



Szerkesztette: Besenyei Mónika

# Klímakörkép 2024

Tanulmányok az MCC Klímapolitikai  
Intézet kutatóinak tollából

Klímakörkép – 2024 Tanulmányok az MCC Klímapolitikai Intézet kutatóinak tollából

**Szerzők:**

Prof. Kerekes Sándor

Molnár Csaba Gábor

Dr. Besenyei Mónika

Dr. Zay Balázs

Dr. Toldi Ottó

Káldi László

Basa Márton

Dr. Kovács Erik

Dr. Hetesi Zsolt

Dr. Somosi Zoltán

Szerkesztette: Dr. Besenyei Mónika

ISBN e-könyv 978-963-644-147-0

Borítókép: Shutterstock

Nemzeti Könyvtár – Kiadáskori katalógusba vétel

## Tartalom

<b>Előszó</b> .....	4
<b>Klímagazdaságtani dilemmák: a karbonszegény növekedés reménye</b> .....	6
<b>Kerekes Sándor</b> , egyetemi tanár, Neumann János Egyetem Településmarketing Központ	
<b>Reflektorfényben az ESG – kihívások és lehetőségek a fenntartható gazdasági átállás során</b> .....	23
<b>Molnár Csaba Gábor</b> , igazgató, SZTFH ESG Igazgatóság	
<b>Dr. Besenyei Mónika</b> , igazgató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>Történelmi áttekintés: a zöldmozgalom gyökerei és európai integráció</b> .....	45
<b>Dr. Zay Balázs</b> , vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>Kína energiaszektora: zöldítés vargabetűkkel</b> .....	57
<b>Dr. Toldi Ottó</b> , vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>A fenntartható hulladékgazdálkodás kulcsa: szemétből értékes nyersanyag</b> .....	70
<b>Káldi László</b>	
<b>Magyarország mezőgazdaságának klímaadaptációs lehetőségei</b> .....	80
<b>Basa Márton</b> , kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>Éghajlatváltozás – Tények, trendek, globális, regionális és hazai hatások</b> .....	97
<b>Dr. Kovács Erik</b> , vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>Magyarország zöld közlekedési átállása 2024 végéig – részletes elemzés</b> .....	116
<b>Dr. Zay Balázs</b> , vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	
<b>Víz alatt a stratégia? – Tájhasználat, vízgazdálkodás és alkalmazkodás újratervezése</b> .....	128
<b>Dr. Hetesi Zsolt</b> , egyetemi docens, NKE, PTE	
<b>Mikro- és nanoműanyagok, modern korunk szennyezői talajainkban, vizeinkben, bennünk</b> ...	141
<b>Dr. Somosi Zoltán</b> , vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet	

## Előszó

Az emberi történelemben kevés korszakot jellemez annyira a bizonytalanság és a lehetőség egyidejű jelenléte, mint a mostanit. A technológiai fejlődés és a globális összekapcsoltság korában egyszerre látjuk az emberi kreativitás csúcsteljesítményeit és a természeti rendszerek sebezhetőségét. A klímaváltozás, a gazdasági átalakulás és a társadalmi bizalom kérdései nem pusztán tudományos problémák, hanem civilizációs kihívások is: miként őrizhetjük meg az arányérzéklet, a józanságot és az emberi léptéket a változások sodrában?

A *Klímakörkép 2024* tanulmánykötet e kérdésekre keresi a józan és cselekvésre ösztönző válaszokat. Szerzői nem ideológiai zászlók alatt, hanem szakmai alaposággal és tapasztalati racionalitással vizsgálják a klímapolitika, a gazdasági átállás és a társadalmi alkalmazkodás összefüggéseit. Közös bennük a meggyőződés, hogy a fenntarthatóság nem új vallás, hanem a jó kormányzás, a felelős gazdálkodás és a tudományos megértés természetes folytatása.

Az MCC Klímapolitikai Intézet munkájának alapja, hogy a klímavédelem nem a gazdasági növekedés ellentéte, hanem annak feltétele. A valódi zöld átmenet nem az önkorlátozásra, hanem az innovációra, a tudás és a hagyomány összehangolására épül. Európa és Magyarország akkor lehet sikeres, ha nem ideológiai versenyben kíván megfelelni a globális klímacéloknak, hanem a saját adottságaira építve, arányos, technológia- és emberközpontú megoldásokat választ.

A kötet szerzői különböző nézőpontokból, de egy közös alapelv mentén közelítenek: a cselekvés nem a radikalizmus, hanem a mértékletesség művészete. Az éghajlatpolitika csak akkor lehet sikeres, ha a természeti, gazdasági és társadalmi dimenziókat együtt kezeli, és ha a döntéshozatal középpontjába az emberi méltóság és a közjó kerül.

Magyarország szerepe e folyamatban nem másodlagos. Történelmünk során mindig akkor voltunk képesek megújulni, amikor nem mások receptjeit követtük, hanem a saját valóságunkból indultunk ki. A magyar klímapolitika az elmúlt években olyan irányt vett, amely a gazdasági reziliencia, az energiaszuverenitás és a társadalmi biztonság hármására épít. Ez a megközelítés elismeri a technológiai innováció és a józan gazdálkodás fontosságát, miközben védi azokat a közösségi értékeket, amelyekre a társadalom stabilitása épül.

A *Klímakörkép 2024* nemcsak adatokat és elemzéseket közöl, hanem gondolkodásra hív. Arra ösztönöz, hogy a klímaváltozásról ne pusztán félelemmel, hanem józansággal és építő szándékkal beszéljünk. A félelem mozgósít, de csak a tudatos cselekvés teremt maradandó

eredményt. A valódi kihívás nem a világ megmentése, hanem annak megértése, hogyan tudunk benne úgy élni, hogy közben megőrizzük az emberi léptéket és a jövő nemzedékek lehetőségeit. Ez a kötet ezért nem ígér könnyű válaszokat, de felkínálja a párbeszéd és az együtt gondolkodás lehetőségét. Hiszem, hogy az értelem, a tapasztalat és a mértékletesség hármasa ma is képes eligazítani bennünket a zaj és az ideológiai szélsőségek között. Mert a klímapolitika végső soron nem a jövő generációk ellen vívott harc, hanem értük folytatott szolgálat — a tudás, az arány és a remény szövetsége.

**Dr. Besenyei Mónika**

igazgató, MCC Klímapolitikai Intézet

# Klímagazdaságtani dilemmák: a karbonszegény növekedés reménye

**Kerekes Sándor**, egyetemi tanár, Neumann János Egyetem Településmarketing Központ

## Az elhíresült szén-dioxid

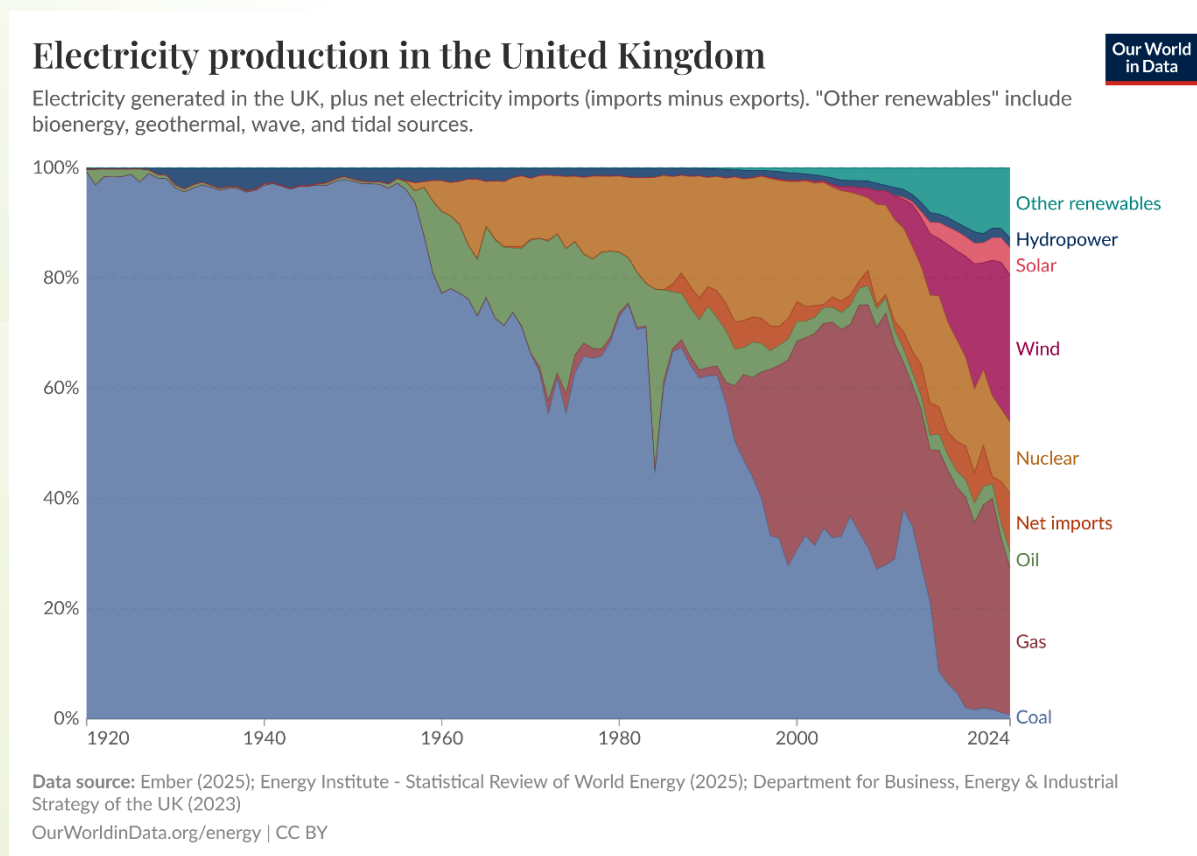
Amikor kémia szakos tanárnak képeztek a hatvanas évek vége felé, még azt tanultam, hogy a szén-dioxid koncentrációja a légkörben állandó, bár mutat bizonyos területi változékonyságot. Nem kisebb szaktekintély, mint a kiváló népművelő professzor Öveges József könyvében is ezt olvashatjuk 1964-ben. „Tulajdonképpen mi a levegő? A XVIII. századig egységes anyagnak tartották, bár Leonardo da Vinci már a XV. század végén más nézetet volt. Csak Lavoisier bizonyította be kísérleti úton, hogy a levegő összetett anyag, több gáznak elegye. A Föld felületéhez közel összetétele gyakorlatilag állandó, és akár az egyenlítőn, akár az Északi-sarkon vesszük a mintát, kb. 21 térfogatszázalék oxigént, 78% nitrogént és 1%-nyi különféle nemesgázt találunk. A pontosabb vizsgálat még egy század és egy tized százalék közötti, átlagban 0,03%-nyi szén-dioxidot, és különböző mennyiségű vízgőzt állapít meg. Ez már a mintavétel helyétől is függ, mert őserdő fölött a CO<sub>2</sub>, tengerek fölött a vízgőztartalom nagyobb lesz, mint a Szahara légkörében. Végül civilizációnk is hozzájárul különféle esetleges alkotórésszel, mint amilyen pl. a kén tartalmú szenek elégetéséből származó kén-dioxid, a kohászati üzemek szálló pora, a városok korma, és még számtalan fajta szennyezés. Ez utóbbi, sajnos, ma már olyan méreteket ölt, hogy erőteljes hatásági intézkedésekkel küzdenek ellene. A levegő, mint oxigénforrás gyakorlatilag kimeríthetetlen, az oxigén elkülönítése azonban mégsem olcsó művelet.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Králik Dezső–Öveges József–Forbáth Róbert (szerk.): A Kultúra világa 1. pótkötet – Matematika. Fizika. Kémia (Budapest, 1964) Kémia / A szervesetlen kémia birodalma / Az oxigén, éltetőnk és ellenségünk / [A szervesetlen kémia 912. oldal](#)

Az idézetből kiderül, hogy a civilizáció káros környezeti hatásait már a hatvanas években is észrevették, de a szén-dioxidot még senki sem ültette a vádlottak padjára. Sőt a szerzők helyesen állapították meg, hogy a légkör mint oxigénforrás kimeríthetetlen. Ez azóta is igaz, tehát amikor az esőerdők oxigéntermelésének fontosságáról beszélnek, annak sem sok köze van a tudományhoz. Az esőerdők védelme ettől még nagyon fontos, de nem az oxigéntermelés miatt, amit a közbeszédben gondolnak.

Amikor a fenti ismeretterjesztő művet írták a szerzők, a világ még nem volt túl az ipari forradalom bővületén. Nagy-Britanniában a legfőbb energiahordozó a kőszén volt, amint azt az alábbi ábra mutatja.

### 1. ábra. Az Egyesült Királyságban termelt villamos energia és a nettó villamosenergia-import



Forrás: [ourworldindata.org](https://ourworldindata.org)

Az ábra mutatja, hogy az Egyesült Királyságban a hatvanas évek végéig a villamos áramot kőszén segítségével állították elő, majd 1979-től, Margaret Thatcher hatalomra kerülésével, a szénbányákat bezárták, és a szén gyorsan kiszorult az energiapiacról, a helyét az olaj, a földgáz és a nukleáris energia, újabban pedig a megújulók vették át. A gyors váltoáshoz kellett a Vaslady határozott politikai szerepvállalása, de ez volt a gazdasági és környezetvédelmi racionalitás is.

A Vaslady a tőke érdekeit követte. A munkások gyűlöltek, mert sokan elvesztették állásukat. A szén égetése akkoriban nagyon környezetszennyező volt a magas pernye- és kén-dioxid-emisszió miatt, de nem a szennyezés megszüntetése volt a politika célja, a gazdasági gondokat akarták felszámolni, és ennek kedvező környezeti „ajándékhatása” lett a káros kibocsátások csökkenése. A savas esőket lassan elfelejtettük, a gazdasági gondok is más természetűek, de a szén-dioxid és általában az üvegházhatású gázok kérdése napjainkra égető fontosságú környezetvédelmi, klímapolitikai kérdéssé vált.

Sokat beszélünk a szén-dioxidról, miközben az üvegházhatású gázok közül nem biztos, hogy indokolt ennyire a figyelem középpontjába állítani. A légkörben a szén-dioxid-körforgás jelentős része természetes eredetű. A fotoszintézissel képződő biomassza nagy része „lassú égéssel” elkorhad.

A fák ősszel elhullajtják leveleiket, és megindul a levelek lebomlása. Ugyanakkor a fák az asszimilációval megkötik a szén-dioxidot. Egy fóliasátorban vagy üvegházban a szén-dioxid-koncentráció növelése segíti a biomassza képződését, tehát nemcsak negatív, hanem pozitív visszacsatolások is vannak. „A bioszféra tekintetében a légköri CO<sub>2</sub> növekedése egyrészt közvetlenül növeli a fotoszintézis során megkötött szén mennyiségét, másrészt pedig a fotoszintézis hatékonyságát is javítja<sup>2</sup>.

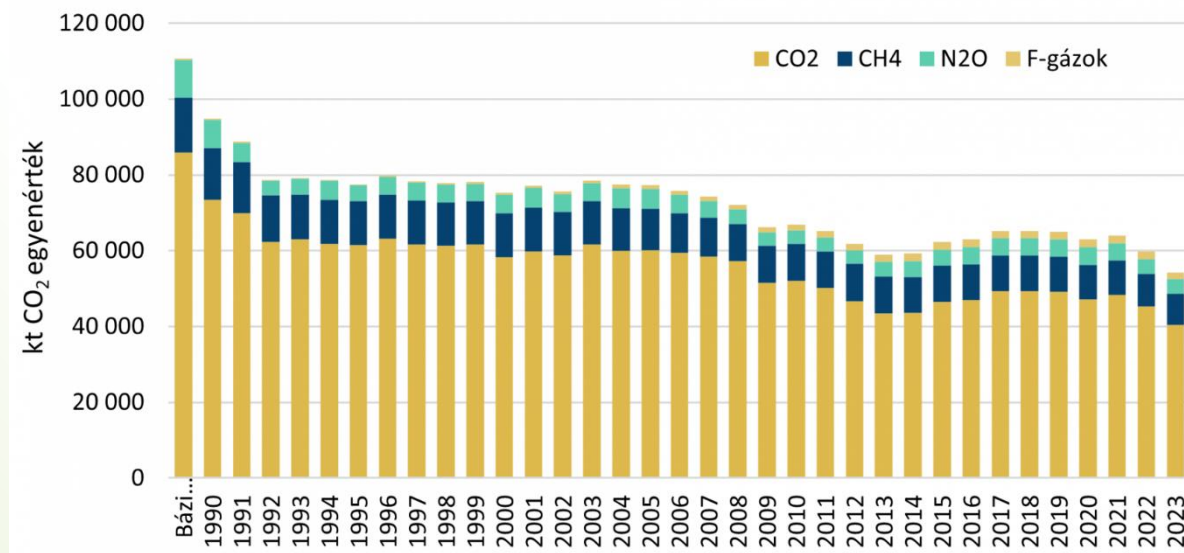
Összességében a légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció növekedése a bioszféra szempontjából pozitív visszacsatolást eredményez (amit például a tápanyagok elérhetősége limitál), azonban végső soron a légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció csökkenését eredményezi, amivel a nettó hatás negatív visszacsatolást eredményez. Az egyes folyamatok szerepe a klímaváltozás során egyelőre tisztázatlan, főként az éghajlati modellek lényegesen túlegyszerűsített biogeokémiai almodelljei miatt.”<sup>3</sup>

Az erőfeszítések hatására a légkörbe jutó szén-dioxid mennyisége jelentősen csökkent Magyarországon is, amint azt az ábra mutatja. Nem ennyire látványos a többi ÜHG koncentrációjának a csökkenése, pedig azoknak az üvegházhatása sokszor erőteljesebb, elég, ha a metánra gondolunk.

