



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

A fenntartható bioüzemanyag-termelés lehetőségei Magyarországon a BIKE projekt eredményei alapján

**TAKÁCS ESZTER – MOZSGAI KATALIN – ÓVÁRI CSILLA –
GERENCSÉR ILONA – MISKÓ KRISZTINA – SZLATÉNYI DÓRA
– KENNEDY MUTUA NDUE**

Kulcsszavak: közvetett földhasználat-változás; biomassza-termelés;
addicionalitási intézkedések; tanúsítás; RED II
JEL-kód: Q15, Q16, Q24

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az Európai Unió stratégiai célként kezeli a megújuló energiatermelés növelését, amelynek jelentőségét a klímapolitikai célkitűzések mellett az orosz–ukrán háború kirobbanása miatt kialakuló energiapiaci válság is tovább erősíti. A növényi alapú bioüzemanyagok esetében az EU felismerte, hogy az energetikai célú növényi biomassza termelésének fokozódása veszélyeztetheti az élelmezésbiztonságot és növelheti az üvegházhatású gázok kibocsátását. E kockázatok mérséklése érdekében az Unió törekszik a megfelelő szabályozási környezet kialakítására, és támogatja a gyakorlati megoldásokat kereső kutatási projekteket. A bioüzemanyag alapanyag iránti többletigény kielégítésének egyik módja az alacsony közvetett földhasználat-változás kockázattal járó biomassza-alapanyag termelés lehet. A BIKE projektben elvégzett kutatások középpontjában egyrészt az energetikai célú növénytermesztés potenciális célterületeinek lehatárolása (beleértve a feldolgozó kapacitás vizsgálatát), másrészt a termesztésbe vonható növények köre és a hozamnövelés lehetőségei álltak. Az EU a RED II irányelvben és annak végrehajtási rendeletében a fejlett bioüzemanyagok növekvő arányú felhasználását írja elő a közlekedésben, illetve a hagyományos bioüzemanyagok esetén a közvetett földhasználat-változás szempontjából alacsony kockázatúnak minősített alapanyagok felhasználását részesíti előnyben. Továbbá a termelők számára meghatározza azokat a termelési és egyéb gazdaságossági feltételeket, amelyek biztosítják az alacsony kockázatú és fenntartható alapanyag-termelést. Az Unió piaci beavatkozási logikája szerint e szabályozások révén a piaci szereplők hajlandóak lesznek „piaci prémiumot” fizetni a gazdálkodóknak azért, hogy az előírásoknak megfelelő mennyiségű és minőségű bioüzemanyag-alapanyagot fenntartható módon állítsák elő. Az EU stratégiai céljainak elérése alapvetően azon múlik majd, hogy miként lehet a most kialakuló szabályozási környezetet a gazdálkodói gyakorlatba hatékonyan átültetni.

BEVEZETÉS

A bioüzemanyag-gyártás kapcsán fontos kérdést jelent a megfelelő mennyiségű alapanyag rendelkezésre állása. A hagyományos szántóföldi kukorica-termesztésre

épülő bioetanol-gyártás a világ lakosságának növekedése és a növekvő élelmiszer-kereslet miatt hosszú távon nem bizonyul fenntartható megoldásnak, mivel veszé-

lyeztetheti az élelmiszer- és takarmány-előállításra a földterületek szűkössége miatt (Oláh et al., 2017; Cadillo-Benalcazar et al., 2021). A növekvő igényt új földterületek bevonása vagy a már művelt területeken a növekvő termelés tudja kielégíteni, ez azonban az inputanyagok (tápanyag, víz, növényvédőszer) felhasználásának növekedésével jár, ami környezetileg nem fenntartható. A földterületek művelésbe vonását tovább fokozza az egyéb mezőgazdasági és nem mezőgazdasági földhasználat, például a bioüzemanyag-előállítás alapanyag-termelésének földterületigénye, az urbanizációval járó folyamatok és az ipari tevékenységek területigénye. Ugyanakkor a körforgásos gazdaság bevezetése révén pl. a bioetanol-alapanyagként felhasznált gabonafélékből és olajos magvakból előállított melléktermékek takarmányozási célú felhasználása csökkentheti is a nettó földhasználatot (Popp et al., 2016).

Ezzel párhuzamosan megfigyelhető a mezőgazdasági művelés felhagyása és ezzel a felhagyott földterületek növekedése, több párhuzamosan ható környezeti, gazdasági, társadalmi ok eredőjeként (Elbersen et al., 2022). Az éghajlatváltozás okozta romló terméshibiztonság miatt a mezőgazdaságban egyfajta útkeresés zajlik, például új növényfajok termesztése, alkalmazkodó agrotechnikai gyakorlatok bevezetése terén. Az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése következtében a gazdálkodási rendszerek környezeti és gazdasági fenntarthatóságának újraértelmezése szükséges.

A fentiek következtében a növényi alapanyagok energetikai célú felhasználása egyre szigorodó jogszabályi feltételek mellett lehetséges, figyelembe véve a talajállapot megőrzését, illetve a földhasználat-változás szempontjait (Bradford et al., 2016).

A közvetett földhasználat-változás (angolul: *Indirect Land Use Change*, ILUC) akkor következik be, amikor az élelmiszer- és takarmány célú hagyományos növénytermesztést felváltja a bioüzemanyagokra,

folyékony bio-energiahordozókra és biomasszából előállított üzemanyagokra irányuló növénytermesztés. Ez az újabb igény növeli a termőföldre nehezedő nyomást, és mivel olyan jelentős szénkészletekkel rendelkező földterületekre terjesztheti ki a mezőgazdasági termelést, mint az erdők, a vizes élőhelyek és a tőzegláp, az üvegházhatású gázok további kibocsátásához vezethet (EC, 2019; Panoutsou et al., 2022).

A BIKE (*Biofuels Production at Low ILUC-Risk for European Sustainable Bioeconomy*, Alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-termelés a fenntartható európai biomassza-alapú gazdaságért) Horizont 2020 projekt (<https://www.bike-biofuels.eu/>) célja, hogy segítse az Európai Unió megújuló energia irányelvének (RED II) végrehajtását azáltal, hogy a biomassza, bioüzemanyagok és folyékony bio-energiahordozók alacsony ILUC-kockázatú értékláncainak piaci potenciálját vizsgálja Európában.

A RECORD (*Renewable Energy Consortium for Research and Demonstration*, Megújuló Energia Kutatási és Demonstrációs Konzorcium) által koordinált BIKE projektet 8 európai ország 13 partneréből álló konzorcium valósítja meg, melyek között kutatóintézetek, iparági szereplők és nemzetközi szervezetek egyaránt jelen vannak. Hazai részről az Agrárközgazdasági Kutatóintézet (AKI) partnereként, a Discovery Center harmadik félként vesz részt a hároméves, idén záruló (projekt kezdete: 2020. szeptember 1., projekt vége: 2023. augusztus 31.), közel 3 millió euró összköltségvetésű BIKE projektben.

SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az Európai Unió élen jár a klímavédelemben, és az ENSZ Párizsi megállapodása alapján 2019 végén az Európai zöld megállapodásban (*Green Deal*) célul tűzte ki, hogy 2050-ig elérje a klímasegélyeséget. Ezt a célkitűzést nemcsak stratégiai dokumentumokban – mint például a

2020 májusában megjelent Termőföld-től az asztalig stratégia (*Farm to Fork Strategy*; EU, 2020a) és a 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia (*Biodiversity strategy for 2030*; EU, 2020b) –, hanem azóta jogszabályokban is rögzítették, és az első közlemények megjelenése és a jogszabályok kihirdetése között eltelt egy-két évben az intézkedések ambíciószintjét fokozatosan emelték. A 2021 nyarán megjelent Európai klímátörvény (EU, 2021a) az üvegházhatású gázok (ÜHG) 2030-ra elérendő kibocsátási célkitűzését 40%-ról 55%-ra emelte, majd ehhez illeszkedően 2021 júliusában az Irány az 55%! klímavédelmi csomagban (EU, 2021b) ezen célkitűzés eléréséhez megemelt tagállami, illetve szakpolitikai célszámokat is meghatározott (Ovaere és Proost, 2022).

A klímasemlegesség elérésében kiemelt fontosságú az energiaágazat, hiszen az Európai Unió ÜHG-kibocsátásának közel háromnegyede (2021-ben 76%) ebből a szektorból származik (European Environmental Agency, 2023). Ezért a megújuló energiatermelésre is egyre magasabb ambíciószintet határoz meg az Európai Bizottság a jogszabályi háttér felülvizsgálataikor. A 2009-es megújuló energia irányelv (RED I) még 20%-os (EU, 2009), a 2018-as felülvizsgált irányelv (RED II) már 32%-os részarányt tartalmazott célkitűzésként (EU, 2018), amit az Irány az 55%! intézkedéscsomag tovább emel 40%-ra (EU, 2021b). Az uniós megújuló energiatermelés és a fosszilis energiától való függőség csökkentésének fontosságát a klímapolitikai célkitűzések mellett az orosz–ukrán háború kirobbanása miatt kialakuló energiapiaci válság tovább erősíti, ezért az EU REpowerEU (COM/2022/230 final) csomagjában ösztönzi az energiapiaci zöld átállást és elősegíti a megújuló energiatermelésre irányuló beruházásokat.

