Vákát oldal

# Az energiateljesítmény felhasználását befolyásoló társadalmi folyamatok és igények a klímaváltozás tükrében

*Ferencz Zoltán József<sup>1</sup>*

A klímaváltozás és a klímapolitikák (beleértve a k+f politikát is) társadalmi összefüggései az utóbbi időben egyre nagyobb figyelmet kaptak. Az előadás egy speciális társadalmi jelenség: az energiaszegénység összefüggéseit vizsgálta a klímaváltozással kapcsolatban.

## 1. A háztartások energiateljesítmény felhasználása

A társadalom egyre erősebben energiateljesítményfüggő – egyre több, a társadalom életében szokásos tevékenység elvégzéséhez szükséges energia. Számos elemzés készült, amely az energiával kapcsolatos viselkedést befolyásoló személyes tulajdonságokat vette figyelembe. A kurrens irodalom nemcsak ezeknek a szempontoknak, hanem a társadalmi kontextusnak a figyelembevételét is ajánlja. Napjainkban az európai policy érdeklődésének és elemzéseinek is fontos kérdése az energiaszegénység.

A háztartások időtöltése a kutatási eredmények alapján a kevésbé energiateljesítményintenzív tevékenységektől a több energiát igénylő tevékenységek felé mozdult el. Ennek következményeképp az otthoni energiateljesítmény felhasználást az időspóroló háztartási eszközök elterjedésével növelte.

A háztartások legtöbbszörre élélmiszerre költenek (26,7%). A kiadások második legnagyobb szelete a lakásfenntartás és háztartási energia (21,6%). 2017-ben 17,2 ezer forint volt az erre fordított egy főre jutó havi összeg. Lakásfenntartáson belül a legnagyobb, 63,9%-os részarányú kiadás a 11 ezer forintos fejenkénti havi összeget jelentő háztartási energia. Az energiateljesítményhordozók és fűtőanyagok ára az elmúlt években érdemben nem változott, ugyanakkor a lakosság fogyasztásának növekedési üteme folytatódott. A legnagyobb drágulás a szilárd tüzelőanyagoknál volt, az árváltozás hatására a szénre, brikettre, tűzifára fordított kiadások folyó áron 90,6%-ra mérséklődtek (KSH Statisztikai Tükör 2018).

A fejlett országokban nem volt jellemző ilyen mértékű fogyasztásbővülés, de nem is volt teljesen példa nélküli. Magyarországon például a BP adatai szerint 5,8%-kal növelte a felhasználást, ami egész Európában a legmagasabb. Ezt a növekedési ütemet csak a cseh tudták megközelíteni, 5%-kal, Franciaországban, Finnországban, Portugáliában vagy éppen Svájcban viszont csökkenést mértek.

Magyarországon a 2017-es többlet nem megújuló forrásokból származott: szinte teljes egészében olaj- és földgázalapú volt. Pedig a globális trendek épp ellentétesek ezzel. Bár

---

<sup>1</sup> Tudományos munkatárs, MTA TK Szociológiai Intézet. E-mail: [ferencz.zoltan@tk.mta.hu](mailto:ferencz.zoltan@tk.mta.hu)

az olaj, a szén és a földgáz felhasználása is nőtt 2017-ben, a legnagyobb mértékben mégiscsak a zöldenergia bővült (JANDÓ 2018).

## 2. Energiaszegénység

Ha a háztartás nem jut elég energiához, az meghatározó tényező lehet a társadalmi kirekesztődésben. Ez a szempont az energiaszegénység egyes meghatározásaiban is kulcsszerepet játszik. A háztartás nem képes olyan mennyiségű energiához hozzájutni, amely lehetővé teszi, hogy az adott társadalomban szokásos módon éljen, az adott társadalomban szükséges tevékenységekben részt vegyen. Bár rendkívül fontos és egyre inkább előtérbe kerülő problémáról van szó, az energiaszegénységnek nincs egységes, uniós szinten elfogadott definíciója. A leggyakrabban használt (angol) értelmezés szerint egy háztartás akkor tekinthető energiaszegénynek, ha nem képes megfelelő szintre fűteni lakását, illetve a megfelelő fűtés aránytalan terhet jelent, azaz a háztartás bevételeinek egy meghatározott százalékánál többet költ energiára. A fenti definíció azonban csak 2013-tól van érvényben, előtte, 2001-től más definíciót használtak: a küszöb a nemzeti mediánérték kétszeresénél (10%) húzódott (Fülöp–Lehoczki–Krsjak 2014). Vagyis eszerint azokat tekintették energiaszegénynek, ahol a háztartás jövedelmének 10 százalékánál többet kellett az otthon melegen tartására fordítani. Ez a definíció tehát nem tartalmazott a jövedelmi szegénységre vonatkozó kitételet. Ennek alapján 2011-ben 3,2 millió háztartás minősült energiaszegénynek az Egyesült Királyságban, vagyis az összes háztartás 15%-a (Fuel Poverty Statistics).

A KSH 2012-ben készült Háztartási költségvetési és életkörülmény elnevezésű adatfelvételének (HKÉF) adatai szerint az összes háztartást figyelembe véve elmondható, hogy átlagosan éves jövedelmük 18%-át költik energiára, azaz villanyra, gázra, távfűtésre, illetve szilárd tüzelőanyagra. A medián 15,04%, vagyis a háztartások felében az éves jövedelem 15,04%-ánál kevesebb, a háztartások felében pedig ennél többet fordítanak az energia-költségek fedezésére.

A magyar háztartásokat a régi (10%-os) brit definíció szerint vizsgálva azt látjuk, hogy az energiaszegény háztartások felét az egyedülállók alkotják, míg az összes háztartás körében részarányuk csupán 24%. Ezzel szemben a jelenlegi, szegénységi küszöböt tartalmazó definíció szerint az egyedülállókból álló háztartások részaránya az energiaszegényeken belül csak 30%. Nagyobb viszont a gyermekes családok súlya: az energiaszegények 42%-a gyermekes háztartás, míg a régi (10%-os) definíció szerint nézve ez csak 22%.

Épülettípusonként tekintve az energiaszegény háztartások 75-80%-a családi házban él. A teljes sokasághoz képest (63%) az energiaszegények valamivel nagyobb arányban laknak családi házban. A válaszadók átlagosan 39%-a állította, hogy nagyon megterhelő számukra a lakás fenntartása. Leginkább a nagycsaládos, illetve a gyermekeiket egyedül nevelő szülőkből álló háztartások számára jelent ez fokozott megterhelést: 54-58%-uk válaszolta azt, hogy ez nagyon megterhelő. Mindez legkevésbé a gyermektelen párok számára probléma: 24-29%-uk jelezte, hogy nagy megterhelést jelent a lakás fenntartása.

A relatív jövedelmi szegénységre épülő megközelítés általában azt tekinti szegénynek, aki az adott társadalom átlagos vagy medián jövedelme 50–60 százalékánál alacsonyabb jövedelemből kénytelen megélni. Ezt alkalmazza az EU is, amikor a szegénység határát az ekvivalens (egy fogyasztási egységre eső) medián jövedelem 60%-ánál húzza meg. Az ily

módon szegénynek számító háztartások aránya Magyarországon a KSH HKÉF adatai szerint 11,5%. A különböző háztartástípusok nem egyformán érintettek a jövedelmi szegénység által. Legmagasabb a szegények aránya a nagycsaládos háztartások, illetve az egyedülálló szülőkből és gyermekeikből álló háztartások körében. A legkevesebb jövedelmi szegény a 65 éven felüliek között található.

A felhasznált összes energia 40%-a épületeinkben kerül felhasználásra, amelynek közel 2/3-a fűtési és hűtési célokat szolgál. Komoly probléma, hogy a mintegy 4,3 millió lakás 70%-a nem tesz eleget a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek. De ugyanekkora az arány a középületek esetében is (Putzer–Pavluska 2013).

A családoknak csupán negyede tartja nyilván folyamatosan az energiafogyasztását. 68%-uk nem tudja azt sem, hogy az egyes háztartási készülékek, otthoni elektronikai cikkek mennyit fogyasztanak. Pedig a felmérés szerint a magyar háztartások 55%-ánál a rezszi a teljes éves háztartási kiadás 25-50%-át teszi ki. Ez egy átlag magyar család számára évi 420-600 ezer forintnyi kiadást jelent. 27%-uk 420 ezer forintnál kevesebbet, 23%-uk pedig 600 ezer forintnál többet költ rezsire (Energiaoldal 2012b; HVG 2012; Index 2012).

Bár nem követik nyomon pontos fogyasztásukat, a legtöbb család mégis érzi, hogy valamilyen módon spórolni kell. Ezt támasztja alá, hogy a válaszadók 30%-a készülékei karbantartásával, többnyire a hűtő időszakos leolvasztásával, illetve 22%-uk a töltőberendezések kikapcsolásával igyekszik csökkenteni rezsijét. Mindez viszont arra utal, hogy a lakosság egyáltalán nincs tisztában lehetőségeivel. Egyetlen pozitív eredmény, hogy a megkérdezettek 66%-a saját bevallása szerint ismeri lakóhelye épületének szigetelési jellemzőit, illetve annak gyengeségeit. Ezáltal tudja azt is, hogy a rezsit hőszigeteléssel, ablakcserével, illetve korszerűbb fűtési rendszerrel lehetne még alacsonyabb szintre csökkenteni. Biztató az is, hogy a fent leírtak ellenére a családok többsége szeretne tudatosabbá válni, és igénylik ezen ismereteik bővítését. A megkérdezettek 61%-a szívesen igénybe venné tanácsadó, szakember segítségét is. (Energiaoldal 2012a, 2012b; HVG 2012; Index 2012).

A háztartások átlagos fogyasztási szerkezete, energiafelhasználásának átlagos megoszlása a következő: 75% – fűtés, légkondicionálás; 11% – melegvíz-előállítás; 7% – főzés; 2% – hűtés; 16% – fagyasztás; 2% – világítás; 1,5% – mosó- és mosogatógép; 1,5% – elektromos eszközök.

Egyelőre Magyarországon a háztartások igen kis százalékában használnak alternatív energiaforrást. A napenergia-felhasználás még csak a háztartások 0,1%-ánál jelent meg, s ugyanennyien használtak pelletet. Azonban például a hőszivattyús fűtés kizárólagos fűtéstként még nem volt kimutatható. A távhőszolgáltatók a hőenergia előállításához körülbelül 9%-ban alkalmaznak biomassza-alapú tüzelőanyagokat (Putzer–Pavluska 2013).

Tabi (2011) felmérése alapján az e témakörhöz tartozó befolyásoló változók a következők: a lakásméret, a háztartás nettó jövedelme, háztartásokban élők száma, a foglalkoztatottság/szociális státusz.

A lakásméret esetében szignifikáns, pozitív kapcsolat mutatható ki, vagyis minél nagyobb a lakás, annál nagyobb lesz a háztartás energiafogyasztása. A háztartások nettó jövedelme a kutatások alapján nincs hatással a háztartás energiafogyasztására, ami ezek szerint nem függ a pénztárcánktól. A szerző ezt azzal magyarázza, hogy a lakásméret és a jövedelem között sincs összefüggés. Érdekes módon Csutora (2011) ugyanakkor egyértelmű korrelációt tárt fel a jövedelem és a környezettudatosság között. A brit háztartások vizsgálatakor Druckman és Jackson (2008) szintén kimutatta az energiafogyasztás és a háztartások



jövedelme közötti szignifikáns összefüggést, igaz a szerzők kiemelték, hogy nem kizárólag ettől függ a fogyasztás, ez csupán egy, ám igen fontos tényező a befolyásoló tényezők közül.

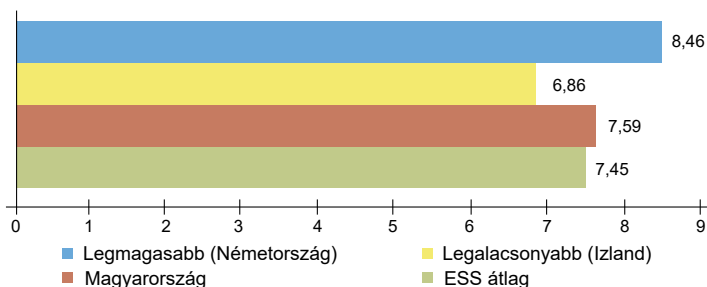
### 3. Az ESS 2017. évi adatfelvételének eredményei

Az European Social Survey program 8. adatfelvételi fordulója, amelynek lekérdezésére 2016 végén került sor, tartalmazott olyan kérdéseket, amelyek alapján hazai és a minta által megjelenített európai országokra vonatkozóan tudtuk vizsgálni az energiafelhasználás és a klímaváltozás kérdéskörét. A kérdőív alap- és változó modulokból állt. A változó modulok témája a klímaváltozással és energiabiztonsággal kapcsolatos ismeretek, energiahasználati gyakorlatok, valamint a jóléti ellátások és az azzal kapcsolatos attitűdök voltak.<sup>2</sup>

### 4. Energiatakarékosági attitűdök

Az első megközelítés a lakosság növekvő fogyasztását figyelembe véve közelítette a kérdéskört. A válaszadónak azt a helyzetet kellett elképzelniük, hogy ha új elektromos berendezést vennének, milyen mértékben figyelnének arra, hogy a leginkább energiatakarékos készüléket válasszák. A 11 fokú skálán mért értékelés átlaga a közepesnél magasabb értékű valószínűséget mutat (7,6) (1. ábra). Ez kis mértékben meg is haladja az ESS-kutatásban részt vevő országok átlagát, de jelentősen elmarad a legmagasabb értéket mutató német eredménytől.

Leginkább az 50-59 éves korcsoport tagjai, a felsőfokú végzettségűek; az egyéni vállalkozók; a 8-10. jövedelmi decilisbe tartozók és azok tesznek így, akik jól kijönnek a jövedelmükből.

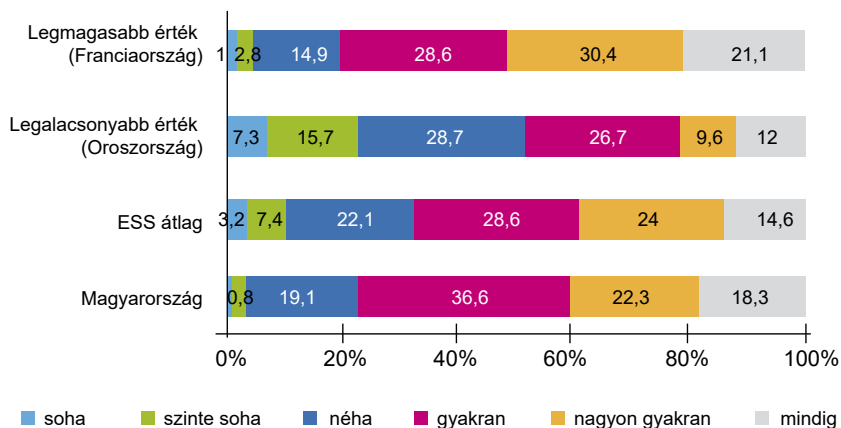


1. ábra

*Ha nagyobb elektromos készüléket venne otthonra, mennyire valószínű, hogy az egyik legenergiatakarékosabb modellt választaná? (11 fokú skálán mért értékelés: 0 – egyáltalán nem valószínű; 10 – nagyon valószínű)*

*Forrás: a szerző számítása és szerkesztése az ESS 8. hulláma adatai alapján*

<sup>2</sup> Az ESS adatfelvételének mintavételi alapelvei: Reprezentatív minták: 15 évnél idősebb lakosság, magánháztartások, függetlenül az adott személy nemzetiségétől, állampolgárságától, anyanyelvétől. Nettó elemszám: országonként 1500 fő (Magyarországon 1614 fő), 18 országból összesen 41792 fő megkérdezett. Véletlen mintavétel: egyéni vagy háztartási mintavételi keretek. Kvótás mintavétel: az adatfelvétel során nem megengedett.



2. ábra

*A hétköznapiakban milyen gyakran tesz lépéseket azért, hogy az energiafogyasztását csökkentse?*

*Forrás: a szerző számítása és szerkesztése az ESS 8. hulláma adatai alapján*

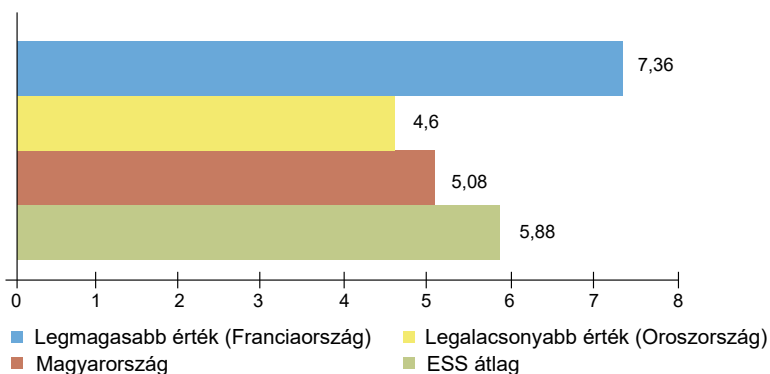
Többféle dolgot tehetünk azért, hogy energiafogyasztásunkat csökkentjük: például kikapcsoljuk azokat a készülékeket, amelyekre éppen nincs szükségünk, rövid távolságra gyalog megyünk, vagy csak akkor használjuk a fűtést és a légkondicionálót, mikor igazán indokolt.

Viszonylag gyakran tesz valamit az energiafelhasználás csökkentésére a lakosság több mint háromnegyede (77,2%). Leginkább azok, akik jól kijönnek a jövedelmükből.

Látjuk, hogy a valamilyen gyakorisággal cselekvők arányában nem sokkal maradunk el a franciáktól, sőt ha a negatív válaszok arányát nézzük, akkor nálunk a legjobb a helyzet, de az egyes gyakorisági kategóriák között jelentős az eltérés (2. ábra). Láthatjuk, hogy nálunk a nagyon gyakran és mindig cselekvők aránya kissé meghaladja az ESS-átlagot, de már jelentősen elmarad a francia adatoktól. A gyakran kategóriát választók aránya Magyarországon volt a legmagasabb.

A válaszadók ennek ellenére inkább nem biztosak abban, hogy kevesebb energiát tudnának használni, mint amennyit most használnak (3. ábra). A magyar átlag (5,08) alatta marad az ESS-átlagnak (5,88), és jelentős mértékben alacsonyabb a franciánál (7,36). A vizsgált mintában az orosz eredmények a leginkább pesszimisták.

Határozottabban fogalmazták meg ezt a véleményt a 18-29 éves; a legalább érettségizettek és a nagyvárosokban élők.



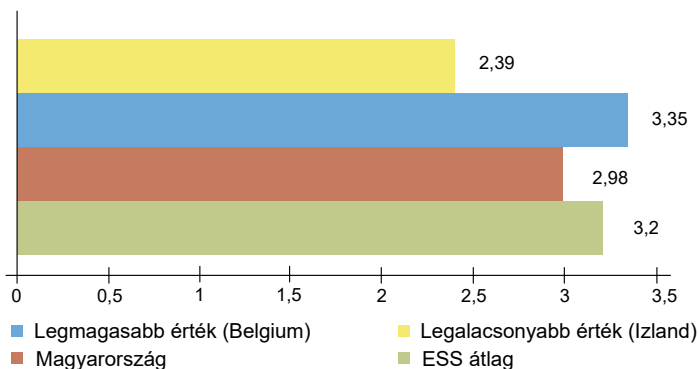
3. ábra

*Mennyire bizonyos abban, hogy képes lenne kevesebb energiát fogyasztani annál, mint amennyit most fogyaszt? (11 fokú skálán mért értékelés; 0 – egyáltalán nem biztos benne; 10 – teljesen biztos benne)*

*Forrás: a szerző számítása és szerkesztése az ESS 8. hulláma adatai alapján*

A magyarok szinte teljesen semleges álláspontot képviselnek az energiaárak emelkedésétől való félelmet illetően (4. ábra). A vizsgált országok átlaga is csupán nagyon kismértékű aggodalmat jelez. A Belgiumban mért legmagasabb érték is éppen csak meghaladja ezt. Az izlandiak azok, akik a legkevésbé aggódnak az energiaárak várható növekedése miatt.

A megkérdezettek kétharmada valamennyire aggódik amiatt, hogy az energia sok ember számára túl drága lesz. Leginkább a maximum 8 általános végzettséggel rendelkezők; az 1., 2. és a 10. (!) jövedelmi decilisbe tartozók; valamint azok, akinek nehézséget jelent kijönni a jövedelmükből. A klímaváltozás miatt azonban nem aggódnak jelentős mértékben.



4. ábra

*Mennyire tart attól, hogy sok embernek túl drága lehet Magyarországon az energia? (5 fokú skálán mért értékelés: 0 – egyáltalán nem; 5 – nagyon)*

*Forrás: a szerző számítása és szerkesztése az ESS 8. hulláma adatai alapján*

Láthatjuk, hogy az energiaárak növekedése a legalacsonyabb és a legmagasabb jövedelműeket is aggodalommal töltötte el. Az aggodalom mértékének megfelelően különböző megoldási, kezelési javaslatokat támogattak. A növekvő aggodalom egyben a fosszilis tüzelőanyagok adójának növelése ellen fejtett ki hatásokat. Az energiaárak miatt nagyon és nem jelentősen aggódók is a megújuló energiahordozók állami támogatása ellen foglaltak állást. Az aggodalom növekedése egyetlen megoldási javaslat támogatottságát növelte, ez pedig a nem energiahatékony termékek eladásának törvényi tiltása volt. Ezekből az összefüggésekből az látszik, hogy a hagyományos energiahordozók mítosza továbbra is fennmaradt, amit Magyarországon a piaci árak támogatásokkal való eltérítése is erősít (rezsicsökkentési program). Emiatt vált a lakosság számára fontossá a fosszilis tüzelőanyagok alacsony ára és az ezzel ellentétes megoldást nyújtó, megújuló energiaforrások támogatásának ellenzése.

## 5. A klímaváltozással összefüggő kérdések

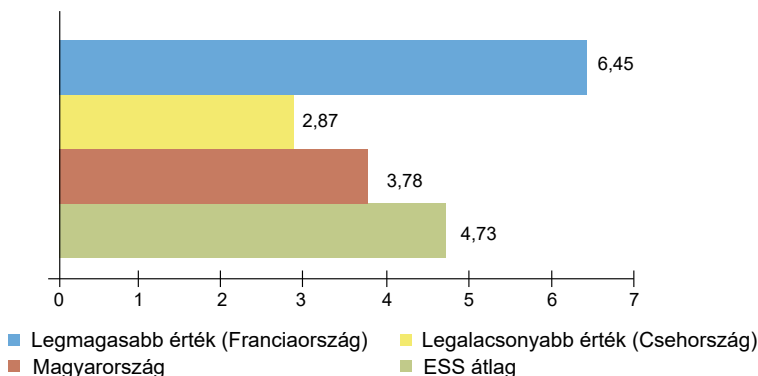
Az előző fejezetben láthattuk, hogy önmagában az energiafogyasztás csökkentése milyen mértékben és milyen okokból eredően mehet végbe. Ennek a kérdéskörnek egy összetettebb megközelítése az, amikor ugyanezt a jelenséget a klímaváltozással összefüggésben vizsgáljuk. A klímaváltozásról azt gondoljuk, hogy napjaink egyik vezető, meghatározó, fontos jelensége, amelynek a hatásaival mindenki tisztában van, ezért a két kérdéskör könnyen összekapcsolható.

A vizsgálat azonban nem teljesen ezt a képet tükrözte vissza. A minta átlaga teljesen semleges képet mutatott (3,05 az 5 fokú skálán). A magyarok viszont a legalacsonyabb átlagértéket mutatták (2,45); ami azt jelenti, hogy a legkevésbé foglalkoztat minket e klímaváltozás kérdése. Ez nem jelenti azt, sehol a vizsgált országokban, hogy az emberek ne gondolnák azt, hogy a klímaváltozás létező jelenség. Magyarországon a lakosság 91 százaléka így gondolkodik. A klímaváltozás tényének ismerete azonban nem okoz riadalmat a lakosság körében, hiszen a magyar alminta értéke (3) és a vizsgált országok átlaga (3,05) is ezt mutatja.

A klímaváltozással kapcsolatos személyes viszonyulást jelzi, hogy a saját felelősség mértéke az átlagos alatt marad. Különösen Magyarországon, de a legalacsonyabb cseh érték ezt is jóval alulmúlja. Kiemelkedő a franciák felelősségérzete ebben a kérdésben (5. ábra). A válaszadók úgy gondolják, hogy ha az emberek tömegesen csökkentették energiefelhasználásukat, az sem csökkentené a klímaváltozást. Az átlagosnál pozitívabban gondolkodnak erről a diplomások; a kisvárosban élők; a 4-8. jövedelmi decilisbe tartozók; azok, akik kijönnek a jövedelmükből, illetve akik nagyon aggódnak a klímaváltozás miatt.

Még kevésbé bizakodóak abban a kérdésben, hogy az emberek csökkenteni fogják a klímaváltozás miatt az energiefelhasználásukat (3,35).

A saját energiafogyasztás-csökkentésükről gondolják legkevésbé, hogy az hozzájárulhatna a klímaváltozás csökkentéséhez (3,77). Ebben a kérdésben az átlagosnál pozitívabban gondolkodnak a diplomások, valamint azok, akik kijönnek a jövedelmükből, továbbá azok, akik szerint valószínűleg változik a klíma. Azok, akik szerint biztos a klímaváltozás, nagyon negatívan ítélik meg a saját lehetőségeiket.



5. ábra

*A személyes felelősség mértéke a klímaváltozás csökkentésében  
(11 fokú skálán mért értékelés: 0 – egyáltalán nem; 10 – nagyon)*

*Forrás: a szerző számítása és szerkesztése az ESS 8. hulláma adatai alapján*

## 6. Összefoglalás

Bár az energiaszegénység jelentős méreteket ölt Magyarországon is, a lakosság alacsonyabb jövedelmű csoportjai kevésbé hajlandóak takarékos cselekvésekre. Annak ellenére van ez így, hogy a lakosság kétharmada aggódik az energiaárak emelkedése miatt. Nem csak a két legalacsonyabb, hanem a legmagasabb jövedelmi tizedbe tartozóknál is jellemzően előforduló véleményről van szó.

Még kedvezőtlenebb a kép a klímaváltozással összefüggésben. A magyar lakosság többsége nem aggódik a klímaváltozás miatt. Ráadásul többségében úgy gondolkodnak, hogy az energiafelhasználás tömeges visszafogása sem javítana a klímaváltozáson. Kétegyüket fogalmazták meg azzal kapcsolatban, hogy az emberek hajlandóak lennének az energiafogyasztásukat visszafogni a klímaváltozás miatt. Nem ítélték sokkal jobbnak saját lehetséges szerepüket sem. Itt a közepes és annál magasabb, de nem a legmagasabb jövedelműek (4-8. jövedelmi decilis) mutattak valamiféle hajlandóságot. Inkább várják azt, hogy a kormányok tegyenek lépéseket ennek a kérdésnek a megoldására.

Az energiatudatosságot megjelenítő fontos magatartásforma az energiatakarékos új háztartási berendezések vásárlása. De ez alapvetően a magas jövedelműekre jellemző cselekvés. A mindennapi életben vannak apró dolgok, amelyekkel az emberek csökkenthetik az energiafelhasználásukat, de egyáltalán nincsenek meggyőződve arról, hogy a jövőben kevesebb energiát fognak használni.

## Felhasznált irodalom

- CSUTORA M. (2011): A látványos akcióktól a hatáson cselekvésig. A környezettudatos és a közömbös fogyasztók ökológiai lábnyoma. In CSUTORA M. szerk.: *Az ökológiai lábnyom ökonómiája*. Budapest, Aula. 91–107.
- DRUCKMAN, A. – JACKSON, T. (2008): Household Energy Consumption in the UK: a Highly Geographically and Socio-economically Disaggregated Model. *Energy Policy*, Vol. 36. No. 8. 3167–3182.
- Energiaoldal (2012a): *Akár a jövedelem felét is elviszi a lakásrezsi Magyarországon*. Forrás: <http://energiaoldal.hu/akar-a-jovedelem-felet-is-elviszi-a-lakasrezsi-magyarorszagon/> (A letöltés ideje: 2013. 02. 10.).
- Energiaoldal (2012b): *Pazar: nem energiatudatosak a magyar családok*. Forrás: <http://energiaoldal.hu/pazar-nem-energiatudatosak-a-magyar-csaladok/> (A letöltés ideje: 2013. 02. 10.).
- Fuel Poverty Statistics*. Forrás: [www.gov.uk/government/collections/fuel-poverty-statistics](http://www.gov.uk/government/collections/fuel-poverty-statistics) (A letöltés ideje: 2018. 07. 12.).
- FÜLÖP O. – LEHOCZKI-KRSIAK A. (2014): Energiaszegénység Magyarországon. *Statisztikai Szemle*, 92. évf. 8–9. sz. 820–832.
- HVG (2012): *Nem figyelik energiafogyasztásukat a magyar családok*. [http://hvg.hu/ingatlan/20120919\\_Nem\\_figyelik\\_energiafogyasztasukat\\_a\\_magy](http://hvg.hu/ingatlan/20120919_Nem_figyelik_energiafogyasztasukat_a_magy) (A letöltés ideje: 2013. 02. 10.).
- Index (2012): *Félmilliót költünk rezsire évente*. Forrás: [http://index.hu/gazdasag/magyar/2012/08/30/felmilliot\\_koltunk\\_rezsire\\_evente/](http://index.hu/gazdasag/magyar/2012/08/30/felmilliot_koltunk_rezsire_evente/) (A letöltés ideje: 2013. 02. 10.).
- JANDÓ Z. (2018): *Sehol nem nőtt akkorát Európában az energiafelhasználás, mint Magyarországon*. Forrás: <https://g7.24.hu/piac/20180620/sehol-nem-nott-akkorat-europaban-az-energiafelhasznalas-mint-magyarorszagon/> (A letöltés ideje: 2018. 07. 02.).
- KSH Statisztikai Tükör (2018): *A háztartások fogyasztása, 2017*. Forrás: [www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/haztfogy/haztfogy1712.pdf](http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/haztfogy/haztfogy1712.pdf). (A letöltés ideje: 2018. 02. 12.).
- PUTZER P. – PAVLUSKA V. (2013): *Szakirodalmi összefoglaló az energia- és alternatív energiafogyasztás Magyarországon témakörében*. Pécs, Pécsi Tudományegyetem.
- TABI A. (2011): A magyar háztartások energialábnyomának vizsgálata lakossági felmérés alapján. In CSUTORA M. szerk.: *Az ökológiai lábnyom ökonómiája*. Budapest, Aula. 77–90.

Vákát oldal

# Az éghajlatváltozás hatása a Föld vízgazdálkodásán tükröződik vissza a legélesebben

*Szigeti Tamás<sup>1</sup>*

## Bevezetés

Az éghajlatváltozás tényét egyre kevesebben vitatják. Hatásait ugyanakkor nem könnyű tetten érni, hiszen a légkör időjárási jellemzői természetüknél fogva rapszodikusak. Szélsőséges időjárási jelenségeket évezredek óta ismerünk, de gyakoriságuk a 20. század második felétől kezdődően érezhetően megnőtt. Az időjárási jelenségek pedig szervesen kapcsolódnak a Föld vízháztartásához, a felszínen és a felszín alatt található különböző víztestekhez.

A víz – beleértve a légkör páratartalmát is – kulcsszerepet játszott a Föld élővilágának kialakulásában, és az emberiség történetében, s ez így van napjainkban is. A víz misztikus fontosságát az okkult tudományok tanításai évszázadok óta hangsúlyozzák, s az ókori kultúrában is méltó módon emlékeztek meg róla. Pindarosz nyomán született e mondat: *αριστον μιν υδωρ* (ariston men hydor – nincs jobb a víznél). Egy, az Olimpiáról szóló ódában így ír: „A legjobb a víz s az arany, mint éjszakában égő tűz, kicsillog a fejedelmi kincs középeből.” A víz fizikai-kémiai tulajdonságai olyanok, hogy az élő és élettelen természetben betöltött szerepét csak rendkívül szűk hőmérséklet-tartományban képes maradéktalanul betölteni. Ezért nem mindegy, hogy az ipari forradalom óta a Föld átlagos hőmérsékletének emelkedése eléri-e, vagy meg is haladja a legtöbb, e témában kutató szakember által említett +2 °C-ot. Írásomat a rendelkezésemre álló idő korlátai miatt kevésbé tudományos, inkább gondolatébresztő célzattal készítettem, ezért a benne foglalt, többnyire köztudott állításokhoz csak elvétve fűzök szakirodalmi hivatkozást.

## 1. A víz jelentősége az emberi kultúrában

A víz az emberiség történetét végigkísérő misztika állandó kísérője. Fizikai természeténél fogva a megtisztulás, a bűnöktől való megszabadulás és az élet fenntartásának jelképe lett. Az alkímisták és az ő hagyományait ápoló iskolák, beleértve az asztrológusokat is, a vizet az embert gyönyörködtető nedves és passzív, főként befogadó, a női attribútumot képviselő angyali őselemnek tartották. Az asztrológiai rendszerben a Bak és a Halak csillagképek között helyet foglaló Vízöntő (Aquarius) február 16. és március 12. között évenként „tisztítja”

---

<sup>1</sup> Üzletfejlesztési igazgató, WESSLING Hungary Kft. E-mail: [szigeti.tamas@wessling.hu](mailto:szigeti.tamas@wessling.hu)



meg a világot, a Föld tengelyének precessziójából adódóan pedig 25 920 évenként uralkodó csillagképként a teljes világ megújódását jelenti. A mai ember számára – megengedve ősi asztrológiai jelentőségét is – a víz inkább a gyakorlati élet és a szabadidő kellemes eltöltéséhez segítséget nyújtó „elem”. Az emberek szívesen pihennek vízpartok közelében, megfigyelhető, hogy vízparti éttermekben elsőként a vízfelülethez közeli asztalokat foglalják el: a folyók, tavak, tengerek vízének látványa pihenteti a hétköznapi életben megfáradt ember idegrendszerét. A gyakorlati életben a víz segítségével energiát lehet termelni és tárolni. Felszíni vizeink fontos közlekedési útvonalak, és ne feledkezzünk meg arról sem, hogy a csapvíz Magyarországon az EU-hoz való csatlakozás után jogi értelemben is élelmiszernek minősül. A 21. századi, technikailag fejlett országokban élő ember számára magától értetődő dolog az, hogy az otthonokban, középületekben található csapokból tiszta, egészséges, iható víz folyik.

