

# TALAJÖKOLÓGIAI EGYENSÚLY ÉRDEKÉBEN CSÖKKENŐ ÉLELMISZER-TERMELÉS: DILEMMA VAGY SZÜKSÉGSZERŰSÉG?

## DECREASING FOOD PRODUCTION IN QUEST TO RESTORE SOIL ECOLOGICAL BALANCE: DILEMMA OR NECESSITY?

Rajkai Kálmán

az MTA rendes tagja, kutató professor emeritus  
Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani Intézet, Budapest  
rajkai.kalman@atk.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az EASAC 2022. áprilisi tanulmánya szerint a mezőgazdaság az ökoszisztémák és az éghajlat stabilitásának legsúlyosabb veszélyeztetője, sőt felgyorsítja a környezetrombolást. Az egyoldalúan megfogalmazott mezőgazdasági kártételek megszüntetését a regeneratív mezőgazdaság bevezetésével gondolja megoldhatónak. A tanulmány földhasználatra, talajra és vízfelhasználásra vonatkozó magállapításait, javaslatait helyezzük talajtani és talajvíz-gazdálkodási szempontú értelmezésbe és értékelésbe. A javaslat szerint 2030-ig az EU mezőgazdasági területe 25%-án organikus gazdálkodás, 10%-án pedig nagy tájképi változatosság kialakítása, a műtrágya mennyiségének 20%-os, a növényvédő szerek 50%-os csökkentése elvileg nem kifogásolható, de Európa mezőgazdasági termelésére jelentős hatással lesz akkor, amikor a Föld népessége élelmiszerhiánnyal néz szembe. A talajok szénmegkötésének növelése elvileg teljesen elfogadható, de azt is figyelembe kell venni, hogy a nagyobb szervesanyag-tartalom a talajban nagyobb CO<sub>2</sub>-kibocsátást eredményez. A tanulmány szerint az európai mezőgazdaság által felhasznált műtrágya nitrogén- és foszformennyisége azonos a talajvizekben megjelenő tápanyagmennyiséggel. Ez elvileg lehetetlen, ugyanis az ezt állító szakértők azt feltételezik, hogy minden európai talaj mindkét tápanyagból feltöltött, és a „pluszként adott műtrágya” a talajból teljes egészében a felszíni és a talajvizekbe kerül, mert a természetett növények tápanyagigényét a talaj természetes tápanyagkészlete fedezi. Az ökológiában kiváló szerzők által összeállított tanulmánynak a mezőgazdaságra vonatkozó ajánlásai a mezőgazdasági szakemberek ismereteinek és tapasztalatainak figyelembevételével szakmai szempontból elfogadhatóbb eredményűek lehetnének.

### ABSTRACT

According to an EASAC study in April 2022, agriculture is the most serious threat to the stability of ecosystems and the climate and is accelerating environmental degradation. The EASAC study authors think that the elimination of unilaterally formulated agricultural damage can be solved by introducing by the Regenerative Agriculture concept. We interpret and evaluate the findings and recommendations of the study on soil, land and water use from the perspective of soil science and groundwater management. The proposal to introduce 25% of the EU's agricultural area to organic farming, and 10% high-diversity landscape features, a 20% reduction in fertiliz-

ers and a 50% reduction in plant protection products will not be objectionable in principle but will have a significant effect on Europe's agricultural production with a remarkable reduction, at a time when the world's population is facing food shortages. Increasing soil carbon sequestration is in principle perfectly acceptable, but it should also be borne in mind that higher organic matter content in the soil results in higher CO<sub>2</sub> emissions. According to the study, the amount of nitrogen and phosphor fertilizers released by European agriculture is the same as the amount of nutrients present in surface and groundwaters. This is impossible in principle, as the proponents assume that all European soils are filled with both nutrients and the 'extra fertilizer' enter the surface and groundwater entirely from the soil as the nutrient requirements of cultivated plants are fully covered by the soil's natural or previous artificial nutrient supply. The more agriculturally acceptable recommendations of the study, compiled by excellent authors in ecology, could have been more acceptable given the meaningful participation of agricultural experts and farmers.