A megújuló energia részarányának növelése mellett a biomassza energetikai célú felhasználására vonatkozó szabályozás

szigorodása is nyomon követhető az uniós jogalkotásban (a megújuló energia irányelv fejlődésében), figyelembe véve, hogy a mezőgazdasági termelés elsődleges célja az élelmiszer-termelés. Az energetikai célú biomassza-termelés nem veheti el a földterületeket az élelmiszer-termeléstől, ezért vizsgálni kell a közvetett földhasználat-változás kockázatát (*indirect land use change risk*, ILUC-kockázat), valamint az alapanyagok fenntartható termelését, vagyis az élelmezési és takarmányozási célra felhasználható biomassza, továbbá a mezőgazdasági területekről származó maradványok csak bizonyos feltételek mellett használhatók fel energiatermelésre (fenntarthatósági követelményeknek való megfelelés, tanúsítás).

A közlekedésben felhasznált megújuló energia tekintetében 14%-os megújuló energia-részarányt tűz ki célul a RED II irányelv. Ezzel párhuzamosan korlátozza a magas ILUC-kockázatú, élelmiszer- vagy takarmánynövény-alapú bioüzemanyagok, folyékony bio-energiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok felhasználását. Ugyanakkor előírja a tagállamok számára, hogy specifikus és fokozatosan csökkenő határértékeket állapítsanak meg a magas ILUC-kockázatú bioüzemanyagokra vonatkozóan. Ezekbe a határértékekbe az alacsony kockázatúnak minősített bioüzemanyagokat, folyékony bio-energiahordozókat és biomasszából előállított tüzelőanyagokat nem kell beszámolni. Ez a szabályozási feltétel teremti meg a fokozatosan bővülő piacot az alacsony ILUC-kockázat feltételeinek megfelelő bioüzemanyag alapanyag-termelés számára, amit a BIKE projekt is vizsgált (D5.1).

Az *alacsony ILUC-kockázat* fogalmát 2015-ben vezették be a RED I irányelvet módosító 2015/1513 irányelvben, ugyanakkor a jogszabály végrehajtásához szükséges további működési részleteket akkor nem határozták meg. Alacsony ILUC-kockázatúnak azok a bioüzemanyagok

minősülnek, amelyeket olyan alapanyagokból állítanak elő, melyeket vagy a már megművelt földterületen zajló termelés termelékenységének fenntartható növekedése révén „többletként” természetnek, vagy felhagyott vagy súlyosan degradált földterületek természetbe vonásával állítanak elő. Az alacsony ILUC-kockázatú alapanyagok termesztése nem jelent konkurenciát az élelmiszer- és takarmány-előállítás számára, emellett a jó talajállapot helyreállításához is hozzájárulhat. A termelékenység fenntartható növekedésével elért többletermés, illetve a korábban felhagyott vagy súlyosan degradált területeken előállított termés mennyiségét bizonyítani szükséges, erre jön létre az alacsony ILUC-kockázat tanúsítási rendszere.

A bioüzemanyagok felhasználása és kutatása Európában hosszú múltra tekint vissza, gyakorlatilag a belső égésű motorok

megjelenésével egyidős. Felhasználásuk a klímavédelmi törekvések erősödésével, 2005-től vált kötelezővé, melyre vonatkozóan 2001-ben fogadták el az első szabályozást (Bai, 2008; Popp és Potori, 2011). A bioüzemanyagok kapcsán kulcskérdés a megfelelő mennyiségű alapanyag rendelkezésre állása, emellett több területen vizsgálják új alapanyagok bevonási lehetőségét is (Oláh és Popp, 2022). A felhasznált alapanyagtól függően megkülönböztetünk *első generációs (hagyományos)* és *második generációs (fejlett) bioüzemanyagokat*. Az első generációs bioüzemanyagok az élelmiszer- és takarmány-előállításra is alkalmas terményekből készülnek. A második generációs bioüzemanyagokat alapvetően hulladékokból, maradványanyagokból állítják elő, ezért nem jelentenek konkurenciát az élelmiszer-termelésre (Európai Számvevőszék, 2016).

I. táblázat

Európában használt főbb bioüzemanyag-típusok
(*Main types of biofuel used in Europe*)

Bioüzemanyag-típus	Fejlettség	Leggyakrabban használt alapanyag	Előállítási mód
Bioetanol	első generációs	kukorica, búza, cukorrépa, cikrok, cukornád	cukor erjesztésével és desztillációjával
	második generációs	lignocellulóz-tartalmú biomasz, mint pl. mezőgazdasági és erdészeti melléktermékek, hulladékok, szalma, energiatermékek (pl. egyes <i>Miscanthus</i> fajok)	lignin, cellulóz és hemicellulóz szétválasztását követően enzimek és élesztőgombák segítségével hidrolizálják és erjesztik a biomasszát, majd az így keletkezett etanolt elválasztják
Biodízel	első generációs	nagy olajtartalmú növények (repce, napraforgó, szója, olajpálma stb.)	növényi magvak olajtartalmának mechanikus préselésével és oldószeres kivonásával, átészterezéssel
	második generációs	melléktermékek, hulladékok, pl. használt sütóolaj, állati zsír	átészterezéssel
Hidrogénezett növényi olajok (HVO)	második generációs	növényi olajok, állati zsírok	növényi olajok szénhidrogén vegyületeinek (trigliceridek) hidrogénnel történő telítésével
Biometán	első/második generációs	bármely biomaszaáramból, de elsősorban mezőgazdasági és élelmiszeripari melléktermékek, maradványok, hulladékok, szerves trágya	anaerob fermentálással

Forrás: saját szerkesztés (EC, 2006) alapján

Az 1. táblázat összefoglalja az Európában felhasznált és a BIKE projektben érintett főbb bioüzemanyag-típusokat fejlettségi szintjük, az előállításukhoz leggyakrabban használt alapanyagok, valamint előállítási módjuk szerint.

A bioüzemanyagok fenntartható előállításához jól megtervezett értékláncokra és részletes monitorozásra van szükség a negatív hatások elkerülése érdekében, beleértve a közvetett földhasználat-változást. Ennek érdekében az Európai Unió számos kutatást támogatott az elmúlt időszakban, amelyek az alábbi kutatási irányokra terjedtek ki:

1. Termelékenység növelése a mezőgazdasági gyakorlat továbbfejlesztésével ún. adicionalitási intézkedések révén; projektek: BECOOL, CARINA, BIO4A, BIKE.
2. Alacsony ILUC-kockázatú biomassza-termelés felhagyott, degradált és kihasználatlan (marginális) földterületeken; projektek: MAGIC, MIDAS, BIKE, MARGINUP, GRACE, MAIL.
3. Biomassza-alapanyag termelése szerves és/vagy szervesetlen szennyező anyagokkal szennyezett földterületeken; projektek: GOLD, Phy2Climate, CERESIS, FORTE.

CÉLOK

A BIKE projekt átfogó célja, hogy elősegítse a fenntartható bioüzemanyagok és folyékony bio-energiahordozók előállításához szükséges, alacsony ILUC-kockázatú európai alapanyagok piaci elterjedését, az alábbiak révén:

- az egyes alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-előállítási útvonalak megbízhatóságának vizsgálata és bemutatása, értékelve azok környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóságát;
- az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagok első tanúsítási moduljának kifejlesztése;

- ajánlások a döntéshozatal és a jövőbeli politika számára.

A BIKE ezen vizsgálatokkal és elemzésekkel a gazdálkodókat és a bioüzemanyag-termelőket kívánja segíteni a hosszú távú üzleti terveinek kidolgozásában.

Jelen publikáció célja a projekt hazai vonatkozású eredményeinek elemzése és bemutatása.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A BIKE projekt értéklánc-alapú megközelítést követ, amely kiterjed a földhasználatra, az alapanyag-ellátásra, az átalakítási folyamatokra és a végtermék-kimenetekre. Ez a megközelítés egyesíti a statisztikai adatokon és a legújabb kutatásokon alapuló, felülről lefelé irányuló modellezési becsléseket a tényleges esettanulmányok alulról felfelé irányuló elemzésével, amelyek megfelelnek az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagok, folyékony bio-energiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok jelenlegi meghatározásának (D7.6).

A BIKE projekt kutatásai a két fő, alacsony ILUC-kockázatú értéklánc köré szerveződtek: 1. Művelés a használaton kívüli, felhagyott vagy súlyosan leromlott (marginális) területeken és 2. a termelékenység növekedése a jobb mezőgazdasági gyakorlatok következtében.

A BIKE projekt értékláncenként két esettanulmány-típust azonosított, azaz összesen négyet, ahol alacsony ILUC-kockázatú biomassza-alapanyagokat termesztene háromféle bioüzemanyag előállításához: bioetanol, megújuló gázolaj (HVO) és biometán. Két BIKE-esettanulmány a használaton kívüli területek művelésére vonatkozik: i) ricinusbab HVO megújuló dízel előállításához és ii) évelő fűfélékből fejlett (lignocellulóz-tartalmú) etanol előállításához, kettő pedig a terméshozam növeléssel kapcsolatos értéklánchoz kapcsolódik: iii) *Brassica carinata* termesztése másodve-

tésben megújuló dízelgyártáshoz és iv) a *Biogas Done Right* (BDR) modell (Valli et al., 2017) a biometán folyékony üzemanyagá alakításához.