## 2. A víz jelentősége az élet keletkezése és fennmaradása számára

Mai ismereteink szerint a földi élet a bolygót körülvevő tengerek vízében alakulhatott ki. Testünk folyékony alkotórészei – a vér, a nyirokfolyadék, a sejtek víztartalma – ma is a tengerek sós összetételét idézi. Saját, ifjúkori emlékeim között tartom számon egy élményemet: barátaimmal Bulgáriában a Fekete-tengerben strandolva tapasztaltam, hogy a víz alá merülve nyitott szememet nem irritálta a tenger sós vize. A fiziológiás sóoldat koncentrációja kb. 9‰, a Fekete-tenger só-koncentrációja pedig kb. 6‰ (Wikipédia).

Az emberi test teljes tömegének mintegy 72%-a víz. A tüdők 90%, a vér 82%, a bőr 80%, az izmok 75%, az emberi agy 70%, a csontok 22% vizet tartalmaznak (CTAFORM 2018).

A víz 10<sup>5</sup>-os vegyértékszögéből és kémiai összetételéből következő dipólusmomentuma alapján ideális közeg az élő anyag sejteinek belsejében lezajló biokémiai reakciók számára. Kémiai aktivitása következtében számos kémiai folyamat aktív közreműködője. A víz a felhasználási helyekre szállítja az élőlények által felvett és hidrolizált tápanyagok összetevőit, majd elszállítja, és a testből kiüríti az életfolyamatok során elhasznált, szükségtelen, sok esetben toxikus vegyületeket. Az ozmózisnyomás fenntartásával biztosítja a sejtek mechanikai tulajdonságait (izom- és bőrtónus), és párolgáshője révén szabályozza a melegvérű élőlények testének hőmérsékletét.

## 3. Néhány gondolat a Föld vízkészletének megoszlásáról

A Föld felületének mintegy 75%-át víz borítja. Ez a szám első olvasatra bizakodásra ad okot, hiszen ilyen nagy kiterjedésű vízfelületnek tartalmaznia kellene annyi vizet, amennyit a jelenleginél akár kétszer nagyobb létszámú emberiség igényel. A valóság azonban nem ennyire biztató. A USGS Water Science School által az interneten közzétett adatok szerint a Föld teljes vízkészletének (338 millió km<sup>3</sup>) mindössze 3,4%-a (34,6 millió km<sup>3</sup>) édesvíz, amelynek csak további töredéke tekinthető „tiszta”, potenciálisan iható víznek (0,08%, 10,5 millió km<sup>3</sup>). Az USGS Water Science School adatait az 1. táblázatban foglaltam össze (USGS 2016):

1. táblázat  
A Föld vízkészletének megoszlása (2016. 12. 02-i adatok alapján)

A víz típusa (forrása)	A víz térfogata km <sup>3</sup>	Az édesvizek relatív %-os aránya	Teljes %-os arány
Óceánok, tengerek, öblök	1 338 000 000	–	96,54
Jégsapkák, gleccserek, állandó hó	24 060 000	68,6	1,74
Talajvíz	23 400 000	–	1,69
Édesvíz	10 530 000	30,1	0,76
Sós víz	12 870 000	–	0,93
Talajnedvesség	165	0,05	0,001
Szárazföldi jég és permafrost	300	0,86	0,022
Tavak	1 764	–	0,013
Édesvíz	91	0,26	0,007
Sós víz	854	–	0,007
Légköri nedvesség	129	0,04	0,001
Mocsarak ingoványok	1 147	0,03	0,0008
Folyók, tavak	212	0,006	0,0002
Biológiai víz	112	0,003	0,0001
Légköri víz	12 900	–	0,01

Forrás: USGS Water Science School 2016

Az 1. táblázat adatait áttekintve érthető, hogy a Földön rendelkezésre álló – rendkívül csekély mennyiségű –, potenciálisan ihatónak tekinthető vízkészlettel a jelenlegi gyakorlathoz képes nagyobb felelősséggel kellene gazdálkodnunk.

#### 4. Gondolatok a fenntarthatóságról

A technikailag fejlett országok döntéshozói szívesen beszélnek az egyes gazdasági ágazatok versenyképességéről és – Bruntland asszony nyomán – a fenntartható fejlődésről (United Nations 1987). A Bruntland-jelentés elkészítésének idején azonban a környezetvédelemmel foglalkozó szakemberek (mérnökök, kutatók) nem ismerték fel az antropogén eredetű éghajlatváltozás okozta környezeti károkat, közöttük a Föld vízháztartásának módosulást, a vízkészletek csökkenésének veszélyét.

Magyarország felszíni és felszín alatti vízkészlete összesen közel 20 milliárd m<sup>3</sup>-t tesz ki (HEGEDŰS 2017). Ebből mintegy 5,5 milliárd m<sup>3</sup> víz a felszín alatti víztartó rétegekben, kb. 14 milliárd m<sup>3</sup> pedig a felszíni víztestekben található. A légkör átlagos hőmérsékletének emelkedésével várható, hogy a folyékony halmazállapotú víz a jelenleginél nagyobb arányban fog párologni, és a légkörbe jut, csökkentve ezzel a fizikailag felhasználható víz mennyiségét. Ez a jelenség a melegebb égövön elterülő országokat fogja nagyobb hatással érinteni.

Maga a fenntarthatóság elméleti fogalom. Gyakorlati megvalósulása termodinamikailag is kétséges, hiszen a hőtan II. alaptörvénye értelmében a reális, zárt rendszerekben végbemenő folyamatok a rendszerek entrópiáját növelik (ERDEY-GRÚZ 1963). Az entrópia növekedése a rendszer szerkezeti sokféleségének csökkenéséhez, szélsőséges esetben a rendszer széteséséhez vezethet.

Az emberi környezet „fenntarthatóságának” megszüntét – ha egyáltalán létezhett volna fenntarthatóság – a bibliai időkre tehetjük. A Biblia szerinti Paradicsom elvesztésével, a Paradicsomból való kiűzetés vélhetően az ember hedonizmusának, a technológia uralomra jutásának szimbolikus ábrázolása lehet. Mindazonáltal a perzsa mitológiából ismert Ahrimán az antropozófiai gondolkodási rendszer szerint a bibliai Sátánnal rokon, a szabályozatlan mértékű technológia és a műszaki fejlődés sötét angyalaként értelmezhető spirituális entitás. Álljon itt egy idézet a *Sumer* című könyvből mindennemű tudományos megalapozottság nélkül ugyan, de megfontolásra érdemes gondolat gyanánt:

„Ahrimán elvárásai: a materiális természettudomány, a szabad szellemiség elnyomása a gazdasági és jogi környezet által, profit orientált világ (fogyasztói társadalom), embernek ember általi kizsákmányolása, a valóságtól teljesen elszakadt értékrend és világkép. Ahrimán fő eszközei: a túlbonyolított törvénykezés, a pénz egyedüli uralma a termeléstől a világ vezetéséig bezárólag, az informatika, az internet virtuális világa. Ez utóbbi teljesen degenerálja a vele függőségben élőket. Gondolkozzunk csak el, mennyire felel meg a mai világunk erre? Maximálisan.” (ROSZ 2014)

## 5. A víz mint a környezeti hatások közvetítője

A klíma felmelegedése révén várható a tengerszint emelkedése is. Ennek oka egyrészt a melegedő víztömegek hőtágulása, másrészt a sarki jégtömegek olvadása lehet. A tengerek szintjének növekedése egyes vélekedések szerint 2100-ra kb. 65 cm lehet. A magasabb hőmérséklet révén intenzívebbé váló párolgás megnöveli a légkör nedvességtartalmát. A jelenség a melegebb területek további kiszáradását, a hűvösebb területek csapadékosabbá válását eredményezheti (SCHNEIDER 1992).

Az időjárás jelenségek hektikusabbá válása miatt hulló, áradásokat kiváltó csapadékvíz elvezetése nélkül nagy területek kerülhetnek víz alá, ami nemcsak az infrastruktúra rombolásával, hanem a víz által szállított fertőző és szennyező anyagok révén a rendelkezésre álló ivóvízbázisok tönkretételével, illetve járványok terjesztésével okozhat nagy károkat.

A csapadékosabbá váló területeken különösen fontos lenne a hulladékok kezelésének megreformálása is. A „hagyományos” eljárás szerint a lerakókban elhelyezett hulladékok megnövekedett csurgalékvizeinek kezelése további kihívást jelent. A technológiailag fejlett országok hulladékainak mennyisége az ipari termelés bővülésével arányosan nő. Gerle György még 1982-ben figyelmeztetett arra, hogy az ipari termelés valamennyi produktuma maradéktalanul primer vagy szekunder hulladékká alakul (GERLE 1982, 140–141.). A körkörös gazdálkodási rendszer nélküli rendszerekben a lerakott hulladékból kioldódó káros anyagokat a víz nagy távolságokra szállíthatja akár a felszínen, de a felszín alatti áramlások révén is.

A mikroműanyagok megjelenése a környezetet veszélyeztető hatások talán „legfiatalabbnak” tekinthető csoportját képezik. Az elsődleges és másodlagos mikroműanyagok terjedésében szintén a víz a legmeghatározóbb szerep.

A lakókörnyezet és ipari zónák biztonságát a tengerparti régiókban egyre gyakoribbá váló tengeri viharok s a viharok által kiváltott szökőárok is veszélyeztethetik. Ilyen szökőár öntötte el 2017. október 17-én Cornwallban Porthleven kikötőjét. A szökőár a 2017. október 13-án az Atlanti-óceán felett kialakult Ophelia elnevezésű hurrikán nyomán ért partot, és templomtorony-magasságú hullámokkal öntötte el a város tengerparti területeit.

## 6. Következtetések

Nos, láttuk tehát, hogy századunkban az éghajlatváltozás hatásai az érintett területek különböző gazdasági ágazataiban, életfeltételeiben jelentkezhetnek. Fontos lenne, hogy a civilizált világ polgárai, közöttük a gazdasági és politikai élet döntéshozói felismerjék, hogy a mértéktelen fogyasztás és gazdasági haszonszerzés miatt túlerőltetett termeléssel és fogyasztással földi környezetünket kézzelfogható veszélybe sodorhatjuk. Széleskörű összefogással, a jelenleginél észszerűbb elosztási körülmények biztosításával még van lehetőségünk környezetünk sérüléseinek gyógyítására, s talán a globális felmelegedési folyamat antropogén eredetű forrásainak féken tartására is.

Ezekhez a gondolatokhoz járul hozzá Tóth Gergely közgazdász közelmúltban megjelent munkája is. Könyvében részletesen elemzi az emberiség történelmében kimutatható közgazdasági jelenségeket, a különböző felfogású iskolák főbb gondolatait. Többek között rámutat arra, hogy az évezredek során kialakult közgazdasági rendszerek elsődlegesen a krematisztika, a „még több” közgazdaságtana elvén működnek. Létezik azonban egy másik járható út is, az oikónómia útja, amikor a gazdaság szereplői az „elég”, vagyis az erény közgazdaságtana szerint tervezik folyamataikat (TÓTH 2016). Az oikónómia szerint szervezett gazdasági rendszerek mellett jó esélyünk lenne a jelenleg tapasztalható etikátlan, a környezetet és magát az embert is veszélyeztető folyamatok visszaszorítására, ezzel egy „fenntarthatóbb” közösségi fejlődés útjára lépünk.

## Felhasznált irodalom

- Wikipédia: *Fiziológiás oldat*. [https://hu.wikipedia.org/wiki/Fiziol%C3%B3gi%C3%A1s\\_oldat](https://hu.wikipedia.org/wiki/Fiziol%C3%B3gi%C3%A1s_oldat) (A letöltés ideje: 2018. 06. 10.).
- USGS Water Science School (2016): *How Much Water is There On, In, and Above the Earth?* Forrás: <https://water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html> (A letöltés ideje: 2018. 02. 23.).
- Octaform (é. n.): *A víz szerepe az emberi testben*. Forrás: <http://octaform.hu/hu/elonyok/a-viz-szerepe> (A letöltés ideje: 2018. 02. 25.).
- United Nations (1987): *Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development*. Forrás: [www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExteriorCooperacion/Desarrollosostenible/Documents/Informe%20Brundtland%20\(En%20ingl%C3%A9s\).pdf](http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExteriorCooperacion/Desarrollosostenible/Documents/Informe%20Brundtland%20(En%20ingl%C3%A9s).pdf) (A letöltés ideje: 2018. 01. 07.).
- HEGEDŰS H. (2017): *Magyarország felszín alatti vizeinek fenntartható minőségvédelme a jogi szabályozás és a lehetséges javító tevékenységek tükrében*. Doktori értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola.

- ERDEY-GRÚZ T. (1963): *A fizikai kémia alapjai*. Budapest, Műszaki.
- OROSZ Zs. (2014): *Csalogány. Sumer*. Szerzői kiadás.
- SCHNEIDER, S. (1992): Will Sea-Levels Rise or Fall? *Nature*, Vol. 356. No. 63–64. 11–12.
- GERLE Gy. (1982): *Tervszerű környezetfejlesztés*. Budapest, Akadémiai.
- TÓTH G. (2016): *Gazdasággép. A fenntartható fejlődés közgazdaságtanának kettős története*. Budapest, L'Harmattan.

# Új utakon: termolitikus hulladékhasznosítás az iparban

*Németh Zsolt<sup>1</sup>*

## Bevezetés

Az emberiség által termelt hulladék mennyisége mára elérte a napi kb. 4 millió tonnát (HOORNWEG–BHADA-TATA 2012). Ennek a hatalmas mennyiségnek sajnos csak rendkívül kis részét hasznosítjuk újra nyersanyagként, így a maradék kikerülve a gazdasági körforgásból, legtöbbször a természeti környezetet szennyezi. Jó példa erre a műanyag-hulladék, amelyből becslések szerint évente mintegy 8-10 millió tonnányi jut a tengerekbe (LE GUERN 2019). A környezet mind nagyobb hulladékterhelése beláthatatlan ökológiai folyamatokat indított el bolygónkon. Még a biológiailag nem bontható hulladékokban, például a gumiban vagy más polimerekben is található szerves és szervesetlen komponensek egy része is kioldódik a változó kémiai környezet (például a talaj, az állatok emésztőrendszere stb.), a fotodegradáció hatására és más fizikai-kémiai behatásokra, részecskéik pedig a levegővel messzire szállva bejutnak légutainkba, a csapadékvízzel bekerülnek a talajba és a táplálékláncba. Számos faj és a tápláléklánc csúcsán lévő ember is egyre növekvő dózisban van kitéve toxikus hatásoknak, amelyek részben a környezetbe került nehézfémeknek, hormonhatású anyagoknak (például gyógyszermaradványok, műanyag- és gumiadalékok, biszfenolok, ftalátok stb.) vagy más, az evolúció által eddig nem ismert géntoxikus vagy mutagén anyagoknak (például PAH, PCB, DDT, növényvédőszer stb.) köszönhető.

A civilizáltabb országokban már évtizedek óta észlelhető a törekvés legalább a hulladékok okozta környezeti kár csökkentésére, emellett a közegészségügyi állapotok is megkövetelik a gyűjtést és „ártalmatlanítást”, azonban a gazdasági érdekek, a politika és jog alkotta szövevényes problémahalmazra érdemi megoldást mindeddig nem sikerült megvalósítani. Hazánkban is csak 2012-ben, sokéves készülődés után sikerült megszavazni a CLXXXV sz. „hulladéktörvényt”, amely a hatálybalépése óta eltelt 5 év során 26 alkalommal került módosításra, több mint 360 pontban és hiányosságaiából fakadóan máig sem szabályozza kielégítően a hazai hulladékmenedzsment egészét.

---

<sup>1</sup> Tudományos főmunkatárs, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Fenntartható Fejlődés Tanulmányok Intézet. E-mail: [Nemeth.Zsolt@vtki.uni-nke.hu](mailto:Nemeth.Zsolt@vtki.uni-nke.hu)

A szilárd hulladékok kisebb részét képező, ún. kommunális szilárd hulladékok „ártalmatlanításának” eddig főleg két módja nyert teret a civilizált országokban: a deponálás és az égetés. Előbbi egy tömörített állapotban történő lerakást jelent, amelynek során a hulladék anyagai átmenetileg kikerülnek az anyagforgalomból, viszont megőrződnek a jövő számára mint nyersanyagforrás. Utóbbi a hulladék anyagában tárolt kémiai energia viszonylag rossz hatásfokú kinyerésével és az anyagok fizikai-kémiai szerkezetének megsemmisítésével jelentős térfogatsökkenést, ugyanakkor energetikai hasznosítást valósít meg.

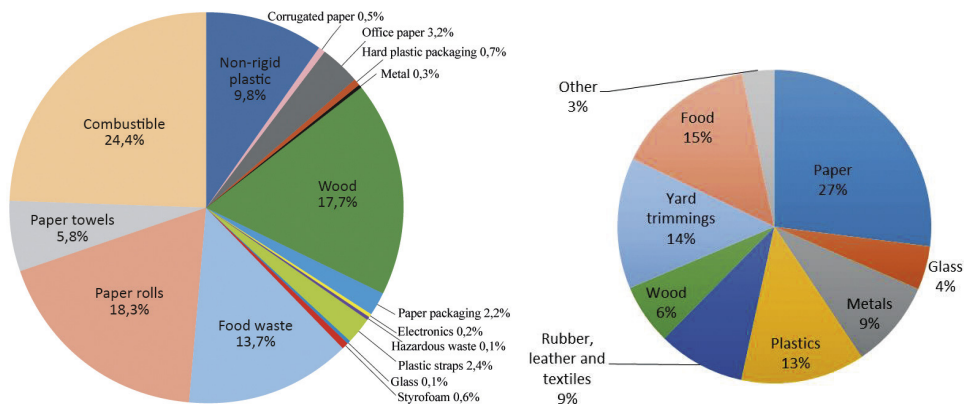
A deponálás, főleg sűrűn lakott területek, például nagyvárosok környezetében helyhiány miatt nem folytatható tetszőlegesen ideig, emellett számos más probléma forrása. A lerakó a területének vízelvezetését, vízháztartását komolyan megváltoztatja, a keletkezett, rendkívül szennyező csurgalékvizeket folyamatosan és költségesen kezelni kell, valamint a biológiailag bomló komponensek anaerob folyamatai lerakott hulladék m<sup>3</sup>-enként átlagosan 2-3 m<sup>3</sup> metánt termelnek, amelynek tűzveszélyessége mellett rendkívül erős üvegházhatása is van.

Az égetés okozta kb. 90%-os térfogatsökkenés sokszor megoldást jelent a helyproblémára, azonban rengeteg oxigént fogyaszt, széndioxidot és más, többnyire mérgező gázokat termel, amelyek közömbösítése csak rendkívül költségesen megoldható. A hulladékégetők okozta környezeti kár, főleg a légszennyezésből és a szállításhoz adódó nagy ökológiai lábnyom miatt hatalmas. Mindennek ellenére a prompt energiaigénynek, a helyhiánynak és sokszor a sikeres lobbitevékenységnek köszönhetően az égetés egyre terjed a gazdaságilag fejlettebb országokban, de feltűnnek új technológiák is, mint a plazmatechnológia, illetve az anaerob hőbontás. Ezek már nemcsak energia kinyerését teszik lehetővé a hulladékból, hanem olyan termékekkel tudnak szolgálni, amelyek alapanyagként hasznosíthatók újra az iparban, közelebb lépve a körkörös gazdaság modelljéhez.

Az anaerob hőbontási technológia egyes megvalósításai, több évtizedes fejlesztések után napjainkra kezdik elérni a piacképességet. Ez nemcsak a technológiával szemben támasztott környezetvédelmi követelmények tekintetében szükséges, hanem a gazdaságos üzemelés kritériumainak is meg kell felelni. Egyik sem egyszerű, hiszen a termolitikus hőbontás vagy pirolízis során képződő köztes termékek rengeteg toxikus anyagot tartalmaznak (HALL–WILLIAMS 2006) amelyek semlegesítése komoly technikai kihívást jelent a tervezőknek, illetve az alkalmazott technológiák ára és működési költsége tetemes, a nagy kapacitású hulladékégetők viszonylag alacsony fajlagos költségeivel kell, hogy versenyezzen.

Szerencsére sokéves fejlesztőmunka során néhány csapatnak sikerült áttörni eme kettős „falat”, és olyan technológiát tudtak megvalósítani, amely nem csupán teljesíti a szigorú uniós környezetvédelmi kritériumokat, hanem kis kapacitások, mindössze 10-20 ezer t/év hulladék feldolgozása mellett is gazdaságosan működtethető.

Ez a megoldás egyre vonzóbb mind az ipari-, mezőgazdasági (KALTSCHMITT 2009) üzemek, mind pedig a kommunális hulladéktelepek számára, hiszen minimális szállítási-, kezelési- és raktározási költség mellett teszi lehetővé a hulladék anyagában történő vagy energetikai hasznosítását kisebb települések környezetében is. Míg az átlagos cégektől származó ipari hulladék több mint 90%-a szerves anyag, és mintegy 84%-a újrahasznosítható, a mezőgazdasági hulladék majdnem 100%-a hasznosítható energetikailag, vagy közvetlenül visszaforgatható a mezőgazdaságba (Envir).



1. ábra

15 ipari vállalat hulladékának (bal oldalon) és az USA kommunális hulladékának (jobb oldalon) összetétele

Forrás: Envir; Geoengineer

A kevert anyagok kémiai átalakításának, homogenizálásának kézenfekvő módja az égetés vagy az anaerob termolízis. Ezek általános ismérveit, valamint egy sikeres anaerob technológia vázlatát a következőkben mutatjuk be.

## 1. Hulladékégetés

Egyszerűen kiszámolható, hogy a szerves anyag teljes oxidálása, vagyis égetése során hatalmas mennyiségű füstgáz keletkezik: minden kg szénből 3,67 kg széndioxid, keverve a +20% légfölösleggel. Ez nagyjából azt jelenti, hogy 1 tonna, kb. 80% szerves anyagot tartalmazó (száraz) hulladék elégetésekor kb. 3,6 tonna légnemű égéstermék szennyezi a légkört, amelynek legnagyobb része üvegházhatású gáz. A primer füstgázokban a jogszabályok által megkövetelt alacsony égési hőmérséklet (800 °C) miatt ráadásul jelentős mennyiségben vannak jelen nagy termikus stabilitású és magas rekombinációs rátájú toxikus komponensek (pl. dioxinok és furánok), amelyeknek nemcsak az eltávolítása, hanem még a mérése is rendkívül költséges, technológiai szempontból sok tekintetben vitatható, ezért összességében is problémás.

Az égetés során keletkező hatalmas mennyiségű füstgáz tisztításának problémáját csak magas investícióval, bonyolult és költségesen üzemeltethető gáztisztító rendszerek helyes üzemeltetésével oldható meg, ami ezen technikai feladat korrekt és hosszú távú kezelését feltételezi. Az égetőművek bekerülési és üzemköltségeinek mintegy 70-80%-át ezért a gáztisztítás teszi ki. A magas üzemköltség alapvetően ellentétes az üzemeltető cégek gazdasági érdekeivel, egy bonyolult rendszer üzemeltetésénél pedig mindig előtérbe kerül az ún. emberi tényező is, ezért érthető az égetőművek létesítésével szemben gyakorta tapasztalt lakossági ellenállás.



A hatalmas mennyiségű, rendkívül szennyezett füstgáz tisztításának és az üzem járulékos technológiáinak korrekt üzemeltetése egészséges gazdasági környezetben általában hosszú távon veszteségesé teszi a hulladékégetőket, sokszor még a képződő hő időszakos eladása mellett is. A gőzturbinás rendszer a bemenő, kb. 20-35%-os nedvességtartalmú, 8-13 MJ/kg égéshőjű kommunális hulladékkal fűtve még a legmodernebb, áramtermelésre optimalizált németországi üzemekben sem lépi túl a 21%-os hatásfokot, átlagban pedig 14% alatti (Umweltbundesamt 2006). Az égetés továbbá megszünteti az anyagok újrahasznosításának lehetőségét, valamint csak egy bizonyos kapacitás fölött (évi 60-80 ezer tonna) működtethető még tolerálható veszteséggel, vagyis csak nagyobb hulladékforrások, városok környezetében indokolt. Magyarországon jelenleg csupán Budapest környékére lenne észszerű ilyen égető telepítése, amely jelenleg szerepel is a kormány tervei között HUHA 2. elnevezéssel. Kisebb városokban nem képződik egy égetőhöz elegendő, energetikailag hasznosítható frakció, a hulladék nagyobb távolságról ( $d > 30$  km) való odaszállítása pedig irreális költséget és komoly környezeti kárt jelent. Ipari és mezőgazdasági üzemek kis méretükből kifolyólag pedig általában nem is gondolhatnak hulladékégető létesítésére és üzemeltetésére, hiszen a valamelyest gazdaságos üzemhez szükséges évi 70-80 ezer tonnánál jóval kevesebb hulladékot termelnek.

Mindezen problémák igen kívánatosá teszik egy már kis kapacitás mellett is nyereségesen üzemeltethető, jó hatásfokú, környezetbarát technológia kifejlesztését, amely a bekerülő hulladék legalább részbeni, anyagában való újrahasznosítását lehetővé teszi. Ebbe az irányba mutatnak az anaerob hőbontási technológiák.

## 2. Anaerob hőbontás, elgázosítás, pirolízis

Pirolízisnek vagy anaerob termolízisnek általában a szerves anyag levegőtől legalább részben elzárt térben való hevítését nevezzük. A 20. század első felében kifejlesztett ún. „fa pirolízis” során ugyanis szabályozott levegőbevitel mellett a fából magas hőmérséklet ( $T \sim 800-1000$  °C) mellett kilépő gázok – főleg a CO – teljes oxidálása történt  $\text{CO}_2$ -vé, majd ennek redukciója a forró faszénrétegben szolgáltatva a motor hajtásához szükséges CO-t. A modernebb pirolízis-verziókban a hevítés a levegő teljes kizárása mellett történik. Ugyan a reakcióterben lévő anyag oxigéntartalmát soha nem lehet kiküszöbölni, ez sztöchiometriailag mégis elenyésző a szerves anyag mennyiségéhez képest, így a termikus degradáció alapvetően nem oxidatív.



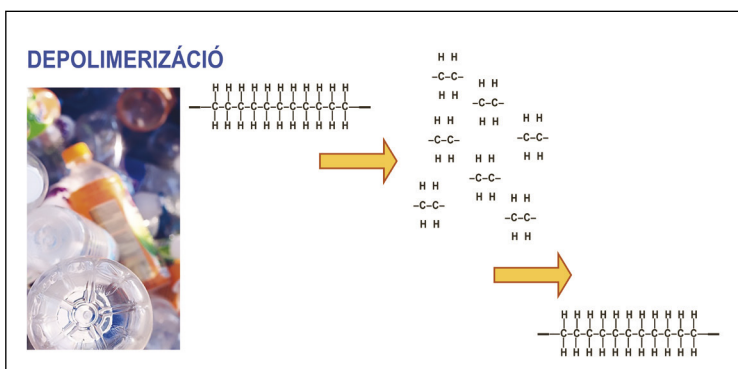
2. ábra

*Kínai pirolízisreaktor*

*Forrás: What energy is used to heat the pyrolysis reactor?*

A szerves anyag hevítése a tartályban történik, a keletkezett gázokat és gőzöket a csatlakozó csöveken (kék, zöld) vezetik el.

A pirolitikus eljárások kémiai alapja, hogy a szerves anyag nagy molekuláinak kötései a 200-900 °C hőmérsékleti tartományban felbomlanak, és belőlük oxigén hiányában kisebb molekulák alakulnak ki, amelyek akár szobahőmérsékleten is gáz- vagy folyékony halmazállapotúak lehetnek. Az égetéssel és elgázosítással szembeni fő különbség abban áll, hogy itt némileg alacsonyabb hőmérsékleten, oxigén hiányában történik a hőbomlás, ezért végtermékként nem kizárólag nagy mennyiségű CO, illetve CO<sub>2</sub> képződik. Ha a kiindulási anyag (például fa) jelentős mennyiségű oxigént tartalmaz, akkor a szén oxidált állapotait természetesen nem lehet kizárni a végtermékek közül, azonban mennyiségük az elgázosításnál vagy égetésnél kapott CO, illetve CO<sub>2</sub> mennyiségéhez képest elenyészőnek mondható.



3. ábra

*Depolimerizáció**Forrás: a szerző szerkesztése*

Az eljárást gyakran nevezik még szárazdesztillációnak, svélezésnek, illetve kigázosításnak is.

Az elgázosítás ezen eljárásnak egy másik, attól kissé eltérő változata, amelynek során a szerves anyaghoz pontosan meghatározott arányban gázképzőt vezetünk (például vízgőzt, levegőt vagy oxigént) olyan mennyiségben, hogy minél több CO és minél kevesebb CO<sub>2</sub> képződjön. A folyamat során az összes szenet igyekszünk gázfázisba vinni, ennek megfelelően csak hamu marad hátra.

Pirolízisnek nevezik ezzel szemben szűkebb értelemben azt a folyamatot, amelynek során gázképző adalék bevezetése nem vagy csak kisebb mértékben történik, így a maradékban is fellelhető a szén nem oxidált formában (pirolíziskoksz).

### 3. A sikeres anaerob technológiák általános ismérvei

Az utóbbi évtizedben a sikeres és gazdaságosan, mégis környezetbarát módon működtethető megoldásokat általában folyamatos üzemű, több lépéses kémiai technológiák képviselik. Ennek fő okai a következők:

A szakaszos üzemű reaktorok megtöltés utáni külső felfűtése és lehűtése a termikus degradáció során még folyamatos keverés mellett is hatalmas hőmérsékleti grádiensekhez vezet a reaktor belsejében, így jórészt toxikus kémiai termékek igen széles, egymástól a későbbiekben nem vagy csak nagyon nagy ráfordítással és rossz hatásokkal szeparálható spektruma jelentkezik a végtermékekben, ami erősen korlátozza felhasználhatóságukat, és fokozott kockázatot jelent a környezet élővilágára (HALL–WILLIAMS 2006).

Az egy-, két- vagy háromlépéses anaerob technológiák a plazmától eltekintve nem képesek megfelelően szeparálni a hulladékok termikus bomlástermékeit, ezért a végtermékekben káros szennyezők nagy mennyiségben lesznek jelen.

RT (min)	SI (%)	CAS	Vegyület	Koncentráció (%)
GC-FID only		107-13-1	acrylonitrile	2.7
GC-FID only		71-43-2	benzene	21.9
GC-FID only		108-88-3	toluene	1.3
9.1	99	100-41-4	ethylbenzene	4.9
11.3	97	100-42-5	styrene	13.4
15.1	97	98-82-8	cumene	0.6
20.3	92	98-83-9	R-methylstyrene	0.1
21.4	97	108-95-2	phenol	0.5
21.7	93	4013-34-7	(1-methoxyethyl)benzene	0.1
22.5	92	300-57-2	2-propenylbenzene	0.1
22.6	94	611-15-4	2-methylstyrene	0.1
25.1	92	1572-52-7	R-methyleneglutaronitrile	0.1
25.9	91	1120-21-4	undecane	0.1
27.5	94	140-29-4	benzyl nitrile	0.1
28.4	96	1823-91-2	R-methyl-benzeneacetonitrile	0.1
28.7	94	91-20-3	naphthalene	0.2
28.9	94	1885-38-7	trans-3-phenylpropenenitrile	0.1
29.1	91	112-41-4	1-dodecene	<0.1
30.5	98	99-89-8	4-isopropylphenol	0.5
32.7	95	90-12-0	1-methylnaphthalene	0.2
33.5	98	2046-18-6	benzenebutanenitrile	5.9
33.9	91	5590-14-7	cyclopropanecarbonitrile	0.1
34.9	94	13360-61-7	1-pentadecene	0.1
37.3	90	644-08-6	4-methyldiphenyl	0.1
37.6	96	613-46-7	2-naphthalenecarbonitrile	0.2
38.2	92	103-29-7	bibenzyl	0.1
39.9	91	74339-50-7	dodecyl trichloroacetate	0.1
41.3	97	1081-75-0	1,3-diphenylpropane	2.3
41.4	93	132-75-2	1-naphthaleneacetonitrile	0.6
42.6	94	103-30-0	1,2-diphenylethene	0.2
44.3	96	6362-80-7	2,4-diphenyl-4-methyl-1-pentene	3.3
44.6	91	7614-93-9	1,3-diphenyl-1-butene	0.8
45.2	94	22768-22-5	2,4-diphenyl-4-methyl-2(E)-pentene	2.3

RT (min)	SI (%)	CAS	Vegyület	Koncentráció (%)
46.5	91	629-79-8	hexadecanenitrile	0.3
46.6	91	86544-79-8	1,3-diphenyl-3-methylcyclopropene	0.3
47.0	96	112-39-0	methyl hexadecanoate	0.8
48.0	81	612-94-2	naphthalene, 2-phenyl-	0.7
49.8	96	4998-48-5	2-(2H-benzotriazol-2-yl)-5-methylphenol	0.5
50.8	96	112-61-8	methyl octadecanoate	1.4
51.7	74		1-phenyl-1(3-phenyl-3butenyl) cyclopropane	3.6
53.3	76		unknown	1.9
54.2	84	1889-67-4	benzene, 1,1'-(1,1,2,2-tetramethyl-1,2-ethanediyl)bis-	1.7
56.9	86	6362-80-7	2,4-diphenyl-4-methyl-1-pentene	2.5
57.8	85	6362-80-7	2,4-diphenyl-4-methyl-1-pentene	1.8
59.2	92	1889-67-4	2,3-dimethyl-2,3-diphenylbutane	0.4
			<b>TOTAL</b>	<b>78.8</b>

## 4. ábra

*Számítástechnikai műanyagokból 500 °C hőmérsékleten felszabaduló vagy rekombinációval előálló vegyületek*

*Forrás: HALL–WILLIAMS 2006*

A szakaszos üzemű és kevés lépésből álló technológiák csak a hulladékok igen szűk körét (például poliolefinok) képesek kielégítő tisztasággal és gazdaságosan kezelni, azonban ezek viszonylag egyszerűen anyagukban is újrahasznosíthatók, így ezek a kezdetleges eljárások mára az egészséges piaci versenyben elvesztették létjogosultságukat.

Egy egészséges jogi és gazdasági környezetben technológiailag – és ebből adódóan gazdaságilag is – sikeres módszer tehát csak többlépéses (6-9) és folyamatos üzemű technológia lehet.