<sup>2</sup> Hugues Goosse: *Climate System Dynamics and Modelling* (2015)

<sup>3</sup> Újvári Gábor és Topál Dániel. „A légköri szén-dioxid és a globális szén-ciklus: jelen és jövő a múlt tükrében”. *Magyar Tudomány* 186(5) (2025): 985.

A metánkibocsátásért nem csak a kérődző állatok felelősek, komposztálásakor vagy a permafroszt felolvadásakor is jelentős mennyiség kerülhet a légkörbe, aminek a klímára gyakorolt hatásait csak a „végzetes önhittségben” szenvedő klímamodellezők gondolják, hogy fel tudják térképezni.



Forrás: [Hungaro MET, Üvegházhatású Gázok](#)

A kiváló légkörkémikus Gelencsér András, aki a fenntartható fejlődést inkább mítosznak, mint lehetőségnek tekinti, a klímaprobléma bonyolultságát jól összefoglalja az alább idézett néhány sorban: „az üvegházhatású gázok kibocsátásának drasztikus csökkentése mindenképpen indokolt. Az kétségtelen, hogy az éghajlati rendszer rendkívül bonyolult, egymásra ható és erősen nemlineáris, sokszor kevésbé ismert visszacsatolási folyamatokkal teli. Ezért az éghajlati modellek, amelyek mindig csak a természeti folyamatok erősen leegyszerűsített elemeit tartalmazzák, csak nagy bizonytalansággal képesek az évszázad közepére-végére vonatkozó előrejelzéseket adni.

Mivel azonban az éghajlatváltozás témaköre erősen átpolitizálódott, és a társadalom részéről is felfokozott érdeklődés övezi, ezért kellett ezt a roppant bonyolultságú rendszert egy faék egyszerűségű marketingüzenetbe sűríteni. Ez lett a “CO<sub>2</sub>-globális felmelegedés” (CO<sub>2</sub>-global warming) kombó, ami máig hatóan meghatározza a közgondolkodást és vezérli a politikát.

Ebben a beszűkült kommunikációs térben nincsenek valószínűségek, bizonytalanságok, ismerethiány, amelyek a tudomány nélkülözhetetlen kellékei. Holott már az a tény is óvatosságra kell, hogy intsen bennünket, hogy 1982-ben az ózonlyuk hirtelen kialakulását az Antarktisz felett az akkor már létező, a Montreáli Egyezményt megalapozó globális ózonmodellek egyike sem volt képes előre jelezni. Pedig a magaslévköri ózon

nagyságrendekkel egyszerűbb természeti képződmény, mint az éghajlati rendszer, a biztosnak hitt modellek mégis kivétel nélkül csődöt mondtak.”<sup>4</sup>

Ami a „faék”-et illeti, talán érdemes elgondolkodni azon, hogy a hatékony gazdaság nemcsak a Vaslady idejében, de most is produkál csodákat. Az endogén növekedési modellek szerint a szén-dioxid-mentes gazdaságra való átállás kedvezően befolyásolhatja a hosszú távú gazdasági növekedést. Ha a tiszta technológiák növekvő megtérülést mutatnak a tanulás és a cselekvés hatásai révén, akkor a zöldtechnológiákba történő korai beruházások önerősítő növekedési dinamikát hozhatnak létre.

A zöldkutatásból és fejlesztésből származó tudás átgyűrűzése, a termelékenység növekedése révén ellensúlyozhatja az átállás rövid távú költségeit. A közgazdasági szaknyelv „szétválásnak” nevezi azt a jelenséget, amikor a gazdasági növekedést nem követi a növekedéssel arányos szennyezésnövekedés (ez a relatív szétválás), ami még biztatóbb, hogy többször abszolút szennyezéscsökkenés is elérhető. Az alábbi táblázat azon országok egy részét sorolja fel, amelyek 2005–2019 között úgy érték el jelentős gazdasági növekedést, hogy egyúttal a CO<sub>2</sub>-kibocsátásuk csökkent.

Az éghajlati externália globális jellege a hagyományos externáliaelméleten túl további bonyodalmakat okoz. A helyi szennyezéssel ellentétben az üvegházhatású gázok kibocsátása olyan költségeket okoz, amelyek időben eltolódnak, térben szétszóródnak, és küszöbhatások és irreverzibilitások jellemzik őket. Az éghajlati stabilitás globális közjószág, ami klasszikus „potyautas-problémákat” okoz.

Az egyes országok vagy cégek ösztönözve vannak arra, hogy mások kibocsátáscsökkentéséből profitáljanak, miközben saját kibocsátásukat folytatják. A szakmánk védelme érdekében tett rövid kitérő ellenére Gelencsér András tökéletes helyzetértékelésével nagyrészt egyetértek, azzal a megjegyzéssel, nemcsak a politikusok, de a tudomány sem lesz képes soha feloldani az ellentmondást, amit a komplexitás és a bizonytalanság okoz az ilyen vad problémák esetében.

A tudomány sajnos csak a saját kompetenciája keretein belül működik, a klímaprobléma multidiszciplináris, és az ilyen problémák kellemetlen természete, hogy magát a problémát sem tudjuk meghatározni szabatosan, és amint az ábra mutatja, mégis cselekedni kellene.

<sup>4</sup> Gelencsér, András. Ábrándok bővületében: A fenntartható fejlődés korlátai. Akadémiai Kiadó. (2023)

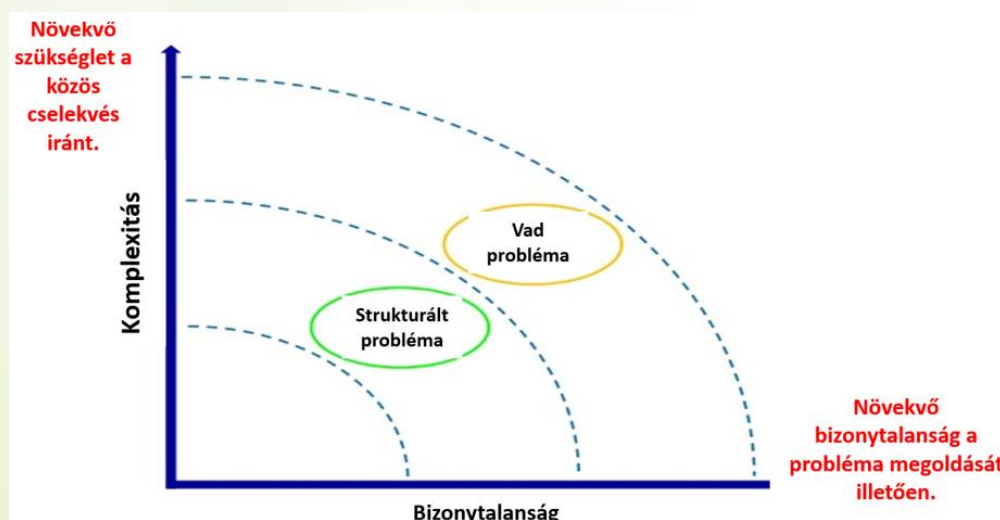
Sajnos a politikusnak is, a gazdasági szakembernek is és a tudománynak is. De mit cselekedjünk, kire hallgassunk, kire hallgassanak a döntéshozók? A szerző negatív elfogultsága a politikával és a gazdasággal szemben érthető és talán indokolt is, de mégsem szerencsés.

A következőkben bemutatom, hogy a „felkent” tudományra sem célszerű hallgatni, mert mintha összevissza beszélne, de ez az összevisszaság lehet, hogy normális. Ha elhinnénk, ha el mernénk hinni, hogy senki sem birtokolja a bölcsék kövét, akkor a „sokféle” tudomány különböző cselekvésekre ösztönözhetne bennünket is és a döntést hozókat is. A német politika elhitte a környezetvédők véleményét, és bezárta az atomreaktorokat.

Most a németek szénerőművekben termelik azt a villamos energiát, amivel az elektromos autók akkumulátorait töltik. Szerencsére a franciák nem követték a németek példáját, és az atomreaktorokkal termelt villamos energiát exportálnak többek között Németországba is. Vannak, akik azt hiszik, hogy tudják, kinek van igaza az atomreaktorok betiltása ügyében, és keresik az optimális megoldást. Pedig nincs optimális megoldás, csak arról a megoldásról tudjuk meg, hogy hasznos vagy káros-e, amit valaki kipróbált.

Nem tűnik tudományos megközelítésnek az, hogy nem tények gyűjtésére és tudományos elemzések és konferenciák szervezésére buzdítok, hanem próbálkozásra és cselekvésre. Persze nem esztelen próbálkozásokra, hanem körültekintőkre, az elővigyázatossági elvek messzemenő betartásával.

## 2. ábra: A bizonytalanság és a komplexitás miatt a problémák nagyrészt „vadak”



Forrás: Rittel, Horst W. J., és Melvin M. Webber. „Dilemmas in a General Theory of Planning”. Policy Sciences 4(2): 155–69. (1973)

A sokszínűség rezilienssé teheti a legkomplexebb rendszereket is, és csak a diverzitás segíthet bennünket a bizonytalanság kezelésében. Sajnos a bizonytalanság nem olyan, mint a valószínűség. A valószínűség kiszámítható, a bizonytalanság nem. Rokon fogalmak, de érezni kell a köztük lévő különbséget. Sajnos a köznyelv pongyola fogalmakkal operál. A kockázatokra biztosítást lehet kötni, mert a kockázatok kiszámíthatók. A bizonytalanságra nem lehet biztosítást kötni, mert nem tömegjelenségek esetén a bekövetkezés „valószínűsége” nem becsülhető.

Megszívlelendő Gelencsér András figyelmeztetése: „Ha a hatalmas léptékű és emberi mércével mérve befolyásolhatatlan természeti folyamatokból adódó kockázatokat is számításba vesszük, akkor a jelenleg zajló globális éghajlatváltozást olyan robogó vonathoz hasonlíthatjuk, amely kazánjába folyamatosan szenet lapátolva gyorsít, közben már lejtős pályára ért, egyáltalán nincs rajta fék, ráadásul a mozdonyvezető szeme be van kötve. Kérdés, hogy felülnénk-e ilyen vonatra. Normális ember nyilvánvalóan nem, ámde az emberiség ma éppen egy ilyen robogó vonaton ül.”<sup>5</sup>

Igen, ülünk a vonaton, de csak egyet tehetünk, hogy az emberiséget arra buzdítjuk, hogy próbálja fékezni a robogást. Ha sokféleképpen fékezünk, talán elkerülhetjük a szakadékot. Szerencsére sokan gondolják, hogy változásra van szükség. „A globális felmelegedés okozta jelentős gazdasági-társadalmi (és egyéb) problémák elkerülése, de legalábbis enyhítése céljából azonnali cselekvésre van szükség.

**1. táblázat. A szétválás (decoupling) jelensége. A felsorolt országok 2005–2019 között úgy növelték GDP-jüket, hogy közben a CO<sub>2</sub>-kibocsátásuk csökkent.**

Országok	A GDP-növekedés mértéke %	A CO <sub>2</sub> -emisszió csökkenése %	Országok	A GDP-növekedés mértéke %	A CO <sub>2</sub> -emisszió csökkenése %
<b>Írország</b>	81	42	<b>Észtország</b>	37	21
<b>Portugália</b>	10	38	<b>Svédország</b>	32	21
<b>Spanyolország</b>	16	35	<b>Ciprus</b>	31	19
<b>Dánia</b>	19	29	<b>Szingapúr</b>	96	19
<b>UK</b>	22	28	<b>Magyarország</b>	29	16
<b>Románia</b>	62	26	<b>Japán</b>	9	16
<b>Horvátország</b>	16	25	<b>USA</b>	28	15
<b>Finnország</b>	14	23	<b>Mexikó</b>	33	10
<b>Hollandia</b>	22	23	<b>Csehország</b>	41	5
<b>Franciaország</b>	18	22	<b>Lettország</b>	30	4
<b>Németország</b>	24	21	<b>Szlovénia</b>	31	4

Forrás: Roser, Max. „The Argument for a Carbon Price”. Our World in Data. (2021)

<sup>5</sup> Gelencsér, András. Ábrándok bővületében: A fenntartható fejlődés korlátai. Akadémiai Kiadó. (2023)

A fenti számok alapján a jelenlegi kibocsátásokat meg kellene felelni. Egy magyar polgár 2022-ben átlagosan 4,95 tonna CO<sub>2</sub>-t bocsátott ki évente (2005-ben ez az érték még 5,98 tonna/fő volt;<sup>6</sup> Crippa et al. 2022), nagyjából a dupláját a fenntarthatónak vélt 2,3 tonna CO<sub>2</sub>/év/fő kibocsátáshoz képest (2030-ra számítva).<sup>7</sup> A neves szerzőkkel az azonnali cselekvés szükségességében maradéktalanul egyetértek, azt viszont nem tudom és szerintem mások sem, hogy mit kellene „megfelelni”. A szerzők szerint a probléma: „hogya a klímaváltozás hatásait egyelőre csak tompítva érzékeljük, és az utóbbi évtizedekben tapasztalható egyre gyakoribb extrém időjárási események (villámárvizek, aszályos időszakok, hőhullámok) még talán nem érték el az átlagember ingerküszöbét. A közeljövőben a klímaváltozással kapcsolatos tudományos tények további széles körű bemutatására, azok racionális megfontolására és társadalmi vitákra lenne szükség, ahol az átlagember, illetve a politikai elit figyelme nem csak a jelenre összpontosul.”<sup>8</sup>

A problémát az okozza, hogy nincsenek egyértelmű tudományos tények, amelyeket ha figyelembe vennének a politikusok meg a köznép, akkor megoldhatók lennének. A klímaváltozás létező jelenség, és vannak elkötelezett ígérők. Egy részük a világvégét jósolja, mások a klímaüzletből akarnak jól élni, és vannak az egyszerű polgárok, akik már senkinek sem hisznek. A „köznép” hozzáállásán nem kellene felháborodnunk, hiszen a tudósok sem hisznek még egymásnak sem. Szarka László például a következőket írja: „Kérdés, hogy a +1,6 °C-ot, aminek nagy részén (mintegy 1,2 °C-on) már túl is vagyunk, végzetesnek kell-e tekinteni. William Nordhaus közgazdasági Nobel-díjas (2018) szerint nem. Összerinte az ENSZ klímapolitikai célkitűzése indokolatlanul szegényítene el az emberiséget, és jobb lenne semmit se tenni a klímaváltozás ellen, csak alkalmazkodni hozzá.”<sup>9,10</sup> Ez a megjegyzés azért is figyelemre méltó, mert egy természettudós egy társadalomtudós közgazdászt hív segítségül állítása alátámasztására.

<sup>6</sup> Crippa, M. és mtsai. CO<sub>2</sub> emissions of all world countries JRC/IEA/PBL 2022 report

<sup>7</sup> Újvári Gábor, és Topál Dániel. „A légköri szén-dioxid és a globális szén-ciklus: jelen és jövő a múlt tükrében”. Magyar Tudomány (2025) 186(5): 991

<sup>8</sup> Újvári Gábor, és Topál Dániel. „A légköri szén-dioxid és a globális szén-ciklus: jelen és jövő a múlt tükrében”. Magyar Tudomány (2025) 186(5): 992.

<sup>9</sup> Nordhaus W. D. és Sztorc P. Evidence-Based Support for Adaptation Policies in Emerging Economies (2013)

<sup>10</sup> Szarka László Csaba. „Föld, ember, éghajlatváltozás”. Gazdálkodás (2024) 68(4): 239.

Igaz, hogy ez a közgazdász Nobel-emlékdíjas, de meg kell becsülni a különböző diszciplínák közötti eszmecserét, hiszen a vad problémák kezelésének éppen ez volna a záloga. Eddig tehát egyetértettünk a természettudós szakértőkkel, de most jön a bökkenő. Szarka László szerint „Azt, hogy a föld-rendszer-megközelítés vagy a felfokozott CO<sub>2</sub>-hatás hipotézise írja-e le a valóságot, a tudomány dönti el.

Ahhoz azonban, hogy a tudomány betölthesse szerepét, világos és egyértelmű definíciók szükségesek.”<sup>11</sup> Miután a vad problémák természete, hogy szabatosan nem határozható meg még az sem, hogy mi a probléma, elértünk a 22-es csapdájához. „Az ipari forradalom óta az emberi tevékenységeknek köszönhető gyors légköri CO<sub>2</sub>-növekedés hatására számos nemzetközi tudományos kutatási program elemezte a földi rendszer egyes összetevőinek szerepét a globális szén ciklusban.