A hét szakmai és két adminisztratív munkacsomagra osztott BIKE projekt ezen értékláncok fenntarthatóságának értékelésére és a négy esettanulmány piaci elterjedését elősegítő stratégiák meghatározására összpontosított. Ezen túlmenően minden esettanulmány esetében elvégezték az alacsony ILUC-kockázatú fejlett bioüzemanyag-termelési útvonalak környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóságának értékelését. Az esettanulmányok értékelésével párhuzamosan az *International Sustainability and Carbon Certification System* (ISCC) egy olyan kiegészítő modul dolgozott ki az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-termelés tanúsítására, amelyet a tényleges esettanulmányokon teszteltek a jövőbeni kereskedelmi méretekben történő alkalmazás céljából. A projekt során az azonosított alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagok esettanulmányainak megismételhetőségi potenciálja is felmérésre került az EU területén.

A projekt során mind az európai, mind a nemzeti szakpolitikai keret értékelése megtörtént, a meglévő akadályok és lehetőségek azonosítása és az alacsony ILUC-szabályozás végrehajtásának támogatása érdekében. Az értékelés során a projekt több kritikus korlátozó tényezőt is azonosított, ideértve például a súlyosan degradált területek alacsony ILUC-kockázatúként való besorolási módszertanának hiányosságait.

EREDMÉNYEK

A BIKE projekt keretében elvégzett széles körű kutatások közül jelen publikációban elsősorban azokat a projekteredményeket tárgyaljuk – esetenként hazai adatokon alapuló további elemzéssel kiegészítve –, melyek a tudományterületen belül

magyarországi vonatkozásban új információt hordoznak, vagy a gyakorlati szereplők számára megfontolásra érdemes szempontokat és eljárásokat világítanak meg. Így a fejezet első részében a Magyarországon jelenleg elérhető és jövőbeni potenciállal bíró alacsony ILUC-kockázatú biomassza-alapanyagokat mutatjuk be az ezekre épülő értékláncok elemzésével együtt, kitérve az alacsony ILUC-kockázatú termelés környezeti előnyeire és kockázataira is. A fejezet második felében a közeljövőben hazánkban is elérhetővé váló alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-tanúsítási rendszer főbb elemeit és folyamatát, valamint a tanúsítás során vizsgált fenntartható termelésnövelő adiciónalitási intézkedéseket részletezzük.

Mezőgazdasági biomasszaforrások és ellátási kilátások Magyarországon

Magyarországon a biomassza elsődleges forrása a növénytermesztés. A hazai földhasználat áttekintése azt mutatja, hogy a mezőgazdasági földterületeken belül az állandó gyepek, rétek és legelők körülbelül 14%-ot tesznek ki, míg a többi területen főként gabonaféléket, szemes kukoricát és olajnövényeket (repce és napraforgó) termesztenek. Egy növény bioüzemanyag-alapanyagként felhasznált része lehet maga a termés (pl. olajnövények, kukorica esetében), de a szármaradványok szerepe és mennyisége is jelentős, főleg a gabonaféléknél.

A 2. táblázat összefoglalja a főbb hazai mezőgazdasági növényi biomassza-alapanyagokat, ezek hozamait és maradványait, valamint jelenlegi felhasználásukat Magyarországon.

A projektben végzett számítások szerint az Európában meghatározó szántóföldi növények (búza, őszi és tavaszi árpa, kukorica, napraforgó és repce) esetében – elsősorban a termesztésben levő fajták genetikai javulásának köszönhetően – a várható terméshezam-növekedés 2020 és 2030

2. táblázat

Mezőgazdasági növényi biomassza-alapanyagok hozamai és felhasználása Magyarországon, 2021

(Yields and use of agricultural plant biomass raw materials in Hungary, 2021)

Növény	Terület	2015–2020	Fő termék hasznosítási iránya	Maradvány-termék típusa	Maradványtermék hasznosítása
	ezer ha	átlaghozam, t/ha			
Őszi búza	893	5,9	Élelmiszer (30%)	Szár	Alom és takarmány (50-55%)
			Takarmány (30%)		A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (30%)
			Export (30%)		Energia (15-20%)
			Vetőmag (10-15%)		
Tavaszi árpa	25	4,7	Élelmiszer (60%)	Szár	A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (70%)
			Takarmány (40%)		Takarmány (30%)
Őszi árpa	222	6,3	Takarmány (100%)	Szár	A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (70%)
					Takarmány (30%)
Rozs	26	3,3	Élelmiszer (40%)	Szár	A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (100%)
			Takarmány (60%)		
Tritikálé	53	3,9	Élelmiszer (10%)	Szár	A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (100%)
			Takarmány (90%)		
Zab	25	3,0	Élelmiszer (90%)	Szár	A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (100%)
			Takarmány (10%)		
Kukorica	1 055	6,1	Élelmiszer (10%)	Szár és csutka	Alom és takarmány (10-15%)
			Takarmány (60%)		A talaj tápanyagtartalmának fenntartása (70%)
			Export (30%)		Energia (15-20%)
Napraforgó	655	2,8	Élelmiszer (50%)	Szár és héj	Takarmány (5-10%)
			Takarmány (20%)		Trágya (80%)
			Energia (15%)		Energia (5-10%)
			Export (15%)		
Repce	258	2,8	Élelmiszer (60%)	Szár	Trágya (90%)
			Energia (30%)		Alom (5%)
			Export (10%)		Energia (5%)

Forrás: a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) és a Magyar Államkincstár (MÁK) adatai alapján saját szerkesztés

között 10%-ra becsülhető. A fenntartható mezőgazdasági gyakorlat(ok) alkalmazása miatti többlet növekedési arányt 2020 és 2030 között átlagosan 15% és 25% közé

teszik a projektben végzett kalkulációk. A kukorica esetében 2040-ig számos európai régióban az éghajlatváltozás negatív, a búza és az árpa esetében pozitív hatása

valószínűsíthető. A pozitív hatás a többi vizsgált növényt illetően főleg Közép- és Kelet-Európában figyelhető meg (D2.1).

Magyarországon és Kelet-Közép-Európában a vizsgált növények többsége kapcsán a 2030-ra prognosztizált átlagos hozamnövekedés alacsonyabbra tehető, mint a vizsgált terület többi országában, régiójában. Ez például a kukoricánál az öntözött területek alacsony kiterjedésének köszönhető. Az elmúlt évek extrém csapadékeloszlását mindegyik gabonánk termés-mennyisége megcsinylette, ami hatással volt a szármadarvány mennyiségére is. Szintén az extrém időjárási körülmények következménye, hogy az olajos magvak közül a napraforgó stabil termésével ellentétben a repce termése és vetési területe is jelentősen csökkent (amihez utóbbi esetben bizonyos növényvédőszer-hatóanyagok korlátozott elérése, betiltása is hozzájárult). Az őszi búza, amelynek előre jelzett hozama 2020–2030 között 4,89 t/év, az egyetlen növény a BIKE projekt keretében értékelt 6 növény közül, amely ígéretes többelthozammal rendelkezik hazánkban.

Meglátásunk szerint ugyanakkor a főbb élelmiszer-alapanyagok és takarmánynövények tekintetében az esetleges többelthozam értékesítési iránya várhatóan továbbra is a hazai és nemzetközi élelmiszer- és takarmánypiac lesz, így a biomassa energetikai célú felhasználása vonatkozásában elsősorban a növényi maradványok mennyiségével lehet számolni.

A fenti gabonafélékből és olajos növényekből származó szármadarványok jelentős kiegészítő biomasszaforrást jelenthetnének, de a mezőgazdasági termelés fenntarthatósági kritériumainak szigorodása és betartása miatt ez a hasznosítási irány is konkurál más fenntarthatósági célokkal, például a talaj szervesanyag-tartalmának növelésével. A Termőföldtől az asztalig stratégia (*Farm to Fork Strategy*; EU, 2020a) előírásainak megfelelően Magyarországnak is 50%-kal csökkentenie kell a műtrágya-

bevitelt 2030-ig, emellett a ketreces tartás kilátásba helyezett megszüntetése is növeli a szalma (mint alom) iránti igényt Magyarországon, ami tovább csökkenti a bioüzemanyag-előállításra felhasználható alapanyag mennyiségét. Hasonló eredményre jutottak egy korábbi felmérésben az S2BIOM projekt keretében, ahol NUTS3 szinten mérték fel a növénytermesztésből származó maradék biomassa bázispotenciálját Magyarországra vonatkozóan (Dees et al., 2017ab), a mezőgazdasági maradékanyagok bioenergetikai célú felhasználásának fő felhasználási módjaként a szalma (bálák vagy kötegek) vagy a szalmából vagy más mezőgazdasági maradékanyagokból előállított agropelletet azonosították. E biomassa fő piaca a fűtés a háztartási kazánokban, a kapcsolt energiatermelésben és a villamosenergia-erőművekben. Eredményeik szerint a hazai szinten keletkező szalmának több mint 70%-át talajállapotfenntartásra és -javításra, valamint az állattenyésztésben alomként használják fel. Ez azt jelenti, hogy csak körülbelül 2,5-3 millió tonna biomasszát lehetne bioenergia előállítására felhasználni a szalmából (Dees et al., 2017ab). A számok alapján tehát egyértelmű, hogy a növényi maradványokból származó biomassa mennyisége Magyarország-szerte még mindig alacsony, és más felhasználási módokkal áll versenyben.