**Kulcsszavak:** földhasználat, szénmegkötés, CO<sub>2</sub>-kibocsátás, mezőgazdasági vízhasználat, öntözés

**Keywords:** land use, carbon sequestration, CO<sub>2</sub> emission, agricultural water use, irrigation

## FÖLDHASZNÁLAT SZEMPONTÚ ÉRTÉKELÉS

Az EASAC tanulmány szerzői a mezőgazdaságot tekintik a legfőbb környezeti károsodónak, mert elfoglalja a természetes élőhelyek területét és felszámolja a természetes növényi és állati sokféleséget (EASAC, 2022). A globális földhasználat változásának bemutatása az 1700–2000 közötti időszakban azonban a felvázolt képet lényegesen áthangolja (Ellis et al., 2010). Ugyanis, az emberi népesség által használt területek háromszáz éves alakulását a területhasználat célja szerint (sűrűn lakott területek, falvak, szántók, legelők és kaszálók, közel természetes és érintetlen természet) vizsgálva kiderül, hogy a természetes területek elfoglalásáért nem csupán a mezőgazdaság területhasználata okolható, sőt Magyarországon a termőterület 1990 és 2016 között közel 823 ezer hektárral csökkent. A földhasználat alól kivett területek nagysága pedig ennyivel nőtt, ami Magyarország területének közel 0,9%-a. Harminc év alatt a közel 1%-os terület-használat-változás jelentős, és jól mutatja a modern civilizáció földhasználatot formáló hatását. Megállapítható, hogy a földhasználat alól kivett területek aránya a termőterület hátrányára fokozatosan növekszik. A mezőgazdasági területek, így az erdők, a nádasok és a halastavak a termőterület részei, így az 1990 és 2016 közötti mezőgazdasági területcsökkenés a szántó- és gyepterület rovására ment végbe. Az 1,1 millió hektárnyi csökkenés több mint 90%-át ez a két művelési ág adta. A szőlőterület 5,2%-os csökkenése is számottevő (Csipkés et al., 2017). Nem mezőgazdasági földhasználatok például az ásványkitermelési (bányák, kő-

fejtések), a vízgazdálkodási (például: tó, folyó, szennyvíztisztító, öntöző-, vízelvezető csatorna), a feldolgozóipari (gyár, üzem), szolgáltató (tercier) (út, vasút, autópálya, áruháza + parkoló, raktár, szeméttelép stb.), illetve a lakó- és rekreációs területhasználat. A KSH 2019. évi adatai szerint a földhasználat alól kivett területek termőterülethez viszonyított aránya 27,1%, ami az 1990. évi 12,96%-nak több mint kétszerese. Ugyancsak jelentős a kivett területek 1990. évi, az ország összterületéhez viszonyított 11,5%-os arányáról 2019. évre 21,3%-ra történő növekedése. Vagyis Magyarország területének több mint egyötöde már nem termőterület (KSH, 2019).

### TALAJSZEMPONTÚ ÉRTÉKELES

Az EASAC-tanulmány (2022) 3.3 fejezete a talaj ökoszisztéma szolgáltatásainak fontosságát, a talajtermékenység alakulásában játszott szerepét leíró megállapításai mezőgazdasági szempontból is helytállóak. Alapelveként érvényes a talajegészségre épülő szénmegkötés, a szén talajban tárolását szolgáló talajhasználat és a jó talajállapot fenntartása. Minden okszerűen gazdálkodó földművelő a termőföldjét változatlan minőségben kívánja örökül hagyni. Ahogy Stefanovits Pál a *Talajhasználat Tízparancsolata* 9. parancsa megfogalmazza: „Őrizd meg a talaj termékenységét, és ha lehet, még növeld tovább!” (Chikán, 2009).

A szántóterületek szénmegkötését jelentősen növelő megoldást az EASAC (2022) 3a függeléke és 4.1 fejezete az agrár-erdészet és a szántók gyepképzésének kiterjesztésével véli megoldhatónak. Az agrár-erdészethez fűzött megjegyzésük szerint azonban a talaj szénmegkötés-növelését mindeddig csupán trópusi, szubtrópusi és mediterrán területekre mutatták ki. Az agrár-erdészet hazai bevezetése már megkezdődött és folytatódik, de agronómiai, természetvédelmi és közgazdasági tapasztalata még nem alakult ki. Az EASAC (2022) 2030-ig a mezőgazdasági terület 25%-án organikus gazdálkodás, 10%-án pedig nagy tájképi változatosság kialakítását javasolja, ami az átalakítás bevezetését követően jelentős mértékben csökkentené az élelmiszernövények termelését. A mezőgazdaság termelésének csökkentése vállalható-e például az orosz–ukrán háború következtében várhatóan bekövetkező élelmiszernövény-hiány esetében?