Az óceánokban, a szárazföldi ökoszisztémákban és a légkörben zajló szénkörforgással kapcsolatos ismereteink eléggé kiterjedtek ahhoz, hogy arra a következtetésre jussunk, hogy bár a természetes folyamatok potenciálisan lassíthatják a légköri CO<sub>2</sub> növekedésének ütemét, nincs természetes »megmentő«, aki az elkövetkező évszázadban az összes antropogén eredetű CO<sub>2</sub>-t elnyelné. Ismereteink nem elegendők a Föld rendszerösszetevői közötti kölcsönhatások, valamint a szén ciklus és más biogeokémiai és klimatológiai folyamatok közötti kapcsolat leírásához. Ennek a korlátozásnak a leküzdése rendszerszemléletű megközelítést igényel.”<sup>12</sup> Valóban rendszerszemléletű megközelítést igényel, de a pontos és szabatos definíció hiányzik, a természettudomány szétteheti a kezét, nincs megoldás, ami vállalható volna. A próbálkozás, amelyet visszatérően ajánlok, komoly tudósok számára elfogadhatatlan. Érdemes kicsit közelebbről megvizsgálni azt is, hogy mit mondott és mit nem William Nordhaus. A klímakutatók nem mindegyike fogadta lelkesedéssel Nordhaus Nobel-díját, és természetesen vérmérsékletük szerint idézik azokat a megállapításait, amelyek az általuk is képviselt álláspontot támogatják.

<sup>11</sup> Szarka László Csaba. „Föld, ember, éghajlatváltozás”. *Gazdálkodás* (2024) 68(4): 338–47.

<sup>12</sup> Falkowski, P., R. J. Scholes, E. Boyle, J. Canadell, D. Canfield, J. Elser, N. Gruber, és mtsai. „The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System”. *Science* (New York, N.Y.) 290. 5490 (2000): 291–96.

Közülük az egyik közgazdász Robert Murphy, akinek természetesen az tetszik leginkább, amit az idézet utolsó mondata tartalmaz, és ez az, amit Szarka László is kiemel: „William Nordhaus világgazdaságról és éghajlatról szóló számítógépes modelljének rajongói és kritikusai egyaránt elismerik, hogy ez egy durva megközelítés, amely számos fontos valós szempontot figyelmen kívül hagy.

Ennek ellenére bizonyára jelentős, hogy az a munka, amelyért Nordhaus Nobel-díjat kapott, egyértelműen kimondja, hogy az ENSZ éghajlatváltozásról szóló külön jelentése tele van olyan javaslatokkal, amelyek nevetségesen drágák. Egy interjúban, miután Nordhaus átvette a díját, diplomatikusan kezelte a helyzetet azzal, hogy a 1,5 °C-os célt jelenleg lehetetlen elérni. Pedig ennél tovább is mehetünk. Nordhaus munkája azt mutatja, hogy egy ilyen agresszív cél sokkal rosszabb helyzetbe hozná az emberiséget, mint ha egyszerűen csak alkalmazkodnánk az éghajlatváltozáshoz kormányzati intézkedések nélkül.”<sup>13</sup> Murphy persze továbbgondolja a DICE modell számítási eredményeit, és hozzáteszi: „Az éghajlatváltozás okozta károokra vonatkozó legriasztóbb előrejelzések az emberi alkalmazkodóképességgel kapcsolatos naiv feltételezéseken alapulnak.

Még ha elfogadjuk is az IPCC legutóbbi értékelésében szereplő alapvető előrejelzéseket, az »ellenőrizetlen« éghajlatváltozás valószínűleg azt fogja jelenteni, hogy dédunokáink életszínvonala kisebb mértékben fog emelkedni, mint amennyire egyébként emelkedne, ha a légkörben lévő szén-dioxid egy részét költségmentesen el tudtuk volna távolítani. Egy ilyen lehetséges kimenetel nem ad okot pánikra, és nem indokolja a kormányzat masszív beavatkozását az energia- vagy a közlekedési ágazatba.<sup>14</sup> Nordhaus azonban újrafuttatta a DICE modellt, és az eredményeiket 2024-ben megjelentették, talán érdemesebb ezzel foglalkozni, mint a korábbi adatokkal.”<sup>15</sup> Az eredmények érdekesek, de nem szabad elfelejtenünk, hogy Nordhaus egyértelműen a szénadók bevezetése mellett érvel, bár a modelltől mindenki azt olvassa ki, amit szeretne. „A szén-dioxid társadalmi költsége (SCC) az alapfutásban (ha nem teszünk extra erőfeszítéseket) 66 \$/tCO<sub>2</sub> a 2020-as időszakra (2019-es nemzetközi dollárban).

<sup>13</sup> [Murphy, Robert P. „What the Climate Change Models Actually Say”.](#)

<sup>14</sup> [Murphy, Robert P. „What the Climate Change Models Actually Say”.](#)

<sup>15</sup> Barrage, Lint, és William Nordhaus. „Policies, Projections, and the Social Cost of Carbon: Results from the DICE-2023 Model”. Proceedings of the National Academy of Sciences 121.13 (2024).

Ez magasabb, mint a C/B optimális futtatás 50 \$/tCO<sub>2</sub>-es SCC-je, mivel a C/B optimális futtatásban a károk kisebbek. Messze elmarad a 2 °C-os futás SCC-jétől, amely 76 \$/tCO<sub>2</sub>-ra rúg. A magasabb SCC a hőmérsékletkorlátos futásnál azt a gazdasági értelmezést tükrözi, hogy a szoros hőmérséklet-korlátozás olyan kárfüggvénynek felel meg, amely a hőmérséklethatárnál élesen elhajlik, és ezért 2 °C felett meredeken magasabb kárfüggvényt eredményez. Az egyik legfontosabb megállapítás az SCC és más szakpolitikák esetében a diszkontálás fontosságára vonatkozik. A táblázat a DICE-2023 forgatókönyvekben szereplő SCC alternatív becsléseit mutatja be, és különösen kiemeli a diszkontálás és az éghajlati károk SCC-re gyakorolt erőteljes hatását.”

A szén-dioxid-mentes gazdaság a jelenlegi generációkat terhelő költségekkel jár a jövő generációk javára, ami alapvető kérdéseket vet fel a generációk közötti jóléti összehasonlításokkal kapcsolatban. A diszkontráta megválasztása a DICE modell tanúsága szerint is döntő fontosságúvá válik az éghajlatváltozási intézkedések nettó hasznának értékeléséhez. A közgazdasági elmélet szerint a diszkontrátáknak a tiszta időpreferenciát és a gazdasági növekedés ütemét kell tükrözniük, de a generációk közötti méltányossággal kapcsolatos etikai megfontolások alacsonyabb diszkontrátákat indokolhatnak az éghajlatváltozási elemzéseknél, mint a tipikus beruházási projekteknél. A csökkenő diszkontráta megközelítések, amit sokan, köztük Stern is javasolt, általában növelik a hosszú távú éghajlati előnyök jelenértékét, és erősítik az agresszív rövid távú cselekvés gazdasági érveit.<sup>16</sup>

A mainstream közgazdászok – William Nordhaus, Partha Dasgupta, Martin Weitzman – a 2006-ban megjelent Stern-jelentéssel kapcsolatban olyan technikai kérdésekre összpontosítottak, mint a diszkontráták, kárfüggvények és az alkalmazott módszertan. Az alternatív (heterodox közgazdászok) azzal érveltek, hogy Stern mint ortodox közgazdász minden kérdést és fogalmat egy szűk matematikai formalizmusba szorít, és nem foglalkozik a gazdasági és társadalmi valósággal, és figyelmen kívül hagyja az ökológiai közgazdaságtan és a környezeti etika kritikai irodalmát.

<sup>16</sup> Stern, N. „Stern Review: The Economics of Climate Change”. (2006)

A tudomány (Stern) a politika kezdeményezésére (Tony Blair brit miniszterelnök) már húsz éve leírta, hogy az átállás költségei, bár jelentősek, elhalványulnak az éghajlatváltozással kapcsolatos tétlenség költségeihez képest, így a szén-dioxid-mentes gazdaság nem csupán környezetvédelmi, hanem gazdasági szükségszerűség is.

Az üzenet világos volt, de nem kellett sem a főáramú, sem az alternatív tudománynak. A cselekvés helyett a világ a nemcselekvést választotta. Tudományos dolgozatok természetesen azóta is készülnek.

Amint az alábbi, viszonylag frissen készült táblázatból látható, az alacsony diszkontláb (az unokáink számára kedvező változat) elviselhetetlennek tűnő SCC-t eredményez. Az üzleti világ számára elfogadható 5% körüli diszkontláb, ami a jelen generációknak és az üzleti világnak kedvez, nagyjából azt jelzi, amit Murphy és sokan mások is szeretnének kiolvasni a Nobel-díjas közgazdász dolgozatából „Egy ilyen lehetséges kimenetel nem ad okot pánikra, és nem indokolja a kormányzat masszív beavatkozását az energia- vagy a közlekedési ágazatba.”<sup>17</sup>

**2. táblázat. A szén-dioxid társadalmi költsége (SCC),  
alternatív scenáriók (2019\$/tCO<sub>2</sub>)**

Szenáriók	2020	2025	2050
<b>Költség/haszon optimális</b>	50	59	125
<b>T&lt;2 °C</b>	75	89	213
<b>T&lt;1,5 °C</b>	3.557	4.185	16.552
<b>Alternatív kár<sup>18</sup></b>	124	146	281
<b>Párizsi megállapodás</b>	61	72	159
<b>Alaphelyzet</b>	66	78	175
<b>R=5%</b>	32	37	74
<b>R=4%</b>	49	58	107
<b>R=3%</b>	87	102	172
<b>R=2%</b>	176	207	302
<b>R=1%</b>	485	571	695

Forrás: (Barrage és Nordhaus 2024)

A klímamodellekről a természettudósok mondtak lesújtó véleményt, de nem jobb a helyzet a közgazdasági modellezéssel sem. Az előfeltevések meglehetősen gyenge lábakon állnak mindkét esetben.

<sup>17</sup> Murphy, Robert P. „What the Climate Change Models Actually Say”.

A semminél azonban mindegyik jobb, csak nem szabadna annyira komolyan venni a modelleket, mint ahogyan tesszük/teszik. Segítenek megérteni a komplex rendszereket, de a felelősséget nem rakhatjuk rájuk. Próbálkozzunk, hátha sikerül lefékeznünk a robogó vonatot. Az egyik ilyen próbálkozás lehet a szénadók bevezetése.

### **A szénadó bevezetése elkerülhetetlen**

A közgazdasági elmélet két fő megközelítést kínál a szén-dioxid-kibocsátás externáliáinak internalizálására: a Pigou-féle adók bevezetését és a mennyiségi alapú szabályozást. Az utóbbit a szennyezési jogok piaca jelentheti, amit újabban a nemzetközi gyakorlat „cap and trade” rendszerként ismer. Bizonyosság és tökéletes információ mellett mindkét szabályozási megközelítés hatékony eredményeket érhet el. A szén-dioxid-adók az árak tekintetében bizonyosságot, a mennyiség tekintetében azonban bizonytalanságot jelentenek, így potenciálisan jobbak lehetnek, ha a kibocsátáscsökkentés határkötségei viszonylag alacsonyak és bizonytalanok, a határkárok azonban jól ismertek. A mennyiségi szabályozást célzó cap and trade rendszerek a kibocsátás mennyiségét illetően bizonyosságot jelentenek, de a másik oldalon az árak bizonytalanságát jelentik. Ennek a szabályozási gyakorlatnak az alkalmazása előnyösebb, ha a határkárfüggvények meredekesek és a kibocsátáscsökkentési határkötségek jobban ismertek. Weitzman elemzése azt sugallja, hogy amikor a határcsökkentési költségek meredeken esnek a határkárkötségekhez képest, az árinstrumentumok (adók) alkalmazása célszerűbb. Tekintettel az éghajlatváltozás globális jellegére és a mérsékelt kibocsátási tartományokban viszonylag lapos határkárfüggvényre, Weitzman elemzése inkább a szén-dioxid-kibocsátás adóztatása mellett érvel a mennyiségi szabályozással szemben.<sup>19</sup>

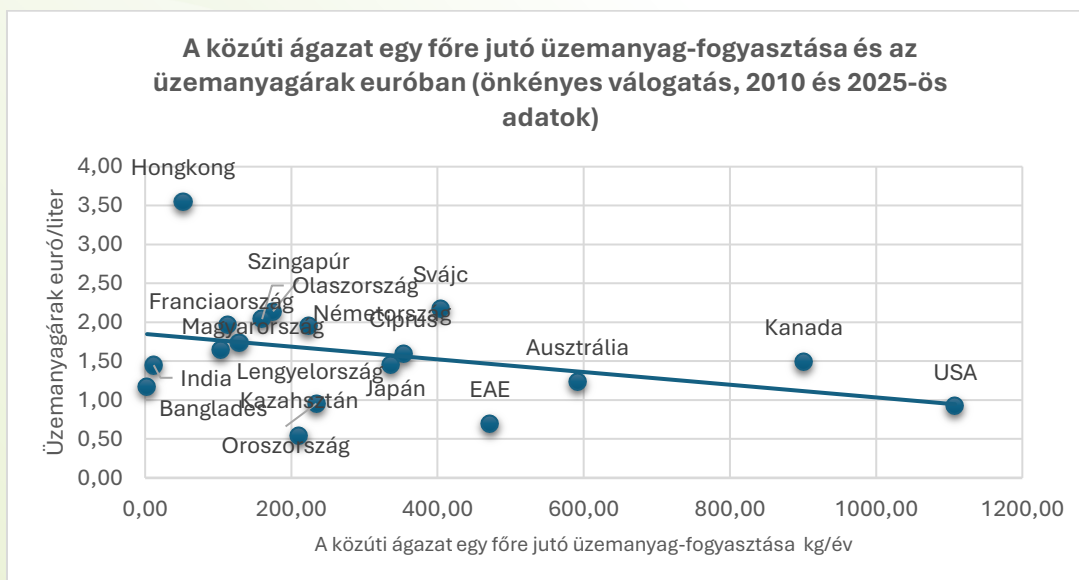
<sup>18</sup> A hagyományos éghajlat-gazdasági modellek gyakran egyszerű kárfüggvényeket használnak az éghajlatváltozás hatásainak a vizsgálatára. Például a hőmérséklet-emelkedés hatása a gazdasági eredményre. Ezek a kárfüggvények nem feltétlenül ragadják meg, hogy az éghajlatváltozás hogyan hat a gazdaság különböző ágazataira, régióira vagy aspektusaira. Az „alt damage” a bizonytalanságokat és extrém eseményeket inkább figyelembe vevő becsléseken alapul.

<sup>19</sup> Weitzman, Martin L. „Prices vs. quantities 1, 2”. In *The Theory and Practice of Command and Control in Environmental Policy*, Routledge, (2018) 315–29.

A szén-dioxid-adó olyan adó, amelyet minden olyan árura és szolgáltatásra kivetnek, amelynek előállítása során szén-dioxid-kibocsátás keletkezik. A szén-dioxid-árát kétféleképpen lehet bevezetni: szén-dioxid-adóval vagy a „cap and trade” rendszerrel. A „cap and trade” (sapka és kereskedelem) rendszerben a szén-dioxid ára idővel változik. Meghatározzák a szennyezés maximális szintjét (a „felső határértéket”), és a gyártóknak engedélyt kell kérniük a szén-dioxid-kibocsátáshoz. Azt, hogy ezek az engedélyek mennyire drágák, egy kereskedelmi rendszer határozza meg. Az engedélyek ára a kibocsátási határértékhez közeledve növekszik. Mindkét rendszerben bármely termék ára az előállítása során kibocsátott szén-dioxid mennyiségével együtt nő.

Ennek eredményeként az alacsony szén-dioxid-kibocsátású termékek (mint például a vonatozás vagy a napenergia) nem drágulnak, míg a sok kibocsátást okozó termékek (mint például a repülőút vagy a szénenergia) drágulnak.<sup>20</sup>

„Az érv tehát az, hogy ha már adókat kell kivetni, akkor jobb olyasmit megadóztatni, ami árt az embereknek, mint olyasmit, amit ösztönözni akarunk, például a munkát. A szén-dioxid-árnak nagy vesztesei vannak – a fossziliztüzelőanyag-ipar –, de a polgárok számára az általános adóknak nem kell emelkedniük: a szén-dioxid-ár a kormány bevétele, így máshol csökkentheti az adókat.”<sup>21</sup>



Forrás: Saját összeállítás a következő adatbázisok alapján.