Ezek a technológiák az elmúlt évtizedekben a fentiek következtében erőteljes fejlődésnek is indultak, és számtalan variációjuk alakult ki. A technológia szempontjából megkülönböztetünk alacsony ( $T < 450$  °C), közepes ( $450$  °C  $< T < 650$  °C) és magas hőmérsékletű ( $T > 650$  °C) eljárásokat. Utóbbiak külső fűtéssel általában  $900$ – $1000$  °C hőmérsékletig üzemeltethetők. Az alkalmazott kémiai technológia lépései és főleg a gáztisztítási eljárások azonban döntőek az adott technológia gazdaságosságának és hatékonyságának tekintetében, amelyek egy egészséges piacon jó marketing mellett sikert hozhatnak.

A plazmatechnológiák megjelenésével (SYEDA–HASSANPOUR 2017; GOMEZ et al. 2009) a belső, plazmafűtésű, magasabb hőmérsékletű ( $1200$  °C  $< T < 2100$  °C) reaktorok is részei lettek ilyen rendszereknek, ami megteremtette a szintézisgáz hulladékból való előállításának, a keletkezett hőstabil káros vegyületek (például dioxinok, furánok stb.) igen jó hatásfokú eliminálásának lehetőségét. A reaktor belsejében folyamatos, magas hőmérsékletű plazmaív gondoskodik a hűtőanyagotól és az UV-tartományban emittált fotonok jó hatásfokkal bontják fel a molekulák kötéseit a valenciaelektronok kiszórása által. A plazmatechnológiák így képesek a hulladékok rendkívül széles körét feldolgozni, a radioaktív hulladékok és a robbanóanyagok kivételével szinte mindenfajta veszélyes hulladékkal is üzemelnek. A plazmatechnológiák elterjedésének főleg magas investíciós és működési költségeik szabnak határt.

A két technológia – a plazma és a pirolízis – kombinációja új lépcsőfokot jelent a hulladék anaerob termikus hasznosításában. Míg az olcsóbb létesítésű és üzemeltetési költséggel rendelkező piro-

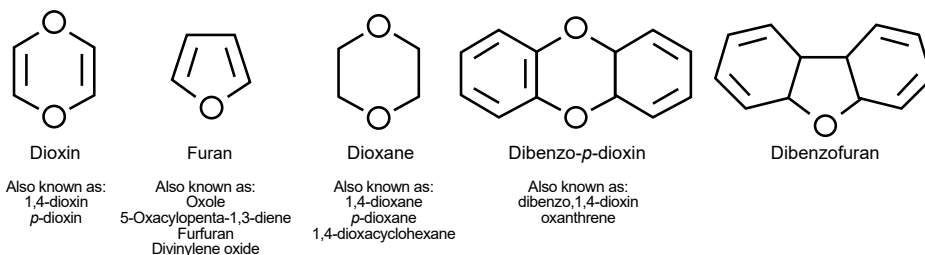
lízis a hulladékok nagyobb tömegű frakcióját képes termikusan gerjesztett állapotba hozni, az áramigényes plazma energiája jól hasznosulva csak a kisebb tömegű veszélyes hulladék eliminálására vagy a már termikusan gerjesztett molekulatöredékek további krakkolására fordítódik. A magas hőmérsékletű rész belső fűtése lehetővé teszi emellett a korróziós problémák részbeni megoldását is. A technológiák részletei természetesen nem nyilvánosak, a következőkben mégis bemutatjuk egy hazai fejlesztésű termolitikus eljárás vázlatát.

#### 4. A WTOE-technológia

A WTOE-technológia a Waste to Energy Kft. fejlesztése, ahol évek óta kísérleteznek az anaerob termolitikus módszerekkel. A fejlesztés célja az RDF-hulladék környezetbarát termolízisének műszaki realizációja volt, hiszen a hazai hulladéktelepek ezen frakció gyártására alkalmas gépparkkal rendelkeznek.

A hulladék minősége megszabja a technológia szükséges lépéseit, ezért először a hazai kommunális hulladék összetételét kellett alaposabban megvizsgálni. A vizsgálat fontos eredménye a halogéntartalmú komponensek viszonylag magas (maximum 3m/m%) aránya, amelyre a kibocsátási határértékek betartása érdekében mindenképpen komoly súlyt kellett fektetni. A pirolízis köztes és végtermékei között ugyanis magas koncentrációban megtalálható toxikus anyagok a dioxinok és furánok, amelyek képződése már 300 °C körül elkezdődik, szétesésük pedig csak 1100 °C felett biztos.

A reaktortérbe kerülő anyag sokfélesége miatt sajnos szinte minden kémiai elem jelenlétét feltételezni kell, így a legfontosabb startégiai lépés egy olyan előkezelési eljárás kifejlesztése volt, amelynek során a halogéneket és a többi, fokozott korróziót is okozó, rendkívül affín elemet (például kén) jó határfokkal távolítja el a hulladékból.



5. ábra

*A dioxinok és furánok kémiai szerkezete*

*Forrás: <http://blog.chemistry-matters.com/dioxins-and-furans-101>*

A hulladék ilyen előkezelése során az említett komponensek koncentrációit legalább egy nagyságrenddel sikerült csökkenteni. A kiszelektált halogénekből a technológia további lépéseiben a környezetre veszélytelen sókat képeznek, amelyek bepárolt állapotban a bemenő anyag tömegének mindössze 1-2%-át képezik, és újra felhasználhatók például síkosságmentesítésre.

A megtisztított alapanyag többlepcsős termikus degradáció után kerül utókrakkolásra, amelynek során az alifás komponensek lánchosszúságának eloszlásfüggvényét alakítják a kívánt alakúra, majd pedig frakcionálásra. A keletkezett gáznemű és hígabb folyékony frakciót kémiai összetételtől függően nyersanyagként újrahasznosítják (például a műanyagiparban), vagy pedig erre a célra kifejlesztett, speciális motorokban elégetik.

A technológia igen jó hatásfokú hőhasznosítása és szárítási technikája lehetővé teszi, hogy a rendszer áramtermelés esetén – a bemenő hulladék magas, kb. 30-35%-os nedvesgéttartalma ellenére is – 25%-os elektromos hatásfokot érjen el.

Az anyagként való újrahasznosítás a bemenő hulladék minőségének és az alkalmazott technológia kontrollparamétereinek függvényben lehetséges különböző célokra. A pirolíziskoksz újrahasznosítása is része a rendszernek, amelynek végén lehetővé válik a leggyakoribb fémek (például Al, Fe, Cu) jó hatásfokú visszanyerése. A technológia maradéka a hamu, amely a bemenő anyag tömegének általában mindössze 4-8%-át képviseli.

A technológia különböző méretekben, mobilan telepíthető konténerekbe szerelve áll rendelkezésre, 100 kW és 1 MW közötti kapacitású modulok formájában, amelyek akár építési engedély nélkül is szinte bárhol telepíthetők néhány nap alatt, ugyanis se vízforrást, se hálózatiáram-csatlakozást nem igényelnek. A technológia a bemenő hulladék minőségétől és a gazdasági-műszaki környezettől függően (például áramigény, hőigény a környéken, a hulladék szállítási költsége) már akár 10 ezer t/év kapacitástól is nyereségesen üzemeltethető, és alkalmas kórházi veszélyes hulladék feldolgozására is.

## Felhasznált irodalom

*Envir.* Forrás: [www.envir.se/en/industry/](http://www.envir.se/en/industry/) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

*Geoengineer.* Forrás: [www.geoengineer.org/education/web-based-class-projects/geoenvironmental-engineering/biodegradation-in-municipal-solid-waste-landfills?showall=&start=2](http://www.geoengineer.org/education/web-based-class-projects/geoenvironmental-engineering/biodegradation-in-municipal-solid-waste-landfills?showall=&start=2) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

GOMEZ, E. et. al. (2009): Thermal plasma technology for the treatment of wastes: A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 161. No. 2–3, 614–626.

HALL, W. J. – WILLIAMS, P. T. (2006): Fast Pyrolysis of Halogenated Plastics Recovered from Waste Computers. *Energy and Fuels*, Vol. 20. No. 4. 1536–1549.

HOORNWEG, D. – BHADA-TATA, P. (2012): *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Washington DC., World Bank. Forrás: [https://siteresources.worldbank.org/INTURBAN-DEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBAN-DEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

KALTSCHMITT, M. – HARTMANN, H. – HOFBAUER, H. Hrsg. (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren*. Berlin–Heidelberg, Springer Verlag.

LE GUERN, C. (2019): *When The Mermaids Cry: The Great Plastic Tide*. Forrás: <http://plastic-pollution.org/> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.)

SYEDA, A. U. – HASSANPOUR, M. (2017): Plasma Technology and Waste Management. *Journal of Waste Recycling*, Vol. 2. No. 1.

Umweltbundesamt (2006): *Energie aus Abfall, ein bedeutender Beitrag zum Klimaschutz*. Forrás: [www.ecologic.eu/sites/files/project/2013/201-38\\_zusammenfassung\\_endfassung.pdf](http://www.ecologic.eu/sites/files/project/2013/201-38_zusammenfassung_endfassung.pdf) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

*What energy is used to heat the pyrolysis reactor?* Forrás: [www.wastetireoil.com/Pyrolysis\\_faq/Pyrolysis\\_Plant/waste\\_tire\\_pyrolysis\\_plant\\_259%7D.html](http://www.wastetireoil.com/Pyrolysis_faq/Pyrolysis_Plant/waste_tire_pyrolysis_plant_259%7D.html) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

## **VIII. Vegyes témájú tanulmányok**



Vákát oldal

# Üzenet a palackban

*Hankó Gergely<sup>1</sup>*

## Bevezető

A tiszta víz az egyik legfontosabb ökoszisztéma-szolgáltatás, hiszen minden embernek és az élőlényeknek is szükségük van rá. A megfelelő mennyiségű tiszta ivóvíz elengedhetetlen élelmiszereink megtermeléséhez, az energiabiztonsághoz és az emberi egészség megőrzéséhez is. Így van ez a Tiszával is, hiszen vízével öntözünk, energiát állítunk elő, élelmiszert nyerünk ki, s nem utolsósorban sok millió ember iszik is belőle tisztított formában. A folyó megőrzése és vizének tiszta állapotban tartása ezért fontos nemzeti érdek – a védett területek értékéről nem is beszélve – amelynek érvényesítése terén eddig nem sok előrelépés született, a hulladék pedig folyamatosan szivárog, kisebb-nagyobb intenzitással.

A PET Kupa kezdeményezés immáron 6 éve küzd a szennyezés ellen, és kutatja, keresi a megoldási lehetőségeket. A Természetfilm.hu Egyesület által indított civil kezdeményezés mára egy egész évben zajló rendezvénysorozattá nőtte ki magát, amely országos összefogást tudhat maga mögött. Monitorozzák az ártéri erdőket, GPS-szel lokalizálják a szennyezett helyeket, tisztítóberendezéseket terveznek, takarítóakciókat, oktatásokat, rendezvényeket szerveznek, és minden évben 15-20, hulladékból épült hajóval 100 folyókilométeren versenyeznek a Tiszán, hogy felhívják a figyelmet élővizeink fontosságára és a szennyezés veszélyeire.

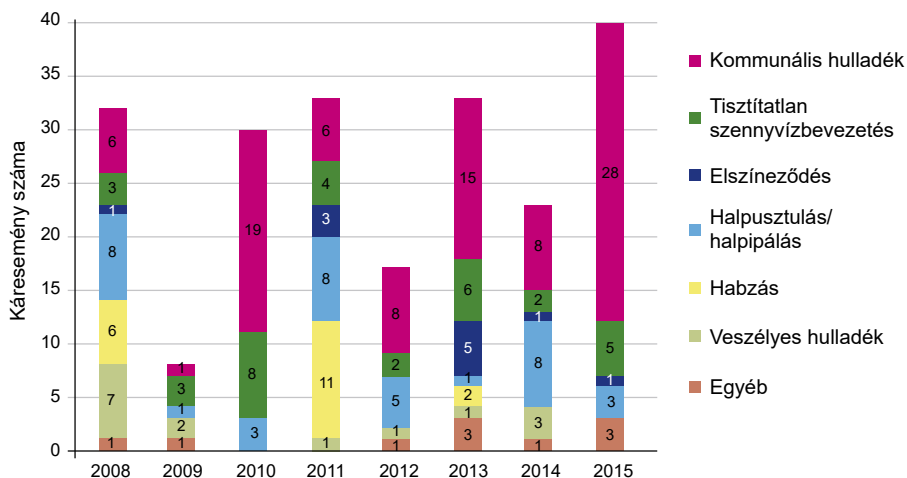
A Tisza esetében a hulladékok túlnyomó része határainkon túlról, Ukrajnából és Romániából származik, ahol az infrastruktúra hiányában sok település az ártérben helyezi el hulladékait. A téli hónapokban felgyűlt hulladékot a tavaszi olvadékvizektől és esőtől megduzzadt folyó felveszi, átszállítja a határon, majd az alsóbb szakaszokon ártéri erdőkben, homokszigetek partján rakja le. A felhalmozódott uszadék sok esetben milliós károkat okoz,<sup>2</sup> sőt néhány esetben vízminőség-védelmi készültséget is el kell rendelni az uszadék veszélyes tartalma miatt! 2008 és 2015 között 216 káresemény történt (ez átlagosan évente 27, havonta 2,25 eseményt jelent!), ennek 42%-a volt kommunális hulladékszennyezés, 2015-ben pedig a káresemények 70%-a volt ilyen jellegű.

---

<sup>1</sup> Ügyvezető, Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége; projektvezető, PET Kupa. E-mail: [gergelyhanko@gmail.com](mailto:gergelyhanko@gmail.com)

<sup>2</sup> Ilyen volt a 2010-es tiszavasvári eset (több száz köbméternyi ukrainai veszélyes hulladék a Keleti-főcsatorna beeresztő zsilibjénél), a 2013-as tavaszi hulladékuszadék Szolnoknál, valamint a 2015-ös kiskörei 2200 köbméter katré.

## 1. Hulladékcunami

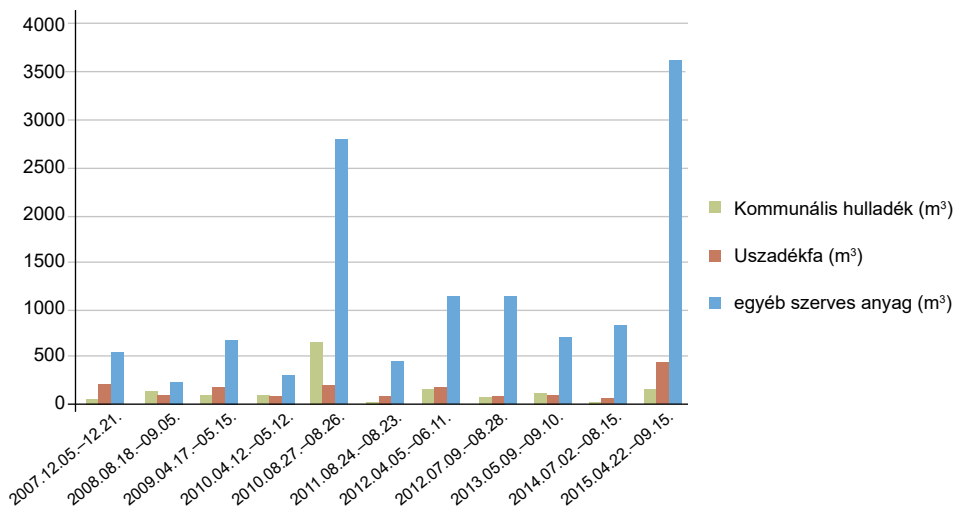


1. ábra

A káresemények fajtái és gyakoriságuk a Tiszán

Forrás: [www.fetivizig.hu](http://www.fetivizig.hu)

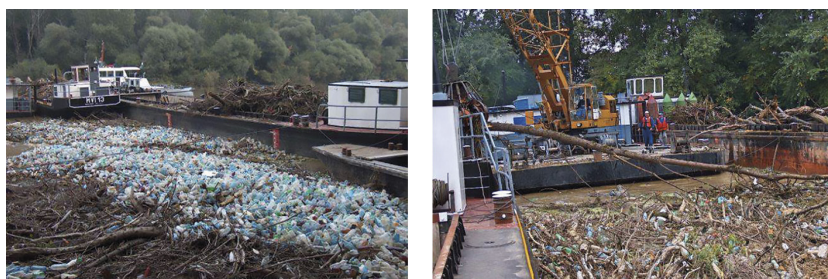
A 2017-es jeges ár után pedig több mint 2400 köbméter hulladék maradt a hullámtérben, amelynek kárelhárítási munkái százmillió nagyságrendre rúgnak, az élőlényekben okozott károkat pedig senki sem tudja megbecsülni.



2. ábra

A hulladékszennyezés eddigi tapasztalatai a Tiszán

Forrás: [www.kotivizig.hu/](http://www.kotivizig.hu/)



3. ábra

*Uszályzárlat a Tiszán*

*Forrás: [www.fetivizig.hu](http://www.fetivizig.hu)*

## 2. Megvédendő értékeink

„Szép, szőke szerelmünk, a Tisza” megszámlálhatatlanul sok növénynek és állatnak ad otthont. Emeljünk ki ezek közül néhányat! A Tisza felső folyásánál található a *Szatmár-Beregi Tájvédelmi Körzet*, ahol például fűz-nyár ligeterdőket, tölgy-kőris-szil ligeterdőket, gyertyános-tölgyeseket és égeres láperdőket találunk kárpáti sáfránnyal, hóvirággal, tavaszi tűzikevel, erdélyi csillagvirággal. A változatos növényvilág mellett találkozhatunk itt elevenszülő gyíkkal, keresztes viperával, fekete gólyával, darázsölyvvel, denevérekkel, de a vadmacska is örömmel él ezen a területen.

A Tisza mentén a lápok, mocsarak, mocsár- és láprétek igen változatos élővilágnak, a mocsári, illetve lápi életközösségeknek teremtenek otthont. A tőzegmohás lápok jellegzetes növényei közé tartoznak a molyhos nyírek, az égerek és a tőzegmoha által alkotott társulások, valamint a ritkaságnak számító hüvelyes gyapjúsás, tőzegáfonya, vidrafű és a tőzegeper otthona is itt található. De említhetnénk a legelőket, kaszálók s a régi holtágak mesébe illő és roppant gazdag élőhelyeit is.

„A Tiszántúlon, ahol néhány pocsolya ha csillog még a régi rétségek, lápok helyén. Magának a Tiszának a mentén a régi kiöntések elgátolásával mind elvették a halaktól a java ivóhelyeket... Meg is fogyott a hal is, a halász is, eleget panaszkodnak miatta a jó szegediek. Nem szólva arról, hogy szerintük az árvíz is ez szabadította rájuk. Szélednek szét a halászok, az egyikből béres lesz, a másikkól kubikos vagy napszámos, vagy pesti gyári munkás, amerikai kivándorló – viszik el még az emlékeztét is a régi vízi életnek [...]” (VARGA 1967)

Megszámlálhatatlan fajta vízimadár lakik ezen a vidéken, a gémfélék hada, a fekete gólya, a vadréccék, a vízityúk, a gyurgyalagok, a partifecskek és a jégmadarak is megfigyelhetők a területen.

A Tiszában igen sok hal él, de a jellegzetes és védett fajok közé tartozik a dunai galóca, a pénzes pér, a Petényi-márna, a bucó vagy a durbincs nemzetség különböző halfajai. Van egy esemény, amit mindenkinek érdemes legalább egyszer látnia, ez a tiszavirágzás. Ez tulajdonképpen a kérészek rajzását jelenti, amikor a lárvák felbukkannak a mederaljzatból és megkezdődik a nászrepülés a folyóvíz felett. Ez csupán egy estén át tart, hiszen a kérészek élete a nász után befejeződik, akiknek az örökségét a vízbe hulló peték viszik tovább.



4. ábra  
*Tiszavirágzás*

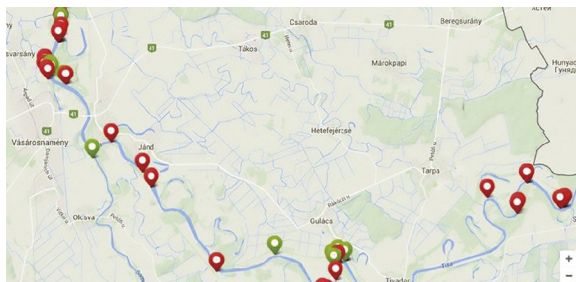
*Forrás: Bilek Ferenc fotója*

Az árterek biodiverzitása (ökológiai sokfélesége) méltán vetekszik az esőerdők flórájával és faunájával. Ezért is különösen fontos, hogy a tiszai hulladékproblémát felszámoljuk, mert pontosan ezeket a legváltozatosabb helyeket („ökológiai hotspot”) szennyezi el a katréval (uszadék) érkező szemét.

### 3. Az eddigi kutatások eredményei

#### 3.1. Hulladékmonitoring

A PET Kupa hulladékgyűjtő hajóversenye mellett megkezdődött a súlyosan szennyezett területek felmérése és lokalizálása. A hulladékmonitoring munkát a PET Kupa szervezői és önkéntesei immáron 3 éve végzik egy mobilapplikáció segítségével (Trash Out). Ezt bárki letöltheti és használhatja, így könnyen és átláthatóan kezelhetőek a szennyezett helyszínek és a mennyiségek a GPS-adatok alapján. Így készül a Tisza hulladéktérképe. Vadásztársaságok, horgászegyesületek és gazdálkodók átfogó bevonása szükséges a Tisza mentén, ami segítené a felmérést, gyorsítaná az információáramlást, és egy széleskörű együttműködést hozna létre. Ez évről évre egyre jobban alakul, egyre szorosabb a kapcsolat a helyi lakosokkal, szervezetekkel.



5. ábra

*A Trash Outban lokalizált szennyezett helyszínek*

*Forrás: a szerző felvétele*

Eddig több mint 160 szennyezett helyszínt mértek fel a Felső-Tiszán, melyből 21-et már meg is tisztítottak a sok segítő kéznek köszönhetően. A kitarító kutatásnak és GPS-alapú adatgyűjtésünknek köszönhetően a Tisza szennyezett helyszíneiről, ártéri hulladékaikról egy adatbázis épül, amely eredményeket még a hazai vízügyi igazgatóságok is fel tudják használni.

A monitoringtevékenységek (4 alkalom, 240 fkm) tapasztalata, hogy a probléma sokkal összetettebb és súlyosabb, mint az ismeretes. A hulladékok nagy része nem is látható, nincs információ az iszapba lerakódó nehezebb anyagokról, csak a lebegő hulladékok kerülnek ki a hullámtérbe. Ukrajnai, romániai terepbejárások és szakmai munkák tapasztalatai szerint ott a sekélyebb részeken a háztartási hulladékoknak még teljes spektruma megtalálható (a veszélyes hulladékokat is beleértve), de ezen anyagok a magyar szakaszon már nem láthatóak.

A kirakódott hulladékok egy része (bomlásnak/darabolódásnak indult purhab, hungarocell-, illetve polisztirolhulladékok) nagyon komoly kockázatot rejt magában.

Egy 2016. június 1–3. között tartott monitoring alkalmával találták az eddigi leg-súlyosabban szennyezett területet – analízisünk helyszínét – a Tiszaszalka határában lévő ártéri erdőben.<sup>3</sup>



6. ábra

*A terület 2016 nyarán*

*Forrás: Hankó Gergely fotója*

A helyszínikitakarítására 1,5 évvel később került sor a Földművelésügyi Minisztérium, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) és a Felső Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság támogatásának köszönhetően. A 4 hektárnyi védett, Natura 2000-es erdőben gyűlt össze az alábbi hulladékmennyiség:

- kb. 600 zsák szemét (~60-70 m<sup>3</sup>),
- kb. 30 m<sup>3</sup> hasznosítható hulladék,
- és 21 bála (12 ezer db) zsugorított PET-palack.

Összesen: 4 tonna hulladék.

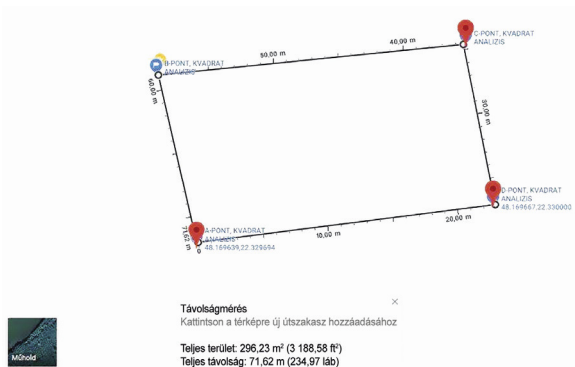
Ebből 1,65 tonna volt a haszonanyag tömege és 2,42 tonna a hasznosíthatatlan/válogatatlan hulladék tömege. Így elmondhatjuk, hogy összesen 4 tonna hulladékot termeltek ki az ártérből, amelynek 41%-a volt hasznosítható.

<sup>3</sup> Videó bejelentkezés (2016. június 3.): <https://youtu.be/8wEnzbiK7q4>; Videó bejelentkezés: (2018. január 20.): <https://youtu.be/IIInyCLXrquk>

### 3.2. Hulladékanaízis

A takarítás közben egy analízis is kezdetét vette, s az IPA-Adriatic Határokon Átnyúló Együtműködési Program támogatásával megvalósult DeFishGear projekt módszertanát vették alapul vizsgálatukhoz. A tengerpartokra specializált módszert „honosítani” kellett a tiszai ártéri körülményekhez.

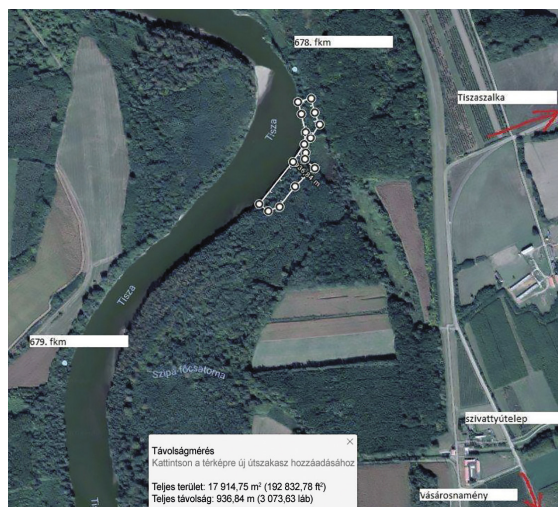
Az eredeti DeFishGear projektben az alap kvadrát 10x10 méteres. Ez a méret ártéri erdőben nehezen kijelölhető a fák miatt, illetve a súlyosabban szennyezett területeken (mint amilyen a mostani is) indokolatlanul elnyújtja a vizsgálat idejét. A kutatást végzők 10x25 méteres kvadrát kijelölése mellett döntöttek.



7. ábra

*A kijelölt kvadrát koordinátái*

*Forrás: Google Earth*



8. ábra

*Google Earth-térkép a mentesített területről*

*Forrás: Google Earth*

A DeFishGear projektben évszakonként vizsgálják újra a kvadrátokat, mivel az ár-apály sűrűn járja a területet. A Felső-Tiszán áradásfüggő a hulladékszennyezés, ezért csak nagyobb áradások után érdemes megismételni a vizsgálatot, évi 1-2 alkalommal.

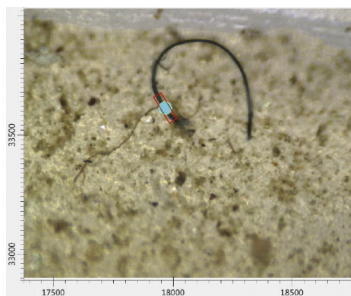
A kijelölt területről 3039 darab hulladék eltávolítása történt meg, amelyből 2921 darab volt műanyag (96,1%). Négyzetméterenként ez 12,15 db hulladékot jelent.<sup>4</sup>

### 3.3. Mikroműanyag-kutatás

A Wessling Hungary Kft. bevizsgálta az ártéri hulladék környezetében lévő víz- és iszapmintát, amelyekben ftalátot, azaz a műanyaggyártás egyik melléktermékét mutatták ki a megengedett határérték kétszeres mennyiségében (SZUNYOGH é. n.)!

2017 júliusában, az V. PET Kupa keretében a Wessling újabb mérést végzett, ezúttal a mikroplasztikok nyomába eredtek a kutatók. A Tiszán vett víz- és üledékminták eredményei igazolják a nemzetközi kutatásokat: a mikroműanyag-szennyezés globálisan érinti vizeinket.

Az 5 mm-nél kisebb, környezetbe kerülő műanyagdarabokat mikroműanyagoknak nevezik. Természetes vizeinkbe két fő úton kerülhetnek be: a szintetikus szövetből készült ruhák mosásából és a kozmetikai szerekből a szennyvíztisztítókön keresztül, valamint a környezetben jelen lévő műanyag hulladékok fizikai-kémiai aprózódása útján. Előfordulásuk kutatása az utóbbi 5-10 évben a tudományos érdeklődés középpontjában áll, azonban eddig elsősorban tengeri környezetben hajtottak végre vizsgálatokat.



9. ábra

*Mikroműanyag mikroszkóp alatt*

*Forrás: Wessling Hungary Kft.*

Az eredmények szerint a Tiszában köbméterenként 4,9 db 300 mikrométernél nagyobb, de 2 mm-nél kisebb, míg 62,5 db 15 és 300 mikron közé eső részecske található. Ezek az adatok a nemzetközi eredmények tükrében is jelentősek, hiszen a 300 mikrométernél nagyobb tartományban a Duna ausztriai szakaszán 0,3 részecskét, olaszországi tavakban 1-4 részecskét, míg a Rajna iparosodott szakaszán 15-20 részecskét mutattak ki köbméte-

<sup>4</sup> Videófelvétel az analízisről: <https://youtu.be/MCSDe2gZMo4> Kis összefoglaló dokumentumfilm a teljes akciónál: [https://youtu.be/AH\\_YpS7fc0E](https://youtu.be/AH_YpS7fc0E)



renként. A fenti adatok tükrében valószínűsíthető, hogy több millió mikroplasztik úszik le a Felső-Tiszán óránként!

A nemrégiben a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége (KSZGYSZ) által szervezett *Mikroműanyagok a körforgásban* című konferencián új információk és frissebb kutatások hangzottak el.<sup>5</sup>

## 4. Lépések a megoldás felé

### 4.1. Tiszta Kárpátalja és Tiszai kerekasztal

A nyári verseny mellett már egész éves eseménysorozat is hirdeti a hazai vizek védelmének fontosságát. Az évről évre fejlődő, gyarapodó és szerteágazó kezdeményezés idén már Kárpátalján is jelen van, s környezetvédelmi pályázatot írtak ki középiskolások számára, a szakmabelieknek pedig Tiszai kerekasztallal készülnek, amelynek témája az ukrán hulladékstratégia gyakorlati megvalósítása lesz. Ezenfelül 2018-ban még a kijevi Waste Management kiállításon is részt vesznek környezetvédelmi standdal, s mindezt a Tiszta Kárpátalja<sup>6</sup> program égisze alatt, kárpátaljai szervezetekkel szorososan együttműködve.

### 4.2. Fejlesztés alatt a M.V. PETényi, avagy a Szemétevő Szeméthajó

2016-ban az Adjuk Össze kampányoldalon a magyar lakosok 754 ezer forint gyűjtöttek össze az első magyarországi folyami szemétszedő gépezetre. A tervezés megindult, s a 2017-es PET Kupán a hajó vízre is került. A hulladéklermelő egység tervezése még folyamatban (pályázás alatt), de a hajó mint teherhordó és mint anyahajó remekül funkcionál.



9. ábra

*Az önkéntes szelektáló brigád*

*Forrás: Magyar Csaba fotója*

<sup>5</sup> A konferencia és a téma szakmai összefoglalóját lásd részletesen: <https://kszgysz.hu/hirek/szovetsegi-hirek/mikromuanyagok-a-koerforgasban-oesszefoglalo> (A letöltés ideje: 2020. 02. 07.)

<sup>6</sup> Forrás: [www.facebook.com/tisztaKarpatalja/](http://www.facebook.com/tisztaKarpatalja/) (A letöltés ideje: 2020. 02. 07.)

### 4.3. Filmpremier: Üzenet a palackban

2018. március 20-án – a Víz Világnapja alkalmából – ünnepi bemutató keretében mutatták be az A38 hajón az Üzenet a palackban – avagy a PET Kalózkodás hivatalos története 52 perces, környezetvédelmi ismeretterjesztő filmet.<sup>7</sup> A sikeres, teltházas vetítést a PET Kupa versenyének korábbi résztvevői, támogatói és a környezetpolitikai szakma képviselői töltötték meg. A filmet a francia és a görög televízió már megvásárolta, Magyarországon 2018 őszén lehet majd találkozni vele.

### 4.4. Mit tehetünk mi?

Mit tehet a gyártó, cégvezető?	Mit tehet a törvényhozás?	Mit tehet a lakosság?
– a gyártói felelősség kiterjesztése	– környezetterhelő termékek adóztatása (például szatyoradó)	– szemléletváltás és egyéni cselekvés
– hosszabb élettartamú termékek gyártása	– szigorúbb szabályozás	– a fogyasztás csökkentése: bizonyos termékekről való lemondás
– kisebb tömegű termékek gyártása	– a fenntarthatósági elvek erősebb érvényesítése a szabályozásban	– takarékos termékhasználat: a használati idő növelése
– javítható termékek gyártása, a kisipari javító szolgáltatások támogatása	– rendszerszemléletű megközelítés	– tudatos vásárlás
– termékhelyettesítés: a hulladék-képző termék felváltása	– eredményközpontú cselekvés	– komposztálás
– kutatás és fejlesztés		
– innovatív ipari formatervezés (ökodesign)		
– életciklus-elemzések (LCA) használata például a csomagolásoknál (visszaváltható/eldobható?)		
– ökológiai szemlélet elterjesztése		

## Felhasznált irodalom

Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság. Forrás: [www.fetivizig.hu](http://www.fetivizig.hu) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).  
 Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság Forrás: [www.kotivizig.hu](http://www.kotivizig.hu) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).  
 National University of Singapore (2018): Nanoplastics accumulate in marine organisms and may pose harm to aquatic food chains. ScienceDaily. Forrás: [www.sciencedaily.com/releases/2018/05/180531102759.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2018/05/180531102759.htm) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

<sup>7</sup> A film trailere itt tekinthető meg: <https://vimeo.com/256047276> (A letöltés ideje: 2020. 02. 07.)

SZUNYOGH Gábor (é. n.): Ftalátot találtak a Tiszában. Forrás: <https://laboratorium.hu/szennyezoekatiszaiPETpalackok> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.)

VARGA D. (1967): Herman Ottó. Budapest, Móra.