Évelő növényekből származó lignocellulóz biomassa

Magyarországon az állandó kultúrák termőterülete jóval kisebb, mint a szántóföldi növényeké. A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint 2021-ben mindössze 2110 hektáron termesztettek biomassa előállítására alkalmas évelő energianövényeket. Az intenzíven kezelt egy-nyári kultúrák felváltása évelő biomasszanövények (*Perennial Biomass Crops*, PBC) termesztésével előrelépést jelenthet a nitrátkimosódás és az erózió csökkenté-

se, az agrokémiai szerek fogyasztásának csökkentése, a talaj szénmegkötésének növelése és a biológiai sokféleség fenntartása érdekében (Pancaldi és Trindade, 2020). A termőhelyi adottságoknak megfelelően megválasztott energiafűfajok (*Miscanthus spp.*) például a kukorica alternatívái lehetnek a biogáztermelésben, ennek előfeltétele a fermentációs technikák és a feldolgozókapacitások továbbfejlesztése.

Sajnos a BIKE-esettanulmányok keretében javasolt lignocellulóz-tartalmú növények többsége (egyes energiafűfajok, ipari kender, óriásnád, rostmályva) mind kísérleti fázisban van, így elfogadásuk és piaci bevezetésük csak hosszabb távon lehet megvalósítható, a természetvédelmi szempontokat is mérlegelve. Az ezekből a növényekből előállítható második generációs bioüzemanyagokra vonatkozó adatok Magyarországon és Európában továbbra is hiányosak, az információk főként kísérleti kutatásokból és szakértői véleményekből állnak rendelkezésre. Ahhoz, hogy ez az irány kiteljesedjen, a további kutatások mellett és azok eredményeire alapozva kockázat- és gazdaságossági elemzéseken alapuló célzott szakpolitikára és környezeti feltételekhez kötött pénzügyi támogatásra van szükség, figyelembe véve az élelmi-szer- és takarmánytermelés mindenkori prioritását is.

A BIKE projektben vizsgált értékláncok termelési potenciálja Magyarországon

A BIKE projekt a kapcsolódó esettanulmányok mintájára meghatározta a két alacsony ILUC-kockázatú értéklánc bioüzemanyag (bioetanol, HVO és biometán) 2030-ra becsült termelési potenciálját az európai országokban (D3.3). Jelen cikk terjedelmi kereteit meghaladja az összes – több területen is megismételt – esettanulmány európai szintű eredményeinek részletes ismertetése, fontosnak tartjuk azonban bemutatni azt a két termelési út-

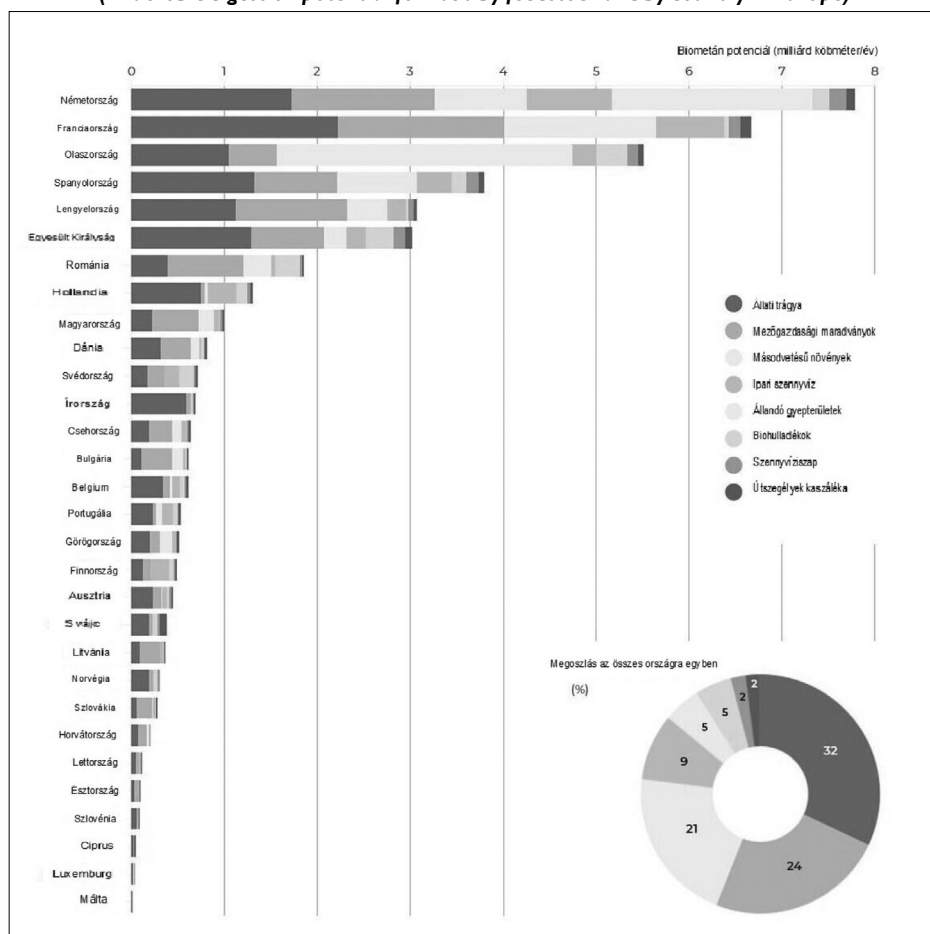
vonalat, amelyeknek a legnagyobb a termelési potenciálja Magyarország számára a projektben elvégzett kalkulációk szerint.

Az egyik ilyen értékláncváltozat a bioetanol-termelés élő lignocellulóz növényekből. A projektben elvégzett kalkuláció számítási alapjai:

- a) A nem művelt, felhagyott és degradált földterületek (marginális területek) elérhetősége, mérete (D2.2). Az EU-ban a felhagyott földterületek kiterjedése jelentős: 1975–2016 között az eredeti, 1975-ben művelt terület 18%-án, azaz 36 millió hektáron hagytak fel a gazdálkodással 2016-ra. A csökkenés a vizsgált időszak alatt valamennyi tagállamban megfigyelhető volt. Emellett felszínborítási áramlási elemzéseken keresztül kimutatták, hogy Európában 2000–2018 között a mezőgazdasági földterületek 8%-a kikerült a művelésből (Elbersen et al., 2022).
- b) A vizsgált növényfajok és potenciális hozamok (a D2.1 és D2.2 alapján):
 - Vesszős köles (*Panicum virgatum*) – potenciális hozam: 0–28 t szárazanyag/ha. A Magyarországra becsült érték: 9–16 t/ha.
 - Energiafű fajok (*Miscanthus spp.*) – potenciális hozam: 0–23 t szárazanyag/ha. A Magyarországra becsült érték: 5–12 t/ha.
- c) A lignocellulózt feldolgozni képes 2. generációs biofinomítók megléte, elérhetősége 70, illetve 150 km-en belül. Az első generációs finomítók közül is számításba vették továbbá azokat, melyek az elérhető technológiai adatok szerint továbbfejleszthetők második generációsá (https://bioplat.eu/ és https://www.epure.org/about-epure/who-we-are/alapján). Magyarországon jelenleg három olyan biofinomító működik, amely továbbfejlesztéssel alkalmassá válhat lignocellulóz-alapú bioetanol-gyártásra. A BIKE projekt fenti szempontokon alapuló elemzései alapján Magyarország-

I. ábra

Anaerob emésztési potenciál 2030-ra alapanyagoként és országonként Európában
(Anaerobic digestion potential for 2030 by feedstock and by country in Europe)



Forrás: Gas for Climate (2022)

ra vonatkozó releváns megállapítás, hogy hazánkban ugyan viszonylag kevés a marginális terület, de ahol van, és elérhető lesz (a szállítási költség miatt lehetőleg 70 km-en belül) a megfelelő feldolgozókapacitás, ott ezen növények telepítése is alternatíva lehet, elsősorban degradált területeken.

A másik ilyen értéklánc-változat a másodvetésű biomassza-alapanyag, melyet biogáz előállítására lehet felhasználni. A Gas for Climate (2022) európai uniós, 2030-ra és 2050-re vonatkozó biometán-

termelési potenciál előrejelzése szerint 2030-ra az egyik legfontosabb alapanyagforrást a biometánhoz (az összes potenciális alapanyag mintegy 21%-át) a másodvetésben termesztett növények fogják szolgáltatni (1. ábra).

Tekintettel arra, hogy a BIKE projekt is kiemelt figyelmet fordított a másodvetés (*sequential cropping*) lehetőségeire, a 2030-ra becsült biometán-termelési potenciál a másodvetésből származó alapanyagok körében került felmérésre.