A talaj szénmegkötését kb. 5–10%-kal növelő javaslat még a sövények, a táblaszéli vagy a gazdaság körüli faszegélyek telepítése, a változatos vetésforgók, a takarónövények, a köztvetés, az aratás utáni növénymaradványok helyben hagyása, az élő növények vetése és a biochar (biomasszából előállított faszén) alkalmazása. A felsorolt, a talaj szénmegkötését növelő javaslatok járulékos pozitívuma, hogy azok a tájban a növények sokféleségét is növelik. A tanulmány állítása alapján a regeneratív mezőgazdálkodás bevezetése, azaz a biológiailag aktív trágyák (bioeffektorok) használata az EU-talajterület 7,2%-át kitevő erodált terüle-

tek talajélőlény sokféleségét és termékenységet is növelné (EASAC, 2022). Hazai biotrágyákkal végzett tenyészedény- és szabadföldi kísérletek a bioeffektorok termésminőség-javító hatását ugyan megerősítik, azonban a talajok biológiai aktivitására és tápanyagfeltárására, valamint termésmenővelésre kifejtett hatásuk szabadföldön már nem volt egyértelműen igazolható (Simonné Dudás, 2021). A biotrágyák alkalmazásának a talajtermékenységre kifejtett pozitív hatása az erodált termőrétegű talajokon általában csupán a fizikai és kémiai meliorációt követően érvényesül.

A szegélynövényzet, a sövények, a szántóföldek fás puffersávjai növelik ugyan a talaj széntartalmát, de keskeny vonalú élőhelyük kiterjedése a tájban jelentéktelen. Az elemzés szerint a sövények csupán 3%-kal növelik a szén-dioxid-megkötést, ezért a lényegesen jelentősebb szénkötésű, korábban lecsapolt vizes élőhelyek helyreállítását is javasolják (EASAC, 2022). Vagyis itt a nagyobb széntartalmú szerves talajok pozitív szerepét hangsúlyozzák, miután korábban az európai szerves talajokat tették felelőssé az európai talajok CO<sub>2</sub>-kibocsátásának 74%-áért. Kérdés továbbá, hogy a több tízhektáros nagyüzemi táblák felosztása, és közéjük vagy köréjük sövény-szegélyek és/vagy szegélyfasorok telepítése milyen mértékben növeli meg a talajművelés, a vetés, a trágyakiszórás, a növényvédelem és a termésbetakarítás idő- és költségigényét? Az erre vonatkozó közgazdasági kalkuláció az elemzésben nem szerepel. A felmérésnek ezenkívül a megnövekedett üzemanyag-felhasználás káros környezeti hatását is tartalmaznia kellene.

A tanulmány szerint a baktériumoknak és a gombáknak a növények növekedését és környezeti stressz ellenállását növelő hatására vonatkozó új kutatási eredmények teszik majd lehetővé a növénytermesztést szikes és tápanyagszegény, azaz gyenge termőképességű talajokon (EASAC, 2022). Nincs kimutatás azonban arról, hogy ezeken a területeken milyen növények és mekkora termésmennyiséggel járulnak majd hozzá a kutatás által az EU politikusainak tett 2030-ig szóló ajánlásokban szereplő, a 20%-kal kevesebb műtrágya, 50%-kal kevesebb növényvédőszer, valamint a pollinátorok és ízeltlábúak zavartalanságát biztosító ≤ 3%-nyi termőterület-vesztés okozta csökkentett mezőgazdasági produkcióhoz. Megjegyzem, hogy ezeket a gyenge termőképességű területeket meliorációjuk költsége és rövid időtávú hatása miatt nem művelik.