# Sustainable Cities and Urban Climate Adaptation

*Kosto Mangaroski<sup>1</sup> – Viktorija Mangaroska<sup>2</sup>*

## 1. Climate change effects in the cities

Cities nowadays are facing a number of sustainability challenges in the context of climate change. Cities are vulnerable to the impacts of climate change and the need to connect climate change adaptation and mitigation with broader assessment of sustainability is becoming increasingly important.

By 2030, nearly 60% of the global population is projected to be urban with the developing world housing nearly 80% of this population. Urban centres are drivers of global warming because they concentrate industries, transportation, households and many of the emitters of greenhouse gases (GHG); they are affected by climate change; and they are sources of responses i.e. of initiatives, policies and actions aimed at reducing emissions and adapting to climate change.

Urban areas occupy less than 2% of the Earth's land surface. Urban activities release greenhouse gases (GHGs) that drive global climate change directly (e.g. fossil fuel-based transport) and indirectly (e.g. electricity use and consumption of industrial and agricultural products). 80% of global GHG emissions are estimated to be attributable to urban areas. Cities are also potential hot spots of vulnerability to climate change impacts by virtue of their high concentration of people and assets. Urban areas concentrate populations, economic activities and built environments, thus increasing their risk from floods, heat waves and other climate and weather hazards. Urban centres are drivers of global warming and from the existing data three factors are relevant determinants of carbon emissions, namely: a) population; b) affluence as measured by GDP per capita; and c) technology.

Sustainability and resilience can be promoted through a combination of strategies such as integrated urban planning, identifying synergies between disaster risk reduction and adaptation, building efficiency of urban service quality and delivery and promoting green buildings and sustainable transport.

---

<sup>1</sup> Full Professor, PhD, Architectural Engineer, Faculty of Architecture, Ss "Cyril and Methodius" University, Skopje, Macedonia. E-mail: [mangaroski.kosto@arh.ukim.edu.mk](mailto:mangaroski.kosto@arh.ukim.edu.mk)

<sup>2</sup> Assistant Professor, PhD, Architectural Engineer, Faculty of Architecture, Ss "Cyril and Methodius" University, Skopje, Macedonia. E-mail: [e-mail: vmangaroska@yahoo.com](mailto:vmangaroska@yahoo.com)

Climate impacts in urban areas and the most pressing issues of relevance to engineers seeking to adapt cities to the following urban climate effects:

- Urban heat islands are caused by the storage of solar energy in the urban fabric during the day and release this energy into the atmosphere at night: the process of urbanisation replaces the cooling effect of vegetated surfaces by imperviously engineered surfaces with different thermal properties.
- Air pollution may increase as warm, still days reduce air quality because high temperatures and ultraviolet light stimulate the production of photochemical smog, ozone and other compounds from traffic and industrial emissions and plants.
- Infrastructure damage from extremes, such as wind storms including hail and storm surges, floods from heavy precipitation events, landslides, tropical cyclones and heat extremes including fires and droughts.
- Sea level rise (including the effects of changes to storm surges) will increase the risk of storm-surge flooding and rates of coastal erosion, extreme flows in urban drainage systems and rivers.
- Water availability will decrease in many areas, with implications for water resources in terms of both quality and availability for human consumption, industry and agricultural areas.
- Health impacts may include changes to heat- and cold related mortality, food- and water-borne disease from higher average temperatures and/or extreme events.
- Biodiversity and urban ecology have already been affected by changes to temperature and precipitation that have resulted in exotic circumstances.
- The urban economy may be affected in a diversity of ways. Extreme weather-related disasters can be impacted in multiple and complex ways and can take a long time to recover fully. The impacts can lead to direct damage to infrastructure and other urban assets.

## 2. The effect of urban heat island

The Urban Heat Island mitigation strategies need to provide expertise in various specialised fields, such as urban planning, land use planning, architecture, civil engineering, building engineering, transportation and energy-saving technologies. There are many urban heat island mitigation strategies and they draw on the expertise of various professional fields, including urban planning, architecture, natural resources management and transportation. These mitigation strategies have a positive impact on both local and global climate.

The term Urban Heat Island refers to the observed temperature difference between urban environments and the surrounding rural areas. Urban Heat Island effect is shown in Figure 1, where the day surface temperatures vary widely by surface type and the day air temperatures vary much less. The night surface temperatures are hotter over urban surfaces and the night air temperatures follow the same pattern as surface temperatures.

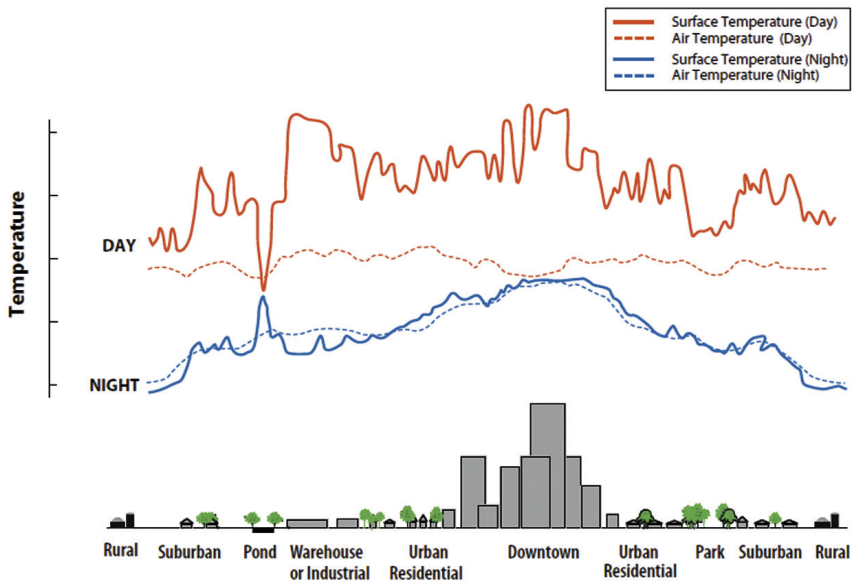


Figure 1.

*Urban Heat Island – Variations of surface and atmospheric temperatures*

*Source: Urban Heat Island Basics 2008, 4.*

The Urban Heat Island can have impacts on the environment, such as: deterioration of outdoor air quality, deterioration of indoor air quality, increase in energy demand, increase in demand for potable water; impacts on health, food availability, social impacts, thermal comfort, air conditioning, etc.

An urban heat island mitigation strategy must be based on an integrated and multidisciplinary approach (Figure 2) to urban development and requires the participation of various actors, as well as various sectors, for example public health, urban planning, architecture, transportation and natural resources.

The strategies for reducing Urban Heat Island have benefits for reducing energy demand and source reduction of water and air pollution, including greenhouse gas emissions.

The mitigation measures for reducing urban heat islands can be grouped into four categories:

- Greening measures
- Urban infrastructure-related measures (architecture and land use planning)
- Storm-water management and soil permeability measures
- Anthropogenic heat reduction measures

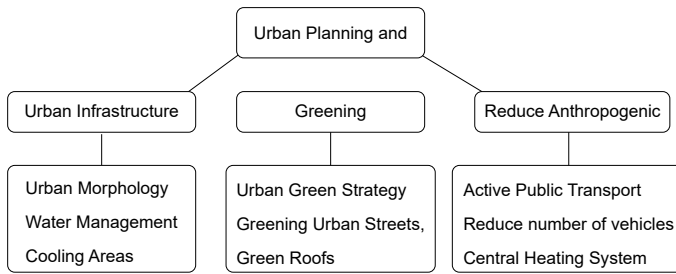


Figure 2.

*Sustainable organisation of Urban Planning and Development in reducing Urban Heat Island*

*Source: drawn by the authors*

Urban greening strategy (Figure 3) provides complementary benefits in urban areas, including:

- Improving air quality through oxygen production, CO<sub>2</sub> capture, filtration of suspended particulate matter and reducing energy demand for air conditioning.
- Improving water quality through retention of rainwater in the ground and soil erosion control.
- Health benefits for the population, including protection from ultraviolet (UV) radiation, reducing heat stress and providing spaces for outdoor exercise.
- Seasonal shading of infrastructure.
- Evapotranspiration; cooling provided by vegetation. (Highly developed urban areas have less surface moisture available for evapotranspiration than natural ground cover, Figure 3.)
- Minimising ground temperature differences.

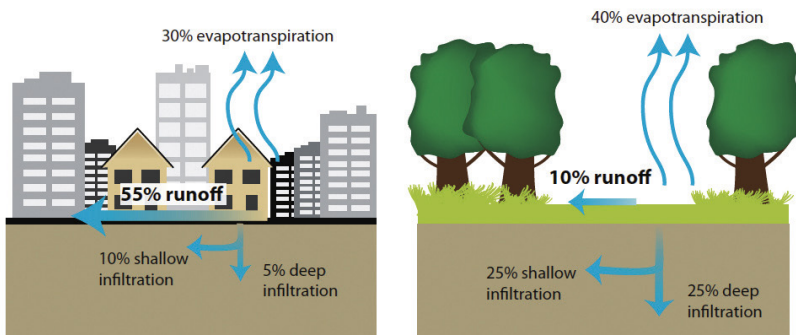


Figure 3.

*Evapotranspiration on different surfaces of intense urban built environment and vegetation*

*Source: Urban Heat Island Basics 2008, 4.*

Urban planners and policy decision-makers need to plan for sustainable urban development. They need to have holistic approach and integrated urban planning that will focus specifically in reducing urban heat island and climate changes in the cities. Simultaneous use of several urban heat island mitigation measures can have greater impact in lowering urban temperatures. For example, using a combination of complementary measures provides better overall protection of the building envelope from *solar radiation*, which improves thermal comfort in the building.

### 3. Urban climate adaptation planning

Urban planners and decision-makers need to integrate efforts to mitigate the causes of climate change (mitigation) and adapt to changing climatic conditions (adaptation).

Cities face a specific set of challenges and in many ways will be most profoundly affected by climate variability and change. This is for two main reasons.

- Cities are focal points of vulnerability.
- Cities rely on complex infrastructure in order to function (e.g. transport, drainage, water and energy supply); this infrastructure is at risk from climate change.

In general, engineering responses to addressing climate change fall into two categories:

- a) Mitigation to reduce GHG emissions and enhance any processes (natural or artificial) that remove GHG emissions from the atmosphere.
- b) Adaptation to reduce the impacts of harmful changes and exploit potentially beneficial changes.

Integrated urban planning requires holistic, systems-based analysis (Figure 4) that takes into account the quantitative and qualitative costs and benefits of integration compared to stand-alone adaptation and mitigation policies. Analysis should be explicitly framed within local priorities and provide the foundation for evidence-based decision support tools. Plans should clarify short, medium and long-term goals, implementation opportunities, budgets and concrete measures for assessing progress.

Assessments and tools of adaptation strategies need to be predicated on a regional and local level data and assessments. Particularly important are the availability of regional climate change scenarios, risk assessments and modelling, impact and vulnerability assessments and mapping tools, as well as economic assessments.

Strategic urban planning directly supports urban resilience as a tool for sustainable development that: 1. directs land use and transportation systems; 2. reduces population vulnerability to climate change by facilitating improved access to resources, services and amenities; and 3. generates sensitivity towards the environment whilst incorporating social and economic goals.

Integrated city climate action plans should include a variety of mitigation actions – those involving energy, transport, waste management, and water policies, and more, with adaptation actions, those involving infrastructure, natural resources, health and consumption policies, among others – in synergistic ways.



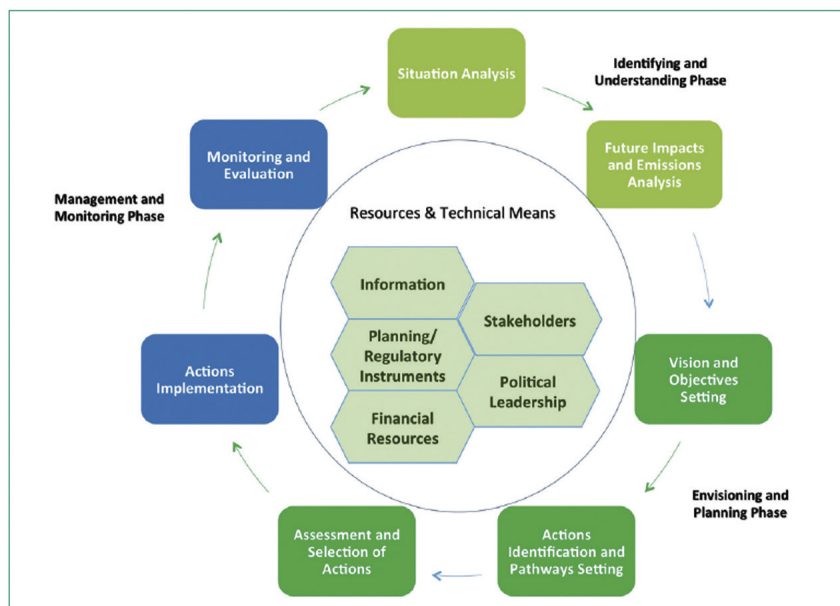


Figure 4.

*Planning Cycle in the Cities for integrating mitigation and adaptation*

Source: EEA 2016

#### 4. Urban climate mitigation scenarios for Macedonia

The Strategy for sustainable development in the Republic of Macedonia includes the following sectors:

- Climate change and clean energy – mitigating climate change and its negative effects on society and the environment through the use of renewable sources of energy and structural change in industry, benefiting facilities that do not have large energy and electricity needs and which have a cumulatively lower impact on the environment.
- Sustainable transport – ensuring that our transport system meets society's economic, social and environmental needs whilst minimising its undesirable impacts on the economy, society and the environment.
- Sustainable consumption and production – decoupling economic growth from environmental degradation.
- Conservation and management of natural resources – improving management and avoiding the overexploitation of natural resources, while recognising the value of ecosystem services.

In the Strategy for sustainable development of the Republic of Macedonia, specific resources have been identified as priorities:

- The natural environment and geo-diversity – improving management and avoiding excessive natural resource exploitation, recognising the value of ecosystem services, and developing international corridors that secure economic, social and environmental needs.
- Renewable sources of energy – increasing the share of renewable energy use from water, sun, wind and biomass.
- Diversity in traditional high-quality agricultural and forest products – emphasising organic farming and agriculture, production of healthy food and traditional products such as cheese, wine, honey and spices, and integrated management of agriculture and forestry based on a sustainable economic and environmental approach.

The Green gas emissions scenario in Macedonia is that the total GHG emissions shall increase from 9,030 kt in 2012 to 18,340 kt in 2035, or by 100% (Figure 5). With the commissioning of the new coal TPPs in the period from 2028 to 2032 the highest growth of the emissions can be seen. During this period of time, the most dominant will be emissions from the power sector (60% to 70%), but the highest growth of GHG emissions shall be present in the commercial sector with an average annual growth of 4.2%, followed by the transport sector with 3.7% and the residential sector with 3.2%.

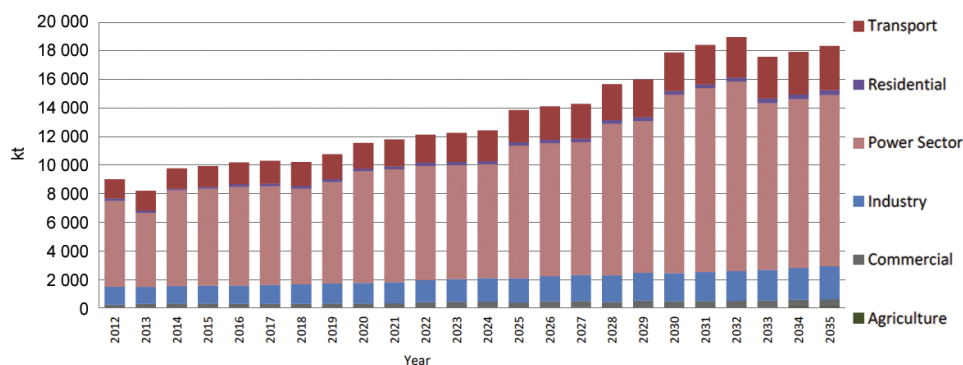


Figure 5.

*GHG emissions according to the WOM scenario Macedonia*

*Source: First Biennial Update Report on Climate Change 2014, 52.*

In Macedonia there are scenarios for final energy consumption in different sectors (Figure 6); the highest growth is evident in the transport sector, of 126% (annual growth of 3.6%), followed by commercial and services sector with overall growth of 115% (annual growth of 3.4%), industry sector with 84% (annual growth of 2.7%) and last is the residential sector with a growth of 82% (annual growth of 2.6%).

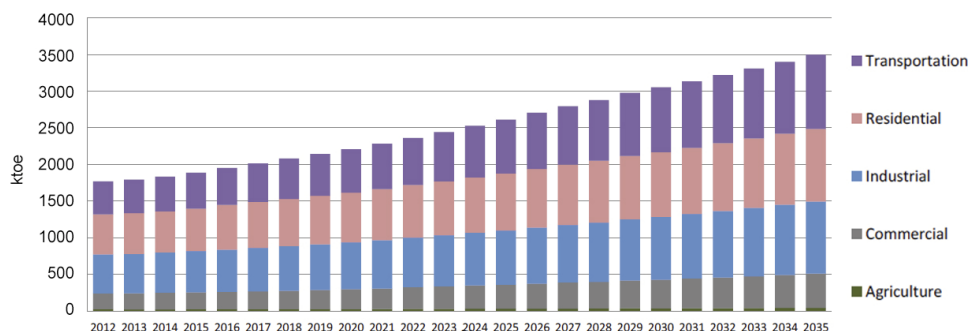


Figure 6.

*Final Energy Consumption by sectors according to the WOM scenario Macedonia*

*Source: First Biennial Update Report on Climate Change 2014, 50.*

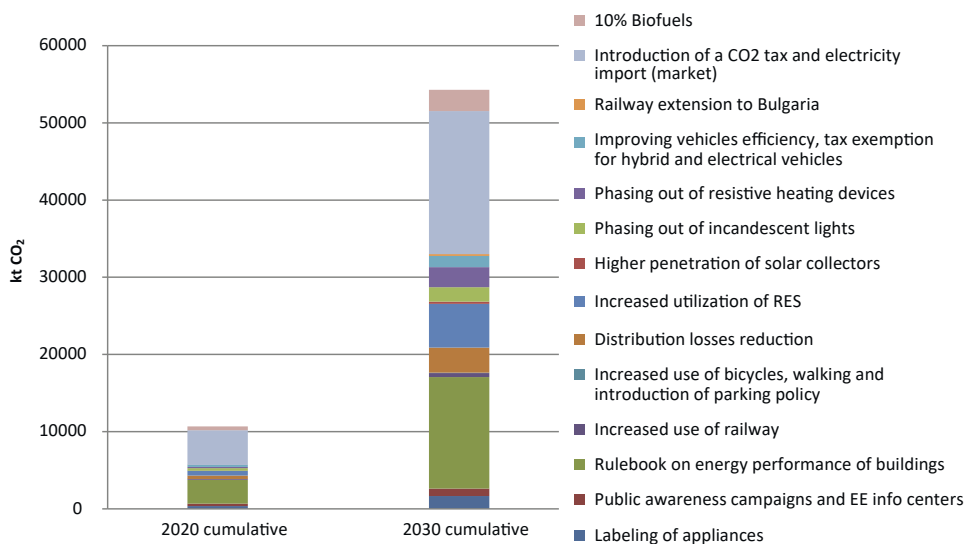


Figure 7.

*Cumulative savings of CO<sub>2</sub> by 2020 and 2030 in the WOM scenario Macedonia*

*Source: First Biennial Update Report on Climate Change 2014*

The cumulative CO<sub>2</sub> emissions savings scenario in Macedonia until 2020 amount from 11,000 kt, and by 2030 will increase for five times and amount to 55,000 kt Cumulative emissions, compared to the WOM scenario, by 2020 shall decrease by 12%, while by 2030 they decrease approximately by 22% (Figure 7). The highest reduction is achieved by introducing CO tax and electricity import (market) which generates 34%, and next is the

Rulebook on Energy Performance of Buildings with 27%, higher participation of RES with 10% and decreasing losses in distribution with about 6%.

## 5. Sustainable development in the cities – Conclusions

The expected outcome results in this scientific paper are creating urban climate mitigation and adaptation planning that will focus on the complexity of the cities: energy supply, transport, buildings, energy demand, low-carbon technologies. Targets for urban mitigation of carbon dioxide emissions are now urgent and imply reconfiguration of urban energy systems, transport and the built environment. Urban adaptation of cities requires integrated thinking that encompasses a whole range of urban functions. A sustainable *city* can be defined as a city that is significantly decoupled from resource exploitation and ecological impacts and is socio-economically and ecologically sustainable in the long run.

The methodology approach in this scientific paper focuses on defining the measures for risk management and vulnerability of the urban climate, overcoming urban adaptive capacity aspects and creating urban climate adaptation planning that will be a factor for sustainable development in the cities.

This Scientific paper will contribute to the wealth of information already available on climate change by going beyond context specific urban case studies and to an understanding of the common ingredients that can help urban centres become better prepared and more resilient to respond changes in climate. It provides an overview of the current state of knowledge and practice, but also of existing gaps in our knowledge and new directions for work in this area.

The strategic approach to sustainable development according to the Macedonian WOM Scenario implies new ways of thinking and working so as to:

- Move from developing and implementing fixed plans, ideas and solutions towards operating an adaptive system that can continuously improve.
- Move from a view that the state alone is responsible for development towards one that sees responsibility with society as a whole.
- Move from centralised and controlled decision-making towards sharing results and opportunities, transparent negotiation, co-operation and concerted action.
- Move from a focus on outputs (e.g. projects and laws) towards a focus on outcomes.
- Move from sector-related towards integrated planning.
- Move from a dependence on external assistance towards domestically driven and financed development.
- Move towards a process that can accommodate monitoring, learning and improvement.

Integrated city climate action plans should include a variety of mitigation actions – involving energy, transport, waste management, and water policies, and more, with adaptation actions, those involving infrastructure, natural resources, health, and consumption policies, among others – in synergistic ways. Because of the comprehensive scope, it is important to clarify the roles and responsibilities of key actors in planning and implementation. Interactions among the actors must be coordinated during each phase of the process.

Strategies that reduce the urban heat island effect, improve air quality, increase resource efficiency in the built environment and energy systems, and enhance carbon storage related to land use and urban forestry are likely to contribute to greenhouse gas emissions reduction while improving a city's resilience. The selection of specific adaptation and mitigation measures should be made in the context of other sustainable development goals by taking current resources and technical means of the city, plus social needs of citizens.

## References

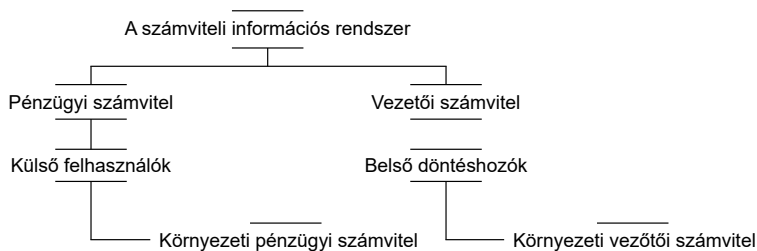
- Adaptation to Climate Change: Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas* (2007). Ecologic Institute, Berlin/Vienna together with AEA group, ICLEI; Local Governments for Sustainability, European Secretariat and the Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC). 105–106.
- AKBARI, H. – KONOPACKI, S. (2004): Energy effects of heat-island reduction strategies in Toronto, Canada. *Energy*, Vol. 29, No. 2. 191–210. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2003.09.004>
- BROWN, R. D. – GILLESPIE, T. J. (1995): *Microclimate Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency*. Chichester, John Wiley and Sons.
- DIMOUDI, A. – NIKOLOPOULOU, M. (2003): Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*, Vol. 35, No. 1. 69–76. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(02\)00081-6](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(02)00081-6)
- EEA (2016): *Urban Adaptation to Climate Change in Europe 2016*. European Environment Agency, Denmark. 30–31.
- European Commission (2015): *Indicators for Sustainable Cities*.
- First Biennial Update Report on Climate Change* (2014). Research Center for Energy and Sustainable Development, Macedonian Academy of Sciences and Arts. 50–51.
- GIGUÈRE, M. (2009): *Urban Heat Island Mitigation Strategies*. Institut National de Santé Publique Quebec, Publication N1513. 110–112.
- GILL, S. E. – HANDLEY, J. F. – ENNOS, A. R. – PAULEIT, S. (2007): Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *Built Environment*, Vol. 33, No. 1. 115–133. DOI: <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- JOHNSTON, J. – NEWTON, J. (2004): *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements*. London, Ecology Unit.
- Macedonia (2009): *Environmental and Climate Change Policy Brief*. Final draft, 2009.05.04. 15–16.
- Macedonia's First National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Ministry of Environment and Physical Planning.
- ROMERO LANKAO, P. (2008): *Urban Areas and Climate Change: Review of Current Issues and Trends*. Institute for the Study of Society and Environment. 7.
- Urban Heat Island Basics (2008): *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. U.S. EPA.

# A környezeti költségek elszámolási lehetősége a hazai és román vállalkozások gyakorlatában

Borzán Anita<sup>1</sup> – Szekeres Bernadett<sup>2</sup>

## Bevezetés

A számvitel mint információs rendszer a vállalkozások működésével kapcsolatos információk szolgáltatója, az információkielégítés eszköze. A vállalkozásokkal kapcsolatba kerülő üzleti érdekhordozók több szempontból igényelnek adatokat a vállalkozás működésével kapcsolatban. A számviteli információs rendszer pénzügyi számviteli ága általános képet nyújt a külső piaci felhasználók számára a gazdasági társaság vagyoni, pénzügyi és jövedelmezőségi helyzetéről. Ezzel szemben a belső érintettek döntéseit a vezetői számvitel támogatja (1. ábra).



1. ábra

*A számviteli információs rendszer*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Tekintettel arra, hogy a pénzügyi számvitel a külső stakeholderek számára szolgáltató megbízható és valós adatokat a vállalkozás működéséről, az érdekeltek kiküszöbölése végett a pénzügyi számvitelt hazánkban és Romániában is a számviteli törvény szabályozza. A menedzsment üzleti döntéseihez szükséges adatokat a számviteli információs rendszer másik ága, a vezetői számvitel biztosítja, amely a belső vállalati szabályrendszerek alapján épül fel. A gazdasági társaságok hatékonyságát szem előtt tartva a belső döntéshozók

<sup>1</sup> Egyetemi docens, BGE. E-mail: [Borzan.Anita@uni-bge.hu](mailto:Borzan.Anita@uni-bge.hu)

<sup>2</sup> Főiskolai docens, BGE. E-mail: [Szekeres.Bernadett@uni-bge.hu](mailto:Szekeres.Bernadett@uni-bge.hu)

számára szükséges információkat a tervezés, a döntéshozatal, az ellenőrzés funkcióin keresztül vizsgáljuk. A vállalkozások számára meghatározó, hogy a stratégiai és az operatív döntések megbízható adatok alapján szülessenek meg. A külső környezet kihívásainak csak akkor tud megfelelni egy gazdasági társaság, ha annak belső működése biztosítja az operatív döntéshez szükséges adatokat. A megbízható, gyors, pontos információ előállításának és megfelelő továbbításának fontossága napjainkra megkérdőjelezhetetlenné vált, önálló értéket képvisel. A dinamikus gazdasági fejlődésnek köszönhetően a vezetői döntések meghozatalához már nem elegendő a költségek egy dimenzió szerinti megfigyelése, ennél sokkal részletesebb kategorizálás szükséges.

## 1. Anyag és módszer

A kutatás során a két ország számviteli rendszerén belül vizsgáljuk a környezeti számvitelt és annak főbb területeit. Az elemzés módszertana a hatályos számviteli törvények feldolgozása és azok összehasonlító vizsgálata. Részletes elemzést végzünk fontosabb környezeti költségek, azoknak a felhasznált erőforrások jellege, illetve az elszámolhatósági mód szerinti elkülönítésében. Tanulmányunk a két ország egységköltség-számítási rendszerének részét képező fedezeti összeg meghatározására, valamint azok környezetvédelmi információs tartalmának az összehasonlító elemzésére is kiterjed.

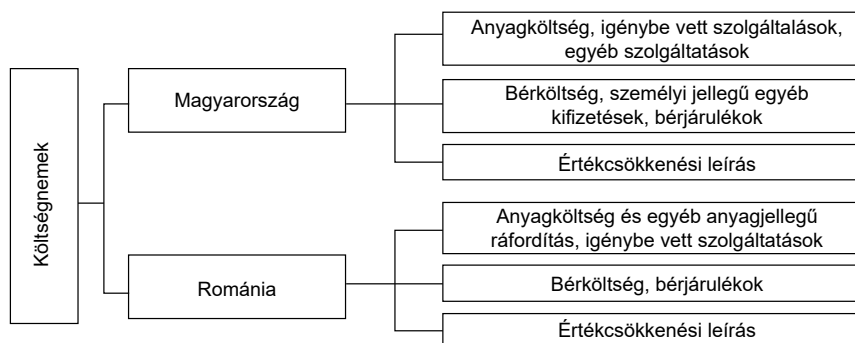
A vállalkozásoknak tevékenységük zavartalan működéséhez különböző erőforrásokat kell beszerezniük. Ezen erőforrások körében gondolunk az emberi munkaerőre, a munkához szükséges eszközökre és szolgáltatásokra. A költség a számviteli szakirodalmak értelmében a tevékenység végzése során, annak érdekében megszerzett és felhasznált erőforrások – munkaerő, berendezések, anyagok, szolgáltatások és lehetőségek – pénzben kifejezett értéke. A költségtartalom függvényében kiszámított önköltségen keresztül a saját teljesítmények (előállított termékek, nyújtott szolgáltatások) értékelésének alapja, az ártényező és a jövedelmezőség meghatározásának alapvető tényezője. Boda és Szlávik más aspektus szerint vizsgálja a költségeket: szerintük megkülönböztethetünk jó és rossz költségeket. Tanulmányuk alapján „jó költség csak az lehet, ami magas hozamot hoz, rossz költség pedig az, amelyik nem hoz hozamot.” (BODA–SZLÁVIK 2010) A költségeket a vállalkozás azért vállalja, mert végső soron profitot remél a felhasználásukkal. Termelővállalatoknál jellemző költség a termékbe beépülő anyagok, az energia és közvetlen munkaerő felhasználásának értéke. A költséggazdálkodás alapvető kérdése lesz tehát az, hogy a felmerülő költség összhangban van-e az elvárt hozam mértékével.

A költségszámvitel egy olyan számviteli információs rendszer, amely eleme a pénzügyi, illetve a vezetői számvitelnek is. A pénzügyi számvitel oldaláról adatokat biztosít a saját termelésű és a saját előállítású eszközök értékeléséhez, illetve az eredmény meghatározásához. A vezetői számvitel pedig információkat nyújt a vezetők számára, hogy ezzel segítse elő a tervezést, az ellenőrzést, az irányítást, az értékelést és a döntések meghozatalát. Fontos, hogy egy olyan rendszer kerüljön kialakításra, amely mind a pénzügyi, mind a vezetői számviteli oldalról felsoroltakhoz képes legyen biztosítani a szükséges adatokat, információkat.

## 2. Környezeti költségek a pénzügyi számvitel vonatkozásában

Megjelenési formájuk szerinti csoportosítás alatt a költségnemek szerinti megkülönböztetést értjük. Ennél a csoportosítási lehetőségnél az erőforrás-felhasználás során keletkezett költségeket három nagy kategóriába soroljuk: anyagjellegű költségek, személyi jellegű költségek, valamint értékcsökkenési leírás. A költségnemek felosztását a 2. ábra szemlélteti.

Költségnemek alatt mindkét országban olyan költségfajtákat értünk, amelyek keletkezésekor egyértelműen beazonosítható, mely erőforrás felhasználása miatt jelentkeztek. A környezeti költségek minden költségnem részét képezhetik. Az anyagköltség a hazai számviteli törvény értelmezése szerint a környezetbarát vagy éppen környezetet veszélyeztető, szennyező, azaz terhelő anyagok felhasználásával függhet össze. Az igénybe vett szolgáltatások között kerül elszámolásra a hulladékkezeléssel és -szállítással kapcsolatos díj, a környezetvédelemmel összefüggő oktatási költségek és a környezetvédelmi célt szolgáló eszközök karbantartási költsége. Egyéb szolgáltatások költségét képezik a biztosítási díjak, a környezetvédelmi termékdíjak, a hatósági díjak és az illetékek. Romániában az anyagjellegű ráfordítások tartalma összevontabb a hazainál, a költségek között az anyagköltség, az egyéb anyagjellegű ráfordítások (például a raktározás, állagmegőrzés költsége), az energia- és vízdíjak költségei mint egyéb külső kiadások, valamint a kedvezmények különülnek el. A bérleti díjak és a karbantartási költségek nem anyagjellegű ráfordítások, hanem az egyéb üzemi költségek között számolhatók el. Egyéb üzemi költségek minősülnek az adók, illetékek, hozzájárulások, a káreseménnyel, adott támogatással, értékesített tárgyi eszközökkel kapcsolatos tételek is.



2. ábra

*A költségnemek csoportosítása*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

A személyi jellegű ráfordítások környezeti költségei közül a környezetvédelmi vagy hulladékkezelési tevékenységgel foglalkozó munkavállalók bére, védőruhája, munkavégzéssel kapcsolatos további költségtérítése és bérjáruléka jelenik meg. Romániában a költségnem kevesebb információt szolgáltat, nem különülnek el a személyi jellegű egyéb kifizetések, csak béreköltségre és bérjárulékokra tagolható a személyi jellegű ráfordítások értéke.

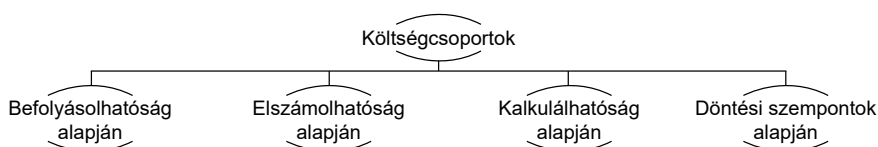
Az értékcsökkenési leírás a környezetvédelmi berendezések, valamint környezetkímélő eszközök amortizációjával képezi környezeti költségek részét. Romániában a költségnem



tartalma a terven felüli értékcsökkenés, a visszaírás és a forgóeszközök értékvesztése miatt jóval összetettebb a hazai értékcsökkenési leírásnál.