3. táblázat

Biometán-termelési potenciál másodvetésből (2030)
(Biomethane production potential from secondary sowing (2030))

	Ország	Potenciális biometán-termelés (milliárd köbméter/év)
1	Olaszország	3,2
2	Franciaország	1,65
3	Németország	1
4	Spanyolország	0,85
5	Lengyelország	0,45
6	Románia	0,25
7	Egyesült Királyság	0,25
8	Magyarország	0,15
9	Görögország	0,15

Forrás: <https://gasforclimate2050.eu/gas-for-climate/> és D3.3 alapján saját szerkesztés

A 2030-ra vonatkozó projekció alapját képező főbb feltételezések:

- A szántóterületek 20%-án lesz másodvetés;
- Biogázhozam: 0,57 köbméter/kg száraz alapanyagra vetítve;
- A biogáz metántartalma: 57%;
- Az elméleti potenciál 10%-a valósul meg 2030-ra (konzervatív forgatókönyv).

A projekció eredményei alapján Magyarország 0,15 milliárd köbméter/év potenciális termeléssel bekerülne Európában az első 10 ország közé (3. táblázat), ami azonban többszöröse a jelenlegi hazai biogáz-előállításnak. A nemzetközi eredmények szerint tehát az élő lignocellulóz növények termesztése mellett a másodvetés bevezetése jelenthet még komoly piaci lehetőséget a termelőknek és megújuló energiaforrást az országnak a következő években, évtizedekben. A hazai helyzet részletes ismeretében ennek alátámasztására további vizsgálatok elvégzését látjuk szükségesnek. Emellett, tekintettel a Termőföldtől az asztalig stratégiának (*Farm to Fork Strategy*; EU, 2020a) a növényvédőszer- és műtrágyahasználatának csökkentésére irányuló célkitűzéseire, a biogáz-termelés melléktermékeként képződő fermentlevek felhasználásával a biogáztermelés mind az energia, mind a

talajvédelem szempontjából win-win helyzetet biztosít a gazdálkodók számára.

Környezeti korlátok, megfontolások

Az alacsony ILUC-kockázatú biomassza-termelés kifejezett környezeti előnyei mellett bizonyos környezeti kockázatokat is hordoz, főleg a biodiverzitás szempontjából. A termesztéshez a természetes korlátokkal rendelkező területek helyreállítása olyan fajok gondos kiválasztását igényli, amelyek alkalmazkodnak a helyi viszonyokhoz, és jól tűrik az uralkodó biofizikai kihívásokat. A felhagyott, használaton kívüli területeken a takarónövényzetet létrehozó kultúrnövények telepítése segít stabilizálni a talajt, és élőhelyet biztosít a vadon élő állatok számára. Ezek a mezőgazdasági rendszerek pozitív hatással lehetnek a talaj szénkészségére is. Ugyanakkor a használaton kívüli, felhagyott és súlyosan leromlott állapotú földek gyakran környezeti szempontból sérülékenyek, ami azt jelenti, hogy ezeket a földeket csak ökológiai jellemzőik és korlátaik figyelembevételével szabad művelni. Annak eldöntése, hogy valóban az alacsony ILUC-kockázatú biomassza-termelés jelenti-e egy adott területen a megoldást, gondos mérlegelést és környezeti hatásvizsgálatot igényel (D2.2).

Az alacsony ILUC-kockázatú biomassza-termelés alkalmazása előtt vannak olyan környezeti stressztényezők, amelyek előre láthatóak, ezért azokra hatásvizsgálatokat kell végezni, ha a használaton kívüli, esetleg ökológiailag érzékeny területeket ilyen jellegű mezőgazdasági hasznosításra alakítják át. A növénytermesztés talajbolygatással jár (különösen az egynyári, de az évelő növények esetében is), és ezért nagyobb a tápanyag- és szénvesztés kockázata a defláció és az erózió miatt. A talaj széntartalmára gyakorolt hatás nagymértékben függ a korábbi földhasználatától: például a régóta felhagyott gyepek, cserjések vagy vizes élőhelyek irtása és talajművelése komoly széncsökkenést eredményez mind a talaj felszíne felett, mind alatt.

Az aszálynak kitett területeken a növények további telepítése növelheti a nem fenntartható vízhasználatból való függőséget. A növényzettel borított, felhagyott területekről a szántóföldi művelésre való átterés általában csökkenti a vadon élő állatok menedékhelyét, szaporodási lehetőségeit és a biodiverzitást. Bármilyen elmozdulás a felhagyásról a növénytermesztésre általában az inputfelhasználás növekedéséhez, a gépesítéshez és a tájszerkezet változásához vezet. Ez az adott regionális kontextustól függően negatív hatással lehet az élőhely minőségére (Briefing Note #10).

Az invazív idegen fajok (*Invasive Alien Species*, IAS), azaz az őshonos elterjedési területükön kívüli természetes környezetbe behurcolt szervezetek bioüzemanyag-alapanyagként történő termesztésbe vonása szintén veszélyeztetheti vagy károsan befolyásolhatja a biológiai sokféleséget, az ökoszisztéma-szolgáltatásokat és a mezőgazdaságot. Ennek súlyos gazdasági következményei lehetnek – az invazív idegen fajok évente több mint 12 milliárd euró pluszköltséget okoznak az EU-nak (Haubrock et al., 2021).

Az EU IAS-rendelete (Regulation (EU) 1143/2014) jogi követelményként írja elő a

tagállamok számára az IAS által érintett területek visszaszerzését (azokban az esetekben, ahol ez nem jár indokolatlanul magas költséggel), emellett a jogszabály fontos eleme, hogy lehetőséget biztosít a nyomon követéshez, a felszámoláshoz, a kezeléshez és a károk visszafordításához (EU, 2014). Ez a cél egybecseng az EU 2030-ig szóló biodiverzitás stratégiájának (*Biodiversity strategy for 2030*; EU, 2020b) 12. céljával, amely kötelezettséget vállal arra, hogy az ökoszisztéma helyreállításához, célzott jogalkotási eszközt dolgoz ki az IAS feltérképezésére.

A nem élelmiszeripari célú cellulóz tartalmú biomassza-növényeket a fenntartható bioüzemanyag-alapanyagok ígéretes jelöltjeként azonosították, és erőteljes szakpolitikai támogatást kaptak. A „nem élelmiszeripari cellulóztartalmú anyag” fejlett bioüzemanyag-alapanyagként szerepel a RED II irányelv IX. melléklet A. részében, és annak meghatározása kifejezetten magában foglalja az olyan alacsony keményítő tartalmú energianövényeket, mint például az óriásnád (*Arundo donax*). Az ilyen szívós és gyorsan növekvő évelők termesztésének előmozdítása azonban nem veszélytelen. Az óriásnád (*Arundo donax*) gyors növekedésének és magas hozamának köszönhetően vonzó cellulóztartalmú bioüzemanyag-alapanyag, ugyanakkor Európában és azon túl is nehezen felszámolható IAS-ként azonosították (Briefing Note #5). Az ilyen könnyen elterjedő, magas szaporodóképességű növények kiszoríthatják az őshonos fajokat, vagy olyan kórokozókat hordozhatnak, amelyek negatív következményekkel járhatnak a mezőgazdaságra és a biológiai sokféleségre nézve (Panoutsou et al., 2022). Folyamatban van annak tudományos vizsgálata, hogy az óriásnád (*Arundo donax*) hogyan befolyásolja a talajt és a környezet ökológiai egyensúlyát a bioenergia-növényként nyújtott előnyei mellett, de egyértelműen szükség van további kísérleti termesztési

rendszerek létrehozására a környezetben való elterjedésének nyomon követésére (Bartz és Kowarik, 2019).

Mindezekkel együtt fennáll annak lehetősége, hogy az invazív idegen fajok jelenlétével terhelt degradált területeken az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-termelés bevezetésével ezek jelenlétét visszaszorítsuk, ily módon egyesítve a műveléssel járó gazdasági hasznokat és természetvédelmi előnyöket.

Az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-előállítás tanúsítási koncepciója

A bioüzemanyagokat, folyékony bio-energiahordozókat és biomasszából előállított tüzelőanyagokat csak akkor lehet a közvetett földhasználat-változás szempontjából alacsony kockázatú üzemanyagként tanúsítani, ha a következő feltételek mindegyike teljesül:

- a) megfelelnek a RED II irányelv 29. cikkében meghatározott fenntarthatósági és ÜHG-kibocsátás-megtakarítási kritériumoknak;
- b) a bioüzemanyagokat, folyékony bio-energiahordozókat és biomasszából előállított tüzelőanyagokat a Bizottság 2019/807. felhatalmazáson alapuló rendelete 5. cikkében meghatározott egyedi kritériumoknak megfelelő adicionalitási intézkedésekkel nyert alapanyag-többletből állították elő;
- c) az alapanyag-többlet azonosításához és az előállítására vonatkozó állítások igazolásához szükséges bizonyítékokat az érintett gazdasági szereplők megfelelően összegyűjtik és alaposan dokumentálják.

Az „adicionalitási intézkedés” definícióját a felhatalmazáson alapuló rendelet határozza meg. Adicionalitásnak tekinthető a mezőgazdasági gyakorlat minden olyan továbbfejlesztése, amely

- a) fenntartható módon az élelmiszer- és takarmánynövények termés hozamá-

nak növekedését eredményezi olyan földterületen, amelyet már élelmiszer- és takarmánynövények termesztésére használnak;

- b) továbbá minden olyan intézkedés, amely lehetővé teszi élelmiszer- és takarmánynövények bioüzemanyagok, folyékony bio-energiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok előállítására céljából történő termesztését nem használt földterületeken, beleértve a felhagyott földterületeket is.