<sup>20</sup> Roser, Max. „The Argument for a Carbon Price”. *Our World in Data*. (2021)

<sup>21</sup> Roser, Max. „The Argument for a Carbon Price”. *Our World in Data*. (2021)

Negyvenkét ország üzemanyagárait és az egy lakosra jutó üzemanyag-fogyasztását összehasonlítva érdekes tapasztalatokat szerezhetünk. Általános közgazdasági összefüggésként azt remélhetnénk, hogy ahol drágább az üzemanyag, ott kisebb az egy lakosra jutó üzemanyag-fogyasztás. Sajnos ez nem bizonyítható, az adatok azt mutatják, hogy gyakorlatilag alig van kapcsolat, az üzemanyagáraktól szinte független, hogy egyes országok lakosai mennyit autóznak. Az ábrán a jobb áttekinthetőség miatt csak néhány országot ragadtunk ki.

Meglepő például, hogy egy szigetország, mint Szingapúr, ahol alig vannak távolságok és az üzemanyagár is magas, megelőzi például Franciaországot és Olaszországot. Kiugróan magasak az árak Svájcban, az egy főre jutó fogyasztás mégis magas. A kőolajban gazdag arab országokban olcsó az üzemanyag, és viszonylag magas az egy főre jutó fogyasztás. Kanada és az USA viszonylag kis népsűrűségű országok, alacsonyak az üzemanyagárak, és természetesen magas az egy lakosra jutó fogyasztás. Tudjuk azonban, hogy ezek olyan gazdag országok, ahol még a városokban is hiányzik a megfelelő tömegközlekedés. A nagy kiterjedésű és ritkán lakott Kazahsztán viszonylag szegény országnak számít, de viszonylag olcsó üzemanyagárakkal és magas egy főre jutó fogyasztással kilóg a szegény országok sorából, ami nyilván a szénhidrogén ásványkincsek bőségének köszönhető. Az adatokból sokféle következtetésre juthatunk. Lesznek olyanok, akik megkérdőjelezzik az üzemanyagok adóztatásának az értelmét, és lesznek, akik a magasabb adók mellett érvelnek, mondván, ha radikálisan megemelnék az üzemanyagok árát, akkor csökkenne a fogyasztás. Az adatok azt mutatják, hogy egy igazán komplex, valódi vad problémáról van szó, és szinte lehetetlen megállapítani, hogy milyen hatása lenne egy drasztikus áremelésnek. Tudjuk azonban, hogy az üzemanyagok árrugalmassága kicsi, de hosszú távon mégis hatással vannak az árak a fogyasztásra. A mai autók fogyasztása töredéke a húsz évvel ezelőttiekének. Az elektromos és hibrid autókat sokan nem környezeti meggyőződésből, hanem takarékoságból választják. Nem látszik a közvetlen hatás a számokból, de bonyolult áttételeken keresztül mégis van hatása az üzemanyagáraknak is a fogyasztásra. Széles körű kutatások bizonyítják, hogy az árrugalmasság rövid távon az üzemanyagok esetében körülbelül  $-0,3$ , míg a hosszú távú árrugalmasság már jelentősnek számít, mert a különböző vizsgálatok  $-0,6$  és  $-0,7$  körüli értékeket jeleznek.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Liddle, Brantley és Hillard Huntington. „‘On the Road Again’: A 118 country panel analysis of gasoline and diesel demand”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 142 (2020): 151–67.

## **A szén-dioxid-mentes gazdaság lehetősége**

A szén-dioxid-kibocsátásmentes gazdaság koncepciója – amely nettó szén-dioxid-kibocsátás nélkül működik – környezetvédelmi törekvésből gazdasági szükségszerűséggé vált. A szén-dioxid-mentes gazdaság nem feltétlenül jelenti azt, hogy minden tevékenységből származó szén-dioxid-kibocsátás nulla, hanem azt, hogy a kibocsátáscsökkentés és a szén-dioxid-eltávolítási stratégiák kombinációjával érjük el a nettó nulla kibocsátást.

Ez a megközelítés elismeri, hogy egyes ágazatok továbbra is termelhetnek kibocsátást, míg mások szén-dioxid-negatívvá válnak. Az átmenethez alapvetően át kell alakítani az energiatermelést, az ártermelést, az emberek és a termékek szállítását, valamint az épített környezetünk kialakításának a módját. A szénmentes gazdaságra való átállás a másik oldalon jelentős gazdasági lehetőségeket teremt. A tiszta energiaágazat már most is milliókat foglalkoztat világszerte, és a munkahelyek száma a hagyományos energia-iparágakat meghaladó mértékben növekszik. A zöldkötvények és a fenntartható finanszírozás dollárbilliókat irányít az alacsony szén-dioxid-kibocsátású beruházásokba, miközben a vállalatok felfedezik, hogy a fenntarthatóság gyakran összefügg a hatékonysággal és a nyereséggel. A körforgásos gazdaság koncepciója – a hulladékok kiküszöbölése és az anyagok használatban tartása – egy másik olyan utat kínál, amely csökkenti a kibocsátást és az erőforrásköltségeket. A legnagyobb kihívások inkább politikai és társadalmi, mint technikai jellegűek.

A meglévő rendszerekben meglévő érdekek, az éghajlat-politika körüli politikai polarizáció és a közvélemény ellenállása a változásokkal szemben jelentősen lassíthatja az előrehaladást. Joseph Schumpeter kreatív rombolásról alkotott koncepciója keretet ad a szén-dioxid-kibocsátásra való áttérés mint a gazdasági megújulás folyamatának megértéséhez. A fosszilizálóanyag-iparágaknak a tiszta energiával való kiszorítása olyan technológiai törést jelent, amely történelmileg a gazdasági fejlődés motorja. A már működő cégek és iparágak elavulással szembesülnek, miközben új ágazatok jelennek meg. A szén-dioxid-kibocsátásra való áttéréssel szembeni ellenállás nem a gazdasági hatékonysággal kapcsolatos aggályokból, hanem a nyereségek és veszteségek elosztásából fakadhat. Schumpeter elmélete azt sugallja, hogy bár az átmenet rövid távon csökkentheti a hatékonyságot, hosszú távon fokozhatja a dinamizmust és az innovációs kapacitást. A kérdés az, hogy a kreatív rombolás folyamata elég gyorsan végbemehet-e ahhoz, hogy megfeleljen az éghajlati korlátozásoknak, miközben kezelni tudja a jelentős gazdasági szerkezetátalakítással járó társadalmi és politikai zavarokat.

A kihívást nem a szén-dioxid-mentes gazdaság elméleti megvalósíthatósága jelenti, hanem az olyan intézmények, politikák és piaci mechanizmusok gyakorlati kialakítása és végrehajtása,

amelyek képesek a szükséges átalakulást koordinálni, miközben kezelik az elosztási következményeket és a nemzetközi koordinációs problémákat.

### **Záró gondolatok**

Napjainkban a szénadó bevezetésével is egyetért a főáramú közgazdaságtan baloldali és jobboldali ága is. Az egyetértés oka a baloldalon nyilván az, hogy az adót mindenképpen be kell szedni, és jobb, ha azok fizetnek többet, akiknek nagyobb a szénlábnyomuk. A jobboldalon az egyetértést az magyarázza, bár a jobboldal általában adóellenes, hogy ha már adót kell fizetni, akkor jobb, ha olyan tevékenységet adóztatnak, ami ártalmas, vagyis a környezetszennyezést és nem a foglalkoztatást, aminek a fokozása nemcsak az egyén, hanem a társadalom érdeke is. A szén-dioxid-mentes gazdaságnak globálisnak kell lennie ahhoz, hogy hatékony legyen, ami példátlan nemzetközi együttműködést igényel. A fejlődő országoknak hozzáférésre van szükségük a tiszta technológiákhoz és a finanszírozáshoz, hogy elkerüljék a gazdag országok által követett szén-dioxid-intenzív fejlődési utakat. A technológiaátadás, az éghajlat-politikai finanszírozás és a kapacitásépítés a sikeres globális átmenet alapvető elemei. Az előrevezető út annak felismerését követeli meg, hogy ez az átalakulás az emberiség történelmének egyik legnagyobb kihívását és lehetőségét jelenti. Ha felvállaljuk a lehetőségeket, miközben őszintén szembenézünk az akadályokkal, olyan gazdaságot építhetünk, amely nemcsak szén-dioxid-kibocsátásmentes, hanem virágzóbb, igazságosabb és rugalmasabb is, mint az, amit felvált. A szén-dioxid-mentes gazdaság nem visszatérés a múltba, hanem ugrás egy fejlettebb és fenntarthatóbb jövő felé. A szén-dioxid-mentes gazdaság egyszerre jelenti a történelem legnagyobb piaci hibajavítását és a legnagyobb gazdasági átalakulási lehetőséget.

A közgazdasági elmélet azt sugallja, hogy megfelelő intézményi tervezéssel és szakpolitikai végrehajtással ez az átalakulás inkább növelheti, mint csökkentheti a gazdasági jólétet, és olyan alapot teremthet a fenntartható jóléthez, amelyet a gazdasági növekedés korábbi generációi nem értek el.

<sup>23</sup> György Bögel. „A schumpeteri »teremtő rombolás« módjai az infokommunikációs iparban”.

# Reflektorfényben az ESG – kihívások és lehetőségek a fenntartható gazdasági átállás során

**Molnár Csaba Gábor**, igazgató, SZTFH ESG Igazgatóság

**Dr. Besenyei Mónika**, igazgató, MCC Klímapolitikai Intézet, adjunktus, Széchenyi István Egyetem

## Miért beszélünk az ESG-ről?

Az ESG, vagyis a környezeti (Environmental), társadalmi (Social) és irányítási (Governance) szempontok integrálása a vállalati működésbe és a befektetési döntéshozatalba, napjaink egyik legjelentősebb üzleti és gazdasági trendje. Az ESG keretrendszer célja, hogy a vállalatok és befektetők hosszú távú fenntarthatóságot és társadalmi felelősségvállalást helyezzenek döntéseik középpontjába, miközben figyelembe veszik a gazdasági teljesítményt is.

A környezeti szempontok (E) magukban foglalják a klímaváltozás elleni küzdelmet, az erőforrások fenntartható használatát és a környezetszennyezés csökkentését. A társadalmi szempontok (S) a munkavállalók jólétére, a közösségekkel való kapcsolattartásra és az emberi jogok tiszteletben tartására koncentrálnak. Az irányítási szempontok (G) pedig a transzparens vállalatirányítást, a korrupció elleni küzdelmet és az etikus üzleti magatartást helyezik előtérbe.<sup>24</sup>

Az ESG jelentősége az elmúlt évtizedben ugrásszerűen nőtt, mivel az érintettek (stakeholderek) – beleértve a fogyasztókat, befektetőket és szabályozó hatóságokat – egyre nagyobb nyomást gyakorolnak a vállalatokra a fenntartható működés érdekében.

Az Európai Unió például az elmúlt években kiépítette az ESG szabályozási architektúráját, amelynek négy fő pillére a vállalati jelentéstétel (CSRD/ESRS), a pénzügyi piaci közzétételek (SFDR), a gazdasági tevékenységek fenntarthatósági besorolása (EU Taxonómia) és az értéklánc-átvilágítás (CSDDD).

A 2025 tavaszán elfogadott úgynevezett Omnibus-csomag már az első jelentéstételi ciklus tapasztalataira reagálva egyszerűsítette az ESRS kötelező adattartalmát, kiterjesztette a

<sup>24</sup> [BlackRock](#). *What is ESG Investing?*

vállalati szintű rugalmassági lehetőségeket, és több, a kkv-kat érintő adatszolgáltatási kötelezettséget ideiglenesen enyhített.<sup>25</sup>

A magyar szabályozási filozófia ezzel párhuzamosan a kezdetektől más hangsúlyokat alkalmazott. Az ESG-t a vállalatirányítás kockázatkezelési moduljaként értelmezi, nem ideológiai keretként, és nem is a versenyképesség felett álló célrendszerként.

A cél az, hogy a működésbe beépített, arányos és ellenőrizhető döntéstámogató eszközként szolgáljon a fizikai, a klímaátálláshoz kapcsolódó, a társadalmi rendszerek működését érintő, a jogi-szabályozási és a reputációs kitétségek azonosítására és kezelésére. Ennek érdekében a hazai szabályozás világos közzétételi követelményeket ír elő, kerülve a túlzó adatigényeket és a beszállítói kapcsolatok indokolatlan terhelését.

Az ESG bevezetése azonban semmiképp sem mentes a kihívásoktól. A vállalatok számára nehézséget jelenthet az ESG-mutatók mérése, a zöldmosás (greenwashing) elkerülése és a rövid távú profitszerzés összeegyeztetése a hosszú távú fenntarthatósági célokkal.<sup>26</sup>

A befektetők szempontjából pedig kihívást jelenthet az ESG-alapú befektetések hozamának és kockázatának pontos értékelése, valamint a megbízható adatok hiánya. Ez a cikk átfogó képet nyújt az ESG gazdasági vetületeiről, különös tekintettel a vállalati és befektetői perspektívákra, a környezeti felelősségre, a zöldtechnológiákra, a szabályozási környezetre, valamint a magyar és nemzetközi kontextusra.

Magyarországon az ESG-törvény megalkotásakor alapelv volt, hogy az alkalmazás során felmerülő kérdéseket ne kétes eredetű ideológiai megfontolások, hanem a vállalatok valós működési kockázatai határozzák meg.

A szabályozás az üzletfolytonosságot fenyegető kockázatokra koncentrál, a rezilienciát pedig az üzletfolytonosság, a fizikai, társadalmi és reputációs kockázatok kezelésének eszközeként értelmezi. Az irracionális adatigények helyett a hangsúly az arányos, mérhető és teljesíthető átvilágítási keretrendszeren van, amelynek egyik központi eleme a maximalizált ESG-kérdőív, amely egyetlen, strukturált, egyszeri adatszolgáltatási formában gyűjti be a szükséges információkat, minimalizálva az adminisztrációs terheket<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> Európai Unió. Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and Capital Markets Union [hírlevél](#)

<sup>26</sup> PwC. ESG Reporting Challenges and Opportunities.

<sup>27</sup> SZTFH Tanulmánykötet

## Az ESG gazdasági szempontjai

### *Vállalati perspektíva*

Az ESG keretrendszer gazdasági szempontjai a vállalatok számára egyszerre jelentenek kihívásokat és lehetőségeket. A fenntarthatóság és az etikus működés integrálása a vállalati stratégiákba nemcsak a társadalmi és környezeti elvárásoknak való megfelelést szolgálja, hanem hosszú távú gazdasági előnyöket is biztosíthat. A vállalati perspektíva szempontjából kiemelt figyelmet érdemel, hogy miként befolyásolják a gazdasági szempontok az ESG működési modelleket, a stratégia meghatározását és a versenyképességet, a gyakorlati megvalósíthatóságra és a pénzügyi stabilitásra fókuszálva.

A vállalati ESG akkor erősíti a versenyképességet, ha nem külön projektek halmaza, hanem a kockázatkezelési rendszer szerves része. Ennek rendje szerint először a kockázatok azonosítása, a lényegességi elemzés, majd a kockázatelemzés elvégzése súlyosság és bekövetkezési valószínűség alapján, végül arányos, fokozatos intézkedések fogantatása<sup>28</sup>.

### *Az ESG gazdasági előnyei a vállalatok számára*

Az ESG-stratégia integrálása lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy csökkentsék működési kockázataikat és növeljék hosszú távú jövedelmezőségüket.

Az energiahatékonysági beruházások, például korszerű gyártási technológiák vagy megújuló energiaforrások használata, jelentős költségmegtakarítást eredményezhetnek. A McKinsey & Company kutatása szerint az energiahatékonysági intézkedések akár 20-30%-kal is csökkenthetik a működési költségeket bizonyos iparágakban.<sup>29</sup>

További előny, hogy az ESG-alapú működés javíthatja a vállalati reputációt, ami növeli a fogyasztói lojalitást, vonzóbbá téve a céget a tehetségek megszerzése szempontjából. A Deloitte felmérése szerint a munkavállalók, különösen a fiatalabb generációk, előnyben részesítik azokat a vállalatokat, amelyek elkötelezettek a fenntarthatóság iránt.<sup>30</sup> Emellett az ESG-kritériumok figyelembevétele segít elkerülni a bírságokat, csökkenti a reputációs kockázatokat és a zöldmosás miatti kritikák esélyét.

<sup>28</sup> SZTFH, Kockázatkezelés [ESG Útmutató](#)

<sup>29</sup> [McKinsey & Company](#). The Net-Zero Transition: What It Would Cost, What It Could Bring.

<sup>30</sup> [Deloitte](#). 2023 Gen Z and Millennial Survey.

A gyakorlati érték tehát nem általános ígéret, hanem mérhető kockázati pozíciójavulás: kevesebb szabályozói és peres kitettség, stabilabb ellátási lánc, alacsonyabb reputációs volatilitás. E három tényező együtt javítja a tőkeköltséget és az üzletmenet-folytonosságot, különösen olyan környezetben, ahol a közzétételek rendje egységes és a felügyelet látható.

#### *Kihívások az ESG bevezetésében*

Az ESG-stratégiák megvalósítása többnyire jelentős kezdeti beruházásokat igényel, ami különösen a kis- és középvállalkozások (kkv-k) számára jelenthet nehézséget. Például a karbonsemlegesség elérése érdekében szükséges technológiai átállás, mint az elektromos járműflották bevezetése vagy a gyártási folyamatok átalakítása, magas költségekkel járhat.<sup>31</sup> A konzervatív megközelítés hangsúlyozza, hogy a vállalatoknak alaposan mérlegelniük kell a beruházások megtérülését, hogy elkerüljék a pénzügyi instabilitást.