A vizsgálat szerint továbbá a > 60% szervesanyag-tartalom – többnyire a korábban lecsapolt tőzegláp talajok – az EU-talajterület kb. 2%-a produkálja a talajok CO<sub>2</sub>-kibocsátásának 89%-át (EASAC, 2022, 8. ábra). Az EU-talajterület 98%-át kitevő ásványi talajok nettó 15%-os átlagos szénelnyelését ebből levonva, az EU-talajok szénkibocsátásának 74%-át a 2% területi részarányú szerves talajok adják! Furcsa ellentmondás van a nagy szervesanyag-tartalmú talajok jelentős CO<sub>2</sub>-kibocsátása és a mezőgazdasági talajok szénkötésének növelési igénye közt. A talaj szervesanyag-tartalmának növelése együtt jár a talaj CO<sub>2</sub>-kibocsátásának növekedésével. Az elemzésben javasolt megnövelt talaj szervesanyag-tartalom

fokozza a talajok CO<sub>2</sub>-kibocsátását. A vizsgálatok szerint 100 g szervesanyag 15–35 g humusszá alakulása közben mintegy 68 g CO<sub>2</sub> szabadul fel (Weil–Brady, 2016).

A szakértők szerint az ásványi talajokban a megkötött szén tárolásának idejét is növelni szükséges (EASAC, 2022). A talaj szénkötésében és hosszú idejű tárolásában a mikroszervezetek játszanak kulcsszerepet. A nagyobb széntárolás feltétele, hogy elegendő felvehető nitrogén (N) is rendelkezésre álljon. A talaj biológiai sokféleségének, tápanyag- és vízvisszatartásának, a tápanyagok elérhetőségének és széntárolásának növelése elvileg helyes célkitűzés, de monokultúrás mezőgazdasági terményekre alkalmazása megoldandó feladat.

Az éghajlatváltozásnak közvetlen és közvetett hatása is lehet a talajokra, a talaj biológiai sokféleségének és biogeokémiai ciklusainak megváltozásával és a természetes növény- és állatfajok elterjedési határainak északabbra tolódásával megváltozik a növényzet és a talajlélények összetétele, valamint a mezőgazdasági gyakorlat. A klímaváltozás fokozza az invazív özönnövények és állatfajok elterjedését. Megváltozik a helyi biológiai sokféleség, a talaj szénkészlete és tápanyagforgalma mind a mezőgazdasági, mind az erdőterületeken, ahogy ezt az elemzés szerzői megállapítják. A talajfolyamatok változásának időléptékéről ismereteink korlátozottak, ezért a talajok biológiai sokféleségének alakulásában a mezőgazdálkodás és a klímaváltozás okozta hatások egyelőre nem választhatók külön.

Az EASAC (2022) 3.3 fejezetéből hiányolom a talajegészséget, a talajélet intenzitását növelő talajművelés példaként említését, így például a szármagmaradványokat a talajba forgató kultivátoros művelést (Birkás et al., 2008), továbbá a szántóföldi termesztéshez a módszeresen megtervezett műtrágyázási szaktanácsadást (Csathó et al., 1998). Az innováció nagydíjas ProPlanta trágyázási szaktanácsadási rendszer által javasolt műtrágyamennyiség ugyanis átlagos időjárási feltételek között nem hagy a talajban kimosható N-mennyiséget, vagyis kizárja a nitrogén talajvízbe jutását. Kiküszöböli a környezet szennyezését, amit az N- és P-műtrágya használatának kritizálásával a kutatás 3.5 fejezete változást sürgetve kifogásol (EASAC, 2022). Továbbá, a tanulmány szerzői említést tesznek a talajok szénkötésének növeléséről, de nem írják elő nagyobb szervesanyag, azaz növényi maradvány vagy istállótrágya talajba vitelének ösztönzését.

### A MEZŐGAZDASÁGI VÍZHASZNÁLAT ÉRTÉKELÉSE

A tanulmány szerzői szerint az élelmiszer-előállítás a kékvíz – a felszíni és/vagy a felszín alatti friss víz – 92%-át használja fel (EASAC, 2022). Ez azt jelenti, hogy a növénytermesztés döntő mértékben a felszíni vizeket használja öntözésre. A zöldvíz felhasználását azonban nem említi a tanulmány, jöllehet a szántóföldi