A BIKE projekt egyik fő célkitűzése az volt, hogy tanúsítási koncepciót dolgozzon ki az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagok, folyékony bio-energiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok számára. A projektben partnerként részt vevő ISCC (*International Sustainability and Carbon Certification System*) meghatározta az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagokra, folyékony bio-energiahordozókra és biomasszából előállított tüzelőanyagokra vonatkozó releváns kritériumokat és mutatókat, illetve leírta a helyszíni auditálással történő ellenőrzések módszertanát (D1.1). Ezen eredmények alapján az ISCC kidolgozott egy olyan kézikönyvet, amely tartalmazza az összes releváns dokumentumot segítve az auditorokat és az auditáltakat az ellenőrzési folyamat során.

A tanúsítvány megszerzéséhez a gazdasági szereplőknek az alábbi módszerek valamelyikével kell bizonyítaniuk, hogy többlet biomasszát termelnek:

- művelés korábban használaton kívüli területen,
- további terménynövekedés elérése.

A használaton kívüli területeken, felhagyott mezőgazdasági területeken vagy súlyosan leromlott területeken történő új növénytermesztés önmagában adicionalitási intézkedésnek minősül. Minden olyan földterületen végzett termelés, amely megfelel a „felhagyott” vagy „erősen leromlott” definícióknak, kiegészítőként igazolható, és

nincs szükség egyéb adicionalitási intézkedésre. Ebben az esetben a gazdálkodónak a gazdálkodási terv részeként igazolnia kell a földterület státuszát, amelyet az alapszintű audit részeként a tanúsító szervezet ellenőriz a tanúsítási folyamat elején. Ezen túlmenően, a használaton kívüli földterületen történő műveléshez be kell mutatnia, hogy a művelés során csekély annak a kockázata, hogy a szolgáltatásokat az adott földterületről eltérő és egyenértékű máshol elhelyezkedő földterületekre helyezik át.

A másik lehetőség, hogy jelenleg is mezőgazdasági művelés alatt álló területen állítanak elő bioüzemanyag-alapanyagot az adicionalitási intézkedések bevezetésére révén, amellyel kapcsolatban igazolni szükséges, hogy a többlethozam előállítás nem csökkenti az élelmiszer-termelés lehetőségeit.

A tanúsítás során elfogadható adicionalitási intézkedések nem kimerítő jegyzékét a Bizottság 2022/996 végrehajtási rendelete (EU, 2022) tartalmazza, melyet a BIKE projekt az esettanulmányok tanulságai és szakirodalmi elemzés alapján további javaslatokkal egészített ki. Az áttekinthetőség végett a már meglévő és a projekt által javasolt intézkedéseket egybeszerkesztve, a 4. táblázatban összefoglalva közöljük.

A projekt részeként vizsgálat tárgyát képezte az alacsony ILUC-kockázatú biomaszsa-termelés és a közös agrárpolitika (KAP) célkitűzéseinek kapcsolata. Összességében megállapítható, hogy az adicionalitási intézkedések egy része agrár-környezetvédelmi célú intézkedésnek is tekinthető (növényvédelem, megfelelő trágyázási gyakorlat, talajtakarás, másodvetés stb.), amelyek megvalósítására a KAP stratégiai terveken keresztül is támogatás nyújtható a gazdálkodók számára, akár többlethozam elérése nélkül is.

A közvetett földhasználat-változás szempontjából alacsony kockázatúnak az a megtermelt „többlet biomassza” tekinthető, ami egy egyértelműen lehatárolt

területen előállított alapanyagnak a dinamikus hozamalapértékhez viszonyított, az adicionalitási intézkedés alkalmazásának közvetlen eredményeként adódó többletmennyisége. A dinamikus alaphozamot legalább három évet felölelő historikus terméshozam-adatokból kell meghatározni, összekapcsolva a várható hozamok globális növény-specifikus trendvonalával, amely az elmúlt évtized tényleges hozamaira vonatkozó historikus adatokon alapul. Fel nem használt, felhagyott vagy degradált földterületen történő termelés esetén a dinamikus hozam alapvonalát trendvonal nélkül nullára kell állítani.

További feladat az ún. adicionalitás igazolása, ugyanis az adicionalitási intézkedés csak akkor tekinthető alacsony ILUC-kockázatnak, ha a termelékenység minden olyan fejlesztésen túlmenően növeli, amely a szokásos üzletmenet forgatókönyvében már elvárható lenne. Az alacsony ILUC-kockázat vizsgálatának koncepciója azt feltételezi, hogy bizonyos termelők azért nem fokozzák jelenleg a termelésüket (vagy a hozam növelésével vagy köztes kultúrák/másodvetésű növények bevezetésével), mert az gazdaságtalan lenne számukra, vagy bizonyos nem pénzügyi korlátok akadályozzák azok kivitelezését, de amennyiben léteznének további ösztönzők pl. a bioüzemanyagok iránti további kereslet vagy az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-alapanyag prémiuma, akkor a gazdasági szereplők képesek lennének a termelés fokozására.

Két lehetőség van az adicionalitás bizonyítására: *pénzügyi vonzerő* vagy *nem pénzügyi akadály teszt*. Az első esetben annak igazolása szükséges, hogy negatív a pénzügyi vonzerő tesztjük, azaz a beruházás piaci prémium nélkül számított nettó jelenértéke (NPV) negatív. A második esetben pedig olyan nem pénzügyi akadályok meglétét mutatják ki, amelyek csak azért leküzdhetők, mert a további alapanyagokból előállított bioüzemanyagok, folyékony bio-

4. táblázat

A hozamnövelést célzó adicionalitási intézkedések nem kimerítő listája a BIKE projekt által javasolt, dőlten szedett kiegészítésekkel
(Non-exhaustive list of additionality measures aimed at increasing yield, with additions in italics suggested by the BIKE project)

Adicionalitási kategória	Adicionalitási intézkedés	Példa
Gépesítés	Gépek	Pl. a vető-, a precíziós gazdálkodást szolgáló, betakarítás utáni veszteségeket csökkentő gépek.
Többes termesztés	Kettős termesztés (másodvetés)	Második növénykultúra bevezetése ugyanazon a földterületen ugyanabban az évben.
	Agrárerdészet	Fás szárú növények termőföldre telepítése
	Sorközvetés	A főnövény között vagy annak ültetési sorai között termesztett, betakarításra szánt vagy a főnövény betakarítását segítő kultúra bevezetése.
Gazdálkodás	Talajgazdálkodás	Szántás helyett talajtakaró, talajvédő művelés, bakhá-tak kialakítása; bioszén alkalmazása; növényi maradványok integrálása
	Trágyázás	A trágyázási rendszer optimalizálása, precíziós mezőgazdaság alkalmazása.
	Növényvédelem	A gyomirtás, a kártevők és a betegségek elleni védekezés megváltoztatása (<i>integrált növényvédelem elveinek alkalmazása az EU 2009/128 direktívája szerint</i>)
	Beporzás	Jobb beporzási gyakorlatok.
	Tájelemek	Szintvonalas szántás meredek lejtőkön, teraszokon, puffersávok, táblaszegélyek.
	Genotípus	Megfelelő növényi genotípus kiválasztása és genetikai fejlesztések.
	Öntözés	Növényzettel árnyékolt vízi létesítmények, precíziós öntözés, csapadékvíz-tározás
	Egyéb	Egyéb innovációk, intézkedések kombinációja, előre nem látható fejlesztések.
Újratelepítés (évelő növények)	Fajtaválasztás	Magasabb hozamú vagy rövid vágásfordulójú, a klimatikus és ökológiai adottságoknak jobban megfelelő fajtaválasztás

Forrás: A BIKE Briefing Note #4 és (Panoutsou et al., 2022) alapján saját szerkesztés

energiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok beszámíthatók a megújuló energiára vonatkozóan meghatározott EU célértékek teljesítésébe. A gazdasági szereplő preferenciáitól függően pénzügyi vonzerő teszt és/vagy nem pénzügyi akadály teszt is készíthető. A kiválasztott vizsgálatokat és a hozzájuk tartozó adatokat, illetve számításokat a gazdálkodási tervben kell szerepeltetni, és azt az alapszintű audit során ellenőrzik.

Az adicionalitást a 2 hektár alatti kistermelőknek adicionalitási teszttel

nem kell igazolniuk, illetve nem kell az adicionalitást igazolni a felhagyott vagy súlyosan leromlott földterületeken végzett intézkedések esetében sem, de követelmény az olyan intézkedéseknél, amelyek a kihasználatlan földterületeket visszaállítják a termelésbe. Az „adicionalitás” bizonyításának szükségességét és alkalmazandó eljárásait az egyes földkategóriákban az 5. táblázat foglalja össze.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a biomassza termesztése felhagyott és súlyosan degradált földterületeken azért lehet

5. táblázat

**Az „adicionalitás” igazolása az egyes földkategóriákban
(Proof of „additionality” in each land category)**

Földkategória	Dinamikus alaphozam	Adicionalitási teszt ^{1,2}	Adicionalitási intézkedés igazolása
Nem használt földterület	Alaphozam = 0 (+ földterület státusz igazolása)	✓	✗
Felhagyott földterület	Alaphozam = 0 (+ földterület státusz igazolása)	✗	✗
Súlyosan degradálódott földterület	Alaphozam = 0 (+ földterület státusz igazolása)	✗	✗
Szántóföld	Dinamikus alaphozam-kalkuláció	✓	✓

¹ Adicionalitási tesztek: „pénzügyi vonzerő teszt” és/vagy „nem pénzügyi akadályokra vonatkozó teszt”

² Kistermelő (itt: a 2019/807 felhatalmazáson alapuló rendelet alapján a 2 hektárnál kisebb gazdaság) esetén nem szükséges.