### 3. Környezeti költségek a vezetői számvitel vonatkozásában

A vezetői számvitel kiemelt területe a költségek menedzselése, a vezetői döntés költségszámítással történő alátámasztása. A vezetők a költséginformációkat a fejlesztési lehetőségek azonosításánál, a termékek, szolgáltatások minőségi javításánál, a folyamatok irányításánál hasznosítják. A költségek nagyon sokféle szempont alapján csoportosíthatóak, ezáltal többféle csoportosítást találhatunk a hazai, illetve külföldi szakirodalomban. A következőkben az alábbi költségcsoportosításokat vizsgáljuk részletesen (3. ábra):



3. ábra

*A költségek csoportosítása*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Az angolszász szakirodalomban az erőforrások megszerzésére helyezik a hangsúlyt, amelynek értelmében a szervezetek tevékenységük végrehajtásához használják az erőforrásokat, amelyeket a pénzügyi rendszer költségként rögzít. A költségek viselkedésének értelmezése során a költségek két típusa, a nem befolyásolható és a rugalmas költségek különíthetők el. A nem befolyásolható költségek a tevékenység folytatása érdekében megszerzett kapacitásra vonatkozó döntésből fakadnak. Ha meghoztak egy döntést az erőforrás megszerzéséről, akkor az erőforrás költsége változatlan egészen a termelésből történő kivonásig. A kapacitásra vonatkozó döntés előtt a költség rugalmas, míg a kapacitás megszerzésére vonatkozó döntés után a költség már nem befolyásolható költséggé válik.

Az elszámolhatóság szerinti csoportosítás alatt a közvetlen és közvetett költségek szerinti megkülönböztetést értjük. A közvetlen költség magában foglalja azokat a költségeket, amelyekről már megjelenésük időpontjában megállapítható, hogy mely tevékenységgel kapcsolatban merültek fel, azok egyértelműen hozzárendelhetők a költségszámítás tárgyához, a költségviselőhöz. A költségek másik nagy csoportja a közvetett (általános) költségek, amelyek felmerülésekor közvetlenül nem kapcsolhatók egy konkrét termékhez vagy szolgáltatáshoz, csak a felmerülés helye, a költséghely határozható meg. Ezeknek a költségeknek egy része vetítési alapok segítségével osztható fel a költségviselőkre.

A költségek kizárólag költségnemenkénti gyűjtése nem biztosítja a termék, a tevékenység költségeinek megismerését és az önköltség meghatározását. Éppen ezért szükség van költség helyi elszámolás kialakítására, amely választ ad arra, hogy az egyes költségek hol, milyen mértékben merültek fel; a költségviselőnkénti elszámolásokból pedig megállapíthatóvá válik a termék, szolgáltatás előállításának költsége. A kalkuláció olyan gazdasági számítás, amely a tevékenység elvégzéséhez szükséges erőforrások felhasználását méri.

A kalkuláció fogalmába a gazdaságossági számításokat és az önköltségszámítást soroljuk. Annak függvényében, hogy a termelés érdekében felmerült költségek közül mit vesznek figyelembe a kalkuláció megállapításánál, különféle költségkategóriák különíthetők el. A teljes önköltség számítása esetén az időszakot terhelő összes költség adja az önköltségszámítás alapját, míg a részki költség számítás esetén a költségek csak egy meghatározott része kerül felosztásra. A részki költség számítás úgynevezett direct costing módszerének két változata alakult ki: az egyszintű direct costing (egyszintű fedezetszámítás) és a többszintű direct costing (többlépcsős fedezetszámítás). Az egyszintű fedezetszámítás módszerének lényege, hogy az árbevétel és a változó költségek különbözetének fedezetet kell biztosítani az állandó költségekre és a nyereségre. A többszintű fedezetszámítás módszere az állandó költségek és a fedezetek több lépésben történő meghatározását jelenti. A többlépcsős fedezetszámítás lényege, hogy ráirányítja a figyelmet az állandó költségek elemzésének fontosságára, így támogatja a különböző szintű vezetés döntéshozatalának megalapozását.

A tervezés, költségelemzés, gazdasági kalkulációk, tőkebefektetések során azokra a költségekre kell fókuszálni, amelyek döntés hatására megváltozhatnak, releváns költségeket jelentenek. A döntéshozatal alternatívák közötti választás, így az egyes alternatívák költségeit és bevételeit hasonlítjuk össze, de csak azok a költségek tekinthetők relevánsnak, amelyek eltérnek az egyes alternatívák esetében. Releváns költségek az elkerülhető költségek és az alternatív költség, míg a nem releváns költségek közé az elsüllyedt költségek és a jövőbeni költségek sorolhatók.

A környezeti vezetői számvitel azt vizsgálja, hogy a vállalkozásnak milyen hatása van a természeti környezetre, ezen belül a környezeti költségeket, bevételeket és hasznokat elemzi, illetve információt szolgáltat a környezetmenedzsmenttel foglalkozó döntéshozók számára. A környezetvédelmi jogszabályok előtérbe kerülése, a környezeti költségek, valamint az ehhez kapcsolódó környezeti kiadások tendenciájának gyors növekedése megköveteli a környezeti költségek alaposabb menedzselését. A költségmenedzsment elkerülhetetlen részévé válik a környezeti költségek megfigyelése, gyűjtése, majd termékekhez, tevékenységekhez történő hozzárendelése és ezzel pontosabb egységköltség kiszámítása. A környezeti költségek számbavétele hiteles képet nyújt a termék jövedelmezőségéről, ezáltal a figyelmet olyan termék fejlesztésére irányítja, amelynek alacsonyabb a felszámolási és visszavonási költsége. Végül pedig növeli a jelenlegi termékhulladék újrahasznosítására vagy más módon való újra megmunkálására tett erőfeszítéseket. A környezeti költségokozók feltérképezése után jellemzően ezen költségek, például a hulladékkibocsátás szintjének csökkentése a cél.

#### 4. Eredmények

A vezetői számvitel kiemelt területe a költség számítás, amelynek legalapvetőbb célja az, hogy a vállalkozás működési folyamatait, tevékenységeit számszerűen megragadja, a gazdálkodás folyamatait nyomon kövesse az első költség felmerülésétől a szolgáltatás kiszámlázásáig, a termék, az áru értékesítéséig. A vezetői számvitel keretein belül a költség számításnak a vezetők gazdasági döntéseihez szükséges információigényt kell kiszolgálnia. A költség számítás folyamata méri, hogy a tevékenység pénzben kifejezve mennyibe kerül, de a gazdaságosság mérése és a tervezési feladatok megalapozása mellett, a költség számítás által szolgáltatott információk hasznosításának egyik területe az önköltség számítás.

A környezeti vezetői számvitel újszerűségéből adódóan a környezeti költségek pontos lehatárolása egyik vizsgált országban sem történt meg. Ezen költségek közé tartozhatnak például a hulladékkezelés vagy a környezetszennyezés, az okozott károk megtérítésének költségei. A költségcsoport tartalma gazdálkodónként különböző lehet, elszámolhatóság módja szerint általában a közvetett költségek részeként az általános költségek között jelenik meg. A környezeti pénzügyi számvittel kapcsolatos törvényi követelmények is nagyon kezdetlegesek, a környezeti vezetői számvitelre fokozottan igaz, hogy jellegéből adódóan jogszabállyal kevésbé szabályozott terület.

Összességében megállapítható, hogy a hazai és a román környezeti vezetői számvitel egyaránt kezdetleges, a nemzeti számviteli törvény által kevésbé szabályozott, a vállalati sajátosságokhoz igazodó, tehát vezetői döntésen alapuló információkkal gazdálkodik.

A két ország költségelszámolási gyakorlatában közös, hogy a közvetett költségek közül csak a termeléssel egyértelmű kapcsolatba hozható tételeket teszi közvetlenné, azaz veszi figyelembe a termékegység önköltségében. A két ország költségfelosztáson alapuló önköltségszámítási gyakorlata tehát nem különbözik egymástól.

Az értékesítés nettó árbevételének tartalmában tapasztalható különbség, hogy a román eredménykimutatásban nem különül el a belföldi és az exportértékesítés árbevétele, valamint a környezetvédelmet szorgalmazó állami támogatások is a nettó árbevétel elemét képezik. Utóbbi bevételeket a hazai számviteli törvény egyéb bevételként nevesíti. Amennyiben saját teljesítményt értékesít a vállalkozás, annak az előállítási költsége, termékegységre vetítve önköltsége, válik az értékesítés közvetlen költségévé. A két ország szemléletében vásárolt készletek esetében közös, hogy az eladott áruk beszerzési értékét és a közvetített szolgáltatások bekerülési értékét is ki kell szűrniük az árbevételből a fedezeti összeg meghatározásához. Az értékesítés közvetlen költségének összetevői megegyeznek egymással a vizsgált két országban.

Bár a hazai és a román költségnemek szerkezetében, tagolásában van némi eltérés, a közvetlen költségek megállapítása, illetve a fedezeti összeget csökkentő értékesítés közvetlen költségeinek a tartalma azonos egymással.

Mivel a számviteli törvény egyik országban sem teszi kötelezővé a környezetvédelemhez kapcsolódó vagyoni kimutatását, illetve a bevételek és a ráfordítások részletezését, ezért a mérleg és az eredménykimutatás nem is alkalmasak azok elkülönítésére. Az érdekhordozók többletinformációt csak a főkönyvi kivonatból, az érintett főkönyvi számlák további megbontásával kapnának.

## Felhasznált irodalom

- BODA Gy. – SZLÁVIK P. (2010): Mi a „jó” költség? Vezetői számvitel Módszertani füzetek, 1. évf. 1. sz. 5–14.
- EC (2001): Green Paper – Promoting a European framework for Corporate Social Responsibility 2000. évi C. törvény a számvitelről [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0000100.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0000100.TV) (Letöltve: 2018. 06. 20.)
- Legea 82/1991 – Legea Contabilității Actualizată 2018. Forrás: <https://codfiscal.net/45073/legea-821991-legea-contabilitatii-actualizata> (A letöltés ideje: 2018. 06. 20.).

# A zöldfelületek szerepének elemzése urbanizált környezetben

*Czedli Herta<sup>1</sup> – Varga Zsolt<sup>2</sup>*

## Bevezetés

Napjainkban a lakosság többsége úgy véli, hogy a nagyvárosok kedvezőbb életfeltételeket biztosítanak a kis településekhez képest: munkalehetőségek, fejlett infrastruktúra, egészségügyi ellátórendszer, kiépült gazdasági-kereskedelmi szolgáltatószeletor, oktatási intézmények, változatos kulturális és szabadidő-eltöltési lehetőségek állnak a városlakók rendelkezésére. A 21. századi várospolitikában a zöldfelületek fejlesztése, a lakossági összefogással megvalósuló közös környezeti értékteremtés és -megőrzés kulcsfontosságú feladat.

A táj képe megváltozott az urbanizált területek kialakításának következtében. Az épített környezet a természet kárára terjeszkedik, egyre kevesebb helyet hagyva a zöldfelületeknek. A zöldfelület-fejlesztés kiemelt prioritást jelent, hiszen a földi makrokörnyezetünk fennmaradását támogatja, a városlakók közösségét, a felnövekvő nemzedék környezettudatos magatartásának kialakulását szolgálva (Városi zöld könyv).

Európában két, egymással teljesen ellentétes fejlesztési igény mutatkozik a városok jövőjét illetően: a versenyképesség további növelése a cél, megőrizve ugyanakkor a fenntarthatóságot, az ökoszempontokat, kialakítva ezáltal az élhető városi környezetet (Városi zöld könyv).

Kijelenthetjük, hogy interdiszciplináris, integrált dinamikus zöldterület-fejlesztésre van szükség, amelyhez elengedhetetlenek az előzetes feltáró, monitoringvizsgálatok, továbbá módszertani fejlesztések. Hazai és nemzetközi viszonylatban tanulmányozva a városok környezeti állapotát, látható, hogy minél terheltebb a városi környezet az antropogén hatások következtében, annál összetettebb hatást gyakorol a lakosok életminőségére.

Tekintettel arra, hogy a városokban koncentráló lakosság nem önellátó, az élelmiszer-, nyersanyag- és energiaellátást folyamatosan biztosítani kell, továbbá a városok egyre motorizálódnak (helyi és agglomerációban élő lakosok), gyakran levegőminőség-problémák adódnak a közlekedési eredetű, gépjárművekből származó légszennyező anyagok (szén-monoxid, szénhidrogének, nitrogén-oxidok, kén-dioxid, a korom és por) miatt. Az egészséges levegőminőség eléréséhez a városi zöldfelületek fejlesztése elengedhetetlen.

A globális éghajlatváltozás következtében kialakuló városi hőszigetek (heat islands) elleni védekezés szintén a zöldfelületek fejlesztésével támogatható.

---

<sup>1</sup> Egyetemi docens, Debreceni Egyetem Műszaki Kar. E-mail: [herta.czedli@eng.unideb.hu](mailto:herta.czedli@eng.unideb.hu)

<sup>2</sup> Egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Műszaki Kar. E-mail: [vzs@eng.unideb.hu](mailto:vzs@eng.unideb.hu)

Jelen tanulmányunkban debreceni mintaterületeken végzett interdiszciplináris kutatásaink főbb eredményeit foglaljuk össze, kitérve a zöldfelületi információs rendszer és a városi vegetáció jelentőségére, a zöldfelületeknek a városklíma javításában betöltött szerepére.

## 1. Anyag és módszer

Környezetünk állapota folyamatosan változik az ember társadalmi, gazdasági tevékenységének hatása miatt. Az erőforrások egyre nagyobb mértékű koncentrációja, továbbá a termelés, fogyasztás és szolgáltatás területén a végtermékek (hulladék) nagyarányú és folytonos növekedése közismert probléma, ugyanakkor a társadalom részéről érzékelhető a megfelelő környezeti minőség iránti elvárás is. Napjainkban egyre nagyobb az igény a környezet állapotára vonatkozó minőségi mutatók, valamint a környezeti állapotot befolyásoló hatásokra jellemző információk, adatok, egészségügyi kockázatok megismerésére (BÁNHIDI–HUTKAINÉ GÖNDÖR 2011).

Egy városrész környezetállapotának értékelése során elengedhetetlen, hogy a zöldfelületek fontosságára (meglétére/hiányára) felhívjuk a figyelmet. Kutatásunk során a városi zöldfelületek ökológiai szerepét, jelentőségét vizsgáltuk, a városi zöldfelületek térszerkezetének ismeretében. A zöldfelületeket biológiailag aktív felületként tartjuk számon: a környezetre kifejtett kondicionáló hatás mellett befolyásolják a levegőminőséget, a klímát, a vízháztartási viszonyokat. Biológiailag aktív felületnek tekinthető minden növényvel borított terület (a zöldfelületek, a szabad vízfelületek összessége), amely megfelelő tervezés esetén – rendszert képezve – fizikai és fiziológiai folyamatokkal szabályozottan hat a környezetre (JÁMBOR–SZILÁGYI 2004).

A vizsgált mintaterületen elhelyezkedő zöldfelületek felmérésének módszerét minden esetben a modellezni kívánt terület nagysága, térbeli tagoltsága alapján határozhatjuk meg. A városi zöldfelületi információs rendszerek adatainak bővítéséhez, geodéziai felméréssel végezhetünk lokális adatgyűjtést. A zöldfelületek térképezése során az egyes objektumok helyszíni beazonosítása mellett elvégezhető a térben és időben mutatkozó változás elhatárolása is. Egy-egy városrész vizsgálata során felmerülhet az igény nagyobb területekről történő adatgyűjtésre, amelyet különböző fotogrammetriai/távérzékelési eljárások alkalmazásával valósíthatunk meg: raszteres leképzéssel létrejött adatforrásokból (légifényképek, űrfelvételek) közvetlenül jutunk a térbeli adatokhoz (BÍRÓ 2013). A digitális ortofotók, űrfelvételek elemzése során a zöldfelület kiterjedéséről és állapotáról kapunk információt, jellemezni tudjuk a zöldfelület intenzitását (borítottság, vitalitás) az adott mintaterületen.

A vizsgált mintaterületeink a következők voltak Debrecenben: belváros, Pesti utca, Wesselényi utca, Árpád tér. A beépített terület és zöldfelület arányainak összehasonlító elemzését követően forgalmas helyekről származó debreceni talajminták vizsgálatát végeztük el (MOLNÁR et al. 2013) a közúti forgalom és a nehézfémzennyezés kapcsolatának bemutatása céljából. A zöldfelületi foltokat Esri ArcGIS programban vektorizáltuk, majd számítottuk a poligonok területét. Ezeket összegezve a (képterület ismeretében) határoztuk meg a zöldfelület %-os arányát. Az egyes minták összetételét, nehézfém-tartalmát MiniPal EDXRF spektrométerrel vizsgáltuk.

## 2. Eredmények

Egy település zöldfelületi rendszerének részét képezik többek között az út- és térfásítások, valamint a magánterületen található zöldfelületek is. Debrecen általunk vizsgált belvárosi mintaterületén a zöldfelület aránya 13%. Tekintettel az alacsony arányra, a zöldfelület itt nem tudja betölteni kondicionáló hatását, rekreációs szerepét, a biodiverzitás megőrzését. A versenyképességet befolyásoló tényezőket vizsgálva (beépítettség, klímaadaptáció) látható, hogy a belváros esetében a zöldfelületi deficit csökkentése jelentene versenyképesség-növekedést.

A belvárosi zöldtetők kialakítása lehetőséget ad zöldfelületnövelésre, ennek révén életeret tudnánk biztosítani az élővilág számára, segítenénk az ökológiai sokszínűség fenntartását, mindezek mellett a lakosság szempontjából kedvező változást hozna a biológiailag aktív felületek hűtőhatása, a komfortérzet növelése, a közösségi életre kifejtett inspiráló hatás. A javaslatunk nyomán elérhető kedvezőbb komfortérzet turisztikai szempontból növelné a belváros népszerűségét.

A globális felmelegedés miatt a települési klímastratégia részét képező klímarezi-liencia (a klímával kapcsolatos sebezhetőség, adaptáció) elemzése során a klímaadaptáció szempontjából a zöldfelületek szerepe előtérbe kerül. A további mintaterületeink esetében is megállapíthatjuk, hogy a zöldfelületek %-os arányait figyelembe véve az árnyékoló hatás, a CO<sub>2</sub>-megkötés, a fotoszintetikus aktivitás, a párologtatásban-vízvisszatartásban betöltött szerep hiányos, nem megfelelő. A nagy zöldfelületek (nagyobb kiterjedésű városi parkok) a burkolt-beépített területekhez képest eltérő hőmérsékletű felületet jelentenek, így szélcsendes időszakban a légmozgás beindításában is szerepet kaphatnának. A vizsgált mintaterületeken a biológiailag aktív zöldfelületek aránya jelentősen elmarad a biológiailag inaktív (beépített, burkolt) felületek arányához képest. A helyi sajátosságokat figyelembe véve a városi zöldfelület fejlesztése indokolt a jobb életminőség, az élhető környezet kialakítása érdekében (nehézfém-tartalmú részecskék megkötése, légköri szennyeződések akkumulációja, szálló por mennyiségének csökkentése, páratartalom növelése, mikroklímatis hatások). Urbanizált környezetben a nagy tűrőképességgel bíró és hatékonyan kondicionáló, párologtató tulajdonsággal rendelkező vegetáció javasolt, hiszen ezek képesek elviselni a módosult, gyakran szélsőséges éghajlati viszonyokat.

A kondicionáló célú zöldfelületek mennyiségének növelése indokolt Debrecenben. A biológiailag aktív felületek mennyiségét támfalak, tűzfalak, kerítések befuttatásával lehet gyarapítani, amelyek esztétikai szempontból is fontos szerepet kaphatnak. Olyan helyeken, ahol fák ültetésére nincs elegendő hely, ott futónövények bevonásával tudjuk kialakítani a zöldtömeget. A levegőt szűrő zöldfelületek kiépítésével igazolhatóan csökkenthető a levegő szennyezettsége. Lakótelepeken ún. közösségi kertek kialakítására is van lehetőség a nem használt területeken. A városi környezet háttérszennyezettségének ismeretében fogalmazhatjuk meg a környezetvédelmi-ökológiai szempontból optimális koncepcionális lehetőségeket, valamint a tervezést meghatározó gazdasági-társadalmi szempontokat. A városi környezet háttérszennyezettségének elemzését segítik a forgalmi csomópontokban gyűjtött talajminták elemanalitikai vizsgálatai (1. táblázat). A beépítési-területhasználati típusokra jellemző talaj nehézfém-tartalom-értékeinek kialakításában érzékelhetően a forgalomsűrűség és a beépítés jellege játszik döntő szerepet. Igazolható, hogy több zöldfelület és kisebb járműforgalom mellett a nehézfémkoncentráció-értékek alacsonyabbak a talajban. A növényzet

jelentős mennyiségű nehézfémeket képes megkötni a légkörből, így a talajba kimutathatóan kevesebb nehézfém kerül.

A városi zöldfelületek sokrétű ökológiai szerepet töltenek be. A legfontosabb a fotoszintézis folyamata során a CO<sub>2</sub> megkötése és az O<sub>2</sub> termelés. Számítások igazolják, hogy kb. 1600 m<sup>2</sup> levélfelület 2,3 kg CO<sub>2</sub> abszorpciójára, 1,7 kg O<sub>2</sub> kibocsátására képes. Egy hektár lombos erdő ezáltal 30 ember oxigén szükségletét képes biztosítani (SZILASSI 2013). Egy személyautó átlagos elővárosi bejárótávolság figyelembevételével évi 1,3 tonna széndioxidot termel (új autónál 127 g/km a CO<sub>2</sub>-kibocsátás) (MÁNDOKI 2010; Új személyautók CO<sub>2</sub> kibocsátása az EU-ban). A személyautók számának emelkedéséből adódóan a várost terhelő közlekedési emisszió hatásainak csökkentéséhez az adatok ismeretében egyre nagyobb zöldfelület szükséges.

A városi zöldfelületek növelik a biodiverzitást, módosítják a besugárzásviszonyokat, a cserjék-fák levelei jelentős mennyiségű port tudnak megkötni, gyökérzetük révén a szennyezett talaj toxikus mikroelemeit fel tudják venni, párologtatásukkal csökkentik a városi hősziget kialakulását, kedvezően befolyásolják a városi szélviszonyokat (JÁMBOR 2002; NAGY 2008).

1. táblázat  
Talajminták nehézfém tartalma

Mérési hely	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Távolsága a megjelölt helytől (m)
Pesti út	0,9	39	32	422.3332
Segner tér	0,4	5	11	209.8757
Kishegyesi út	1,1	523	39	383.1596
<b>Pesti út kereszteződése</b>	<b>0,7</b>	<b>126</b>	<b>32</b>	
Wesselényi utca	1	28	119	527.9841
Szabó Kálmán út	0,7	14	37	384.7986
Nagyállomás	0,7	47	25	344.7965
<b>Wesselényi utca</b>	<b>0,8</b>	<b>29</b>	<b>63</b>	
Kassai út	0,9	80	42	101.1558
Nyíl utca	0,9	38	32	422.3607
Benedek Elek tér	0,9	345	54	507.5396
<b>Árpád tér</b>	<b>0,9</b>	<b>118</b>	<b>41</b>	

*Forrás: a szerző szerkesztése*

### 3. Következtetések

Kutatásaink alapján összefoglalva megállapíthatjuk, hogy vizsgálataink jó alapot szolgáltatnak a zöldfelületi rendszer kialakításához. A beépítés és területhasználat jellege szabályozza az aeroszolokhoz tapadt nehézfémek eloszlását (transzmisszió) az egyes terü-

leteken. Több tényező is szerepet játszhat a transzmisszió kialakulásában, például a terület növényzettel való fedettsége (zöldfelületek aránya), a beépített területek aránya, a beépítés sűrűsége, a lefedett területek aránya, vagy az épületek magassága. A meglévő zöldfelületi elemek állapotvizsgálatához, ökológiai elemzéséhez az általunk választott és alkalmazott módszerek megfelelőek. Átfogó elemzés tud precíz választ adni arra vonatkozólag, hogy az adott településen van-e lehetőség új zöldfelületi elemek kialakítására, illetve hogy a már meglévő és az újonnan létesítendő zöldfelületi elemek hogyan köthetők össze. Az új zöldfelületi rendszer kialakítása minden esetben kapcsolatba hozható társadalmi és gazdasági funkciókkal, így kutatási eredményeink ezek tervezéséhez is eredményesen hozzájárulnak. Vizsgálataink, javaslataink további korszerű városökológiai vizsgálatok, innovatív smart-fejlesztések megalapozását segítik.

## Felhasznált irodalom

- BÁNHIDI O. – HUTKAINÉ GÖNDÖR Zs. (2011): A környezetállapot-értékelés szerepe, jelentősége a környezetpolitikában. *A Miskolci Egyetem közleményei. II. sorozat, Anyagmérnöki tudományok.* 36. kötet 1. füzet 3–13.
- BÍRÓ J. (2013): Térinformatika alkalmazása a városi zöld infrastruktúra fejlesztésében. *Debreceni Műszaki Közlemények* 2013/2. 131–140.
- JÁMBOR I. – M. SZILÁGYI K. (2004): Az újonnan beépítésre szánt területek biológiai aktivitásértékének jogszabályi beépíthetősége az Építési Törvény 8. Paragrafus kiegészítésére külön rendelet tervezete, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti Kar Kert- és Településépítészeti Tanszék, 1–3.
- JÁMBOR I. (2002): A települések zöldfelülete. Kézirat. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Tájépítészeti Kar Kert- és Településépítészeti Tanszék.
- MÁNDOKI P. szerk. (2010): Közlekedés és társadalom. Budapest, BME.
- MOLNÁR A. et al. (2013): A közúti közlekedésből származó nehézfémek hatásainak vizsgálata Debrecen forgalmi csomópontjaiban. *Fiatalkorú műszakiak tudományos ülészaka XVIII.* Kolozsvár, Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztálya. 253–256.
- NAGY I. (2008): Városökológia. Budapest–Pécs, Dialóg Campus.
- SZILASSI P. (2013): Városökológia, Településinformatika. Digitális Tankönyvtár.
- Új személyautók CO<sub>2</sub> kibocsátása az EU-ban. Forrás: <http://eionet.kormany.hu/uj-szemelyautok-co2-kibocsatas-a-eu-ban-adatok-osszefoglalasa-2013> (A letöltés ideje: 2017. 02. 08.).
- Városi zöld könyv. Forrás: [http://ujrev8.epiteszforum.hu/wp-content/uploads/2013/01/Varosi\\_zold\\_konyv\\_1-33.pdf](http://ujrev8.epiteszforum.hu/wp-content/uploads/2013/01/Varosi_zold_konyv_1-33.pdf) (A letöltés ideje: 2017. 02. 08.)



Vákát oldal

# A szerves talajtakarás növénytermesztési és növényvédelmi előnyei

*Südiné Fehér Anikó<sup>1</sup> – Tóth Ferenc<sup>2</sup>*

## Bevezetés

Az állandó gyakorlattá vált mechanikai talajművelés következtében a talaj tömörödik, romlik a szerkezete, és csökken pórusainak száma (SZŐKE 2004). Mindezek következtében romlik a talaj víztárolási kapacitása, csökken a levegőzöttsége, és megváltozik a hőháztartása (RADICS 2006). Erőteljesebben bomlik a humusz, felléphet a talajerózió és a tápanyag-kimosódás veszélye. A pangó vízforgalom és gázcsere hatására a talajélet romlása mellett a növények fejlődése is visszamaradhat (SZŐKE 2004). A talaj állapota hosszú távon csak úgy javítható, ha a talajgazdálkodás a talaj megóvását is magában foglalja (RADICS 2006).

## 1. A talajtakarás hatásai

A mezőgazdaságban három talajművelési módot különböztetünk meg, úgymint mechanika, kémiai és talajtakarásos talajművelési mód. Ezek közül a takarásos talajművelési mód a leginkább talajkímélő (SOLTÉSZ 1997). A talajtakarás – vagy ahogyan szaknyelven nevezik: a mulcsolás – olyan komplex célú ápolási munka, amelynek segítségével szabályozni tudjuk a talaj víz-, hő-, levegő-, valamint tápanyag-gazdálkodását (BALÁZS 1989).

## 2. A vízháztartásra gyakorolt hatás

A talajtakaró anyagok szigetelőréteggént megakadályozzák a talaj felső rétegében lévő víz elpárolgását (BOOMGAARDEN et al. 2011), a vízfolyást, és hatására a csapadék jobban beszívárog a talajba (RADICS 2002). A talajba került víz hasznosulása is jobb, mivel a nedvesség időben és térben egyenletesebben oszlik meg (BÁLINT 1991; RADICS 2002; MAKKAI 2008; TAMÁS 2008). A talajtakarás tehát átsegíti a növényeket a száraz időszakokon, különösen ott, ahol nincs lehetőség öntözésre, hiszen talajnedvesség-megőrző hatása kiemelkedő, több

---

<sup>1</sup> Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar.

<sup>2</sup> Egyetemi docens, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Növényvédelmi Intézet.

öntözéssel is felérhet. A takarás a hólé elfolyását, valamint a csapadékvíz romboló hatását is megakadályozza (RADICS 2006). A mulcsozás lehetővé teszi továbbá az emberek és gépek munkáját esős időben is (RADICS 2002).

A talajtakarás kedvezőtlen velejárója azonban, hogy a takaráson meglehetősen lassú a csapadék átszivárgása, illetve a takaróanyag is jelentős mennyiségű vizet szívhat magába, így a talaj vízháztartása lényegesen csak nagyobb esők után javul (MAKKAI 2008).

### **3. A talajhőmérsékletre gyakorolt hatás**

Tél folyamán a nappali felmelegedést követő éjszakai fagyok hatására a gyökerek elszakadnak a talajtól. A felfagyás megakadályozására ezért késő ősszel gyakran alkalmaznak talajtakarást (PAPP–PORPÁCZY 1990). A talajtakarásnak köszönhetően a talaj hőmérséklete kiegyenlítettebb lesz, csökken a napi hőingása (MAKKAI 2008). A takarás árnyékolóhatásával csökkenti a talaj nyári felmelegedését és téli lehűlését (RADICS 2002). Tavasszal a takaróréteg alatt hamarabb indul meg a talajélet, valamint a takarás hatására javuló, laza szerkezetű talaj gyorsabban melegszik fel, ami korábbi vegetációt tesz lehetővé (BÁLINT 1991).

A takaróanyagok kijuttatásánál fontos azonban, hogy ne a hideg talajra terítsük azokat, mivel szigetelő hatásuk miatt azt hidegen tartják, így hátráltatva a növények fejlődését (LONGLEY 2000).

### **4. A talajszerkezetre, tápanyagokra gyakorolt hatás**

A talajtakarás védi a talajt a napsütéstől, a szélről és a kiszáradástól, megakadályozva ezzel a talajfelszín cserepedését (MAKKAI 2008). Fontos szerepe van továbbá a talaj termékenységének megtartásában, fokozásában és a károsodott talajok helyreállításában. Javítja a talajmunkák és a trágyázás hatékonyságát, mellette a tápanyag utánpótlás szinte alárendelt jelentőségűvé válik (HOFMANN et al. 2008). A mulcsozás megakadályozza a könnyen oldódó tápanyagok mélyebb rétegekbe mosódását, és hatására egyenletesebbé válik a tápanyagok feltáródása (MOHÁCSY et al. 1965). A szerves anyag lassan elbomolva a talaj termékenységét javítja, és a talajt humuszban gazdagítja (MAKKAI 2008). Hatására javul a talaj porozitása, a talaj szerkezete. A talaj ritkább mechanikai művelésének köszönhetően a mulcs alatt minimális a gyökerek károsodása (RADICS 2002), nagyobb a finomgyökérzet aránya, ami hatékonyabb tápanyagfelvétellel jár együtt (SOLTÉSZ 1997).

### **5. A talaj biológiai aktivitására, a talajéletre gyakorolt hatás**

A talajtakarásnak köszönhetően főlegessé vált talajművelési munkálatok (a talaj forgatása, bolygatása) elmaradása (MAKKAI 2008), a szerves anyagok állandó lebomlása révén keletkező folyamatos tápanyagellátás és a talaj kedvező nedvességtartalma optimális környezetet teremt a talajlakó mezo- és mikroszervezetek számára, amelyek elősegítik a talaj érettségének kialakulását (MOHR 1994; DOUDS et al. 1997; MOHÁCSY et al. 1965; HARTMAN

et al. 2001; RADICS 2002; BAUMGARTNER et al. 2005). Gyepesítéskor a hasznos szervezetek egyedszáma is megnő a területen, mivel a gyep növényeinek virágpora alternatív táplálékul szolgálhat például a ragadozó atkák számára (RADICS 2002).

## 6. A gyomosodásra gyakorolt hatás

Mivel a nap fénye a – megfelelően vastagon terített – takaróanyagon nem képes áthatolni, a takart területen lévő gyomnövények nem képesek kikelni és megerősödni, fény hiányában pedig elpusztulnak (BÁLINT 1991; RADICS 2002). Így kevesebb gondunk van a gyomirtásra, a természetett kultúrnövényünk számára pedig kiiktattuk a konkurenciát a tápanyagfelvételért folytatott harcban (MOHÁCSY et al. 1965).

## 7. A termésmennyiségre gyakorolt hatás

A talaj felmelegedésének és kiszáradásának mérséklése kedvezően hat a növények fejlődésére és a termésmennyiségre (MAKKAI 2008). Málnában végzett kísérletek során bebizonyították, hogy talajtakarás hatására a sarjak erőteljesebben növekednek, és emelkednek a termés hozamok (KOLLÁNYI 1990). Szalmával végzett talajtakarásos kísérletben kimutatták, hogy az megnöveli egyes kukoricafajták termés hozamát (megfelelő mennyiségű csapadék jelenléte mellett) (SHEN et al. 2012). Kísérletekkel azt is bizonyították, hogy a talajtakarás kedvezően hat a szőlőfürttermés mennyiségére is (HOFMANN et al. 2008). Számos tanulmány arról is beszámol, hogy a szerves anyaggal való mulcsozás jelentős pozitív hatással van a burgonyagumók növényenkénti számára és tömegére (ZEHNDER–HOUGH–GOLDSTEIN 1990; MOMIROVIC et al. 1997; KAR–KUMAR 2007). Akár 36,1%-os termésmenővelést is elértek mulcsozással (DVOŘÁK et al. 2012). OROSS (2013) megfigyelte, hogy a talajtakarásnak köszönhetően gyorsabban és nagyobbra nőttek a burgonyanövények.