További kihívás az ESG-mutatók mérése és jelentése. A vállalatok gyakran szembesülnek azzal, hogy a különböző piacokon eltérő jelentési standardokat várnak el tőlük, ami növelheti az adminisztratív terheket.<sup>32</sup> Különösen igaz ez, ha a vállalatok beszállítóként megannyi üzleti partnertől és finanszírozótól érkező átvilágítási gyakorlattal találkoznak. Az ellátási lánc fenntarthatóságának biztosítása is nehézséget jelent, mivel a beszállítók nem mindig felelnek meg az ESG-kritériumoknak, különösen a fejlődő országokban.

#### *Stratégiai megfontolások*

A vállalatoknak fokozatosan, a meglévő erőforrásaikra és infrastruktúrájukra támaszkodva kell bevezetniük az ESG-stratégiákat.

Ez magában foglalhatja a meglévő folyamatok optimalizálását, például az energiafogyasztás csökkentését vagy a hulladékkezelés javítását, nem szükségszerű, hogy radikális átalakításokat hajtanának végre. Számos nagyvállalatnál sikeresen alkalmazzák ezt a megközelítést, fokozatosan csökkentve ökológiai lábnyomukat anélkül, hogy működésük alapvető struktúráját megváltoztatnák.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> PwC. ESG Implementation Challenges for SMEs. <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/esg-implementation-smes.html>

<sup>32</sup> KPMG. ESG Reporting: Navigating the Standards.

<sup>33</sup> Nestlé. Sustainability at Nestlé: <https://www.nestle.com/sustainability>

A vállalatok számára szintén fontos, hogy az ESG-stratégia összhangban legyen az üzleti céljaikkal. Az ESG nem öncélú kezdeményezés, hanem olyan eszköz, amely hozzájárul a hosszú távú versenyképességhez és a piaci bizalom erősítéséhez.

### **Befektetői szempontok**

Az ESG-szempontok egyre nagyobb szerepet játszanak a befektetési döntéshozatalban, mivel a befektetők tisztában vannak azzal, hogy a fenntarthatóság és a hosszú távú értékteremtés szorosan összefügg. Az ESG-alapú befektetések nemcsak a társadalmi és környezeti hatások figyelembevételét jelentik, hanem a pénzügyi teljesítmény optimalizálását is, mivel a fenntartható vállalatok gyakran kedvezőbb kockázatkezelést és stabilabb hozamokat kínálnak.

#### *Az ESG-befektetések előnyei*

Az ESG-alapú befektetések vonzereje abban rejlik, hogy képesek összekapcsolni a pénzügyi hozamokat a társadalmi és környezeti célokkal. Számos tanulmány kimutatta, hogy az ESG-kritériumokat figyelembe vevő vállalatok gyakran jobb pénzügyi teljesítményt nyújtanak hosszú távon, mivel hatékonyabban és átfogóbban értelmezik és kezelik a kockázatokat.<sup>34</sup> Például a Morgan Stanley 2020-as elemzése szerint az ESG-szemléletű alapok gyakran felülteljesítették a hagyományos alapokat, különösen válsághelyzetekben, mint a Covid-19-pandémia idején.<sup>35</sup>

A befektetők számára további előny, hogy az ESG-stratégia megléte csökkentheti a portfóliók kockázatát. Azok a vállalatok, amelyek figyelmet fordítanak a klímaváltozás hatásainak mérséklésére vagy az etikus vállalatirányításra, kevésbé vannak kitéve szabályozási bírságoknak, peres ügyeknek vagy reputációs kockázatoknak.<sup>36</sup> Emellett az ESG-befektetések iránti kereslet növekedése – különösen a fiatalabb generációk körében – új piaci lehetőségeket teremt, mivel a befektetők egyre inkább olyan alapokat keresnek, amelyek összhangban állnak a saját értékrendjükkel.

<sup>34</sup> [Harvard Business Review](#). The Financial Benefits of ESG Investing

<sup>35</sup> [Morgan Stanley](#). Sustainable Funds Outperform in 2020

### *Kihívások az ESG-befektetésekből*

Az ESG-befektetések terén az egyik legnagyobb kihívás a megbízható és egységes adatok meglétének és elérhetőségének hiánya. A vállalatok ESG-teljesítményének mérése és összehasonlítása nehéz, mivel az erre vonatkozó standardok és mérőszámok nem egységesek globálisan.<sup>37</sup> Az Európai Unió Fenntartható Pénzügyi Közzétételi Rendelete (SFDR), az Európai fenntarthatósági jelentéstételi szabványok (ESRS) és a Vállalati fenntarthatósági jelentésről szóló irányelv (CSRD) ugyan lépéseket tesz az átláthatóság növelése érdekében, de a teljes körű implementáció még folyamatban van.<sup>38</sup>

További kihívás a zöldmosás (greenwashing) kockázata, amikor egyes alapok vagy vállalatok félrevezető módon fenntarthatóként tüntetik fel magukat, ami megnehezíti a valóban fenntartható lehetőségek azonosítását.<sup>39</sup> Emellett az ESG-befektetések rövid távú hozamai esetenként elmaradhatnak a hagyományos befektetésektől, ami különösen azok számára jelenthet problémát, akik gyors megtérülést várnak.

### *Gazdasági hatások és lehetőségek*

Az ESG-fókuszú befektetések gazdasági hatásai túlmutatnak az egyéni célokon. Az ESG-alapokba áramló tőke átforgalmazza a globális pénzügyi piacokat, mivel a vállalatoknak érdekük, hogy alkalmazkodjanak a befektetői elvárásokhoz.

Az MSCI adatai szerint 2023-ban a globális ESG-alapokba fektetett eszközök értéke meghaladta a 3 billió dollárt, ami jelentős piaci részesedést jelent.<sup>40</sup> Ez a trend ösztönzi a vállalatokat arra, hogy fenntarthatóbb működési modelleket dolgozzanak ki, ami hosszú távon hozzájárul a globális gazdasági stabilitáshoz.

A befektetők számára az ESG-stratégiák lehetőséget nyújtanak a diverzifikációra és az új piacokra való belépésre, például a megújuló energiaforrások vagy a zöldtechnológiák területén.

<sup>36</sup> [BlackRock](#). Risk Management in ESG Investing

<sup>37</sup> [PwC](#). ESG Reporting: Challenges in Data Consistency

<sup>38</sup> [Európai Unió](#). Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and Capital Markets Union hírlevél

<sup>39</sup> [Deloitte](#). Navigating Greenwashing Risks in ESG Investing

<sup>40</sup> [MSCI](#). Global ESG Investing Trends 2023

Az olyan kezdeményezések, mint az EU taxonómia, amely meghatározza a fenntartható gazdasági tevékenységeket, tovább segítik a befektetőket abban, hogy célzottan támogassák a környezetbarát projekteket.<sup>41</sup>

A tőke terelése – például az EU taxonómia szerinti tevékenységek felé – csak annyira hatékony, amennyire a műszaki-üzemeltetési megvalósíthatósághoz kötjük. Jelzésértékű besorolások önmagukban torzíthatják a költség-haszon arányt. A vállalati gyakorlatban ezért a megfeleltetésnek üzemeltetési adatokon és auditált bizonyítékokon kell nyugodnia. Az EU taxonómia keretrendszerével a vállalatok nem csupán mérhetővé teszik zöldtevékenységeik intenzitását és arányát (például az EU-s taxonómia szerinti CapEx 32%-kal, €220 milliárdról €291 milliárdra, illetve a zöldbevételek 22%-kal, €670 milliárdról €814 milliárdra nőttek 2022 és 2023 között), hanem előmozdítják az ESG-transzparenciát, ezzel erősítve versenyképességüket, csökkentve a tőkeköltségeiket és hosszú távon növelve gazdasági rezilienciájukat.<sup>42</sup>

### **Az ESG környezeti szempontjai**

#### *Vállalati felelősség a környezetvédelemben*

Az ESG-keretrendszer környezeti pillére (Environmental) a vállalatok működésének ökológiai lábnyomára és a környezetvédelem iránti felelősségükre fókuszál, elsődleges célja nem az előírások számának növelése, hanem a működési kockázatok csökkentése: energia- és nyersanyagkitettség, fizikai klímakockázatok, környezetvédelmi incidensek.

A vállalati felelősség a környezetvédelemben mára már nem csupán erkölcsi kötelesség, hanem stratégiai szükségszerűség is, mivel a fogyasztók, befektetők és szabályozók egyre nagyobb elvárásokat támasztanak a fenntartható működéssel szemben.

<sup>41</sup> [Európai Bizottság. EU Taxonomy for Sustainable Activities](#)

<sup>42</sup> [EU Platform on Sustainable Finance, Simplifying the EU Taxonomy to Foster Sustainable Finance, Report on Usability and Data](#)

### *A környezeti felelősség kulcsfontosságú területei*

A vállalatok környezeti felelőssége több területre terjed ki, beleértve az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését, az erőforrások hatékony felhasználását, a hulladékkezelést és a biodiverzitás védelmét. Az Európai Unió 2050-re kitűzött karbonsemlegességi célja például arra kötelezi a vállalatokat, hogy jelentősen csökkentsék szén-dioxid-kibocsátásukat, és álljanak megújuló energiaforrásokra.<sup>43</sup> Ez gyakran új technológiák bevezetését, például napelemek vagy energiahatékony gyártási folyamatok alkalmazását igényli.

A hulladékkezelés szintén kiemelt terület. A körforgásos gazdaság elvei szerint a vállalatoknak minimalizálniuk kell a hulladéktermelést, és előtérbe kell helyezniük az újrahasznosítást, valamint az újrahasznosítható anyagok használatát.<sup>44</sup>

### *Kihívások a vállalati környezetvédelemben*

A környezeti felelősségvállalás nem mentes a nehézségektől. Az egyik legnagyobb kihívás a költségek kezelése. Az energiahatékony technológiák bevezetése vagy a karbonlábnyom csökkentése jelentős beruházásokat igényel, ami különösen a kis- és középvállalkozások (kkv-k) számára jelenthet akadályt. Emellett a zöldmosás kockázata is fennáll, amikor a vállalatok túlzó vagy félrevezető állításokat tesznek környezeti teljesítményükről, ami alááshatja a fogyasztói bizalmat.<sup>45</sup>

További kihívás a globális ellátási láncok fenntarthatóságának biztosítása. A vállalatok gyakran szembesülnek azzal, hogy beszállítóik nem értik vagy nem tartják be az ESG-kritériumokat, ami megnehezíti a teljes értéklánc fenntarthatóvá tételét. Például a textiliparban a nyersanyagok beszerzése során gyakran felmerülnek környezeti és etikai problémák, mint az erdőirtás, a vízszennyezés vagy a munkakörnyezet elégtelensége.<sup>46</sup>

E kihívásokhoz hozzátartozik, hogy a vállalatok sokszor kénytelenek felülvizsgálni vagy módosítani korábban kitűzött környezeti céljaikat. Az ambiciózus csomagolás- és műanyaghasználat-csökkentési vállalások például gyakran ütköznek technológiai, piaci vagy infrastrukturális akadályokba, amelyek lassíthatják a teljesítés ütemét.

<sup>43</sup> Európai Bizottság. [European Green Deal: Striving for carbon neutrality by 2050](#)

<sup>44</sup> Ellen MacArthur Foundation. [What is a circular economy?](#)

<sup>45</sup> Deloitte. [Navigating Greenwashing Risks in ESG Investing](#)

<sup>46</sup> Greenpeace. [Fashion at the Crossroads](#)

Ez nemcsak költség- és megvalósíthatósági kérdés, hanem kommunikációs kockázat is, hiszen a célok elhalasztása vagy enyhítése a fogyasztói bizalmat és a befektetői megítélést egyaránt érintheti.

### *A vállalati felelősségvállalás előnyei*

A környezeti felelősségvállalás nemcsak kockázatokat jelent, hanem lehetőségeket is kínál. A fenntartható működés javíthatja a vállalati imázst, növelheti a fogyasztói lojalitást és vonzóbbá teheti a céget a befektetők számára. Az ESG-alapú stratégiák bevezetése gyakran költségmegtakarítással is jár, például az energiahatékonyság növelésével vagy a hulladékcsökkentéssel. Ezenkívül a szigorodó szabályozásoknak való megfelelés elkerülheti a bírságokat és a jogi kockázatokat.

### **Innováció és zöldtechnológiák**

A zöldtechnológiák és innovációk alkalmazása kiemelt szerepet játszik az ESG-szemponatok integrálásában, a környezeti célok elérésében, miközben gazdasági előnyöket kínál a vállalatok számára. A technológiaváltás sikerét nem a címkék, hanem a megbízható mérés és a skálázhatóság dönti el. A cél tehát azonos klímacél mellett a legkisebb beruházási kockázat.

### *A zöldtechnológiák szerepe*

A zöldtechnológiák olyan megoldásokat foglalnak magukban, amelyek csökkentik a környezeti terhelést, például a megújuló energiaforrások, az energiahatékonysági rendszerek és a környezetbarát gyártási folyamatok, így egyre fenntarthatóbb alternatívákat kínálnak, miközben a körforgásos gazdaság megvalósítása tekinthető a végső célnak.

Az olyan technológiák például, mint a napelemek, a szélturbinák vagy az energiahatékony építési megoldások, lehetővé teszik a vállalatok számára, hogy csökkentsék szén-dioxid-kibocsátásukat, miközben költséghatékony működést biztosítanak.<sup>47</sup>

Például a Siemens jelentős beruházásokat hajtott végre hidrogénalapú energiatermelési technológiák fejlesztésébe, amelyek hozzájárulnak a karbonsemlegességi céljaik megvalósításához.<sup>48</sup>

A körforgásos gazdaság elveit támogató technológiák, például az újrahasznosítási eljárások vagy a biológiailag lebomló anyagok használata, szintén kulcsfontosságúak, összhangban az Európai Unió fenntarthatósági irányelveivel.<sup>49</sup>

47 Nemzetközi Energiaügynökség (IEA). Renewable Energy Market Update

48 Siemens. Green Hydrogen Solutions

49 Ellen MacArthur Foundation. What is a circular economy?

### *Konzervatív megközelítés az innovációban*

A zöldtechnológiák bevezetése során fontos, hogy a vállalatok kiegyensúlyozott megközelítést alkalmazzanak, amely figyelembe veszi a költségeket és a gyakorlati megvalósíthatóságot. A konzervatív szemlélet hangsúlyozza, hogy a technológiai fejlesztéseknek bizonyítottan működőképeseknek és gazdaságilag életképeseknek kell lenniük. Például a szén-dioxid-leválasztási és -tárolási (CCS) technológiák ígéretesek, de a magas beruházási költségek és a technológiai érettség hiánya miatt sok vállalat óvatosan közelíti meg ezek bevezetését.<sup>50</sup> A konzervatív megközelítés azt is jelenti, hogy a vállalatok a meglévő infrastruktúrájukat fejlesztik, ahelyett hogy teljesen új rendszereket építenének. Az energiahatékonyság növelése, például korszerűsített gyártósorokkal vagy okos mérési rendszerekkel, jelentős környezeti előnyöket biztosíthat anélkül, hogy radikális változásokra lenne szükség<sup>51</sup>, ami általában nagyobb környezeti terheket jelenthet a beruházás szakaszában.

### *Kihívások és korlátok*

A zöldtechnológiák bevezetése jelentős beruházásokat igényel, ami különösen a kisebb vállalatok számára lehet megterhelő kihívás. Emellett a technológiai fejlesztések üteme nem mindig tart lépést a szabályozási elvárásokkal, ami bizonytalanságot okozhat a befektetések megtérülése terén.<sup>52</sup> A globális piacokon való versenyképesség fenntartása is nehézséget jelenthet, ha a versenytársak kevésbé szigorú környezeti szabályozások mellett működnek.

A zöldtechnológiák alkalmazása nemcsak a környezeti célokat szolgálja, hanem gazdasági előnyöket is kínál. Az energiahatékonysági fejlesztések csökkenthetik a működési költségeket, míg a fenntartható termékek iránti fogyasztói kereslet növelheti a piaci részesedést.<sup>53</sup> Továbbá a zöldtechnológiákba való befektetés vonzóbbá teheti a vállalatokat a befektetők számára, akik egyre nagyobb figyelmet fordítanak az ESG-kritériumokra.