Forrás: A D1.1 és (EU, 2022) alapján saját szerkesztés

vonzóbb, mert a teljes betakarított mennyiség alacsony ILUC-kockázatúnak mondható, és nincs szükség az adicionalitás bizonyítására. A használaton kívüli területeken végzett műveléshez az adicionalitás bizonyítására szolgáló tesztet (pl. pénzügyi vonzerő teszt vagy nem pénzügyi akadályelemzési teszt) viszont alkalmazni kell.

A projekt során kidolgozott tanúsítási eljárás tehát – a 2022/996 végrehajtási rendeletben foglalt tanúsítási előírásokat a gyakorlatba átültetve – részletesen meghatározza az alacsony ILUC-kockázatú alapanyag-tanúsítás teljes folyamatát, valamint a pénzügyi vonzerő teszt alkalmazásának követelményét, és szükség esetén egy nem pénzügyi akadály teszt alkalmazását is az adicionalitási intézkedések értékeléséhez. Ezenkívül megadja a kiszámítás módszertanát a dinamikus hozam alapvonalának és a további biomassza mennyiségének.

KÖVETKEZTETÉSEK

A világ az élelmiszer-termelés biztosításához szükséges földterületek szűkösségével és a különböző célú mezőgazdasági és egyéb földhasználat közötti fokozódó versennyel néz szembe, ugyanakkor ezzel párhuzamos globális jelenség a mezőgazdasági földterületek felhagyása is, amelyet

több tényező is vezérel. A kihasználatlan, felhagyott és súlyosan leromlott földterületek helyreállítása alacsony ILUC-kockázatú biomassza-termelés céljából lehetőséget kínál ezeknek a feszültségeknek a feloldására és az általános termelékenység növelésére, egyúttal növeli a vidéki területeken a gazdálkodók (beleértve a kistermelőket) jövedelmét, és diverzifikálja a tevékenységét.

A projekt kutatási eredményei alapján a magyar bioüzemanyag-ipar hosszú távon hatalmas potenciállal rendelkezik. Ezen előnyök kihasználása az alacsony ILUC-kockázatú alapanyag-termelés szempontjából további intézkedéseket tesz szükségessé a hozamok növelése érdekében. A terméshozam-javítás vezető fejlesztéseit az élelmiszer- és takarmánypiaci kereslet hajtja, ami várhatóan a fő szántóföldi növények elsődleges felvevőpiaca marad. Emellett a Termőföldtől az asztalig stratégiával (*Farm to Fork Strategy*; EU, 2020a) összhangban az állattenyésztési ágazat egyre nagyobb keresletet támaszt a mezőgazdasági növényi maradványok, mint alomforrás iránt, különösen a sertés- és baromfiágazatban a ketreces tartás megszüntetésének végrehajtása során. Ez tovább korlátozza az egyényári növényekből Magyarországon rendelkezésre álló biomassza-alapanyag

menyiségét. Ilyen bizonytalan körülmények között a hangsúly az élő növényekben rejlő lignocellulóz-potenciálra helyeződhet át. Mivel ezek nem egyényári növények, és telepítésük körülményesebb, termőterületük aránya még mindig alacsony, bár 2016 óta fokozatosan növekszik. A fűz- és nyárfaföldek arányának bővülése, különösen a degradált területeken, növelheti a biomasza-alapanyagok mennyiségét. Az erdősítési és agrárerdészeti gyakorlatok fokozása a degradált földterületek helyreállítása érdekében pedig szintén tovább gyarapíthatja az alapanyag hozamalapját. Az egyes energiafűfajok (*Miscanthus spp.*), a rostmályva (*Hibiscus cannabinus*), az óriásnád (*Arundo donax*) és az etiópai mustár (*Brassica carinata*) életképességére vonatkozó információk még csak most születnek, és ahol rendelkezésre állnak, ott még csak kísérleti parcellákban. A BIKE-esettanulmányok ugyanakkor azt mutatják, hogy ha a gazdálkodók új növénykultúrát vezetnek be, akkor inkább választják az olyan egyényári élelmisznőnövényeket, amelyek energiatermelésre is felhasználhatók (ilyen például a repce) vagy az erdősítést, mint a specifikusan csak energiatermelési céllal feldolgozható energianövényeket (D6.1).

Ezzel együtt megállapítható, hogy Magyarországon a biomasza energetikai célú felhasználása hosszú távon várhatóan az élelmiszer- és takarmánytermeléssel erősen versengő energianövények és erdei faalapanyagok helyett a lignocellulóz növények felhasználása, valamint a mezőgazdaságból, erdőgazdálkodásból származó hulladékokból és maradványanyagokból, valamint egyéb biohulladékokból származó biogáz előállítására felé tolódhat el. A projektben végzett számítások azt mutatják, hogy Magyarországon a bioetanológártáshoz 2030-ig legnagyobb mennyiségben alapanyagot a lignocellulóz növények lesznek képesek szolgáltatni, míg a biogáz (biometán) termelésének növekedése a másodvetés szélesebb körű elterjedése

és az ezáltal elérhető többletterméshozam feldolgozása révén valósulhat meg. Mindkét eset megfeleltethető az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyag-termelés tanúsítási feltételeinek, így hozzájárulhat hazánk stratégiai dokumentumokban rögzített megújuló energiatermelésének célzott növeléséhez.

Az EU vonatkozó szabályainak kialakítása során azzal a feltételezéssel élt, hogy létezik vagy kialakul egy érzékelhetően növekvő kereslet az alacsony ILUC-kockázatú mezőgazdasági eredetű bioüzemanyag-alapanyagok iránt pl. a közlekedési ágazat részéről, és a tanúsítvánnyal rendelkező többlet-alapanyagokért a piac „prémiumot” fizet a gazdálkodók számára. Alapvető kérdés lesz a jövőre nézve, hogy kialakul-e a valós piaci kereslet az alacsony ILUC-kockázatú tanúsítvánnyal rendelkező bioüzemanyag-alapanyagok iránt. Ez alapvetően függ attól, hogy a szabályozásban kitűzött célok milyen nehezen teljesíthetők az ipari ágazati szereplők számára, illetve mivel jár a nemteljesítés kockázata, és ezáltal hajlandók-e többlet fizetni az alacsony ILUC-kockázatú tanúsítvánnyal rendelkező termelőknek. Ha nem, akkor az államnak szükséges beavatkoznia a piaci mechanizmusokba pl. támogatások alkalmazásával. A tagállamok a KAP forrásain keresztül biztosíthatnak prémiumot támogatás formájában a gazdálkodók számára, hogy ösztönözzék az alacsony ILUC-kockázatú alapanyagok előállítását, mivel a megújuló energiaforrások elterjesztése kiemelten fontos EU-s stratégiai célkitűzés.

Fontos hangsúlyozni, hogy a hozamnövelést célzó „adicionális” intézkedések egy része egyben agrár-környezetvédelmi intézkedés is, amelyek megvalósítását a KAP jelenleg is ösztönzi, ugyanakkor azok gazdálkodói szinten történő bevezetésére eltérő szabályok vonatkoznak a két jogszabályban. A KAP stratégiai terv a gazdálkodóknak a környezetvédelmi eredmények elérése érdekében a kiegészítő bevételek

és/vagy többletköltségek esetében fizet támogatást, míg az alacsony ILUC-kockázatú alapanyag-termelés szabályait tartalmazó EU-joganyag a gazdálkodók számára további elemzéseket ír elő „pénzügyi vonzerő teszt” vagy „nem pénzügyi akadályok” elemzése formájában. Ez utóbbi eljárások lényegesen bonyolultabbak a gazdálkodók számára, ami kockázatot jelent az alacsony ILUC-kockázatú bioüzemanyagok piacának kínálati oldalát nézve. A KAP stratégiai terv ugyanis minden olyan beruházást és jó gyakorlat bevezetését támogatja, amely hozzájárul a környezetileg fenntartható termeléshez, a támogatást nem köti gazdasági megtérüléshez (azaz az NPV lehet pozitív), mivel a környezeti feltételek teljesítése olyan ökológiai szolgáltatások nyújtásával jár, amelynek lényege nem a

gazdaságosság, hanem a környezeti közjavak megfelelő mennyiségű előállítása. A projekt által elvégzett intézményi és jogi keretrendszer felmérés (D5.1) alapján javasoljuk az EU Energiaügyi Főigazgatósága (DG ENER) és Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Főigazgatósága (DG AGRI) közötti szakmai egyeztetések ezirányú kibővítését, ami által a két kiemelt uniós stratégiai cél – azaz a fenntartható megújuló energia-alapanyag termelése és a mezőgazdasági termelés alapját képező természeti erőforrások védelme – és az azokra vonatkozó jogi feltételek közötti szinergia megeremthető.