## 8. A talajtakarás növényvédelmi hátrányai

- A módosult mikroklíma következtében növekedhet a gombás betegségek vagy más károsítók általi fertőzöttség mértéke (RADICS 2002; HOFMANN et al. 2008).
- A takaróanyag búvóhelyéül szolgálhat számos kártevőnek (MOHÁCSY et al. 1965). Tapasztalatok szerint rágcsálók ellen a takaróanyagba bodza- vagy diólevelet keverhetünk, mert azok elriasztják őket (MAKKAI 2008). Mások erre a célra durva közüzalék mulcsba való elhelyezését javasolják (PAPP 2003).
- Figyelmet kell fordítani a takaróanyag minőségére, hiszen az nem tartalmazhatja gyomnövények, kártevők vagy kórokozók szaporító képleteit (HARTMAN et al. 2001).
- Költséges és nagy odafigyelést igénylő módszer (RADICS 2002).
- Felléphet a pentozánhatás (MOHÁCSY et al. 1965; RADICS 2002; MAKKAI 2008).

## 9. A talajtakarás növényvédelmi előnyei

- Termesztöberendezésekben alkalmazva a szalma felszívja a nedvességet, így a kisebb páratartalom segít a betegségek megelőzésében (KISS 2001).
- Tisztábban lehet a gyümölcsöt betakarítani, mert a talaj közelében érlelődő termés nem lesz szennyezett a felfröccsenő sártól. Az esetlegesen lehulló gyümölcs pedig puha felületre esik (MAKKAI 2008).
- A jobb talajszerkezet miatt nincs pangó víz a mulcs alatt.
- A talajtakarás nyújtotta kedvezőbb környezet, valamint a szimbiota mikroorganizmusok hatására javul a növény ellenállósága (BAUMGARTNER et al. 2005).
- Bár betelepülhetnek rágcsálók vagy károsítók a takaróanyagokkal, ebben a természetközeli környezetben mégis nagy számban jelennek meg azok természetes ellenségei is (RADICS 2002; JOHNSON et al. 2004; OROSS 2013; PILTZ 2013).
- Visszaszorítja a magról kelő gyomokat (AGÓCS 2013).

## 10. Anyagai

Szerves talajtakarásra számtalan anyagot használhatunk, de legnépszerűbb mind közül a szalma (ZEHNDER–HOUGH–GOLDSTEIN 1990; BRUST 1994; SOLTÉSZ 1997; DÖRING et al. 2005; KAR–KUMAR 2007). Könnyen szállítható, és kijuttatása sem igényel nagy munkaerő-ráfordítást. (HOFMANN et al. 2008). Csekély nitrogéntartalmánál fogva lassabban bomlik le (Boomgaarden et al. 2011), ám alkalmazása magában hordozza a pentozánhatás kialakulásának veszélyét (HOFMANN et al. 2008; MAKKAI 2008).

*Rizsszalmával* végzett talajtakarás során kedvező eredményeket értek el fokhagymán, annak terméshozamát és beltartalmi tulajdonságait vizsgálva (NAJAFABADI 2012).

*Setaria* sp. *szénával* való talajtakarás a termésmennyiség növelése mellett korlátozta a fitoftóra fejlődését is (DEVAUX–HAVERKORT 1987).

A szalmához hasonlóan a *szerves trágya* is általános takaróanyag (SOLTÉSZ 1997). A belőlük kimosódó tápanyagokra azonban oda kell figyelni (RADICS 2002; MAKKAI 2008).

Alkalmas talajtakarónak a konyhai hulladékból és avarból készült *komposzt* is (TAMÁS 2008), amely egyéb célok mellett a földgiliszták és más hasznos élőlények táplálékául is szolgál (VOIT 2011).

A kéregzúzalék könnyen és kedvező áron hozzáférhető takaróanyag, felújítását ritkábban kell végezni (RADICS 2002). Gyomok visszaszorítására ez a leginkább alkalmas takaróanyag (MAKKAI 2008; BOOMGAARDEN et al. 2011). Egyes tapasztalatok szerint kéregzúzalékban kisebb a rágcsálók megtelepedésének esélye is (PAPP 2003).

A *fűrészpor* nem tartalmaz gyommagvakat, és könnyen kezelhető (RADICS 2002; TAMÁS 2008). Főként bázikus talajokon alkalmas talajtakaró, mert közömbösíti, illetve savanyítja azok kémhatását (MAKKAI 2008).

A *kukoricaszár és -csutka* főként aprított és javarészt télen használt takaróanyag (RADICS 2002). Magas cukortartalma révén kedvezően hat a mikroorganizmusokra (TAMÁS 2008). A már említett pentozánhatás elkerülése végett itt is célszerű takarás előtt nitrogénben gazdag anyaggal felszórni a talajt (MAKKAI 2008).

A *hajdina* vagy *pohánkahüvely* a legjobb nitrogénben gazdag mulcsot adja, bár a régebben nagy területen termesztett növényhez mostanában nehéz hozzájutni (TAMÁS 2008).

*Fenyőtű* (ACHARYA–KAPUR 2001; SUBHASH et al. 2002) és *komposztált fenyőkéreg* alkalmazása főként a savanyú talajt kedvelő növények számára kedvező, mint például az áfonya (RADICS 2002). Előzetes érlelésére azért van szükség, mert szárazon nagyon tűzveszélyes (TAMÁS 2008).

A lehullott *lomb* is kiváló takaróanyag, visszaadva azt a kert tápanyagkörforgásának. Könnyen hozzáférhető, olcsó és biztonságos, még a lassan bomló dió- és tölgylevelek is. A giliszták számára kedvelt táplálékforrás (TAMÁS 2008; BOOMGAARDEN et al. 2011).

A *lenyírt fű* is kiváló talajtakaró. Fontos, hogy 3cm-nél vastagabban ne terítsük, ne hogy befülledjen. Kedvező a mikroorganizmusok számára (BOOMGAARDEN et al. 2011).

Virágzás előtt lekaszálva a *gyomnövények* is alkalmas talajtakarók. A szárított nagy csalán (*Urtica dioica*) vasban gazdagítja a talajt (TAMÁS 2008; VOIT 2011). A kövér porcsin (*Portulaca oleracea*), tyúkhúr (*Stellaria media*), somkóró (*Melilotus officinalis*) és mustár (*Sinapis alba*), valamint a hüvelyesek aprított szára is kitűnő talajtakaró (TAMÁS 2008).

A *nádat* főként a Balaton melletti szőlőültetvényekben használják. Kevésbé gyúlékony, hatására kedvezőbb lesz a talaj vízgazdálkodása, nő a termés mennyisége, savasabb lesz a must karaktere, és egyes fajták cukortartalma emelkedik (HOFMANN et al. 2008).

*Papírt* csak ritkán használnak takaróanyagként, főként az apró magvak vetésénél és gombatermesztésben (TAMÁS 2008).

Talajtakarásnak számít a sorközökbe ültetett takarónövény és a sorközfüvesítés is.

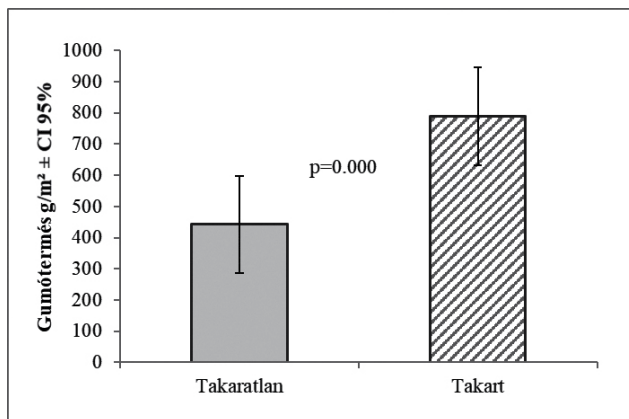
Talajtakarást ma elsősorban díszkertekben, parkokban és biokertészetekben alkalmaznak (HARTMAN et al. 2001), ám előnyei miatt egyre több zöldségnövénynél és más kertészeti kultúrákban is sikeresen terjedő termesztéstechnológiai eljárás. Igen elterjedt szamócában (SOLTÉSZ 1997; MAKKAI 2008), bogyógyümölcsűeknél (PAPP–PORPÁ CZY 1990; PAPP–BENEDEK 1999; PORPÁ CZY 1999; CSEH 2008), gyümölcsültetvényekben (BÁLINT 1991; SOLTÉSZ 1997; PAPP 2003) és szőlőben (SZŐKE 2004; HOFMANN et al. 2008; MAKKAI. 2008).

## 11. Saját tapasztalatok

Kísérleteinkhez tesztnövénynek a burgonyát választottuk, hiszen kiválóan megfigyelhetők rajta a talajlakó kártevők és kórokozók kártételei. Az évek során olyan hazai nemesítésű, keszthelyi fajtákat használtunk, mint a Démon, Hópehely és a Balatoni Rózsa. Kísérleteinket az ország különböző talaj- és éghajlatviszonylatú területein végezzük (Gödöllő, Isaszeg, Keszeg, Nagyecser, Terény). Talajtakaráshoz négy különböző szerves anyagot használunk, a szalmát, a dióavart, a diómentes vegyes avart és a komposztot. A takarást minden évben tavasszal, ültetés előtt végezzük kb. 15-20 cm vastagon, és pótoljuk, ha szükséges. A felszámolás ősszel történik a gumók kézzel való felszedésekor, a takaróanyagok egész évben a területen maradnak.

A különböző helyszíneink évenkénti összesített termésátlaga szerint a 2013-as és 2014-es adatokhoz képest 2015-ben és 2016-ban egyre nagyobb volt a különbség a takart és takaratlan parcellák között a takart parcellák javára. Valószínűleg ez utóbbi két évben a korábbi takarás jobban megőrizte a téli nedvességet (minden kísérletünk öntözetlen), illetve az évek alatt egyre jobban kitapasztaljuk a talajtakarás legmegfelelőbb módszerét. Az összes év összes

helyszínének összesített terméseredményei azt mutatják, hogy hosszú távon kifejezetten előnyös a takarás a termés mennyiségét nézve (1. ábra)



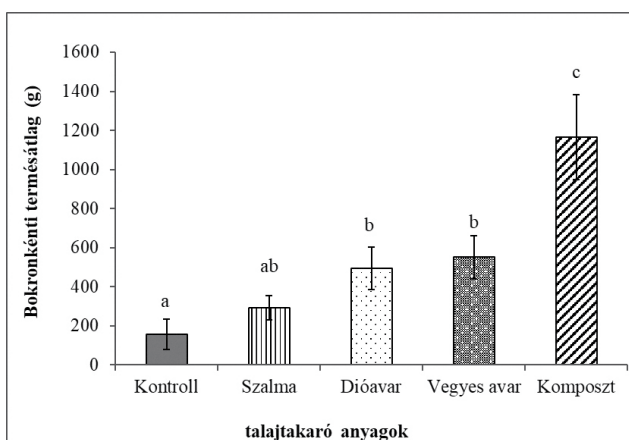
1. ábra

Összes kísérleti év és helyszín négyzetméterenkénti termésátlaga takart és takaratlan parcellákon (g/m<sup>2</sup>)

Forrás: a szerző szerkesztése

Két éve már azt is vizsgáljuk, melyik takaróanyag a legkedvezőbb mind növénytermesztési, mind növényvédelmi szempontból. Itt látható, hogy termés szempontjából a szalma nem különbözik a kontrolltól, a két avar közepesen szerepelt, és a legjobb eredményt a komposzt adta (2. ábra).

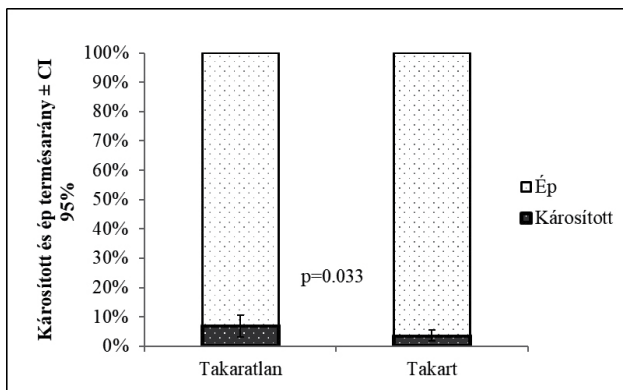
Az összes kísérleti év és helyszín ép és károsított termésmennyiségének átlagos százalékos megoszlása azt mutatja, hogy a talajtakarás nemcsak több, de egészségesebb termést is ad (3. ábra). Az eddig vizsgált takaróanyagok között viszont nem találtunk mérhető különbséget ilyen tekintetben.



2. ábra

Talajtakaró anyagok 2016-os bokronkénti termésátlaga (g)

Forrás: a szerző szerkesztése



3. ábra

Az összes kísérleti év, illetve helyszín ép és károsított termésmennyiségének átlagos százalékos megoszlása takart és takaratlan parcellákon.

Négyéves tapasztalat alapján a burgonya leggyakoribb kórokozója a fuzáriumos gumórothadás volt, a kártevők közül pedig a drótférges és a cserebogárpajorok károsítottak a legnagyobb mértékben. Az agrotechnikai gumókárók közül a gumózöldülés volt a legjelentősebb, amely akkor jelentkezik, ha elvékonyodik vagy lemosódik a takaróanyag a gumóról, és azt fény éri. Ezért fontos pótolni a takaróanyagot.

Összefoglalva tehát messzemenően javaslom a különböző szerves anyagokkal való talajtakarás alkalmazását, mert az számos kedvező hatása mellett nem növeli a károsítók előfordulásának, illetve kártételüknek a gyakoriságát. A sokak által elítélt diólomb sem marad el semmiben a többi vizsgált takaróanyagtól, nem bomlik lassabban, és nincs csírázásgátló hatása sem.

## Felhasznált irodalom

- ACHARYA, C. L. – KAPUR, O. C. (2001): Using Organic Wastes as Compost and Mulch for Potato (*Solanum tuberosum*) in Low Water-retaining Hill Soils of North-west India. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 71. No. 5. 306–309.
- AGÓCS É. B. (2013): *A szalmatakarás hatása burgonyában a burgonyabogár kártételére és a termésre Battonyán és Sándorfalván*. Szakdolgozat, Gödöllő, SZIE MKK NVI.
- BALÁZS S. (1989): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Budapest, Mezőgazdasági.
- BÁLINT Gy. (1991): *Gyümölcsöskert*. Budapest, Planétás.
- BAUMGARTNER, K. – SMITH, R. F. – BETTIGA, L. (2005): Weed control and cover crop management affect mycorrhizal colonization of grapevine roots and arbuscular mycorrhizal fungal spore populations in a California vineyard. *Mycorrhiza*, Vol. 15. No. 2. 111–119.
- BOOMGAARDEN, H. – OFTRING, B. – OLLIG, W. (2011): *Natur sucht Garten*. Stuttgart, Eugen Ulmer.
- BRUST, G. E. (1994): Natural Enemies in Straw-mulch Reduce Colorado Potato Beetle Populations and Damage in Potato. *Biological Control*. Vol. 4. No. 2. 163–169.
- CSEH L. (2008): Rekviem egy gyümölcskultúráért. *Agrofórum Extra*, 19. évf. 24. sz. 29–31.



- DEVAUX, A. – HAVERKORT, A. J. (1987): The effects of shifting planting dates and mulching on late blight (*Phytophthora infestans*) and drought stress of potato crops grown under tropical highland conditions. *Experimental Agriculture*. Vol. 23. No. 3. 325–333.
- DOUDS, D. D. et al. (1997): Effect of compost addition and crop rotation point upon VAM fungi. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 65. No. 3. 257–266.
- DÖRING, T. et al. (2005): Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research*, Vol. 94. No. 2–3. 238–249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.006>
- DÖRING, T. et al. (2006): Aspect of straw mulching in organic potatoes I. Effect on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, Vol. 58. No. 12. 73–78.
- DVOŘÁK, P. et al. (2012): Effect of mulching materials on potato production in different soil-climatic conditions. *Romanian Agricultural Research*. No. 29. 201–209.
- HARTMAN, M. et al. (2001): *Hulladékok a mezőgazdaságban, az erdészetben, a gyümölcsösben és a szőlészetben*. Budapest, Mezőgazdasági Szaktudás kiadó.
- HOFMANN, U. – KÖPFER, P. – WERNER, A. (2008): *Ökológiai szőlőtermesztés*. Budapest, Mezőgazda.
- JOHNSON, J. M. – HOUGH-GOLDSTEIN, J. A. – VANGESSEL, M. J. (2004): Effect of straw mulch on pest insects, predators and weeds in watermelons and potatoes. *Environmental Entomology*, Vol. 33. No. 6. 163–1643.
- KAR, G. – KUMAR, A. (2007): Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural Water Management*, Vol. 94. No. 1–3. 109–116.
- KISS L. (2001): *Gyümölcsfajták I. Almatermsűek és bogyósok*. Budapest, Mezőgazda.
- LONGLEY, S. (2000): *A hétvégi kertész*. Budapest, Magyar Könyvklub.
- MAKKAI, G. (2008): *Ökológiai gazdálkodás*. Marosvásárhely, Mentor.
- MOHÁCSI M. et al. (1965): *Szamóca, málna, szeder*. Budapest, Mezőgazdasági.
- MOHR, H. D. (1994): *Verteilung und Mykorrhizierung der Wurzeln von Reben und Begrünungspflanzen im Boden – Methodik und Anwendungsbeispiele. Begrünung im Weinbau*. Wien, „Förderungsdienst“, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Sonderausgabe.
- MOMIROVIC, N. M. – MIŠOVIC, M. M. – BROČIC, Z. A. (1997): Effect of organic mulch application on the yield of potato seed crop. *Acta Horticulturae* 462. 291–296.
- NAJAFABADI, M. B. M. et al. (2012): Mulching effects on the yield and quality of garlic as second crop in rice fields. *International Journal of Plant Production*, Vol. 6. No. 3. 279–289.
- OROSS A. (2013): *A mulcsozás hatása a burgonya (Solanum tuberosum) talajlakó kártevőire*. Szakdolgozat. Gödöllő, SZIE MKK NVI.
- PAPP J. – BENEDEK L. (1999): A szederültetvények művelési rendszere és telepítése. In: PAPP J. – PORPÁCZY, A. (szerk.): *Szeder, ribiszke, köszméte, különleges gyümölcsök. Bogyósgyümölcsűek II*. Budapest, Mezőgazda, 22–25.
- PAPP J. – PORPÁCZY A. (1990): *Szamóca, málna. Bogyósgyümölcsűek I*. Budapest, Mezőgazda.
- PAPP J. (2003): Talajművelés. In: PAPP J. szerk.: *Gyümölcssteresztési alapismeretek*. Budapest, Mezőgazda, 320–329.
- PILTZ M. (2013): *Mulcsozott és mulcsozatlan burgonyatáblák futóbogár együtteseinek felmérése*. Szakdolgozat. Gödöllő, SZIE MKK NVI.
- PORPÁCZY A. (1999): Ribiszkesteresztés. In: PAPP J. – PORPÁCZY A. szerk.: *Szeder, ribiszke, köszméte, különleges gyümölcsök. Bogyósgyümölcsűek II*. Budapest, Mezőgazda, 50–137.
- RADICS L. szerk. (2002): *Ökológiai gazdálkodás II*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 663.

- RADICS L. (2006): Ökológiai gazdálkodás a felsőfokú szakképzés hallgatói számára. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház.
- SHEN, J. Y. et al. (2012): Effects of straw mulching on water consumption characteristics and yield of different types of summermaize plants. *Plant Soil and Environment*, Vol. 58. No. 4. 161–166.
- SOLTÉSZ M. szerk. (1997): *Integrált gyümölcstermesztés*. Budapest, Mezőgazda.
- SUBHASH, C. et al. (2002): Effect of mulch and irrigation on tuber size, canopy temperature, water use and yield of potato (*Solanum tuberosum*). *Indian Journal of Agronomy*, Vol. 47. No. 3. 443–448.
- SZŐKE L. (2004): *Bioszőlő, biobor*. Budapest, Mezőgazda.
- TAMÁS E. (2008): *Biokertészkedés*. Budapest, Mezőgazda.
- VOIT H. (2011): *Veteményeskert*. Budapest, Cser.
- ZEHNDER, G. W. – HOUGH-GOLDSTEIN, J. (1990): Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) population development and effects on yield of potatoes with and without straw mulch. *Journal of Ecologic Entomology*, Vol. 83. 1982–1987. DOI: <http://doi.org/10.1093/jee/83.5.1982>

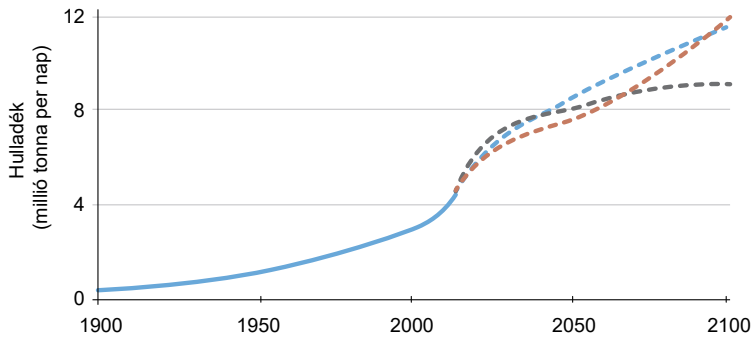
Vákát oldal

# Hulladék = Energia + Nyersanyag

Németh Zsolt

## Bevezető

Az elmúlt évszázadokban az emberiség létszáma közel exponenciálisan növekedett. Ezzel párhuzamosan nőtt a városi lakosság lélekszáma: míg 1950-ben mindössze nyolc város lakosság száma érte el az öt milliót, addig 2010-re már 56 ilyen város volt a Földön (World Urbanization Prospects). Az egyre gyorsuló urbanizációs folyamat eredményeképpen manapság már *hetente* mintegy 1,5 millió fővel növekszik a városok lakosság száma (PricewaterhouseCoopers).



1. ábra

*Az emberiség hulladéktermelésének szimulációi*

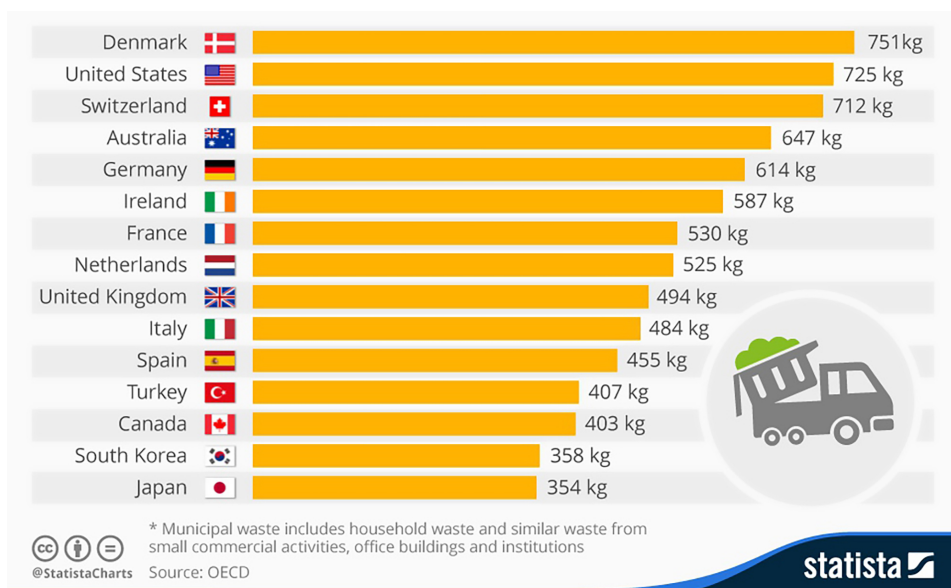
*Forrás: HOORNWEG–BHADA-TATA 2012*

A városi lakosság civilizációs életmódja, termelési- és fogyasztási szokásai ugyanakkor egyre több hulladékot eredményez, amelynek elhelyezése, újrahasználatát illetve visszaforgatása a természetbe mára szinte megoldhatatlan kihívások elé állította az emberiséget.

Az 1. ábrán az emberiség teljes hulladéktermelése, illetve annak három, a jövőre vonatkozó szimulációja látható. A szürke szaggatott vonal optimista feltételei: 7 milliárdos össznépeség, amelynek 90%-a urbanizált, a fosszilis energiaforrások fogyasztása minimalizálva, környezettudatos életforma. A kék szaggatott vonal feltételei: 9,5 milliárdos népesség, amelynek 80%-a urbanizált, és a jelenlegi életforma nem változik jelentősen (business as usual). A piros szaggatott vonal feltételei pedig: a 13,5 milliárdos lakosság

70%-a él városokban, nagy gazdasági különbségek mellett a szegényebb országok erőteljes lakosságszám-növekedésével. Az ábrából látható, hogy a 21. század végére a jelenlegi, napi kb. 4 millió tonna hulladéknak még az optimista scenárió megvalósulása mellett is több mint duplája, mintegy 9 millió tonna hulladék keletkezése várható.

A korszerű hulladékmenedzsment kiépítése ugyanakkor már napjainkban is komoly kihívás elé állítja még a legfejlettebb országok közigazgatását is, számos megoldatlan technológiai, gazdasági és jogi kérdést hagyva például az üveghulladékok, ötvözetek, kis koncentrációjú ritka fémek, műanyag hulladékok, gumiabroncsok, radioaktív hulladékok stb. tekintetében.



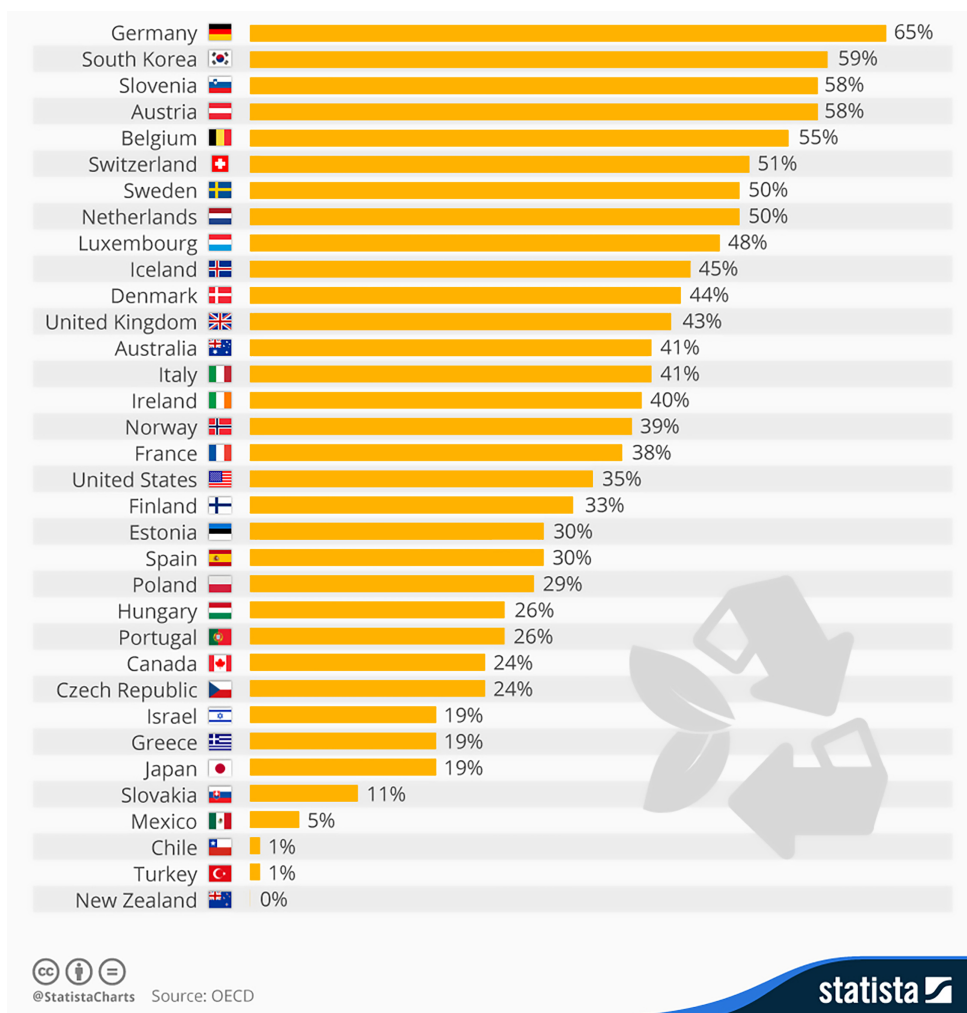
2. ábra

*Hulladéktermelés az egyes országokban*

*Forrás: OECD 2015*

Az OECD-felmérésből látható, hogy egy ország „civilizáltsági” és urbanizációs foka jól korrelál a fajlagos hulladéktermeléssel, ugyanakkor kitűnik, hogy ez a korreláció a technikai fejlettség tekintetében már sokkal gyengébb, és a társadalmi szokások is számítanak.

A hulladékstátuszba került anyagok hatalmas tömegének azonban jelenleg csak töredékét használják fel valamilyen módon, és ebbe sokszor a rendkívül rossz hatásfokú, sőt környezetszennyező hulladékégetést is beleértik.



3. ábra

*Újrahasznosított hulladék aránya az egyes országokban*

*Forrás: OECD 2015*

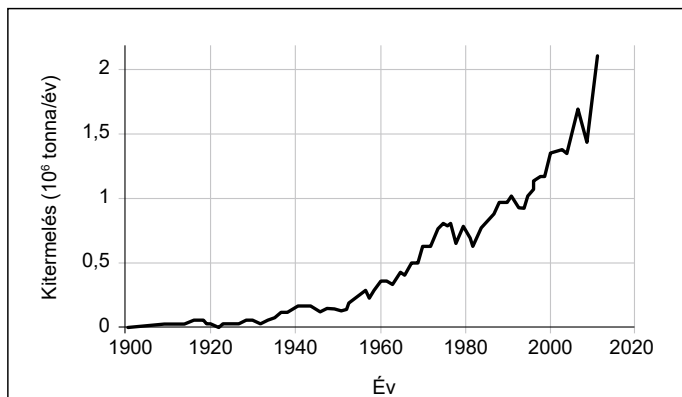
A hulladék újrahasznosítási arányainak 2015-ös adatai (OECD 2015) azt mutatják, hogy a világ majd kétszáz országából csak hétben hasznosítják újra a kommunális hulladéknak legalább felét, és mintegy 170 országban az 5%-ot sem éri el az újrahasznosítási arány.

A legegyszerűbb lenne a biológiailag bontható hulladékok hasznosítása, irányított biokémiai folyamatok, például anaerob fermentáció és komposztálás után a mezőgazdaságban kellene hasznosítani az értékes szerves anyagot az intenzív, műtrágyahasználattól pusztuló

talajok humusztartalmának növelése érdekében, azonban sokszor még ezt is gátolják a gazdasági és lobbierdekek, a jóval drágább és környezetkárosítóbb égetést preferálva.

A biológiailag nem bontható anyagoknak pedig szétválogatásuk utáni, lehetőleg anyagukban való újrahasznosítása lenne kívánatos. Így ugyanis vissza lehetne őket juttatni az ipari anyaggyártás körforgásába. Ez manapság a legtöbb nyersanyag tekintetében még nem gazdaságos, de néhány éven, évtizeden belül bizonyosan az lesz, ugyanis végsőlegesen fogynak a Föld ásványi tartalékai.

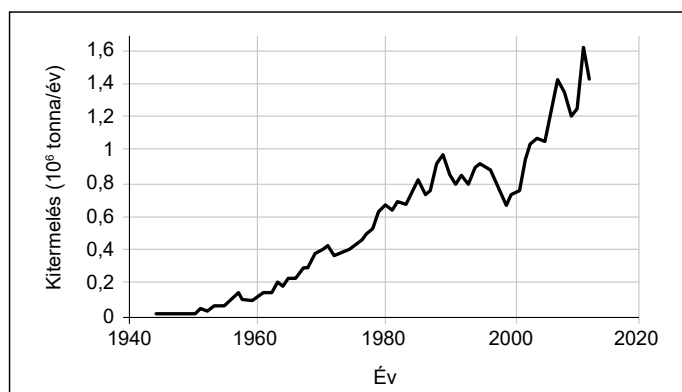
Az alábbi ábrák a világ nikkel- (Ni) és cirkóniumkitermelésének (Zr) változását mutatják az utóbbi évszázadban (Mineral Resources Program), de a többi fém és sok ásvány tekintetében is hasonló görbéket láthatunk.



4. ábra

*A világ nikkelkitermelése*

*Forrás: a szerző szerkesztése*



5. ábra

*A világ cirkóniumkitermelése*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Még ha a politika, a jogalkotás és a közigazgatás eddig szinte példátlanul tudatos és konzisztens cselekvése által megvalósul is egyes országokban a hulladékgazdálkodásnak az a kívánatos és logikus alapelve, amely szerint a gyártók csak bizonyos anyagukat tekintve könnyen újrafelhasználható alapanyagokból állíthatnak elő egyes termékeket (például egységesen adalékolt polietilén fóliák, amelyek jól szervezett begyűjtés után kis ráfordítással szennyező melléktermékek nélkül regranulálhatók), akkor is a következő generációkra marad a 20–21. század során elásott, több milliárd tonnányi, zavarbaejtően változatos anyagmínőségű hulladék újrafeldolgozásának feladata.

Ebből ugyanis olyan értékes anyagok nyerhetők ki, amelyek bányászata már jóval nagyobb ráfordításokat igényelne, illetve az itt tárolt hulladék energiatartalma miatt válik értékessé.

A Magyarország mintegy 2500, jórészt lezárt hulladéklerakójában rendelkezésre álló anyag megfelelő energetikai hasznosítása becslések szerint több évre fedezetné az ország elektromos áram- és távhőigényét.

A kommunális hulladék mintegy 85-90%-a ugyanis szerves anyag, amely hő hatására elbomlik, és a keletkezett olajszerű, illetve gáznemű termékek jelentős energiatartalommal bírnak.

Az energetikai hasznosítás persze nem a hagyományos égetőművekben képzelhető el, hiszen ezekből hatalmas kapacitásuk miatt hazánkban csupán 2-3 lenne gazdaságosan üzemeltethető, ezek is jelentős szállítási ráfordításokkal. Olyan technológiákra van inkább szükség, amelyek alacsonyabb, évi 5-10 ezer tonnás kapacitással is gazdaságosan üzemeltethetők, és környezetkímélő, regionális megoldást kínálnak.