### **A jogszabályalkotók szerepe**

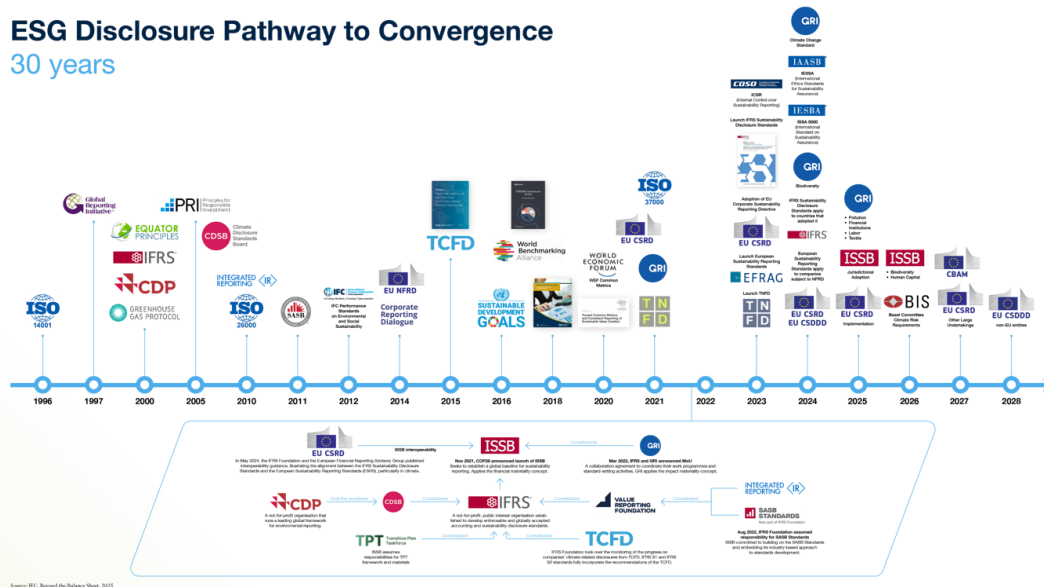
A jogszabályalkotók kulcsszerepe az ESG-keretrendszerben kettős: egyrészt meghatározzák a kötelező kritériumokat, másrészt biztosítják a piaci szereplők számára a végrehajtáshoz szükséges stabil keretet. A megfelelő szabályozás nemcsak kötelezettségeket ró a vállalatokra és befektetőkre, hanem elősegíti a gazdasági stabilitást és az innovációt.

<sup>50</sup> McKinsey & Company. Carbon Capture, Utilization, and Storage: Opportunities and Challenges.

<sup>51</sup> Deloitte. Energy Efficiency in Manufacturing.

<sup>52</sup> PwC. Navigating ESG: Technology and Sustainability.

## 1. ábra. ESG-szabályozási és jelentéstételi keretrendszerek fejlődése



Forrás: [IFC Beyond the Balance Sheet, 2025](#)

Az Európai Unió élen jár az ESG-alapú szabályozások bevezetésében. A Fenntartható Pénzügyi Közzétételi Rendelet (SFDR) előírja a pénzügyi piaci szereplők számára, hogy transzparensszerűen jelentsék, hogyan integrálják az ESG-kritériumokat befektetési döntéseikbe.<sup>54</sup> Ez a rendelet nemcsak a befektetési alapokra, hanem a vállalatokra is hatással van, mivel a jelentéstételi követelmények szigorúbb adatgyűjtést és átláthatóságot igényelnek. Az EU taxonómia a másik kulcsfontosságú szabályozás, amely meghatározza, mely gazdasági tevékenységek minősülnek fenntarthatónak, segítve a vállalatokat és a befektetőket a környezetbarát projektek azonosításában.<sup>55</sup> Globális szinten az ESG-szabályozások eltérő fejlettségi szinten állnak. Az Egyesült Államokban az Értékpapír- és Tőzsdefelügyelet (SEC) 2022-ben javasolta a klímaváltozással kapcsolatos közzétételi szabályok bevezetését, amelyek a vállalatok széndioxid-kibocsátásának jelentésére fókuszálnak.<sup>56</sup>

<sup>53</sup> BCG. [The Business Case for Sustainable Innovation](#).

<sup>54</sup> Európai Unió. Directorate-General for Financial Stability, [Financial Services and Capital Markets Union hírlevél](#)

<sup>55</sup> Európai Bizottság. [EU Taxonomy for Sustainable Activities](#)

<sup>56</sup> U.S. Securities and Exchange Commission. [The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures](#)

Az Egyesült Államokban az SEC 2024. március 6-án elfogadta a klímaközzétételi szabályokat, amelyeket jogi kihívások nyomán önkéntesen felfüggesztett. 2025. március 27-én az SEC bejelentette, hogy nem védi tovább a szabályokat a folyamatban lévő perben, így az alkalmazás időzítése bizonytalan. Ázsiában, különösen Japánban és Szingapúrban, szintén nő a szabályozási nyomás, de a megközelítések kevésbé egységesek, mint az EU-ban.<sup>57</sup>

#### *A magyar ESG-szabályozási környezet*

Magyarországon a 2023. évi CVIII. törvény, közismert nevén az ESG-törvény, 2024. január 1-jén lépett hatályba, és a fenntartható finanszírozás, valamint az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgálja.<sup>58</sup> A törvény célja, hogy a magyar és az Európai Unió területén működő vállalkozások fenntarthatósági szempontból objektíven vizsgálhatók legyenek, ezzel elősegítve az összehasonlíthatóságot és az átláthatóságot. A törvény hatálya első ízben kiterjed a közérdeklődésre számot tartó nagyvállalatokra, amelyek az előző üzleti évben a következő három kritérium közül legalább kettőt teljesítettek: mérlegfőösszegük meghaladta a 10 000 millió forintot, éves nettó árbevételük meghaladta a 20 000 millió forintot, vagy átlagos foglalkoztatotti létszámuk meghaladta az 500 főt.

Ezek a vállalatok 2025-től kötelesek ESG-beszámolót készíteni a 2024-es üzleti évről.<sup>59</sup> A 2025. június 17-én elfogadott módosítások a második évtől kötelezettek körét szűkítették, és 2025–2026-ban első alkalommal mentesítik a vállalkozásokat a fenntarthatósági beszámoló nyilvánosságra hozatala és tanúsítása alól.

Az ESG-beszámolót magyar nyelven, elektronikus formában kell elkészíteni, és azt a vállalkozás ügyvezető szervének jóvá kell hagynia, valamint fokozott biztonságú elektronikus aláírással vagy bélyegzővel és időbélyegzővel kell hitelesíteni.<sup>60</sup> A beszámoló tartalmi és formai követelményeit a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) által kiadott rendeletek, például a 13/2024. (VIII. 15.) SZTFH rendelet szabályozzák.<sup>61</sup>

<sup>57</sup> PwC. ESG Reporting in Asia-Pacific: Trends and Challenges <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/esg-reporting-asia-pacific.html>

<sup>58</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>59</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>60</sup> McKinsey & Company. Navigating ESG Regulations: [A Balanced Approach](#)

<sup>61</sup> KPMG. Global ESG Reporting Standards: [Challenges and Opportunities](#)

A magyar szabályozás abban is példamutató, hogy az ESG-rendszer felkészülési időszakában azt is támogatja, hogy az érintett cégekkel együtt kialakuljon egy jól képzett, kapacitásaiban is felkészült hazai tanácsadói, oktatói és tanúsítói, szoftverszolgáltatói kör is. Esetükben a törvényben előírt akkreditáció felelőssége abban rejlik, hogy az ESG-adatszolgáltatás során a vállalatok komplex tudással és megfelelő tapasztalattal rendelkező szolgáltatókban találjanak segítő partnerekre.<sup>62</sup>

Az SZTFH aktív szereplő a vállalatok felkészülésében, amire példa az ESG-kalkulátor, ami a kérdőív számszaki mezőinek kiszámításában segít és a számítási hibák esélyét mérsékli, így a vállalati oldali adat-előkészítés költséghatékonyabbá válik.<sup>63</sup> A hatóság honlapján pedig külön oldalak és segédanyagok támogatják a folyamatot, így elérhető az ESG-kérdőív, a támogató segédlet, a GYIK, valamint a Tudástár.

#### *A szabályozások gazdasági hatásai*

A szabályozási környezet szigorodása jelentős hatással van a vállalatok működésére. Egyrészt a megfelelés költségei, például az ESG-jelentések készítése vagy az új technológiák bevezetése, növelhetik a működési kiadásokat, különösen a kis- és középvállalkozások (kkv-k) számára. Másrészt a szabályozások ösztönzik a hosszú távú gondolkodást, ami hozzájárulhat a gazdasági stabilitáshoz.

Például a szigorúbb kibocsátási normák arra kényszerítik a vállalatokat, hogy energiahatékony technológiákba fektessenek, ami hosszú távon költségmegtakarítást eredményezhet. A szabályozásoknak azonban kiegyensúlyozottnak kell lenniük, hogy ne terheljék túl a vállalatokat, miközben előmozdítják a fenntarthatóságot. A túlzottan szigorú vagy gyorsan változó szabályozások bizonytalanságot okozhatnak, ami akadályozhatja a beruházásokat és a gazdasági növekedést,<sup>64</sup> így végső soron az elérni kívánt célt, azaz a fenntarthatóan működő gazdaság elősegítését nem fogják elősegíteni.

<sup>62</sup> McKinsey & Company. Navigating ESG Regulations: [A Balanced Approach](#)

<sup>63</sup> SZTFH, [ESG-kérdőív kitöltését segítő kalkulátor](#)

<sup>64</sup> Európai Bizottság. [European Green Deal](#)

### *Kihívások a szabályozási környezetben*

A szabályozások egyik legnagyobb kihívása a globális harmonizáció hiánya. A különböző országokban eltérő ESG-jelentéstételi standardok és követelmények érvényesek, ami megnehezíti a nemzetközi vállalatok számára a megfelelést.<sup>65</sup> Magyarországon az SZTFH által vezetett nyilvántartások és a rendeletek részletszabályai még kidolgozás alatt állnak, ami átmeneti bizonytalanságot okozhat a vállalatok számára.<sup>66</sup> További kihívás a zöldmosás elleni küzdelem. Az EU és a magyar szabályozók, például az SZTFH, szigorúbb büntetéseket vezetnek be a félrevezető környezetvédelmi állítások ellen.<sup>67</sup>

### **Lehetőségek a szabályozásban**

A jogszabályalkotók által kialakított ESG-szabályozási keretrendszer nemcsak kötelezettségeket ró a vállalatokra és befektetőkre, hanem jelentős lehetőségeket is kínál a fenntartható gazdasági fejlődés előmozdítására. A szabályozások továbbfejlesztése és finomhangolása lehetőséget teremt a gazdasági stabilitás, az innováció és a társadalmi jólét egyensúlyának megteremtésére.

A jogszabályalkotók által kialakított ESG-szabályozási keretrendszer nemcsak kötelezettségeket ró a vállalatokra és befektetőkre, hanem jelentős lehetőségeket is kínál a fenntartható gazdasági fejlődés előmozdítására. A szabályozások továbbfejlesztése és finomhangolása lehetőséget teremt a gazdasági stabilitás, az innováció és a társadalmi jólét egyensúlyának megteremtésére.

### *A szabályozások lehetőségei a fenntarthatóság előmozdításában*

A jól megtervezett ESG-szabályozások ösztönzik a vállalatokat a fenntartható technológiákba és gyakorlatokba való befektetésre. Az Európai Unió például a Zöldmegállapodás (European Green Deal) keretében támogatási programokat és adókedvezményeket kínál azoknak a vállalatoknak, amelyek környezetbarát technológiákba fektetnek, például megújuló energiaforrások vagy energiahatékonysági megoldások fejlesztésébe.<sup>68</sup>

<sup>65</sup> Európai Bizottság. [Corporate Sustainability Reporting Directive \(CSRD\)](#)

<sup>66</sup> Európai Bizottság. [Proposal for a Directive on Green Claims](#)

<sup>67</sup> IFRS. [ISSB Global Sustainability Standards](#)

<sup>68</sup> PwC. [Supporting ESG Compliance: Opportunities for Regulators](#)

Magyarországon a 2023. évi CVIII. törvény (ESG-törvény) lehetőséget biztosít a vállalatok számára, hogy önkéntes alapon is készítsenek ESG-beszámolókat, például zöldhitelek vagy támogatások igénylése esetén.<sup>69</sup>

Ez különösen a kis- és középvállalkozások (kkv-k) számára lehet vonzó, mivel a fenntarthatósági jelentések készítése növelheti a hitelképességüket és hozzáférésüket a kedvezményes finanszírozási lehetőségekhez.<sup>70</sup> Az ESG-törvény emellett egységes keretet biztosít az átláthatóság növelésére, ami segíti a vállalatok összehasonlíthatóságát és a befektetői bizalom erősítését.<sup>71</sup>

#### *A szabályozási harmonizáció lehetőségei*

A globális és regionális ESG-szabályozások harmonizációja jelentős lehetőség a nemzetközi piacokon működő vállalatok számára. Az egységes standardok, mint például az EU Fenntartható Pénzügyi Közzétételi Rendelete (SFDR) és a taxonómia, csökkenthetik az adminisztratív terheket azáltal, hogy a vállalatoknak nem kell különböző piacokon eltérő jelentéstételi követelményeknek megfelelniük.<sup>72,73</sup>

A konzervatív megközelítés szerint a szabályozási harmonizáció kulcsfontosságú a gazdasági stabilitás fenntartásához, mivel csökkenti a bizonytalanságot és elősegíti a hosszú távú tervezést. Például a Nemzetközi Fenntarthatósági Standardok Testülete (ISSB) által kidolgozott globális jelentéstételi standardok bevezetése lehetőséget kínál arra, hogy a vállalatok világszerte egységes keretrendszerben mérjék és jelentsék ESG-teljesítményüket.<sup>74</sup>

#### *Innováció és versenyképesség támogatása*

A szabályozások lehetőséget nyújtanak az innováció ösztönzésére, különösen a zöldtechnológiák és a körforgásos gazdaság területén. Magyarországon például a Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT) támogatja a megújuló energiaforrások használatát és az energiahatékonysági beruházásokat, amelyek összhangban állnak az ESG-célokkal.<sup>75</sup>

<sup>69</sup> NJT. ESG-törvény – [2023. évi CVIII. törvény.](#)

<sup>70</sup> NJT. ESG-törvény – [2023. évi CVIII. törvény.](#)

<sup>71</sup> KPMG. Global ESG Reporting Standards: [Challenges and Opportunities](#)

<sup>72</sup> Európai Unió. Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and Capital Markets Union [hírlevél](#)

<sup>73</sup> Európai Bizottság. [EU Taxonomy for Sustainable Activities](#)

<sup>74</sup> Harvard Business Review. [Balancing Short-Term and Long-Term ESG Goals](#)

<sup>75</sup> PwC. Leveraging [Technology for ESG Reporting](#)

A szabályozók által kínált támogatások, például pályázati források vagy adókedvezmények, ösztönzik a vállalatokat arra, hogy új technológiákat fejlesszenek, miközben versenyképességüket is növelik. A konzervatív megközelítés hangsúlyozza, hogy a szabályozásoknak támogatniuk kell a meglévő gazdasági struktúrákat, ahelyett hogy radikális változásokat kényszerítenének ki. Például a magyar ESG-törvény rugalmasságot biztosít a kkv-k számára azáltal, hogy a jelentéstételi kötelezettségeket fokozatosan vezeti be, így a kisebb vállalatok is képesek alkalmazkodni anélkül, hogy működésük veszélybe kerülne.<sup>76</sup>

Bár a szabályozások számos lehetőséget kínálnak, a túlzottan szigorú vagy rosszul kommunikált előírások akadályozhatják a vállalatok alkalmazkodását. A konzervatív megközelítés szerint a jogszabályalkotóknak olyan támogatási rendszereket kell kidolgozniuk, amelyek segítik a vállalatokat a megfelelésben, például képzésekkel vagy technikai segítséggel.<sup>77</sup> Magyarországon az SZTFH által nyújtott kalkulátor és útmutatók, valamint az ESG közreműködő szervezetek felügyelete hozzájárulhat a vállalatok felkészüléséhez az ESG-beszámolók készítésére.<sup>78</sup>

### **Kihívások és megoldási javaslatok**

Az ESG-keretrendszer bevezetése és alkalmazása számos gazdasági, technológiai és szabályozási kihívást jelent a vállalatok, befektetők és jogszabályalkotók számára. Bár az ESG előnyei – például a fenntartható működés, a kockázatsökkentés és a hosszú távú versenyképesség – vitathatatlanok, a gyakorlati megvalósítás során felmerülő akadályok jelentős erőfeszítéseket igényelnek.

#### *Adathiány és mérési nehézségek*

Az ESG egyik legnagyobb kihívása a megbízható és egységes adatok hiánya. A vállalatok számára nehézséget jelent az ESG-mutatók, például a szén-dioxid-kibocsátás, a társadalmi hatások vagy az irányítási gyakorlatok pontos mérése és jelentése. A globális jelentéstételi standardok eltérései, például az EU Fenntartható Pénzügyi Közzétételi Rendelete (SFDR) és más regionális követelmények közötti különbségek, bonyolítják az összehasonlíthatóságot.<sup>79</sup>

<sup>76</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>77</sup> Deloitte. Building [Trust Through Transparent ESG Reporting](#)

<sup>78</sup> Európai Bizottság. [Proposal for a Directive on Green Claims](#)

Magyarországon az ESG-törvény előírja a fenntarthatósági beszámolók készítését, de a kisebb vállalatok számára a szükséges adatok összegyűjtése és a jelentések előállítása költséges és időigényes lehet<sup>80</sup>, ezen kíván könnyíteni az SZTFH kérdőíve, illetve az annak kitöltését segítő kalkulátor. Ezek olyan gyakori felvetésekre adnak választ, mint a kkv-k körében oly gyakori elindulási dilemmák.