növénytermesztés a talajban tárolt úgynevezett zöldvizet hasznosítja, különösen a csapadékmentes időszakokban. A talaj vízkapacitásának, vízraktározásának jelentősége éppen abban rejlik, hogy az legyen a szárazföldi növények fő vízforrása. A 3.5 fejezet a talaj vízkapacitásának növelését szorgalmazza, azaz a zöld vízmennyiség növelését. A termesztett növény vízszükséglete és a rendelkezésre álló víz különbsége az éghajlatváltozással növekedni fog, állapítja meg helyesen az elemzés. Baranyai Gábor (2019) szerint emiatt a vízkészlet-gazdálkodás szabályozásának hiánya kritikus sérülékenységi tényezővé válhat, amire a tanulmány azonban nem tér ki. Globálisan, az öntözött területek mintegy 38%-a talajvízből történő öntözésre alapoz (Siebert et al., 2010). Magyarországon a felszín alatti vízkivétel az összes mezőgazdasági vízkivétel 10,8%-a volt 2013-ban (OVGT, 2015). A mezőgazdasági kultúrák átgondolatlan, talajvízből történő öntözésének veszélyeit foglalja össze Kolossváry Gábor (2021).

Az EASAC (2022) szerint a mezőgazdaság Európában a vízkészlet több mint 30%-át használja fel, továbbá a növényvédő szerek és a műtrágyák a rossz vízminőség okozói. Mesfin M. Mekonnen és Arjen Y. Hoekstra (2011, 2012) megállapításai szerint a vízlábnyom<sup>1</sup> legfontosabb összetevője Magyarországon is a mezőgazdaság (62,6%), ezen belül is a növénytermesztés, amely 1996–2005 átlagában zöldvízből a kékvíz közel százszorosát, a szürkevíz mintegy hatszorosát hasznosította évente. Minthogy a vízlábnyom a mezőgazdasági piaci termékek előállításához felhasznált összes vízmennyiséget jelenti, ami az egységnyi biomasszatömeg képzéséhez szükséges elpárologtatott vízmennyiséget is tartalmazza, ezért szinte természetes, hogy a mezőgazdasági termények vízlábnyoma a legjelentősebb. Az állattartáson belül a legeltetés számottevő, az ipari termelés és a lakossági vízellátás szerepe pedig kevésbé fontos (Szilágyi–Major, 2021). Az EASAC (2022) szerint a dél-európai országok arid- és szemi-arid területein a mezőgazdasági vízfelhasználás közel 80%-a az öntözés. Magyarországon az öntözéses gazdálkodás az összes mezőgazdasági terület 2%-a körül ingadozott 2013-ban (OVGT, 2015). Az EASAC-kutatás szerint a hatékonyabb vízfelhasználást szolgálja például a hiányos öntözés (deficit irrigation), vagyis a növényi vízszükséglet részleges pótlása öntözéssel. A tisztított szennyvíz mezőgazdasági felhasználása már néhány európai országban jelentős mértékű. A hatékony vízmegtakarítást a korszerű öntözési rendszerek biztosítják. Az EASAC (2022) öntözésre vonatkozó megállapításai újdonságot nem tartalmaznak. Az öntözésre használható vízmennyiségnek az öntözendő területre juttatása és az öntözés energiaigényének felhasználása helyett – javaslatuk szerint – a vízigényes mező-

<sup>1</sup> A vízlábnyom azt a teljes vízmennyiséget jelenti, amelyet egy egyén, egy vállalkozás vagy egy ország által fogyasztott áruk, szolgáltatások előállításához kell felhasználni. Egy ország vízlábnyoma azt a teljes vízmennyiséget jelenti, amelyet az ország lakosai által egységnyi idő alatt fogyasztott áruk vagy szolgáltatások előállításához használnak (Ijjas, 2009; Olen–Hoekstra, 2010).

gazdasági termelést a vízben gazdag régiókba kellene áthelyezni, hogy a víz élelmiszer-termelésre fenntarthatatlan használatát a vízben szűkölködő régiókban enyhítsék. Ezt a stratégiát a már veszélyeztetett vízforrások további kimerülése is indokolja (például a felszín alatti vizeké, a folyóké és a vizes élőhelyeké). Javaslatuk azonban ebben a formában már egy szükségállapot lehetséges megoldása, amelyre vonatkozó előtanulmány még nem készült.

Magyarországon az integrált vízgazdálkodás hazai megvalósítását, a vízzel kapcsolatos konfliktusokat és azok megoldását a *Hidrológiai Közlöny* különszámának áttekintő írásai foglalták össze (Somlyódy, 2021).