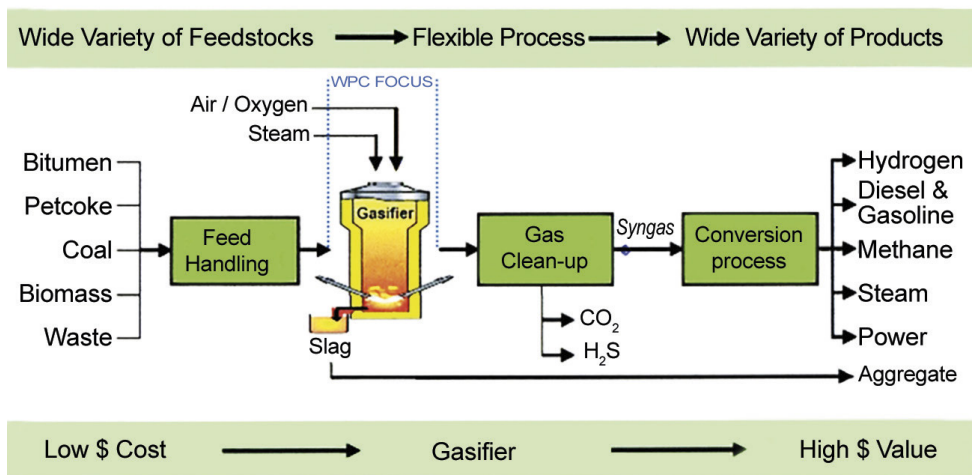
Ilyen technológiák lehetnek a következők: 1. Plazmatechnológia; 2. Alacsony hőmérsékletű ( $T < 400\text{ °C}$ ) pirolitikus technológiák; 3. Közepes ( $400\text{ °C} < T < 900\text{ °C}$ ) hőmérsékletű pirolitikus technológiák.

Az alábbiakban ezen technológiákba nyújtunk vázlatos betekintést.

## 1. Plazmatechnológiák

Ezen technológiákat főleg az USA-ban fejlesztették ki az 1980-as éveitől kezdve. Alkalmazásuk rendkívül sokoldalú, az ásványi szenek cseppfolyósításától a katonai célokig (WILLIAMS–JENKINS–NGUYEN 2003) Az eljárás lényege, hogy egy *anaerob*, zárt térben plazmaívvel termikusan degradálják a beadagolt hulladékot. Az ív hőmérséklete akár 13 ezer °C feletti is lehet, és az általa emittált nagy energiájú UV-fotonok kiszórják az anyagok kötési elektronjait, így az nagyrészt kisebb molekulákra, illetve atomokra esik szét. A folyamatot az olvasztótérben uralkodó 1600-1800 °C hőmérséklet is segíti, amelyben a szerves anyag főleg hidrogénre és szénmonoxidra esik szét. Ezen két gáz keverékét tisztítás után tiszta szénhidrogének, például  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH}_4$  stb. szintézisére használják (MESSERLE–USTIMENKO 2007)





6. ábra

Plazmatechnológia folyamatábrája

Forrás: <https://adoc.tips/zld-szintetikus-zemanyag-tiszta-szen-technologiaival.html>

A fenti folyamatábra az eljárás vázlatát mutatja. A plazmakohóból kikerülő, megszilárdulva üvegszerű salak főleg fém-oxidokat, szilícium-dioxidot és más, szervesetlen vegyületeket tartalmaz. Kellően anaerob folyamat esetén a fémek innen nyerhetők vissza, sűrűségük szerint rétegzett formában. Az eljárás előnyei:

Sokféle bemenő anyagra alkalmas, még veszélyes hulladékokra, kemikáliák, gyógyszerek (kis mennyiségben vagy átalakított formában) robbanóanyagok stb. feldolgozására is.

Kellően hatékony gáztisztítás esetén rendkívül tiszta végtermékeket kapunk, hiszen a magas hőmérséklet meggátolja az égési folyamatoknál gyakran előálló dioxinok, NOx és furánok képződését. A gázok lehűtésekor azonban rekombinációval kis mennyiségben dioxinok képződnek.

Fémek és szervesetlen anyagok a salakból kinyerhetők, vagyis az anyagban való újrahasznosítás lehetősége technikailag adott. Kérdés, hogy mely anyagokra gazdaságos?

Az eljárás hátrányai:

- Jelentős investíciót igényel, egy napi kb. 50 t hulladékot feldolgozni képes rendszer jelenlegi piaci ára több tízmillió dollár. Ebből következően az amortizációs és karbantartási költség is releváns hányadot képvisel az üzemeltetési költségek között.
- Magas az elektromos áramigénye, amely szintén csökkenti a nyereségességet. Ha elektromos áram által generált plazmával bontjuk fel ugyanis a kémiai kötéseket, és ezen túlmenően még az atomokat is gerjesztjük, akkor más, sok esetben azonos kötések létrejöttékor kinyerhető, főleg hőenergia a hőerőgépek gyenge elektromos hatásfoka miatt nem tud sokkal több elektromosságot termelni, mint amennyit felhasznál. Az eljárást főleg a veszélyes hulladék magas átvételi ára teszi nyereségessé néhány országban.

A fentiek miatt az eljárás hasznosításának főleg gazdasági akadályai vannak, illetve a plazmafáklyák gyártása rendkívül magas technológiai tudást igényel, amely a legtöbb országban nem áll rendelkezésre. A technológiát egyébként a Pentagon is használja Gerald R. Ford-osztályú repülőgép-anyahajóin, ahol a képződő kommunális hulladékból a repülőgépek üzemeltetéséhez szükséges szintetikus üzemanyagot állítja elő belőle.

A plazmatechnológia olcsóbbá válásával a nyersanyagok fokozódó szűkössége esetén a jövőben vonzó helyi megoldást jelenthet a hulladékhasznosításban. Tiszta végtermékeivel ugyan jelentős energiafelhasználás árán, de lehetővé teszi a hulladék bizonyos komponenseinek anyagukban való újrahasznosítását is.

## 2. Alacsony hőmérsékletű pirolízis

Pirolízisen általában a szerves anyag levegőtől részben vagy teljesen elzárt termikus degradációját értjük. A 20. század elején kifejlesztett ún. fapirolízis magas hőmérsékleten ( $T \sim 800-1000$  °C) ment végbe a szén teljes eloxidálásával, az ennek során képződő  $CO_2$ -t a még forró faszén rétegen átvezetve redukálták szén-monoxiddá. Ez képezte a motorok hajtóanyagát. A folyamatba csak annyi levegőt engedtek, amennyi a kigázosodó szén-monoxid teljes oxidációjához szükséges volt, az égetésnél szokásos „légfelesleg” itt káros lett volna a folyamatra. Ez a pirolízis tehát nem anaerob, szemben a teljesen zárt térben végzett hevítéssel. Utóbbi atmoszférája a bekerült anyagok oxigéntartalma miatt kis mértékben szintén oxidatív, az anyagmennyiségek miatt azonban itt mégsem az oxidáció dominál. A szénláncok a hőmozgás hatására felbomlanak, kisebb, szobahőmérsékleten folyékony vagy légnemű anyagok molekulái képződnek belőlük.

A bemenő anyagok függvényében sajnos az így képződő molekulák egy része rendkívül mérgező. A kommunális hulladékban található halogének (főleg a Cl és a Br) pedig a jelenlévő poliaromás és heterociklusos szénhidrogénekkal PAH-okat, dioxinokat, furánokat és más, az emberi egészségre és környezetre fokozottan veszélyes vegyületet képeznek. Két amerikai kutató kísérletet végzett számítástechnikai műanyagok anaerob termikus degradációjával 500 °C hőmérsékleten és a pirolízistermékekben rendkívül toxikus vegyületek százait találták (HALL–WILLIAMS 2006)

Mivel ezen toxikus vegyületek eltávolítása, illetve közömbösítése a végtermékekben a működési rentabilitást megakadályozó ráfordítást igényelne, próbálkozások történtek a szerves anyag olyan alacsony hőmérsékletű ( $T \sim 360-390$  °C) degradációjára, amelynek során a fenti toxikus anyagok még nem vagy csak kis koncentrációban állnak elő.

Egy ilyen rendszer kifejlesztője a cseh hadsereg egyik cége (Hedviga), amely jelentős investícióval, évek munkájának eredményeképpen létrehozott egy szakaszos üzemű anaerob pirolízisrendszert. Ez a rendszer 1200 liter térfogatú edényekbe töltött hulladék anaerob felmelegítésével a termelődő gőzöket és gázokat tisztítás és kondenzáció után speciálisan erre a célra kifejlesztett gázmotorokban hasznosítja (KOČI et al. 2017).

A hulladékot először 120 °C fokon szárítják, majd 380 °C fokon részben degradálják. Az alacsony hőmérséklet legfőbb előnye, hogy a mérgező komponensek koncentrációja kicsi marad, azonban a hulladéknak ezen a hőmérsékleten több óra elteltével is csak mintegy 30-35%-a degradálódik, vagyis tömegben és térfogatban csak kismértékű csökkenés történik.

A kép az alacsony hőmérsékletű rendszer egy nagyüzemi realizációját mutatja (Zimatechnik). A tartályokból a gőzöket és a gázt a rozsdamentes csövön keresztül szívják el. Az edényekhez mágnesesen csatlakozó elszívó illesztéseit nitrogénnel fűjják a robbanásveszély csökkentése érdekében.



7. ábra

*Alacsony hőmérsékletű rendszer*

*Forrás: <http://zimatechnik.cz/waste-to-energy/>*

A rendszer piaci ára 1 MW elektromos teljesítményre 2,5 millió euró feletti, ami ebben a mezőnyben közepesnek mondható.

A technológia előnyei:

- A hulladékok széles skálája kezelhető vele.
- Tiszta végtermékeket szolgáltat.

Hátrányai:

- A kezelt hulladék 65-70%-a megmarad, gyenge hatásfokú.
- Bonyolult rendszer, működtetésének költségei magasak.
- Szakasos üzemű, hőmérsékleti inhomogenitások jellemzik, a melegítés és hűtés során kontrollálhatatlan köztes- és végtermékek keletkeznek.

### **3. Közepes hőmérsékletű pirolitikus technológiák**

Mint a fentiekben már láttuk, a pirolízis során keletkező toxikus anyagok komoly környezeti és egészségügyi problémát jelenthetnek, eltávolításuk pedig a végtermékekből rendkívül költséges lenne. Ugyanakkor alacsony degradációs hőmérsékletet alkalmazva a hulladék nagy része megmarad, kívánatos lenne tehát magas hőmérsékleten elkerülni valahogy a toxikus anyagok képződését, ugyanakkor jelentősebb hulladék-tömegcsökkenést elérni.

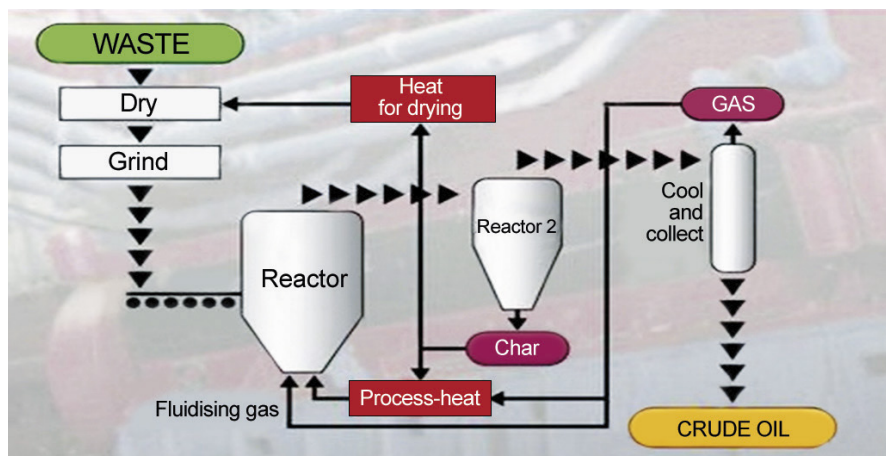
Ez csak úgy lehetséges, ha a rendszerbe jutó hulladékok körét erősen korlátozzuk, vagyis a halogéntartalmú részeket kiválogatjuk, illetve a pirolízisnél alkalmazott kémiai technológia lépései során ki tudjuk küszöbölni a mérgező vegyületek képződését. Utóbbi 100%-os hatásfokkal nyilván lehetetlen, mégis vannak módszerek, amelyekkel jelentősen és költséghatékonyan csökkenteni lehet ezen anyagok koncentrációit a végtermékekben.

A hulladékok kiválogatása további költséggel jár, ráadásul a termikusan legegyszerűbben degradálható és legtisztább végterméket adó poliolefinnek (főleg a PE és a PP) tisztítás után egyszerű regranolással is hasznosíthatók anyagukban, ezért piaci áruk eléri a 120-130 Ft/kg-ot is, tehát pirolitikus hasznosításuk – néhány kivételtől eltekintve – energiatermelés céljából gazdaságtalan, környezetterhelő és ezért értelmetlen.

A modern válogatók már 1% alatti hibával ki tudják szűrni a hulladékból a halogéntartalmú részeket és a jó minőségű SRF-, illetve RDF-frakciók remek alapanyagot szolgáltatnak a pirolízisnek. Ugyan az 1% halogéntartalmú komponens még így is komoly mennyiségű PAH, PCB stb. képződéséhez elég, hiszen a halogéntartalmú műanyagok jelentős része PVC, amelyben a klór tömegaránya 60% körüli, azonban megfelelő technológiai lépésekkel el lehet távolítani a maradék halogéneket mintegy 90%-át, így a végtermékekbe már csak kb. 1‰ halogén kerülne, ha a technológia további lépései nem csökkentenék ezt is még két nagyságrenddel.

Fontos kiemelni, hogy a technológia *folyamatos üzemű*. Szakaszos működésnél ugyanis a reaktorok felfűtése csak jelentős hőmérsékleti inhomogenitások kialakulásával lehetséges, amelyek még intenzív keverés ellenére is több órán át jelen vannak a reakcióterben. Ezen idő alatt a depolimerizáció és a mérgező köztestermékek keletkezésének folyamata teljesen kontrollálhatatlan. A jól kontrollált, nagy tisztaságú végtermékeket szolgáltató kémiai technológiák reakcióterének hőmérsékleti homogenitása és folyamatos üzeme – néhány ritka kivételtől eltekintve – több mint száz éve a technológiák elemi alapfeltétele.

Az alábbi ábrán a WTOE kft által kifejlesztett folyamatos üzemű magyar technológia vázlatát látható.



8. ábra

*Folyamatos üzemű technológia*

*Forrás: <https://www.bioenergyconsult.com/pyrolysis-of-municipal-waste/>*

A hulladék szárítás és őrlés után egy hulladékhővel fűtött előreaktorba kerül, ahol alacsony hőmérsékleten kezelik, majd a főreaktorban degradálódik termikusan mintegy 420-450 °C hőmérsékleten. A képződött gázokat, gőzöket elvezetés után tisztítják, kondenzálják, és helyben használják fel belsőégésű motorok hajtására.

A képződött olaj minősége nagyjából megfelel az ásványolajénak, ezért ebből a megfelelő kőolajipari műveletek (például frakcionálás, stabilizálás) elvégzése után ismét nyersanyagot kapunk, amely sokoldalúan felhasználható például a vegyiparban. A képződő kokszot helyben fűtőanyagként használják fel, így a hulladék térfogat és tömegcsökkenése a folyamat során eléri a 90%-ot is!

A technológia pontos lépései nem nyilvánosak, de a kimenő anyagok tisztasága minden esetben alatta marad a megengedett emissziós határértékeknek. A technológia versenyképességét jelentősen fokozza, hogy ára 1 MW elektromos teljesítményre vetítve csupán 1,5 millió euró körüli, tehát alacsony investíció, működtetési és amortizációs költség mellett kínál gyors megtérülést.

A technológia előnyei:

- A hulladék térfogat- és tömegcsökkenése elérheti a 90%-ot is.
- Károsanyag-kibocsátása alacsony, tiszta végtermékeket ad.
- Jól kontrollálható, folyamatos üzemű technológia.
- A hulladékok széles osztályát be tudja fogadni (például kórházi veszélyes hulladékot is).
- Alacsony ára, üzemköltsége gazdaságilag vonzó.
- Mobil konténerekben telepíthető rendszer, már évi 10 ezer tonna hulladék feldolgozásánál is rentábilisan üzemeltethető, jó regionális megoldást képvisel.

Hátrányok:

- Kevés nagyüzemi referenciával rendelkezik.

Fontos tulajdonsága a könnyű telepíthetőség, ezért a fejlesztők 40 lábas konténerekbe épített rendszert kínálnak. Ezek nemcsak könnyen szállíthatók, hanem elhelyezésükhöz még szilárd burkolat és építési engedély sem szükséges. A rendszerrel ezért lehetővé válna például régi, problémássá vált hulladéklerakók gazdaságos feldolgozása is.

## 4. Összefoglalás

Áttekintésemben a hulladékok termikus hasznosításának egyes kérdéseit érintve három, különböző hőmérsékleti tartományban működő pirolitikus technológiát mutattam be vázlatosan. Mindhárom képes már évi 20 ezer tonna bemenőanyaggal – környezettől és fogadott hulladékoktól függetlenül – rentábilis működésre, ezért jó megoldást jelenthet a regionális hulladékgazdálkodás számára.

A bemutatott technológiák piacérettek, jövőbeli elterjedésük eddigi sikereik és a körülöttük folyó intenzív fejlesztések biztató eredményei alapján valószínű. A pirolitikus technológiák a következő évszázadban a hulladékmenedzsment egyik fontos elemét fogják képezni, mert képesek a változatos összetételű hulladék nagy részéből anyagában újrahasz-

nosítható végterméket előállítani, és a hulladékégetőkkel szemben alacsony kapacitások mellett is rentábilisan üzemeltethetők.

## Felhasznált irodalom

- HALL, W. J. – WILLIAMS, P. T. (2006): Fast Pyrolysis of Halogenated Plastics Recovered from Waste Computers. *Energy and Fuels*, Vol. 20. No. 4. 1536–1549.
- HOORNWEG, D. – BHADA-TATA, P. (2012): *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Washington DC., World Bank. Forrás: [https://siteresources.worldbank.org/INTURBAN-DEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBAN-DEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- KOČI, V. et al. eds. (2017): *Environmental Technology and Innovations*. Leiden, CRC Press/Balkema.
- MESSERLE, V. E. – USTIMENKO, A. B. (2007): Solid Fuel Plasma Gasification. In SYRED, Nick – KHALATOV, Artem eds.: *Advanced Combustion and Aerothermal Technologies. Environmental Protection and Pollution Reductions*. Springer Netherlands. 141–156. DOI: <http://doi.org/10.1007/978-1-4020-6515-6>
- Mineral Resources Program. Forrás: <https://minerals.usgs.gov/> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- OECD (2015): *Environment at a glance*. Forrás: [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/environment-at-a-glance-2015\\_9789264235199-en#page13](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/environment-at-a-glance-2015_9789264235199-en#page13) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.). DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264235199-en>
- Pricewaterhouse Coopers: [www.pwc.co.uk/issues/megatrends/rapid-urbanisation.html](http://www.pwc.co.uk/issues/megatrends/rapid-urbanisation.html)
- Seaframe – Carderock Division Publication, 2008 The Plasma Arc Waste Destruction System to Reduce Waste Aboard CVN-78, pg. 13 [www.dtic.mil](http://www.dtic.mil)
- WILLIAMS, R. B. – JENKINS, B. M. – NGUYEN, D. (2003): *Solid Waste Conversion: A review and database of current and emerging technologies*. Davis, University of California. Forrás: <https://biomass.ucdavis.edu/wp-content/uploads/10-16-2013-2003-solid-waste-conversion-review-and-assessment.pdf> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- World Urbanization Prospects: *The 2007 Revision Population Database*. Forrás: <https://web.archive.org/web/20100822053414/http://esa.un.org/unup/index.asp?panel=6> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

Vákát oldal

# Mindennapi műanyagaink élettani hatásai, avagy időzített bomba a táplálékláncban?

*Németh Zsolt*

## Bevezető

A világban 2016 folyamán nagyjából 335 millió tonna műanyagot gyártottak (Statista), amelynek mintegy 40%-a csomagolóanyagként szolgált. A termelés mennyisége az utóbbi 10 év átlagában minden évben nagyjából 9%-kal növekszik. A hulladékká váló műanyagok tömege mintegy 275-290 millió tonnára tehető évente (Love the Oceans 2018). Ebből a hulladékmennyiségből, amely szinte teljesen megtöltene a Balaton medrét 3 m mélységben, 610 km<sup>2</sup> felületen, minden évben több tízmillió tonna kerül ki a természetbe az emberi gondatlanság következtében.

Mindennapi tapasztalatunk szerint a műanyagok többsége stabil, biológiailag nem bontható, hiszen a polimer láncok túl nagyok a mikrobák részére, ezért azt is gondolhatnánk, hogy a műanyag hulladék a természeti környezetben pusztán esztétikai problémát jelent, azonban a valós helyzet ennél sajnos sokkal rosszabb.

Környezetünk állapota nemcsak ez emberiség jólétének egyik legfontosabb feltétele, hanem *startégiai kérdés is*, amely magában foglalja a mind jobban felértékelődő édesvíz-készlet használhatóságát, a mező- és erdőgazdaságot, valamint az élelmiszer-biztonságot is.

A világ és benne Magyarország természeti környezete folyamatosan és sokféle veszélynek, terhelésnek van kitéve, a közlekedés és ipar okozta levegőszennyezéstől a mezőgazdasági kemikáliák vagy szénhidrogéntermékek általi talajszennyezésig, azonban fizikokémiai sajátosságai miatt a legérzékenyebben a felszíni édesvizek és ökológiájuk reagálnak a szennyezésre. Jó példa erre a tiszai ciánkatasztrófa vagy a kolontári vörösziszap hatása a Torna-patakra, illetve a Balaton-felvidék évtizedekkel ezelőtti műtrágyaterhelésének a tó élővilágára gyakorolt, szintén katasztrófális hatása.

A fenti példák egyszeri vagy néhány évtizeden át fennálló szennyezések voltak, amelyek elmúltával a helyi ökológiai közösségek legalább (részbeni) regenerációja következett, azonban a hosszan tartó és egyre növekvő szennyezések, amelyek már rendkívül kis koncentrációban is *maradandó változásokat hoznak létre a vízi életközösségek genetikájában*, beépülnek a táplálékláncba, felhalmozódva a magasabb rendű élőlényekben, a jövőre nézve szinte beláthatatlan veszélyforrást jelentenek. Ilyen szennyeződések például a hormonok vagy hormonhatású anyagok.

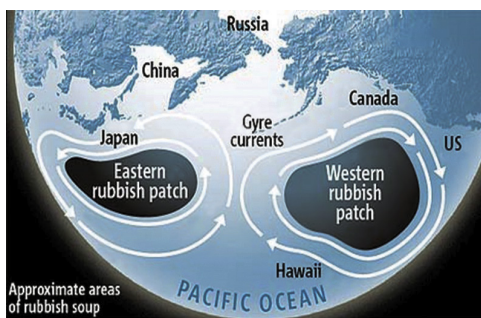
Ugyan a gyógyszeripar által mind nagyobb mennyiségben eladott fogamzásgátlók és egyéb gyógyszerek, kommunális szennyvíztisztítóknál nem lebomló hormontartalma is



gyakran vizsgált genetikai és hormonális hatásokat vált ki az alacsonyabb rendű élőlényeknél, megdöbbentő módon napjainkra a *műanyagokból kioldódó gyártási segédanyagok által okozott hormonhatás válik egyre dominánsabbá* (COLBORN–DUMANOVSKY–MYERS 1996)

A hormonok fontossága a környezetszennyezésben könnyen érthető, hiszen ezen anyagokra receptorokkal rendelkezünk, és már rendkívül kis koncentrációban (néhány nanogram/liter!) is komoly hatásokat váltanak ki az élő szervezetekből.

Mindennapi műanyagaink, mint például a polietilén, a polipropilén, a polikarbonát vagy a PVC gyártásához több száz adalékot használnak (például biszfenolokat, ftalátokat, polibrómozott difenil-étereket stb.), amelyek az utóbbi évtized kutatási eredményei szerint hormonrendszerünkre, anyagcserénkre, viselkedésünkre jelentős hatással vannak. A vizeinkbe vagy a talajvízzel kontaktusba kerülő, becslések szerint évi több tízezer tonna műanyag hulladékból ezen anyagok folyamatosan kioldódnak.



1. ábra

*Az óceánjainkban felgyülemlett műanyag hulladék felszínén maradt része tengeráramlásokkal körülhatárolt, több millió km<sup>2</sup> területű foltokat alkot*

*Forrás: WELCH*

Meg kell említeni, hogy a kozmetikai ipar az elmúlt évtizedben egyre növekvő mértékben ad mikro- és nanoméretű műanyag szemcséket különböző termékeihez (fogkrémek, folyékony szappanok, bőrradírok stb.), tovább súlyosbítva ezzel a vizek és az emberi szervezet környezeti terhelését, de a műszálas szövetektől a gumiabroncsok kopásáig rendkívül sok más forrása is van a környezetünkbe és szervezetünkbe kerülő műanyag szemcséknek.



2. ábra

*Fogkrémekben található műanyag szemcsék mikroszkópos képe*

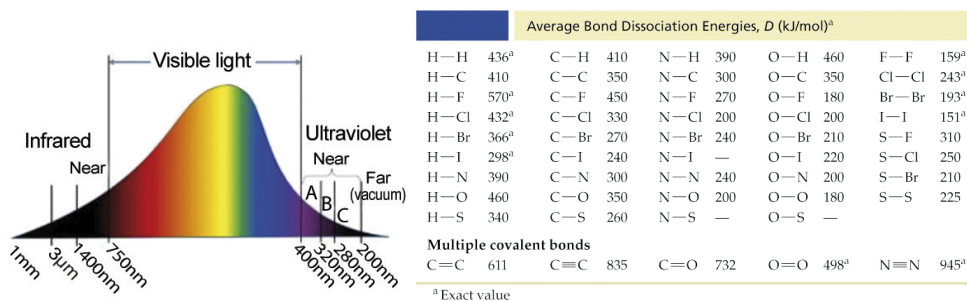
*Forrás: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microplastics>*

Mára már tudományos tény, hogy az ilyen mikro- és nanoméretű műanyag szemcsék és a víz-mozgással folyamatosan aprózódó, méteres-centiméteres nagyságú műanyag hulladék részecskéi bekerülnek a táplálékláncba, beépülnek az alacsonyabb rendű vízi szervezetekbe, megváltoztatják hormonháztartásukat, gátolják szaporodásukat, és mutációkat okoznak. Mivel ez a hatás a vízi tápláléklánc legalsó elemeit (baktériumok, egysejtűek) is károsítja, erősödése és felhalmozódása főleg a tápláléklánc csúcsán lévő egyedekre és az emberre hosszabb távon beláthatatlan hatással jár.

A probléma óriási horderejének felismerését mutatja az a tény, hogy a Föld számos országa, közössége (például Németország, USA, EU) indított komplex kutatási programokat a szennyezés mértékének felmérésére és a probléma megoldására, azonban ilyen központilag finanszírozott programok Magyarországon jelenleg sajnos még nincsenek.

## 1. Műanyagok degradációja

Napunk földfelszínre jutó sugárzási energiájának mintegy 5%-a esik az UV-tartományba, ennek is nagyjából 5%-a UV-B foton (NCBI), amelyek átlagos energiája mintegy 6 eV, vagyis 576 kJ/mól. Ez az energia szinte minden kovalens kötés energiájánál nagyobb, vagyis jó eséllyel szakítja fel a polimer láncok kötéseit, és ez már a reaktív atomoknak, molekuláknak, például az oxigénnek a láncba való épüléséhez vezet.



3. ábra

*A napsugárzás spektrális intenzitáseloszlása és átlagos kötéserősségek*

*Forrás: Cheg study*

A kémiai szerkezet megváltozása maga után vonja a mechanikai és optikai tulajdonságok változását is; a műanyag töredezzé válik, színét veszti, és sokszor porladni kezd. Ugyan a legtöbb műanyaghoz szigorú recept szerint fényvédő adalékokat is kevernek, azonban a polimer mátrix fotodegradációjának hosszú idő elteltével ezek sem állnak ellen, illetve a legtöbb kommersz műanyagban ezen fényvédő anyagok koncentrációja elég alacsony, eloszlásuk pedig nem teljesen homogén, így a polimer mátrix a napfény hatására degradálódik.

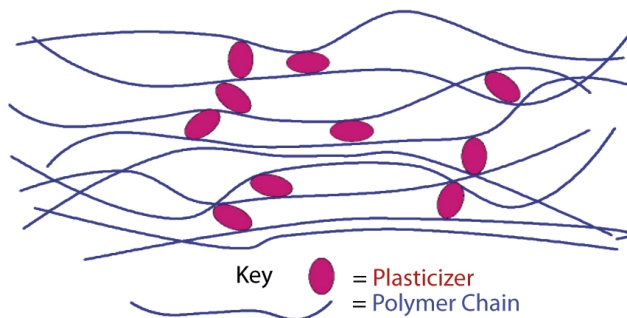


4. ábra

*Fotodegradálódó műanyagok*

*Forrás: Wikipédia*

A műanyagok kívánt optikai, mechanikai és kémiai tulajdonságainak eléréséhez több százféle adalékot kevernek a polimerekbe, amelyek legtöbbször nem is elsőrendű, hanem másodrendű kötésekkel kapcsolódnak a láncokhoz. Utóbbi kötések energiája egy nagyságrenddel gyengébb, mint a fenti táblázatban szereplő elsőrendű kötéseké, tehát ezen adalékok már sokkal enyhébb környezeti hatásra, például a pH vagy a hőmérséklet kisebb megváltozására, esetleg mechanikai igénybevételre is kiválhatnak a polimerből, és a környezetbe kerülhetnek.



5. ábra

*Adalékok (lágyítók) a polimerláncban*

*Forrás: a szerző szerkesztése*

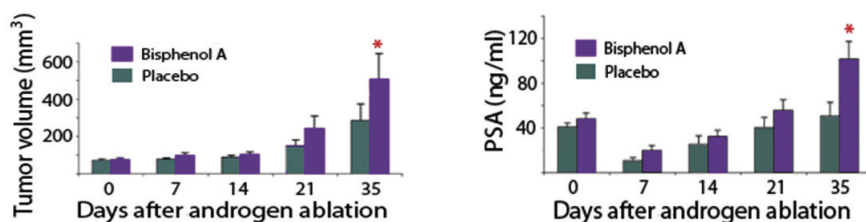
A legtöbb ártalmas adalékot a gyakori műanyagok közül a PVC tartalmazza, itt ftalátokat alkalmaznak lágyításra, de a polikarbonátok egyes alkotórészei, a biszfenolok is bizonyított módon beavatkoznak az élőlények hormonrendszerének működésébe.

## 2. Állatkísérletek, epidemiológiai megfigyelések

A műanyagok egyes komponenseivel és adalékaival kapcsolatban számos kísérlet és megfigyelés történt (GORE et al. 2015), amelyek közül itt csak néhány eredmény vázlatos említésére van mód.

Wetherill és munkatársai vizsgálták a biszfenol-A (BPA) hatását emberi prosztatarák-sejteket hordozó patkányokon (WETHERILL et al. 2006). Az állatokba ültetett prosztatarák-sejtek növekedését figyelték, miközben az embereken leggyakrabban alkalmazott palliatív kezelést, a teljes androgén blokádot alkalmazták. Ezen kezelés során leállítják a szervezet androgén hormon-termelését, így tapasztalat szerint a daganat növekedése néhány évre megáll, vagy jelentősen lassul, hosszabb túlélést biztosítva a betegnek. A prosztatarák a férfiakat idős korban sújtó egyik leggyakoribb, rosszindulatú daganatos megbetegedés, hazánkban évente mintegy 3500 új esetet diagnosztizálnak.

A prosztatarákos patkányokat a kísérletben két csoportra osztották, az egyik csoport nagy dózisban BPA-t kapott az androgén blokádkelzés mellé, és folyamatosan mérték a tumorméretet, PSA (prosztataszpecifikus antigén, tumormarker), valamint a tesztoszteron értékét. Főbb eredményeiket az alábbi diagramok foglalják össze:



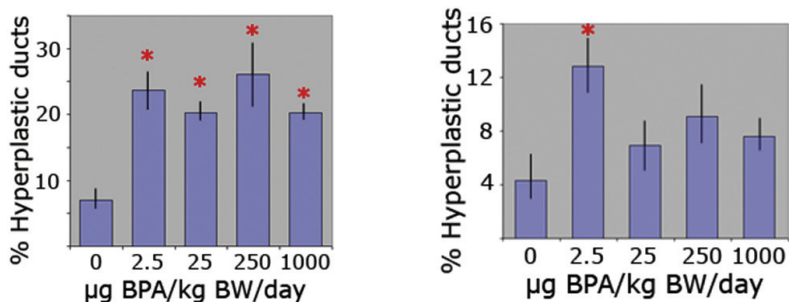
7. ábra

*BPA-val kezelt és kezeletlen prosztatarákos egerek tumormérete és PSA-értékei*

*Forrás: <http://drugline.org/medic/term/androgen-ablation/>*

Az ábrákból látszik, hogy a BPA-kezelést kapott egyedeknél (lila) mind a tumorméret, mind pedig a PSA értéke szignifikánsan ( $P < 0.01$ ) nagyobb volt, mint a BPA-terhelésnek nem kitett társaiknál. A tanulmány végkicsengése az, hogy a BPA hormonhatással bír, és gátolja az egyik legerjedtebb ráktípus szokásos kezelésének hatását, ami katasztrofális tény, ha mindezt emberekre vonatkoztatjuk. Meg kell jegyezni, hogy a világon biszfenol-A-ból 2017-ben több mint 8 millió tonnát gyártottak (Gem-chem s. a.).

Egy másik állatkísérletben Murray és kutatótársai vizsgálták a duktuális hiperpláziák (DH – mellrákot közvetlenül megelőző állapot) előfordulási gyakoriságát BPA-nak kitett egerekben (MURRAY et al. 2007). A kontrollcsoport nem kapott BPA-t, míg más csoportok egyedeinek változó, 0.0025-1 mg/kgd dózisban BPA-t juttattak a szervezetébe. Figyelemre méltó, hogy az amerikai környezetvédelmi ügynökség (EPA), illetve élelmiszer- és gyógyszerügyi hatóság (FDA) által megállapított BPA-dózis, amelynek egy átlag amerikai ki van téve, 50-60  $\mu\text{g}/\text{kgd}$  vagyis 50-60 mikrogram testsúlykilogramonként és naponta.



8. ábra

Duktuális hiperpláziák (DH) előfordulási aránya BPA-nak kitett egerekben  
(Az első oszlop (0) a kontrollcsoportot jelöli.)

Forrás: MURRAY et al. 2007

Az ábrából egyértelműen látszik, hogy a BPA-nak kitett egerekben a DH előfordulási aránya szignifikánsan magasabb volt, mint a BPA-t nem kapott egereknél, és a dózisfüggés nem monoton. A legkisebb szignifikáns dózis ugyanakkor jóval alatta van az amerikai lakosság által a mindennapokban kapott dózishoz.