### *Költségek és erőforrásigény*

Esetenként az ESG-stratégiák bevezetése jelentős beruházásokat igényel, például energiahatékony technológiák, megújuló energiaforrások vagy fenntartható ellátási láncok kialakítása terén. Különösen a kis- és középvállalkozások (kkv-k) számára jelent kihívást a magas kezdeti költségek finanszírozása, miközben a rövid távú megtérülés bizonytalan.<sup>81</sup> Magyarországon az ESG-törvény által előírt jelentéstételi kötelezettségek további adminisztratív terheket rónak a kkv-kra, amelyek gyakran nem rendelkeznek elegendő erőforrással vagy szakértelemmel a megfeleléshez.<sup>82</sup>

### *Greenwashing kockázata*

A greenwashing (zöldmosás), vagyis a félrevezető vagy túlzó fenntarthatósági állítások használata, komoly kockázatot jelent az ESG-hitelességére. A fogyasztók és befektetők egyre szkeptikusabbak a vállalatok környezeti és társadalmi teljesítményével kapcsolatban, különösen, ha az állításokat nem támasztják alá ellenőrizhető adatok.<sup>83</sup>

Magyarországon az ESG-törvény szigorú előírásokat vezetett be a beszámolók auditálására, de a tanúsítási folyamatok még fejlesztés alatt állnak, ami növeli a zöldmosás kockázatát a kezdeti években.<sup>84</sup>

### *Globális és helyi szabályozási eltérések*

A nemzetközi és helyi ESG-szabályozások közötti harmonizáció hiánya megnehezíti a globálisan működő vállalatok számára a megfelelést.

<sup>79</sup> Európai Unió. Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and Capital Markets Union hírlevél

<sup>80</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>81</sup> PwC. ESG Implementation Challenges for SMEs

<sup>82</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>83</sup> Deloitte. Navigating Greenwashing Risks in ESG Investing

<sup>84</sup> Európai Bizottság. Proposal for a Directive on Green Claims

Az EU szigorú szabályozásai, például a Vállalati Fenntarthatósági Jelentéstételi Irányelv (CSRD), eltérnek más régiók, például az Egyesült Államok vagy Ázsia követelményeitől, ami növeli az adminisztratív terheket.<sup>85</sup>

Magyarországon az ESG-törvény összhangban áll az uniós irányelvekkel, de a részletszabályok kidolgozása és az SZTFH által végzett felügyelet még nem teljes körű, ami bizonytalanságot okozhat a vállalatok számára.<sup>86</sup>

### *Ellátási lánc fenntarthatósága*

A globális ellátási láncok fenntarthatóvá tétele szintén jelentős kihívás. A vállalatok gyakran szembesülnek azzal, hogy beszállítóik – különösen a fejlődő országokban – nem felelnek meg az ESG-kritériumoknak, például a környezeti normáknak vagy az emberi jogi előírásoknak.<sup>87</sup> Magyarországon a kkv-k, amelyek gyakran beszállítói szerepet töltenek be, nehezen tudják teljesíteni a nemzetközi partnerek ESG-elvárásait, ami versenyképességi hátrányt jelenthet.<sup>88</sup>

### *Rövid távú versus hosszú távú célok*

Az ESG-stratégiák gyakran hosszú távú befektetéseket igényelnek, míg a részvényesek és a vezetők sokszor rövid távú pénzügyi eredményeket várnak el. Ez a feszültség azoknál a tőzsdei cégeknél akut, ahol a piaci nyomás a gyors megtérülésre irányul.<sup>89</sup>

Magyarországon a nagyvállalatok, amelyekre az ESG-törvény vonatkozik, szintén szembesülnek ezzel a kihívással, különösen azok, amelyeknek korlátozott forrásaik vannak a fenntarthatósági beruházásokra.<sup>90</sup>

## **Megoldási javaslatok**

Az ESG kihívásainak kezelése érdekében a vállalatoknak és jogszabályalkotóknak egyaránt kiegyensúlyozott és gyakorlatias megoldásokat kell alkalmazniuk, hogy az ESG-stratégiák hosszú távon fenntarthatóak és hatékonyak legyenek.

<sup>85</sup> McKinsey & Company. [Sustainability in Supply Chains](#)

<sup>86</sup> Európai Bizottság. [Proposal for a Directive on Green Claims](#)

<sup>87</sup> Harvard Business Review. [Aligning ESG with Corporate Incentives](#)

<sup>88</sup> NJT. ESG törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>89</sup> Harvard Business Review. [Aligning ESG with Corporate Incentives](#)

<sup>90</sup> SZTFH Tanulmánykötet. 2024, a tudatos fogyasztó éve

### *Adatminőség és jelentéstétel javítása*

Az ESG-mutatók mérésének és jelentésének nehézségeire válaszul a vállalatoknak érdemes egységesített jelentéstételi keretrendszereket alkalmazniuk, például az Európai Unió Vállalati Fenntarthatósági Jelentéstételi Irányelvében (CSRD) vagy a Nemzetközi Fenntarthatósági Standardok Testülete (ISSB) által javasolt standardokat.<sup>91,92</sup> Magyarországon a 2023. évi CVIII. törvény által előírt fenntarthatósági beszámolók készítéséhez a vállalatok külső szakértőket vagy akkreditált ESG-tanúsítókat vonhatnak be, hogy biztosítsák az adatok hitelességét és pontosságát.<sup>93</sup> A digitalizáció, például adatelemző szoftverek használata, segíthet az adatgyűjtés és -feldolgozás hatékonyságának növelésében, csökkentve az adminisztratív terheket.

### *Költségek kezelése és finanszírozási lehetőségek*

A magas kezdeti költségek kihívásának kezelése érdekében a vállalatoknak célszerű kihasználniuk a rendelkezésre álló támogatási programokat és kedvezményes finanszírozási lehetőségeket. Magyarországon a Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT) keretében elérhető pályázatok és zöldhitelek segíthetik a kkv-kat az energiahatékonysági beruházások finanszírozásában.<sup>94</sup> Az Európai Unió által kínált támogatások, például a Zöldmegállapodás keretében nyújtott források, szintén hozzájárulhatnak a költségek csökkentéséhez.

A vállalatoknak fokozatosan, a meglévő infrastruktúrájukra építve érdemes bevezetniük az ESG-intézkedéseket, például kisebb energiahatékonysági fejlesztésekkel kezdve, mielőtt nagy volumenű beruházásokba fognának.

### *Zöldmosás elleni intézkedések*

A zöldmosás kockázatának csökkentése érdekében a vállalatoknak átlátható és ellenőrizhető ESG-jelentéseket kell készíteniük, amelyeket független tanúsítók auditálnak. Magyarországon az ESG-törvény előírja, hogy az ESG-beszámolókat akkreditált tanúsítók ellenőrizzék, ami növeli a jelentések hitelességét.<sup>95</sup> A vállalatoknak kommunikációjukban kerülniük kell a túlzó vagy félrevezető állításokat, és inkább konkrét, mérhető eredményekre kell fókuszálniuk.

<sup>91</sup> McKinsey & Company. Sustainability in [Supply Chains](#)

<sup>92</sup> Harvard Business Review. [Balancing Short-Term and Long-Term ESG Goals](#)

<sup>93</sup> NJT. ESG törvény – [2023. évi CVIII. törvény.](#)

<sup>94</sup> PwC. [Leveraging Technology for ESG Reporting](#)

<sup>95</sup> NJT. ESG törvény – [2023. évi CVIII. törvény.](#)

### *Szabályozási harmonizáció támogatása*

A globális és helyi szabályozási eltérések kihívására válaszul a jogszabályalkotóknak tovább kell dolgozniuk az egységes standardok bevezetésén. Magyarországon az ESG-törvény összhangban áll az uniós irányelvekkel, például a CSRD-vel, ami elősegíti a nemzetközi piacokra való integrációt.<sup>96</sup> A vállalatoknak proaktívan részt kell venniük az iparági egyeztetéseken, hogy befolyásolják a szabályozások kialakítását, és biztosítsák, hogy azok figyelembe vegyék a helyi gazdasági körülményeket. A jogszabályalkotók is tekintettel vannak a kihívások horderejére, így fokozatosan bevezetik be vagy szigorítják a szabályozásokat, például a kkv-k számára rugalmasabb átmeneti időszakokkal, hogy elkerüljék a gazdasági stabilitás veszélyeztetését.<sup>97</sup>

### *Ellátási lánc fenntarthatóságának biztosítása*

A globális ellátási láncok fenntarthatóvá tétele érdekében a vállalatoknak szorosabb együttműködésre van szükségük beszállítóikkal. Ez magában foglalhatja a beszállítók ESG-teljesítményének értékelését és képzések biztosítását a fenntarthatósági követelmények teljesítéséhez.

Magyarországon a kkv-k számára különösen fontos, hogy a nemzetközi partnerek ESG-elvárásainak megfeleljenek, például az EU taxonómia által meghatározott fenntartható tevékenységek kritériumainak.<sup>98</sup> A vállalatoknak érdemes beszállítói auditokat végezniük és hosszú távú partnerségeket kialakítani, hogy biztosítsák az ellátási lánc fenntarthatóságát.<sup>99</sup>

### *Rövid és hosszú távú célok összehangolása*

A rövid távú pénzügyi célok és a hosszú távú ESG-célok közötti feszültség enyhítésére a vállalatoknak integrálniuk kell az ESG-t az üzleti stratégiájukba. Ez magában foglalhatja a fenntarthatósági célokhoz kötött ösztönzőrendszerek bevezetését a vezetőség számára, például bónuszokat a kibocsátáscsökkentési célok eléréseért. Magyarországon a nagyvállalatok, amelyekre az ESG-törvény vonatkozik, profitálhatnak abból, ha az ESG-t nem különálló kezdeményezésként, hanem a működési hatékonyság és a kockázatkezelés részeként kezelik.

<sup>96</sup> McKinsey & Company. [Sustainability in Supply Chains](#)

<sup>97</sup> NJT. ESG-törvény – 2023. évi CVIII. törvény.

<sup>98</sup> Európai Bizottság. [EU Taxonomy for Sustainable Activities](#)

<sup>99</sup> Harvard Business Review. [Aligning ESG with Corporate Incentives](#)

A vállalatoknak olyan lépésekre érdemes fókuszálniuk, amelyek egyszerre szolgálják a fenntarthatóságot és a pénzügyi stabilitást, például az energiahatékonyság növelését vagy a hulladékcsökkentést.

### **Következtetések**

Az ESG keretrendszer a modern gazdasági rendszerek egyik meghatározó elemévé vált, amely a fenntarthatóságot, a társadalmi felelősségvállalást és az etikus irányítást helyezi a vállalati és befektetési stratégiák középpontjába.

### **Az ESG gazdasági hatásai és lehetőségei**

Az ESG gazdasági szempontból jelentős előnyöket kínál mind a vállalatok, mind a befektetők számára. A vállalatok számára az ESG-stratégiák bevezetése – például energiahatékonysági beruházások vagy fenntartható ellátási láncok kialakítása – költségmegtakarítást, kockázatsökkentést és reputációs előnyöket biztosít.<sup>100</sup>

A befektetők szempontjából az ESG-alapú befektetések stabilabb hozamokat és alacsonyabb kockázatokat kínálnak, különösen válsághelyzetekben.<sup>101</sup> Magyarországon a 2023. évi CVIII. törvény (ESG-törvény) bevezetése tovább erősíti ezeket a lehetőségeket azáltal, hogy egységes keretet biztosít a fenntarthatósági jelentéstételhez, növelve a vállalatok hitelességét és piaci versenyképességét.<sup>102</sup>

### **A környezeti és társadalmi felelősség jelentősége**

A környezeti szempontok, például a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése és a zöldtechnológiák alkalmazása, kulcsfontosságúak a globális klímaváltozási célok elérésében.<sup>103</sup> A vállalatoknak lehetőségük van az innovációra, például megújuló energiaforrások vagy körforgásos gazdasági modellek bevezetésére, miközben a konzervatív megközelítés szerint a meglévő infrastruktúrára építve, fokozatosan kell megvalósítaniuk ezeket a változásokat.<sup>104</sup> A társadalmi és irányítási szempontok, mint az emberi jogok tiszteletben tartása és az etikus vállalatirányítás, szintén hozzájárulnak a hosszú távú gazdasági stabilitáshoz és a fogyasztói bizalom növeléséhez.<sup>105</sup>

<sup>100</sup> McKinsey & Company. The Net-Zero Transition: What It Would Cost, [What It Could Bring](#)

<sup>101</sup> Morgan Stanley. Sustainable [Funds Outperform in 2020](#)

<sup>102</sup> NJT. ESG-törvény – [2023. évi CVIII. törvény.](#)

<sup>103</sup> Európai Bizottság. European Green Deal: Striving for [carbon neutrality by 2050](#)

<sup>104</sup> Deloitte. [Energy Efficiency in Manufacturing](#)

<sup>105</sup> Deloitte. 2023 Gen Z and [Millennial Survey](#)

## A szabályozási környezet szerepe

A jogszabályalkotók kulcsfontosságú szerepet játszanak az ESG előmozdításában. Az Európai Unió szigorú szabályozásai, például a Fenntartható Pénzügyi Közzétételi Rendelet (SFDR) és a taxonómia, egységes keretet biztosítanak a fenntartható gazdasági tevékenységek meghatározására.<sup>106,107</sup> Magyarországon az ESG-törvény és a hozzá kapcsolódó végrehajtási rendeletek, amelyeket a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) felügyel, elősegítik az átláthatóságot és a zöldmosás elleni küzdelmet.<sup>108,109</sup> A szabályozási harmonizáció és a támogatási rendszerek, például a Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT) által kínált pályázatok, további lehetőségeket nyújtanak a vállalatok számára.<sup>110</sup>

## Kihívások és megoldási irányok

Az ESG bevezetése során felmerülő kihívások – például az adathiány, a magas költségek, a zöldmosás kockázata és a globális szabályozási eltérések – kezelésére számos megoldási javaslat létezik. A vállalatoknak érdemes egységes jelentéstételi standardokat alkalmazniuk, külső szakértőket bevonniuk, és kihasználniuk a finanszírozási lehetőségeket.<sup>111</sup> A változásokat fokozatosan, a gazdasági stabilitás szem előtt tartásával kell végrehajtani, különösen a kis- és középvállalkozások esetében, amelyek számára a magyar ESG-törvény rugalmas átmeneti időszakokat biztosít.<sup>112</sup>

## Záró gondolatok

Összességében az ESG keretrendszer nem csupán a fenntarthatóság előmozdítását szolgálja, hanem a gazdasági rendszerek hosszú távú stabilitását és versenyképességét is erősíti. A magyar és nemzetközi szabályozási környezet, a vállalati és befektetői stratégiák, valamint a technológiai innovációk együttes alkalmazása lehetővé teszi, hogy az ESG valódi értéket teremtsen. A siker kulcsa a kiegyensúlyozott, gyakorlatias és fokozatos bevezetés, amely figyelembe veszi a gazdasági realitásokat és a vállalatok eltérő kapacitásait. Az ESG hosszú távú integrációja nemcsak a környezeti és társadalmi célokat szolgálja, hanem hozzájárul egy ellenállóbb és fenntarthatóbb gazdasági jövőhöz.

<sup>106</sup> Európai Unió. Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and [Capital Markets Union hírlevél](#)

<sup>107</sup> Európai Bizottság. EU Taxonomy for [Sustainable Activities](#)

<sup>108</sup> NJT. ESG-törvény – [2023. évi CVIII. törvény](#).

<sup>109</sup> Európai Bizottság. Proposal for a [Directive on Green Claims](#)

<sup>110</sup> PwC. Leveraging Technology for ESG [Reporting](#)

<sup>111</sup> McKinsey & Company. Sustainability in [Supply Chains](#)

<sup>112</sup> NJT. ESG-törvény – [2023. évi CVIII. törvény](#).

# Történelmi áttekintés: a zöldmozgalom gyökerei és európai integráció

**Dr. Zay Balázs**, vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

## A posztmateriális értékek forradalma (1960–1980)

A zöldpártok kialakulása szorosan kapcsolódik a háború utáni generáció posztmateriális értékrendjéhez. Ronald Inglehart A csendes forradalom (The Silent Revolution) című 1977-es munkájában kidolgozott elmélete szerint a gazdasági jólét és a jóléti állam kialakulása olyan körülményeket teremtett, amelyek között a háború utáni generáció nagy része úgy nőtt fel, hogy a túlélést magától értetődőnek vette.<sup>113,114</sup> Ez az egzisztenciális biztonság lehetővé tette az értékek átrendeződését: míg a korábbi generációk a gazdasági és fizikai biztonságot helyezték előtérbe, addig az újabb generációk az önkifejezést, az autonómiát és a környezetvédelmet kezdték előnyben részesíteni.