Az EASAC (2022) 3.5 fejezete a növények tápanyagigény-kielégítésére használt műtrágyákkal és az általuk okozott környezeti ártalmakkal foglalkozik. Megállapítja, hogy az európai mezőgazdaság által a talajokra kijuttatott N- és P-műtrágyák okozzák a vízbe, levegőbe és a nem mezőgazdasági ökoszisztémákba kerülő N- és P-szennyezést, aminek mértéke megegyezik a kijuttatott mennyiséggel (lásd EASAC, 2022, 1. táblázat). Amennyiben a kijuttatott N- és P-mennyiség szennyezőként jelenne meg, az két nehezen elképzelhető lehetőséget jelentene: 1. A műtrágyázott növények nem hasznosítottak tápanyagot a kijuttatott műtrágyából, ami 8–15 t/ha termésátlagok esetében nem reális feltételezés. 2. A mezőgazdasági területek talajai tápanyagtelítettek, ezért a kijuttatott műtrágya hasznosulás nélkül távozik a talajból. Minthogy egyik lehetőség sem reális, így a szóban forgó kutatás állítása erősen kétséges, még akkor is, ha az közleményre alapozott.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az EASAC (2022) a talajokra és a mezőgazdasági vízfelhasználásra vonatkozó egyes megállapításai és ajánlásai szélsőségesen eltúlzottak és egyoldalúak (például a mezőgazdaság felelős az ökoszisztémák romlásáért, az éghajlatváltozás felgyorsulásáért és a környezet szennyezéséért). Megoldási javaslatok közül a mezőgazdasági terület 25%-án organikus gazdálkodás, 10%-án pedig nagy tájképi változatosság kialakítása, a műtrágyamennyiség 20%-os, a növényvédő szerek 50%-os csökkentése a jelenlegi élelmiszer-növény-termelést jelentősen csökkentené, ami – különösen a jelen orosz–ukrán háborús helyzetben – várhatóan globális és regionális élelmiszerhiányt eredményezne. A javaslatok többsége, így a talajegészség fenntartását szolgáló beavatkozásoké, a táji diverzitás növelése stb. teljes mértékben elfogadható. Több javaslat azonban részleteiben nem átgondolt, így a talajok szénmegkötésének növelése és CO<sub>2</sub>-kibocsátásuk egyidejű csökkentése. Az értékelésben tett megjegyzések a tanulmány készítésébe gyakorló mezőgazdász bevonásával kiküszöbölhetők lehettek volna.