A BIKE projekt megvalósítását az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs keretprogramja támogatta a 952872 számú támogatási megállapodás keretében.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

Folyóiratcikkek

- Bai, A. (2008). Liquid bio-fuels in Hungary: effects and contradictions. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 2(1–2), 89–94.
- Bartz, R., & Kowarik, I. (2019). Assessing the environmental impacts of invasive alien plants: a review of assessment approaches. *NeoBiota*, 43, 69–99. <https://doi.org/10.3897/neobiota.43.30122>
- Bradford, M., Wieder, W., Bonan, W. R. W. G. B., Fierer, N., Raymond, P. A., Crowther, M. A. & B. P. A. R. T. W. (2016). Managing uncertainty in soil carbon feedbacks to climate change. *Nature Climate Change*, 6, 751–758. <https://doi.org/10.1038/nclimate3071>
- Cadillo-Benalcazar, J. J., Bukkens, S. G., Ripa, M., & Giampietro, M. (2021). Why does the European Union produce biofuels? Examining consistency and plausibility in prevailing narratives with quantitative storytelling. *Energy Research & Social Science*, 71, 101810. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101810>
- Dees, M., Datta, P., Fitzgerald, J., Verkerk, H., Lindner, M., Elbersen, B. S., Schrijver, R., Staritsky, I., Diepen, K., Ramirez-Almeyda, J., Monti, A., Vis, M. & Glavonjic, B. (2017a). D1. 1 Roadmap for regional end-users on how to collect, process, store and maintain biomass supply data: version: 1.1. S2Biom.
- Dees, M., Hohl, M., Datta, P., Forsell, N., Leduc, S., Fitzgerald, J., Verkerk, H., Zudin, S., Lindner, M., Elbersen, B., Schrijver, R., Staritsky, I., Lessche, J. P., Diepen, K., Anttila, P., Prinz, R., Ramirez-Almeyda, J., Monti, A., Vis, M., Galindo, D. G. & Glavonjic, B. (2017b). D1. 6 A spatial data base on sustainable biomass cost-supply of lignocellulosic biomass in Europe-methods & data sources. Issue: 1.2. S2Biom.
- EC (2006). Biofuels in the European Union, A vision for 2030 and beyond. Final report of the Biofuels. Research Advisory Council, Brussels: European Commission
- Elbersen, B., Hart, K., Koper, M., Eupen, M., Keenleyside, C., Verzaandvoort, S., Kort, K., Cormont, A., Giadrossi, A. és Baldock, D. (2022). Analysis of actual land availability in the EU; trends in unused, abandoned and degraded (non-)agricultural land and use for energy and other non-food crops – Final report, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/609071>

- Európai Számvevőszék (2016). A fenntartható bioüzemanyagok tanúsítására szolgáló uniós rendszer. Különjelentés. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_18/SR_BIOFUELS_HU.pdf
- European Environmental Agency (2023). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2021 and inventory report 2023. Submission to the UNFCCC Secretariat. <https://unfccc.int/documents/627851>
- Gas for Climate report (2022). Biomethane production potentials in the EU - Feasibility of REPowerEU 2030 targets, production potentials in the Member States and outlook to 2050.
- Haubrock et al. (2021). Economic costs of invasive alien species across Europe. *NeoBiota*. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>.
- Oláh J., Lengyel P., Balogh, P. B., Harangi-Rákos, M. és Popp, J. (2017). The role of biofuels in food commodity prices volatility and land use. *Journal of Competitiveness*, 9(4), 81–93.
- Oláh, J. és Popp, J. (2022). Sustainable Liquid Biofuels (Bioethanol, Biodiesel) Production and Their Multifunctional Impacts = Fenntartható folyékony bioüzemanyag (bioetanol, biodízel) előállítása és multifunkcionális hatása. *Journal of Central European Green Innovation*, 10(1), 3–20.
- Ovaere, M., & Proost, S. (2022). Cost-effective reduction of fossil energy use in the European transport sector: An assessment of the Fit for 55 Package. *Energy Policy*, 168, 113085.
- Panoutsou, C., Giarola, S., Ibrahim, D., Verzandvoort, S., Elbersen, B., Sandford, C., Malins, C., Politi, M., Vourliotakis, G., Zita, V. E. et al. (2022). Opportunities for Low Indirect Land Use Biomass for Biofuels in Europe. *Applied Science*, 12(9), 4623. <https://doi.org/10.3390/app12094623>
- Pancaldi & Trindade. (2020). 'Marginal Lands to Grow Novel Bio-Based Crops: A Plant Breeding Perspective'. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00227>.
- Popp, J. és Potori, N. (szerk.) (2011). *A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon*. Agrárgazdasági Kutató Intézet. http://repo.aki.gov.hu/294/1/ak_2011_02.pdf
- Popp, J., Harangi-Rákos, M., Gabnai, Z., Balogh, P., Antal, G. és Bai, A. (2016). Biofuels and their co-products as livestock feed: global economic and environmental implications. *Molecules*, 21(3), 285.
- Valli, L., Rossi, L., Fabbri, C., Sibilla, F., Gattoni, P., Dale, B. E., Kim, S., Ong, R. G. & Bozzetto, S. (2017). Greenhouse gas emissions of electricity and biomethane produced using the Biogasdoneright™ system: four case studies from Italy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. <https://doi.org/10.1002/bbb.1789>

BIKE eredménytermékek (Deliverables, D) és szakpolitikai összefoglalók (Briefing Notes)

- D1.1: Report on criteria and indicators for low ILUC-risk certification. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2022/01/Attachment_o-3.pdf
- D2.1: Productivity increases that can result in additional feedstock for European biomass crop options. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2022/10/D2_1-Productivity-increase-final.pdf
- D2.2: "Options to grow crops on unused, abandoned and/or severely degraded lands. <https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2022/10/Deliverable-2.2-Final.pdf>
- D3.3: Replication potential of case studies examined in https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2023/07/Deliverable-D3.3_BIKE-2.pdf
- D5.1: Assessment of the Frameworks and Recommendations about Enabling Policies. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2022/10/BIKE_WP5_D5.1_1.o.pdf
- D6.1: Reports for the Good Practice cases. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2023/03/20230228_BIKE_D6.1_1.o_CRES.pdf
- D7.6: Final project publication
- Briefing Note #4: Additionality measures for low ILUC-risk projects. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2023/02/BIKE_WP5_BriefingNote_4-Additionally-Measures.pdf
- Briefing Note #5: Management of invasive alien species in low ILUC-risk production models. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2023/04/BIKE_WP5_BriefingNote_5-Invasive-Species-2.pdf
- Briefing Note #10: Ecologically appropriate crops for restoration of unused and severely degraded lands. https://www.bike-biofuels.eu/wp-content/uploads/2023/07/BIKE_WP5_BriefingNote_10-Inputs-Unused-Land.pdf

Jogszabályok és stratégiai dokumentumok

- EU (2009): Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009, on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (RED I). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en:PDF>
- EU (2014): Az Európai Parlament és a Tanács 1143/2014/EU rendelete (2014. október 22.) az idegenhonos inváziós fajok betelepítésének vagy behurcolásának és terjedésének megelőzéséről és kezeléséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143>
- EU (2018): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/2001 irányelve (2018. december 11.) a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról (RED II). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:02018L2001-20220607>
- EC (2019): A Bizottság (EU) 2019/807 felhatalmazáson alapuló rendelete (2019. március 13.) az (EU) 2018/2001 európai parlamenti és tanácsi irányelvnek a közvetett földhasználat-változás szempontjából magas kockázatot jelentő azon alapanyagok meghatározása tekintetében történő kiegészítéséről, amelyek esetében a termőterület számottevő bővülése figyelhető meg a jelentős szénkészletekkel rendelkező földterületek rovására, továbbá az irányelvnek a közvetett földhasználat-változás szempontjából alacsony kockázatot jelentő bioüzemanyagok, folyékony bioenergiahordozók és biomasszából előállított tüzelőanyagok tanúsítása tekintetében történő kiegészítéséről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0807&from=EN>
- EU (2020a): A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK A „Termőföldtől az asztalig” stratégia a méltányos, egészséges és környezetbarát élelmiszerrendszerért (COM/2020/381 final) https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF
- EU (2020b): A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK A 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia Hozzuk vissza a természetet az életünkbe! (COM/2020/380 final) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380>
- EU (2021a): Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/1119 rendelete (2021. június 30.) klímasemlegesség elérését célzó keret létrehozásáról és a 401/2009/EK rendelet, valamint az (EU) 2018/1999 rendelet módosításáról (Európai Klímátörvény). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32021R1119>
- EU (2021b): A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK „Irány az 55 %!": Az EU 2030-ra vonatkozó éghajlat-politikai célkitűzésének megvalósítása a klímasemlegesség elérése érdekében (COM/2021/550 final); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0550>
- EU (2022): A Bizottság (EU) 2022/996 végrehajtási rendelete (2022. június 14.) a fenntarthatósági és üvegházhatásúgáz kibocsátás-megtakarítási kritériumok, valamint a közvetett földhasználat-változás szempontjából vett alacsony kockázatra irányadó kritériumok ellenőrzésére vonatkozó szabályokról. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996&qid=1693508340960>
- A bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának. REPowerEU terv (COM/2022/230 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/DOC/?uri=CELEX:52022DC0230>