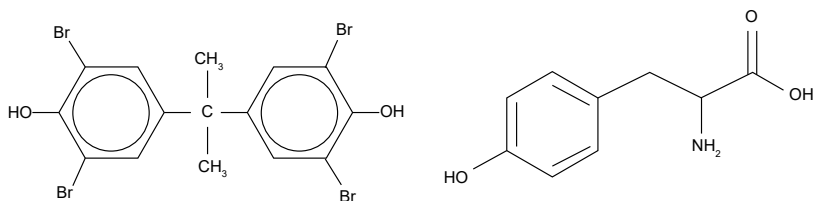
Számos más állatkísérlet igazolja a fentiek mellett a biszfenolok hormonrendszeri és karcinogén hatásai mellett a szexuális viselkedésre és metabolizmusra kifejtett szignifikáns befolyását (lásd VOM SAAL–MYERS 2008).

Az állatkísérletek eredményeit természetesen nem szabad emberekre vonatkoztatni, azonban a fiziológiai hasonlóság erősen valószínűsíti, hogy ránk emberekre is hatással bírnak a fenti anyagok.

Ezt támasztják alá a következő *humán megfigyelések* is.

Meerts és munkatársai az emberi T4 pajzsmirigyhormon megkötődésének változásait vizsgálták néhány gyakori élelmiszer-adalék, köztük a TBBA (tetra-bromo-biszfenol-a) és a PBDEs (polibrómozott-difenil-éterek) jelenlétében in vitro (MEERTS et al. 2000).

Az emberi szervezet T4-szintjének szabályozásában fontos szerepet játszik a transthyretin (TT), mely magas koncentráció esetén kapcsolódva a T4-hez, csökkenti annak szintjét. Mivel a T4 és a fenti élelmiszer-adalékok kémiai szerkezetei sok tekintetben hasonlóak, felvetődik a kérdés, hogy a műanyag adalékok jelenléte a vérben nem befolyásolja-e ezt a szabályzó mechanizmust.



9. ábra

A TBBA (felül) és a T4 (alul) kémiai szerkezete

Forrás: [www.ebfriip.org/main-nav/our-substances/tbbpa](http://www.ebfriip.org/main-nav/our-substances/tbbpa)

Az ábrán látszik, hogy a kémiaiilag aktív -OH-csoportok elhelyezkedése a két molekulán hasonló.

A kísérletek megdöbbenő eredménye az volt, hogy a TBBA megkötődése a TT-n erősebb volt, mint a T4 megkötődése, vagyis a TBBA jelenléte alapvetően befolyásolja az emberi szervezet T4-szabályozó mechanizmusának működését. Ezen eredmény jelentősége annak fényében látszik igazán, hogy tudjuk: a pajzsmirigyhormonok anyagcserénk szabályozása mellett a prenatális agyfejlődésben is alapvető fontosságúak.

A PBDE-k koncentrációját emberi szövetekben Hites mérte, és arra az eredményre jutott, hogy az az elmúlt 30 évben az USA-ban kb. 100-szorosára nőtt (HITES 2004)! Míg a PBDE-k zsírszöveti koncentrációjának átlaga az európai népesség körében kb 2 ng/g, addig az USA-ban ez az érték mintegy 35 ng/g.

Finnországi epidemiológiai megfigyelések mutatják a DEHP-nak (diethyl-hexil-ftalát), egy ismert PVC-lágyítónak az immunrendszeri hatásait (Jouni et al.), amely az asztmatikus megbetegedések gyakori fellépésére világított rá a festők, tapétázók és a PVC-bevonatokkal ellátott lakások lakóinak körében. A Rochesteri Egyetemen pedig Mendiola végzett méréseket 425 termékeny, lombikprogramban részt vevő férfi körében (MENDIOLA et al. 2011).

A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy mind a szabad androgén index (FAI), mind pedig a szexuálhormon-kötő globulinok koncentrációja inverz korrelációt mutatott a szövetek DEHP-koncentrációival.

A vizsgálatok sok további adalékról és komponensről mutattak ki hormonrendszeri, géntoxikus vagy mutagén hatást. Ezen anyagokat kísérlük meg felsorolni az EU alábbi listáján: <http://eng.mst.dk/topics/chemicals/endocrine-disruptors/the-eu-list-of-potential-endocrine-disruptors/>

### 3. Következtetések

Évente több millió tonna műanyag hulladék kerül a környezetbe. Ezek fizikai-kémiai és fotodegradációjuk során gyakran hormonhatású vagy immunrendszert károsító anyagokat szivárogtatnak. Bekerülve vízi ökoszisztémákba és a táplálékláncba, számottevően károsítják bolygónk élővilágát, bizonyított módon megváltoztatva egyes fajok szexuális dimorfizmusát, szaporodását és anyagcseréjét.

### Felhasznált irodalom

*A Review of Human Carcinogens. Part D: Radiations* (2012). Lyon, IARC Working Group on the Evaluation Carcinogenic Risks to Humans. Forrás: [www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304366/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304366/) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

Chegg study [www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/use-bond-dissociation-energies-table-calculate-approximate-h-kilojoules-reaction-acetylen-ql6367355](http://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/use-bond-dissociation-energies-table-calculate-approximate-h-kilojoules-reaction-acetylen-ql6367355)

COLBORN, T. – DUMANOVSKY, D. – MYERS, J. P. (1996): *Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence, and Survival?* New York, Dutton.

Gem-Chem: *Polycarbonate & Bisphenol A. All producers and plant capacities.* Forrás: [www.gem-chem.net/pccap.html](http://www.gem-chem.net/pccap.html) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).

- GORE, A. C. et al. (2015): Executive Summary to EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*. Vol. 36. No. 6. 593–602. DOI: <https://doi.org/10.1210/er.2015-1093>
- HITES, R. A. (2004): Polybrominated Diphenyl Ethers in the Environment and in People: A Meta-Analysis of Concentrations. *Environmental Science and Technology*, Vol. 38. No. 4. 945–956.
- JOUNI, J. K. et al. (2006): Interior Surface Materials and Asthma in Adults: A Population-based Incident Case-Control Study. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 164. No. 8. 742–749. DOI: <https://doi.org/10.1093/aje/kwj249>
- Love the Oceans (2018): *World Environment Day: Beat Plastic Pollution, if you can't reuse it, refuse it*. Forrás: <https://lovetheoceans.org/2018/06/05/world-environment-day-beat-plastic-pollution-if-you-cant-reuse-it-refuse-it/> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- MEERTS, Ilonka A. T. M. et al. (2000): Potent Competitive Interactions of Some Brominated Flame Retardants and Related Compounds with Human Transthyretin in Vitro. *Toxicological Sciences*, Vol. 56. No. 1. 95–104. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1093/toxsci/56.1.95>
- MENDIOLA, J. et al. (2011): Associations between urinary metabolites of di(2-ethylhexyl) phthalate and reproductive hormones in fertile men. *International Journal of Andrology*, Vol. 34. No. 4. 369–378. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2010.01095.x>
- MURRAY, T. J. et al. (2007): Induction of mammary gland ductal hyperplasias and carcinoma in situ following fetal bisphenol A exposure. *Reproductive Toxicology* Vol. 23. No. 3. 383–390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2006.10.002>
- Production of Plastics Worldwide from 1950 to 2018 (in Million Metric Tons)*. Forrás: [www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/](http://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- VOM SAAL, Frederick S. – MYERS, John Peterson (2008): Bisphenol A and Risk of Metabolic Disorders. *JAMA*. Forrás: <https://endocrinedisruptors.missouri.edu/pdfarticles/vomsaal/2008/vomsaal%20-JAMA.%20NHANES%20BPA%20Editorial%202008.pdf> (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- WELCH, Charles: *Debris in the Ocean*. Forrás: [www.earthlyissues.com/plastic.htm](http://www.earthlyissues.com/plastic.htm) (A letöltés ideje: 2020. 02. 12.).
- WETHERILL, Y. B. et al. (2006): Bisphenol A Facilitates Bypass of Androgen Ablation Therapy in Prostate Cancer. *Molecular Cancer Therapeutics*, Vol. 5. No. 12. 3181–3190. DOI: <http://doi.org/10.1158/1535-7163.MCT-06-0272>

# Út a Paradicsomba: fenntartható paradicsomtermesztés a balkonládától a konyhakerten át a hétvégi telekig

*Krausz Dóra – Petrikovszki Renáta –  
Boziné Pullai Krisztina – Tóth Ferenc<sup>1</sup>*

## Bevezetés

Tanulmányunk a paradicsomtermesztés egyes környezetbarát agrotechnikai lehetőségeit tárgyalja. Kísérleteink során elsősorban növényvédelmi kérdésekkel foglalkozunk, de folyamatosan törekszünk arra, hogy olyan természetstechnológiai elemeket is alkalmazzunk, amelyekkel fenntarthatóbbá válik a termesztési rendszerünk, és ezekkel a példákkal segíteni tudjuk azokat, akik paradicsomot vagy akár más zöldségnövényt termesztenek. Szeretnénk bemutatni, hogy egy agrotechnikai elem (például a talajtakarás) hogyan felelhet meg számos fenntarthatósági alapelvnek. Ezeket a széleskörűen alkalmazott technológiákat különböző formájukban bemutatjuk a paradicsomtermesztés példáján balkonra, konyhakertre és hétvégi telekre szabva.

## 1. Mitől lesz számunkra fenntartható a paradicsomtermesztés?

A tudományos világ által is elfogadott szemlélet szerint a fenntarthatóság a termesztésre és a növényvédelemre vonatkozóan egy olyan technológiát jelöl, amelyet hosszú távon végezhetünk, miközben a lehető legkevesebb káros hatást gyakoroljuk Földünk természetes élővilágára, és a lehető legkisebb mértékben vesszük igénybe a Föld véges energiakészleteit, nem megújuló erőforrásait.

A fenntartható növénytermesztés alapelvei számos megfogalmazásban szerepelnek. Az Unilever *Good Agricultural Practice, Guidelines Sustainable Tomatoes* (2004) című kiadványban a következő szempontok szerepelnek a fenntartható növénytermesztés alapköveiként: talajegészség, talajerózió, tápanyag-utánpótlás, növényvédelem, biodiverzitás, termelési érték, energia, víz, társadalmi- és emberi tőke, valamint a helyi gazdaság.

Számunkra a megvalósítható gyakorlatok között a következők szerepelnek: megfelelő hely, illetve terület megválasztása, a környezeti körülményekhez legjobban alkalmazkodni képes fajta megválasztása, talajtakarás, illetve támrendszer alkalmazása. A következő

---

<sup>1</sup> Szent István Egyetem Növényvédelmi Intézet. E-mail: [toth.ferenc@mkk.szie.hu](mailto:toth.ferenc@mkk.szie.hu)



felsorolásban összefoglaljuk, hogy a fenntartható növénytermesztés mely szempontjait tudjuk konkrétan érvényesíteni a paradicsomtermesztésben:

1. táblázat

*A fenntartható növénytermesztés szempontja a paradicsomtermesztésben*

ENERGIA	Egyszeri, nagyobb energiabefektetéssel kiváltunk további tevékenységeket (gyomlálás, öntözés).
VÍZ	A kísérleteink során a termesztés alatt spórolunk az öntözővízzel – ezt a talajtakarás teszi lehetővé.
TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁS	Istállótrágyát alkalmazunk alaptrágyaként, további tápanyagutánpótlásra a kísérleteink alatt nem kerül sor.
TALAJJEGÉSZSÉG, TALAJERÓZIÓ	A talaj természetes folyamatait a talaj takarása segíti elő, ezzel csökkentjük a termesztés által okozható erózió mértékét is.
BIODIVERZITÁS	A talajtakarás elősegíti a talaj faunájának hosszú távú egyensúlyi tevékenységét, növeli a jelenlévő hasznos szervezetek számát.
TERMELÉSI ÉRTÉK	Az intenzív növénytermesztésből kieső területeket is hasznosítani tudjuk, valamint mindennemű kemikália alkalmazását mellőzve gyakorlatilag bioélelmiszert termelünk.
HELYI GAZDASÁG	Felhasználjuk a helyben képződött mulcsanyagokat szerves talajtakaró anyagokként.
TÁRSADALMI ÉS EMBERI TŐKE	A csapatban elvégzett kísérletek közösségépítő tevékenységek is.

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Röviden ismertetve és igazolva a fentiekben felsorolt fenntarthatósági szempontokat, kutatócsoportunk tagjai különböző helyszíneken (Gödöllő, Óságyárd, Mór) futó kísérletben vizsgálták a talajtakarásos paradicsomtermesztés lehetőségeit. A kutatás során a talajtakarás hatására szignifikánsan több termést sikerült betakarítanunk, mint a nem takart, illetve – ami igazán érdekes – az öntözött parcellákról (PETRIKOVSKÍ et al. 2017). Ez a 15-20 cm vastag szerves takaróanyag, amelyhez akár a házikertünkben összegyűjtött növénymaradványok vagy fűkaszalék formájában is hozzájuthatunk, nem kerül gyakorlatilag semmibe, mégis óvjuk igen szűkös vízkészleteinket, ugyanis a helyesen kialakított takaróréteg csökkenti a párolgást és megtartja a talajnedvességet a felső talajrétegben, ezáltal szabályozza a talaj vízgazdálkodását (RACSKÓ 2002). Így időt spórolunk a locsolással is. A helyben keletkezett zöldhulladékot pedig ezáltal újrahasznosítjuk: ez ugyanis lebomlása során táplálja a növényeket, javítja a talaj szerkezetét, növeli a talaj és a kertünk biológiai sokszínűségét, mivel élőhelyet teremt számos hasznos szervezetnek és mikroorganizmusnak. A növény fejlődése szempontjából a takarás azért is fontos, mert egyenletessé teszi a talaj hőmérsékletét, ezáltal ideális feltételeket teremt a terméskötődéshez – ez a folyamat nem túl magas és nem túl alacsony hőmérsékleten a legsikeresebb (READMAN 2009). Emellett kutatási eredményekkel alátámasztott tény, hogy a paradicsomnövény 2-3 héttel tovább terem mulcsozott területen (ABDUL-BAKÍ–TEASDALE 2007).

A fentiek alapján összefoglalható és elemezhető, hogy egy-egy termesztési elem hogyan tud eleget tenni számos szempontnak. A lakás közelében a terület paradicsommal való hasznosítása, a cserép földjének vagy a kert talajának a takarása, a helyben képződő

és lebomló anyagok felhasználásával, az extenzív termelési irány a fentebb leírtak alapján szinte minden megközelítésből egy lépést jelenthet a fenntarthatóbb termelés felé.

## 2. A kutatási eredmények gyakorlati hasznosítása

Sajnos az embernek általában nincs lehetősége arra, hogy felmérje, milyen lehetőségei lennének saját fogyasztásra, felhasználásra termelni, illetve hogy a kielégítő mennyiséget hogyan lehet előállítani. Kutatásaink célja ebből kiindulva egyrészt az, hogy megállapítsuk azokat az egyszerűen alkalmazható agrotechnikai elemeket és lehetőségeket, amelyek széleskörűen alkalmazhatók különböző területeken is. Ennek vizsgálatára kitűnő növény a paradicsom, amely jól termesztető és sikerélményt nyújtó zöldségnövényünk. A termelőüzemek technológiai kötöttségével szemben városi környezetben az ember megteheti, hogy kísérletezzon: a nagyüzemi termeléshez képest időigényesebb, kevésbé gazdaságos megoldásokat is kipróbálhat, amelyek az adott körülmények között tökéletesen beválnak.

A saját felhasználásra termelt zöldség és gyümölcs nem utolsósorban megtanít bennünket értékelni az ismert forrásból származó élelmiszerek nyújtotta elégedettséget, biztonságot és örömet, hiszen az asztalunkra kerülő növényi termékek egy része így nem egy távoli, hatalmas termesztőüzemből kerül ki.

A szaktudás vagy tapasztalat vélt hiánya nem jelenthet visszatartó tényezőt, hiszen mindenre van megoldás. Helyhiányra megoldás lehet egy ötletes támrendszer, időhiányra egy választott takaróanyag, amellyel csökkenthetjük az öntözések és a gyomlálások számát, újrahasznosított anyagokból pedig takarékosan alakíthatunk ki tenyészedényt vagy támaszt a növénynek akár balkonon, akár konyhakertben.

Egy ritkábban látogatott terület esetében, mint a hétvégi telek, alkalmazható olyan extenzív megoldás, amelynek fenntartása kevés befektetett energiát igényel, mégis lesz mit betakarítani, amikor eljön az ideje.

## 3. Paradicsom a balkonon

A társasházakban, sorházakban kevesebb hely áll rendelkezésünkre a növénytermesztéshez, viszont ezt a körülményt az előnyünkre is fordíthatjuk. Az otthoni paradicsomfelhasználás egy részének megtermelésére az erkélyünkön, loggiánkon is van lehetőség.

Mindenekelőtt ki kell választanunk a paradicsomfajtát. A körülményekhez igazodva érdemes determinált növekedésű fajtát vásárolni. Ezek a fajták 0,5-1 méter magasra nőnek, bokros növekedésűek, rövid tenyészidejük, termésük egyszerre érik be. Munkaigényük kimerül a túl sűrű lombzat ritkításában és az alkalmankénti öntözésben.

A fajta kiválasztása után a három legfontosabb kérdést kell végiggondolni: a természetközeg és a tenyészedény megválasztását, valamint az elhelyezést. A körülményeket a természetni kívánt növény ökológiai igényeihez igazítva bőséges termésre számíthatunk. A paradicsom a naponkénti 8-10 óra napsütés mellett szemcsés, jó vízgazdálkodású, 5,5-6,5 pH-értékű talajon termesztető a legsikeresebben (BALÁZS 1994). Balkonon termesztett egyéves zöldségnövények esetében tápanyagok pótlására nincs szükség, ha megfelelően választjuk ki a növények számára a földkeveréket. Ezen nem érdemes spórolnunk, sem

otthon összeállított földdel kísérleteznünk, ha nincs gyakorlatunk. Válasszuk ki a szaküzletben kapható legmegfelelőbb, speciális földkeveréket, így a növények egészséges fejlődése mellett a lehető legkisebb mértékben vesszük igénybe a természet kimeríthető erőforrásait (MAIER 2002).

A paradicsom alulról történő öntözéséhez közepes mennyiségű vizet igényel, ami csökkenthető a tenyészedény talajának szerves takarásával (szalma, fű, faapríték). A vízmennyiség további csökkentésének lehetősége, ha sok kisebb tartóedény helyett kevesebb nagyobbat alkalmazunk, amelyek lassabban száradnak ki, ezáltal kevesebbet kell locsolni a beléjük ültetett palántákat. Az ültetőedények anyaga is befolyásolja a szükséges víz mennyiségét: a műanyag edények tartják leginkább a nedvességet még napsütéses helyen is (árnyéktűrő növények esetében az égetett agyagedények vagy terrakotta edények is kitűnő választásnak számítanak, de a paradicsom kifejezetten fénykedvelő, és napos helyen ezek a tenyészedények hamarabb felmelegszenek, a vizet többször kell bennük pótolni) (MAIER 2002). A paradicsom egészséges fejlődése érdekében a balkon napos szögletében van a helye. Szélnek jobban kitett erkélyeken – sőt méretéből adódóan is – szükséges gondoskodnunk támrendszerrel. Ennek legegyszerűbb módja az erkélyünket szegélyező korlát, ha szorosan mellette el tudjuk helyezni a paradicsom tartóedényét. De alkalmazhatunk rácsos, vagy körkörös kialakítású támszerkezetet és támrudat is.

A városi-balkoni termesztés hátránya, hogy a nagyobb mértékű levegőszennyezés (forgalmas utak, gyárak közelsége) a növények fejlődésére, a bogyók egészségére kedvezőtlenül hathat, ezt érdemes figyelembe venni.



2. ábra

*Balkonon termesztett paradicsomok*

*Forrás: Hobbikert.hu*

#### 4. Közösség építése a paradicsomtermesztés segítségével

A növényekkel kapcsolatos munkálatok jó alkalmat adhatnak egy közösség szervezésére. A közösség tagjainak közös célra van szüksége, amely lehet a fenntartási munkálatok megosztása, a zöldfelület növelése, hasznosítása ehető növényekkel. Ezt a célt szolgálja a közösségi kertek létrehozása a nagyvárosokban, amelyek megteremtik a nagyvárosokban kisebb konyhakertek létrehozását. Az első budapesti létesítmény 2011-ben szolgálja a fenti célokat (BENDE–NAGY 2016). Elsősorban a fiatalok és a felső középosztálybeliek használják ki ezt a lehetőséget jelenleg (KOVÁCS 2013). Ahogy Bende és Nagy (2016) röviden összefoglalta: a közösségi kerteknek multifunkcionális szerepük van a város fejlődésében és a rehabilitációban. Segítenek a közösségteremtésben, az egészségmegőrzésben, valamint

a zöldfelületek növelésében a városon belül. A közösségi kertek számos pozitív hatását összefoglaljuk a következő felsorolásban:



3. ábra

*Közösségi kert*

*Forrás: Közösségikertek.hu*

- közös hobbi, beszédtema, kommunikáció kialakulása a résztvevők között (FIRTH–MAYE–PEARSON 2011);
- nő a városi zöldterület nagysága (ROSOL 2010);
- nő a biodiverzitás (LANGELLOTTO 2017);
- humán egészségügyi hatások:
  - mentális felfrissülés, koncentráció javítása, stresszoldás (MALLER et al. 2005);
  - egészségesebb táplálkozás (BREMER–JENKINS–KANTER 2003);
- helyben termelt zöldségekkel csökkenthető a szénlábnyom, amely az élelmiszerek szállításakor keletkezik (Community Food Security Coalition 2003);
- kreativitás, problémamegoldó képesség fejlesztése, mindez az újrahasznosítás és a „csináld magad” mozgalom jegyében.

Kutatók számára további előnyt jelent a csoportban végzett adatgyűjtés és -feldolgozás is, a szakmai kapcsolatok erősítése a közös munka által.

## 5. Paradicsom a konyhakertben

Konyhakerti körülmények között nagyobb szabadságunk van a fajtaválasztásban és a terület kihasználásában egyaránt. A hely adottságaihoz mérten természetünk determinált vagy indeterminált (folytonnövő) paradicsomfajtát is. A lugasparadicsomként is ismert fajták tenyészideje hosszabb, termésérése folyamatos, akár őszi hónapokba nyúló, magassága elérheti a 2 métert is. Munkaigénye nagyobb, viszont több terméssel hálálja meg a gondoskodást (vagyis a támrendszert és a tápanyag-utánpótlást) (HELYES 1999).

A paradicsompalánták ültetése előtt ajánlott előzetesen tápanyag kijuttatása a területre – a hely megválasztását itt már nem taglaljuk részletesen, az előbbiekben felvázolt ökológiai körülményekhez érdemes igazodni ebben az esetben is. A műtrágyák használatát csökkenthetjük, ha van az ismeretségünkben olyan állattartó vagy -tenyésztő, aki az állati trágyát más célra nem alkalmazza, és szívesen bocsátja a rendelkezésünkre

a konyhakertünkhöz. A szerves trágya bedolgozás nélkül kijuttatható a leendő parcellákra is, a csapadék bemossa a talajba.

A helykihasználás optimalizálása érdekében létrehozhatunk emelt ágyásokat is, amelyek a növények gondozását is megkönnyítik. A helyesen kialakított magaságyásokkal is csökkenthetjük az öntözővíz mennyiségét az optimális talajállapot fenntartásának támogatásával, valamint talajtakarással is. Választhatunk szerves (szalma, fűkaszalék, lombtrágya, komposzt) vagy szervetlen (fólia, agroszövet) talajtakaró anyagokat is konyhakerti körülmények között. Emellett ha lehetőségünk van esővíz gyűjtésére, használjuk ki! Nemcsak amiatt, mert számos természetű növényünk ezt igényli, hanem vízlábnyomunk csökkentése érdekében is.

## 6. Paradicsom a hétvégi telken és extenzív területeken

A hétvégi teleknél elsődleges szempont, hogy milyen gyakran tudjuk látogatni a területet. A paradicsom a mi éghajlatunkon nem igényli a napi látogatást, amennyiben alkalmazzuk azokat a termesztési technológiákat, amelyek ezt lehetővé teszik. A három eddig ismertezett tényezőt, a talajtakarást, az öntözést és a kialakítható, praktikus támrendszereket értjük ez alatt. Az extenzív területeken, amilyen egy hétvégi telek is, a paradicsom termesztésében rendkívül fontosak ezek a faktorok.

A hétvégi telkek adottságai igen változatosak lehetnek, ám amennyiben növénytermesztésre alkalmasak, úgy a paradicsomtermesztésben is választhatunk determinált és indeterminált fajtákat is. Ez határozza meg a további technológiai elemeket: a támrendszer formáját és magasságát, a takaróanyagok és az öntözés mennyiségét is. Egy determinált fajta méretéből adódóan kevesebb öntözést és takaróanyagot igényel, és kisebb támrendszer is elegendő neki, vagy szélvédettebb helyen akár el is hagyható. Kevesebb emberi beavatkozás (például metszés elhagyása) esetén azonban mindenképpen szükséges a támaszték a nagy zöldtömeg megtartása érdekében. A folytonnövő paradicsomfajtáknak kiterjedtebb támrendszer szükségeltetik, több vizet igényelnek – mivel többet is párologtatnak –, valamint nagyobb földterületet kell alattuk takaróanyaggal ellátni. Érdemes a rendelkezésre álló területtől függően a növényeket távolabb ültetni egymástól, minél nagyobb a paradicsomnövények tenyészterülete, annál többet teremnek (ARA et al. 2007).

A paradicsomnövény metszése (hónaljzása, tetejezése) elhagyásának számos előnye lehet. Korábbi vizsgálatok alapján a paradicsomnövények metszése nem növeli a termés mennyiségét, sőt még csökkentheti is annak minőségét (KANYOMEKA–SHIVUTE 2005; RESH 1997; SRINIVASAN et al. 2001). A metszés stresszt jelenthet az intenzív növekedésű növénynek. Ha nem végzünk ilyen fitotechnikai műveleteket, azzal növelhetjük a növények ellenálló képességét, ráadásul időt és energiát takaríthatunk meg. Ebben az esetben a termések mérete ugyan csökkenhet, a termésérés ideje pedig kitolódhat, ezért célszerű korábban kiültetni a palántákat, hogy a tenyészidőszak minél hamarabb kezdetét vehesse.

A tápanyag utánpótlását a konyhakerti részben leírtak alapján alkalmazhatjuk: egy nagyobb mennyiségű alaptrágya (például istállótrágya) kijuttatása után további utánpótlásra nincs szükség. A talaj ilyen úton történő felújítása miatt gyomok tömeges kelésére kell számítani, de ezt is megoldhatjuk talajtakarással.

A talajtakarást végezhetjük a konyhakerthez hasonlóan szerves vagy szervesetlen talajtakaró anyagokkal. A fólia vagy agroszövet akár több évig is használható, így nem kell évente ennek megvásárlására, szállítására és kihelyezésére energiát fordítani. Ekkora területen a talajtakarásos módszerek kombinálhatóak is. Zöldséggalánták ültetése után szervesetlen talajtakaró rétegre helyezhetünk még szerves talajtakaró anyagot is (például fűkaszálék, fenyőkéreg, szalma). Ezzel a plusz szerves takarással megakadályozzuk a szövet túlzott felmelegedését, így védjük az anyagot és a növényeinket is.

Esővíz gyűjtésével és a talajtakarással extenzív körülmények között is csökkenthetjük a felhasznált víz mennyiségét. A növények gondozása akár családi programként is felfogható, a termés betakarítása és feldolgozása több ember összehangolt munkáját igényli, ezáltal a közösség összetartó és szervező erejét is támogatja.

A támrendszer felállítására az ültetéssel egyidőben vagy azután egy-két héttel is ráérünk. A támrendszer alkalmazásának Helyes (1999) szerint számos előnye van:

- jobb minőségű termés betakarítása;
- könnyebben szedhető;
- könnyebbek a növényvédelmi munkák;
- kisebb a taposási kár és a talaj felszínén élő kártevő állatok kártétele.



4. ábra

*Paradicsomtermesztés öntözés és metszés nélkül*

*Forrás: [www.biokontroll.hu/paradicsomtermesztes-ontozes-es-metszes-nelkul-extenziv-korulmenyek-kozott](http://www.biokontroll.hu/paradicsomtermesztes-ontozes-es-metszes-nelkul-extenziv-korulmenyek-kozott)*

Összehasonlítva az elemzett helyszíneket elmondható, hogy a balkonon történő termesztés igényli a legkevesebb ráfordított időt, hiszen ez van a legközelebb, nem kell külön utazásra szánni az időt, mint a hétvégi telek esetében. Konyhakerti körülmények között természetűek olyan fajták, amelyeknek munka- és időigénye nagyobb az erkélyi termesztéshez képest. A költségráfordítást egységnyi termésmennyiségre vetítve azonban a balkoni termesztés áll az első helyen, hiszen a tartóedényektől kezdve a földkeveréken át a támrendszerig mindent meg kell vásárolni, kevesebb termés kedvéért. Konyhakerti körülmények között nagyobb termésmennyiséget tudunk megtermelni, tartóedény és földkeverék szükségessége nélkül. A hétvégi telken van a legnagyobb esélye annak, hogy az egységnyi költségráfordítás a legkevesebb legyen, viszont ebben az esetben az utazás költségvonzataival kell számolnunk.

## Felhasznált irodalom

- ABDUL-BAKI, A. A. – TEASDALE, J. R. (2007): Sustainable Production of Fresh-market Tomatoes and Other Vegetables with Cover Crop Mulches. *Sustainable Production of Fresh-Market Tomatoes and Other Summer Vegetables With Organic Mulches*, "Farmers' Bulletin, 2279. sz. 531.
- ARA N. et al. (2007): Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. *International Journal of Sustainable Crop Production*, Vol. 2. No. 3. 35–39.
- BALÁZS S. (1994): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Budapest, Mezőgazda.
- BENDE Cs. – NAGY Gy. (2016): Effects of Community Gardens on Local Society – The Case of Two Community Gardens in Szeged. *Belvedere Meridionale*, Vol. 28. No. 3. 89–105.
- BREMER, A. – JENKINS, K. – KANTER, D. (2003): *Community Gardens in Milwaukee: Procedures for Their Longterm Stability & Their Import to the City*. Milwaukee, University of Wisconsin Department of Urban Planning.
- Community Food Security Coalition (2003): Urban Agriculture and Community Food Security in the United States: Farming from the City Center to the Urban Fringe. Retrieved July 12, 2011, from <http://www.foodsecurity.org>
- FIRTH, Chris – MAYE, D. – PEARSON, D. (2011): Developing „Community” in Community Gardens. *Local Environment*, Vol. 16. No. 6. 555–568.
- HELYES L. (1999): *A paradicsom és termesztése*. Budapest, SYCA Szakkönyvszolgálat.
- KANYOMEKA, L. – SHIVUTE B. (2005): Influence of Pruning on Tomato Production under Controlled Environments. *Agricultura Tropica et Subtropica*, Vol. 38. No. 2. 79–83.
- KOVÁCS T. (2013): A városi közösségi kertek megjelenése Magyarországon. *A Falu*, 28. évf. 1. sz. 49–61.
- LANGELLOTTO, G. A. (2017): An Analysis of Bee Communities in Home and Community Gardens. *Acta Horticulturae*, 1189. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1189.98>
- MAIER, H-P. (2002): *Erkélyek és teraszok kertjei*. Budapest, Sziget.
- MALLER, C. et al. (2005): Healthy Nature Healthy People: „Contact with nature” as an Upstream Health Promotion Intervention for Populations. *Health Promotion International*, Vol. 21. No. 1. In: Burls, Ambra. (2007): “People and green spaces: promoting public health and mental well-being through ecotherapy.” *Journal of Public Mental Health*, 6. évf. 3. sz.
- PETRIKOVSKI R. et al. (2017): Különböző agrotechnikai elemek hatása gyökérgubacs fonálféreg- (*Meloidogyne* sp.) fertőzöttségre szabadföldi determinált növekedésű paradicsomon. *Növényvédelem*, 53. évf. 5. sz. 206–215.
- RACSKÓ J. (2002): Talajtakarás a zöldség- és gyümölcsstermesztésben. *Biokultúra*, 13. évf. 6. sz. 23–25.
- READMAN, J. (2009): *A talaj gondozása vegyszerek nélkül*. Budapest, Libri.
- RESH, H. M. (1997): *Hydroponics Tomatoes*. California, Woodbridge Press Publishing co.
- ROSOL, M. (2010): Public Participation in Post-fordist Urban Green Space Governance: The Case of Community Gardens in Berlin. *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 34. No. 3. sz. 548–563.
- SRINIVASAN, S. et al. (2001): The Effect of Spacing, Training and Pruning in Hybrid Tomato. CAB International.
- Unilever (2004): Good Agricultural Practice Guidelines Sustainable Tomatoes. London, Scanplus.

Vákát oldal



Kiadja a Nemzeti Közzolgálati Egyetem  
Ludovika Egyetemi Kiadó Iroda  
A kiadásért felel: Koltay András rektor

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.  
Kapcsolat: [kiadvanyok@uni-nke.hu](mailto:kiadvanyok@uni-nke.hu)  
Kapcsolat: [info@ludovika.hu](mailto:info@ludovika.hu)

Felelős szerkesztő: Karácsony Fanni  
Olvasószerkesztő: Gergely Zsuzsanna, Mohay Zsuzsanna  
Korrekter: Simann Karola  
Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla

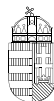
ISBN 978-963-531-238-2 (PDF)  
ISBN 978-963-531-239-9 (ePub)

A természeti erőforrások eróziója olyan válságjelenségek sorozatát indította el a 20. században, amelyek alapvetően befolyásolják a földi lét és az emberi társadalmak működésének fennálló kereteit. Jelenleg az emberi népesség és a gazdaság növekedése egyenesen arányos a nem megújuló természeti tőke csökkenésével. Ez olyan erőforrás-zűkösséget eredményez, amelynek bontakozó globális biztonságpolitikai, társadalmi-gazdasági és közegészségügyi hatásai még nem láthatók teljes mértékben. Ezen változások iránya és léptéke azonban a politikai és gazdasági döntéshozók számára már ma is gyors és határozott válaszokat igénylő kihívásokat jelent.

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víz tudományi Karán 2018-ban rendezett Climatters konferencián a fenti témákhoz kapcsolódó előadások hangzottak el neves hazai és nemzetközi szakemberek tolmácsolásában. Kötetünk az előadások alapján készült tanulmányokat adja közre abban a reményben, hogy nemcsak elgondolkodtató, de előremutató ismeretekkel is gazdagítja az olvasót.

A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” című projekt keretében jelent meg.

**SZÉCHENYI** 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**