## IRODALOM

- Baranyai G. (2019): Transboundary Water Governance in the European Union: The (Unresolved) Allocation Question. *Water Policy*, 21, 496–513. DOI: 10.2166/wp.2019.033, <https://iwaponline.com/wp/article/21/3/496/66362/Transboundary-water-governance-in-the-European>
- Birkás M. – Antos G. – Neményi M. et al. (2008): *Environmentally-sound Adaptable Tillage*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Chikán Á. (2009): Interjú Stefanovits Pállal: A talajon nemcsak állsz, hanem élsz is. In: *Hatvanéves a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete*. Budapest: MTA TAKI, 9–20.
- Csathó P. – Árendás T. – Németh T. (1998): New Environmentally Friendly Fertiliser Advisory System, Based on the Data Set of the Hungarian Long-term Field Trials Set up between 1960 and 1995. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29, 2161–174. DOI: 10.1080/00103629809370100, <https://bit.ly/3Jx3Bkz>
- Csipkés M. – Nagy L. – Szabó K. (2017): Magyarország földhasználatának elemzése rendszerváltástól napjainkig. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, XII, 1–2, 141–152. [http://acta.bibl.u-szeged.hu/49847/1/jelenkori\\_012\\_001\\_002\\_141-152.pdf](http://acta.bibl.u-szeged.hu/49847/1/jelenkori_012_001_002_141-152.pdf)
- EASAC (2022): *Regenerative Agriculture in Europe, A Critical Analysis of Contributions to European Union Farm to Fork and Biodiversity Strategies*. (EASAC Policy Report 44) European Academies' Science Advisory Council, [https://easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_state-ments/Regenerative\\_Agriculture/EASAC\\_RegAgri\\_Web\\_290422.pdf](https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_state-ments/Regenerative_Agriculture/EASAC_RegAgri_Web_290422.pdf)
- Ellis, E. C. – Klein Goldewijk, K. – Siebert, S. et al. (2010): Anthropogenic Transformation of the Biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 5, 589–606. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x, [https://www.researchgate.net/publication/227604905\\_Anthropogenic\\_Transformation\\_of\\_the\\_Biomes\\_1700\\_to\\_2000](https://www.researchgate.net/publication/227604905_Anthropogenic_Transformation_of_the_Biomes_1700_to_2000)
- Ijjas F. (2009): Magyarország a virtuális vízpiacon, *Gazdálkodás*, 53, 5, 469–475. <https://ageconsearch.umn.edu/record/92508/>
- Kolossváry G. (2021): A mezőgazdaság és a rendelkezésre álló víz – az öntözés és a természetvédelem konfliktusa. *Hidrológiai Közlöny*, 101, Különszám, 55–61. [http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2021\\_kulonszam\\_v5.pdf](http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2021_kulonszam_v5.pdf)
- KSH (2019): 4.1.4. Földhasználat művelési ágak és gazdaságcsoportok szerint (1990–), [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_omf001a.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omf001a.html) (letöltve 2019. 07. 26.)
- Mekonnen, M. M. – Hoekstra, A. Y. (2011): The Green, Blue and Grey Water Footprint of Crops and Derived Crop Products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 5, 1577–1600. DOI: 0.5194/hess-15-1577-2011, <https://waterfootprint.org/media/downloads/Mekonnen-Hoekstra-2011-WaterFootprintCrops.pdf>
- Mekonnen, M. M. – Hoekstra, A. Y. (2012): The Water Footprint of Humanity. *PNAS Environmental Sciences*, 109, 9, 3232–3237. DOI: 10.1073/pnas.1109936109, <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1109936109>
- Olen, R. P. – Hoekstra, A. Y. (2010): *The Green and Blue Water Footprint of Paper Products*. UNESCO-IHE, [https://waterfootprint.org/media/downloads/Report46-WaterFootprint-Paper\\_1.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/Report46-WaterFootprint-Paper_1.pdf)
- OVG T2 (2015): *Magyarország felülvizsgált, 2015. évi Vízyűjtő-gazdálkodási Terve*. BM–OVF, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A16K0142.BM&txtreferer=00000001.TXT>
- Siebert, S. – Burke, J. – Faures, J. M. et al. (2010): Groundwater Use for Irrigation – A Global Inventory. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 10, 1863–1880. DOI: 10.5194/hess-14-1863-2010, <https://www.fao.org/documents/card/en/c/AL816E/>



- Simonné Dudás A. (2021): *Bioeffector talajoltók hatása a paradicsomra és a talaj foszforhasználására*. Doktori (PhD.) értekezés. Gödöllő: MATE, [https://archive.uni-mate.hu/sites/default/files/simonneu\\_dudaus\\_anita\\_ertekezés.pdf](https://archive.uni-mate.hu/sites/default/files/simonneu_dudaus_anita_ertekezés.pdf)
- Somlyódi L. (2021): Bevezető gondolatok a vízről. *Hidrológiai Közöny*, 101, Különszám, [http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2021\\_kulonszam\\_v5.pdf](http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2021_kulonszam_v5.pdf)
- Szatmári G. – Pásztor L. – Heuvelink, G. B. (2021): Estimating Soil Organic Carbon Stock Change at Multiple Scales Using Machine Learning and Multivariate Geostatistics. *Geoderma*, 403, 115356, 1–12. DOI: 10.1016/j.geoderma.2021.115356, <http://real.mtak.hu/139414/>
- Szilágyi F. – Major V. (2021): Vízkészleteivel való okos gazdálkodás lehet Magyarország számára a XXI. század egyik meghatározó gazdasági erőforrása. *Hidrológiai Közöny*, 101, Különszám, 9–21. [http://real-j.mtak.hu/15836/1/HK2021\\_kulonszam\\_v5.pdf](http://real-j.mtak.hu/15836/1/HK2021_kulonszam_v5.pdf)
- Weil, R. R. – Brady, N. C. (2016): *Nature and Properties of Soil*. Global Edition, 15<sup>th</sup> Edition. Pearson Education Limited, [https://www.researchgate.net/publication/301200878\\_The\\_Nature\\_and\\_Properties\\_of\\_Soils\\_15th\\_edition](https://www.researchgate.net/publication/301200878_The_Nature_and_Properties_of_Soils_15th_edition)