Inglehart elméletének két központi hipotézise – a szűkösségi hipotézis és a szocializációs hipotézis – magyarázza ezt a változást.<sup>115</sup> A szűkösségi hipotézis szerint az egyének azokat a dolgokat értékelik a legmagasabban, amelyek viszonylag ritkák környezetükben, míg a szocializációs hipotézis kimondja, hogy az alapvető értékek formálódása a felnőttkor előtti években történik meg.<sup>116</sup> Ez azt jelenti, hogy azok a fiatalok, akik a háború utáni gazdasági fellendülés időszakában nőttek fel, másféle értékrendet alakítottak ki, mint a gazdasági válságokat és háborúkat átélő szüleik generációja.

<sup>113</sup> Ronald Inglehart, „The Silent Revolution in Europe: Intergenerational Change in Post-industrial Societies,” *American Political Science Review* 100, no. 4 (2006): 685

<sup>114</sup> P. Miller, „Posztmaterializmus és társadalmi mozgalmak,” in *The Wiley-Blackwell Encyclopedia of Social and Political Movements*, szerk. D. A. Snow, D. Porta, B. Klandermans és D. McAdam (2022)

<sup>115</sup> Ronald Inglehart, „Postmaterialist Values and the Shift from Survival to Self-Expression Values,” in *The Oxford Handbook of Political Behavior* (2007)

<sup>116</sup> Ronald Inglehart, „The Silent Revolution in Europe: Intergenerational Change in Post-industrial Societies,” *American Political Science Review* 100, no. 4 (2006): 685

A leggyakrabban említett német Die Grünen párt gyökerei is a hetvenes évek új társadalmi mozgalmaiban találhatók: a környezetvédelmi mozgalmak, az atomellenes tiltakozások (különösen Wyhl, Brokdorf és Wackersdorf eseményei), a békemozgalmak és a polgárjogi aktivizmus. Nyugat-Németország ebben az időszakban alkalmas volt egy zöldpárt megalapítására, mivel a hetvenes években hiányzott a komoly politikai ellenzék, és sok értelmiségi úgy érezte, hogy az akkori nyugatnémet politikai rendszer túlságosan jobbra tolódott.<sup>117</sup>

Az első programjuk radikális gazdasági átalakítást követelt, miközben a „négy alapelvet” (ökológia, szociális igazságosság, alulról szerveződő demokrácia, erőszakmentesség) hangsúlyozták.<sup>118</sup> Ezek az alapelvek a zöldpolitika „teljes koncepcióját” alkották, amelyet hosszú távú jövőképek vezéreltek.<sup>119</sup> A Grünek magukat „antipárt pártként” definiálták, amely mindent másképp akart csinálni, mint a hagyományos pártok.<sup>120</sup> Demokratikusabb, plurálisabb és átláthatóbb szervezetet szerettek volna létrehozni, majd ezeket az elveket az évek során fokozatosan feladták.

A párt 1983-as bejutása a Bundestagba történelmi fordulatot jelentett.<sup>121</sup> A párton belül két fő irányzat alakult ki: a fundamentalisták, akik radikálisabb megközelítést favorizáltak és elutasították a betagozódást a meglévő politikai rendszerbe, illetve a reálpolitikusok, akik pragmatikusabbak voltak és a szociáldemokratákkal való szövetség lehetőségét keresték.<sup>122</sup> Ez a belső megosztottság jelentősen befolyásolta a párt korai működését, és rontotta a politikai hatékonyságát.<sup>123</sup>

### **Az Európai Zöldpárt szerveződése (2004)**

A zöldpártok európai integrációja hosszú folyamat eredménye volt, amely az 1970-es évektől kezdődően zajlott. Az első európai zöldképviselők 1984-ben kerültek be az Európai Parlamentbe, amikor Németország hét, Belgium és Hollandia pedig egyenként két képviselőt delegált.

Mivel önálló frakciót nem tudtak alakítani, szövetséget kötöttek olaszországi, dániai képviselőkkel és flandriai, ír regionalista politikusokkal, létrehozva a GRAEL (Green Alternative European Link) csoportot, amelyet Szivárvány csoportnak is neveztek.

<sup>117</sup> „Die Grünen: Als die Protestler 1980 zur Partei wurden,” NDR

<sup>118</sup> “The Four Pillars,” The Australian Greens (WA).

<sup>119</sup> Chapter Seven: The Green Movement: Die Grünen as Example, University of Pretoria.

<sup>120</sup> “The Greens grow up,” Deutsche Welle (DW)

<sup>121</sup> 6. März 1983: Die Grünen ziehen in den Bundestag ein,” Deutscher Bundestag.

<sup>122</sup> „6. März 1983,” Deutschland-Chronik bis 2000, Bundeszentrale für politische Bildung (bpb).

<sup>123</sup> Byron D. Cannon, “West German Green Party Gains Seats in Parliament,” EBSCO Research Starters

Az 1989-es áttörés lehetővé tette az első tisztán zöldcsoport megalakítását 30 képviselővel. A német, belga és holland képviselőkhez csatlakoztak francia, olasz és portugál zöldek, valamint az olasz Radikális Párt néhány tagja. A zöldpártok európai integrációja 2004-ben érte el csúcspontját, amikor 34 tagpárt megalapította az Európai Zöldpártot (EGP) Rómában.<sup>124</sup>

A pártok azonban már korán szembesültek a dilemmával: hogyan egyesítsék a lokális aktivizmust az uniós bürokrácia igényeivel. Ez a feszültség különösen éles lett, amikor a zöldpártoknak a helyi, alulról szerveződő mozgalmak elvárásait kellett összeegyeztetniük az európai uniós intézmények bürokratikus követelményeivel.<sup>125</sup>

### **A zöldpártok aranykora: a 2019-es választási áttörés**

#### *A klímageneráció mobilizációja*

A 2019-es EP-választásokon a zöldpártok rekordot döntöttek, amely korszakváltást jelentett az európai politikában. A siker mögött elsősorban a Fridays for Future mozgalom és a klímavészhelyzet narratívája állt.

Greta Thunberg által inspirált globális klímaitakozások milliókat mozgattak meg Európá-szerte 2018-2019-ben.<sup>126</sup> A mozgalom különösen hatékonyan mobilizálta a fiatal választókat: Franciaországban a Zöldek a 34 év alatti korosztály körében az első helyet szerezték meg, míg Németországban a 30 év alatti választók körében több szavazatot kaptak, mint a szociáldemokraták, liberálisok és kereszténydemokraták együttesen.

Ez a „klímageneráció” nemcsak szavazott a zöldekre, hanem aktívan kampányolt is értük, ami alapvetően megváltoztatta a politikai diskurzust.<sup>127</sup> A Give the Kids Your Vote (Adjátok a gyerekeknek a szavazatokat) kampány, amelyben idősebb választók gyermekeik és unokáik érdekében adták le szavazatukat a zöldpártokra, további szavazatokat jelentett.

Az európai közvélemény-kutatások szerint a klímaváltozás az európaiak három legnagyobb aggodalma közé tartozott, még az orosz fenyegetés ellenére is. Az EU Eurobarometer felmérése kimutatta, hogy a megkérdezett uniós polgárok 93%-a „komoly problémának” tekintette az éghajlatváltozást.<sup>128</sup>

<sup>124</sup> “History,” [European Green Party](#).

<sup>125</sup> Saskia Richter, „Entwicklung und Perspektiven grüner Parteien in Europa: Anschlussfähige politische Kraft in sich wandelnden Systemen,” Internationale Politikanalyse, [Friedrich-Ebert-Stiftung, Dezember 2009](#)

<sup>126</sup> [Clean Energy Wire](#), „The Stakes for Energy and Climate Policy Are High in EU Elections.”

<sup>127</sup> Joshua Nevelt, „[European elections 2019](#): Why adults are giving kids their vote.”

<sup>128</sup> “Citizen support for climate action,” [European Commission](#).

Az Európai Bizottság elnöke, Ursula von der Leyen a zöldek támogatásával indította el a Green Deal, amely 2050-re nettó klímasemlegességet tűzött ki célul.<sup>129</sup> Von der Leyen az Európai Zöldmegállapodást „az ember a Holdon pillanatnak” nevezte, utalva annak történelmi jelentőségére. A Green Deal 2019. december 11-i bemutatása egyértelmű válasz volt a klímamozgalom követeléseire,<sup>130,131</sup> egyben arculcsapása az európai iparnak.

### **A zöldtörvényhozás első hulláma (2019–2023)**

A Greens/EFA frakció kulcsszerepet játszott a következő intézkedések elfogadtatásában, amelyek alapvetően átalakították az európai klímapolitikát:

- A belső égésű motorok 2035-ös betiltása talán a legambiciózusabb lépés volt. 2035-től minden új autó és kisteherautó CO<sub>2</sub>-kibocsátásának nullának kell lennie.<sup>132,133</sup>
- Az erdőtelepítési kötelezettség és a mezőgazdasági területek 7%-ának visszavádítása<sup>134</sup> szintén a zöldtörvényhozás központi eleme lett. Ez a Biodiverzitás 2030 stratégia része, amely a sérülékeny természeti erőforrások védelmét célozza.
- A karbonárrendszer kibővítése az épületekre és közlekedésre (ETS2) 2027-ben indul el, és az EU kibocsátásainak 78%-át fogja lefedni karbonárazással.<sup>135</sup> Ez az új rendszer várhatóan 2030-ra 150 eurós szén-dioxid-árat eredményez, ami jelentős negatív hatást gyakorol majd a fogyasztói árakra és a versenyképességre.

A Fit for 55 csomag részeként a zöldek támogatták az energiahatékonysági célok szigorítását is: az EU célja minimum 55%-os üvegházhatásúgáz-kibocsátás-csökkentés 2030-ra, 32% feletti megújulóenergia-arány és legalább 32,5%-os energiahatékonysági javulás. Ezek az ambiciózus célok a zöldpártok nyomásának köszönhetően kerültek be a jogszabályokba.

Az eredmények ellenére már 2022-ben nyilvánvalóvá vált, hogy a zöldátállás költségeit a hatástanulmányokban szándékosan alulbecsülték, míg az előnyöket eltúlozták. Emellett az energiaárak drámai emelkedése különösen súlyos problémákat okozott. Az európai nagykereskedelmi elektromos áram ára 2022 augusztusában elérte a 405 EUR/MWh-t, ami 532%-kal magasabb volt, mint 2021 januárjában.<sup>136</sup>

<sup>129</sup> „The European Green Deal,” [European Commission](#)

<sup>130</sup> “European Green Deal Communication,” [European Commission](#).

<sup>131</sup> “EU Green Deal Report 2020,” [United Nations Industrial Development Organization \(UNIDO\)](#).

<sup>132</sup> “EU ban on the sale of new petrol and diesel cars from 2035 explained,” [European Parliament](#).

<sup>133</sup> “EU ban on the sale of new petrol and diesel cars from 2035 explained,” [European Parliament](#).

<sup>134</sup> “The European Green Deal,” [European Parliament Legislative Train Schedule](#).

<sup>135</sup> “Europe’s New Emissions Trading System Expected to Have World’s Highest Carbon Price in 2030 at €149, BloombergNEF Forecast Reveals,” [BloombergNEF](#).

<sup>136</sup> “Power Barometer 2022 - Exploring the energy crisis,” [Eurelectric](#).

A német ipari szövetség (BDI) 860 milliárd eurós becslése a klímasemlegesség várható költségeiről komoly társadalmi feszültségeket szült.<sup>137</sup>

### A 2024-es választási visszaesés okrendszere

A 2019-ben tapasztalt „zöldhullám” 2024-re összeomlott. Az EP-ben a Zöldek/EFA delegációja 74-ről 53 főre zsugorodott (–28%), minden negyedik mandátum elveszett.<sup>138</sup> A veszteségek zöme Németországra és Franciaországra koncentrálódott, míg néhány dél- és kelet-európai országban szerény növekedés látható.<sup>139</sup>

#### 1. Táblázat: Mandátumvesztés országonkénti bontásban

Ország	2019 (M fő)	2024 (M fő)	Változás
Németország	22	13	–9
Franciaország	12	5	–7
Portugália	3	0	–3
Írország	2	0	–2
<b>Összesen</b>	<b>39</b>	<b>18</b>	<b>–14</b>

Forrás: Saját adatbázis

A német és francia kiesések önmagukban a teljes zöldfrakció zsugorodásának 64%-át teszik ki. Németországban a Zöldek a 4. helyre estek vissza (11,9%), Franciaországban pedig az 5. helyre (5,5%).<sup>140</sup>

### A szavazatvesztés strukturális okai

#### *Erőltetett zöldítés inflációgerjesztő hatása*

- Az EU-átlagos lakossági villamosenergia-ár 2021 és 2023 között 0,11 €/kWh-ról 0,27 €/kWh-ra ugrott ( $\approx +140\%$ ), a gáz nagykereskedelmi ára ugyanebben az időben tízszeresére nőtt.<sup>141</sup> Közvetlenül a drágulásért az orosz–ukrán háború tehető felelőssé, viszont a zöldátállás miatt maradtak el a szükséges gázipari beruházások, és maradt Európa a hosszú távú gázszállítási szerződések által nyújtott biztonság nélkül kiszolgáltatott helyzetben.

<sup>137</sup> Benjamin Wehrmann, “Germany needs €860 billion investment in industry to reach climate goals, lobby group tells next govt,” [Clean Energy Wire](#).

<sup>138</sup> “10th Legislative term - Composition of the European Parliament: Graphics,” [European Parliament Multimedia Centre](#).

<sup>139</sup> “Greens in the EU election: down in the West, up in the East, South and North,” Heinrich Böll Stiftung, Brussels office – [European Union](#).

<sup>140</sup> “2024 European election results,” [POLITICO Poll of Polls](#).

<sup>141</sup> Mathias Mier, “European Electricity Prices in Times of Multiple Crises,” ifo Working Paper No. 394 (May 2023), ifo Institute – Leibniz Institute for Economic [Research at the University of Munich](#).

- A német fűtési törvény átlagosan 45 000 €-s beruházást igényelt volna lakásonként, amit a háztartások 65%-a „túlzottan megterhelőnek” ítelt.<sup>142</sup> Miközben a német Zöldpárt évekig nem tudta megoldani a székházának fűtése korszerűsítését, amit elvárna a lakosoktól.
- EU-s közvélemény-kutatások visszaigazolták, hogy a lakosság látja az ok-okozati összefüggést az erőszakos zöldítés és az áremelkedések között. A választók túlnyomó többsége az áremelkedéseket közvetlenül a „zöldpolitikák mellékhatásának” tulajdonította.<sup>143</sup>

### *Generációs szakadék és város-vidék ellentét*

A 18–24 éves német választók körében a Zöldek támogatottsága 31%-ról 19%-ra esett vissza, míg a 65 év felettek körében 4%-ról 2%-ra. Egy 2023-as ifjúsági felmérés szerint a fiatalok 58%-a „elitistának” tartja a párt kommunikációját, 41%-uk pedig a „klímahisztéria” kifejezést használja.<sup>144</sup>

- Berlinben a Zöldek 24,1%-ot szereztek, míg Mecklenburg-Elő-Pomerániában mindössze 2,7%-ot.
- Ausztriában a zöldek a szavazataik közel 80%-át Bécsből szereztek be, gyakorlatilag a tartományok nagy részéből eltűnt a támogatottságuk.
- Franciaország mezőgazdasági régióiban a Nemzeti Front 32%-ot kapott a zöldek alig 3%-ával szemben.

A rideg vidéki realitások (trágyázási kvóták, ugartatás, növényvédő szerek használatának korlátozása, gázolaj-támogatás csökkentése) ellenében a párt „városi” imázsa tovább erősödött, amit a gazdatüntetések és blokádok vizuálisan is demonstráltak.

### **Politikai narratívaváltás**

1. **Költségfókusz** – A 2022-ben kirobbant energiaválság után a társadalmi diskurzus a megfizethetőségre helyeződött át, kiszorítva a klímaválságot a címlapokról.
2. **Biztonság és migráció** – A háború és határvédelem tematizálása a jobbközép és szélsőjobboldali pártok narratív előnyét növelte, miközben a zöldek pacifista gyökereik miatt defenzív pozícióba kerültek.

<sup>143</sup> MDR, „Umfrage zum Heizungsgesetz: Habecks Wärmepumpe kommt bei Mehrheit nicht gut weg”.

<sup>144</sup> Euronews Green, „What Went Wrong for the EU Election-Losing Greens and Liberals?”.

3. **„Antielit” retorika** – A fűtési törvény körüli zavaros kommunikáció („morális fölérendeltség” vádjá) a jobbközép pártok számára könnyen támadható céltáblát adott.
4. **Posztmateriális utánpótlás** – A fiatalabb generációk politikai érdeklődésének fragmentálódása (digitális-libertárius mozgalmak) új versenytársakat teremt a zöldeknek (pl. Volt, Kalózpártok).

#### *Intézményi tényezők*

- Az EP 10. ciklusában a Zöldek/EFA csoport a 7,4%-os súlyával már nem „királycsináló”, a zöldblokkot könnyen megkerüli az EPP-S&D-Renew Europe háromszög.
- A 2035-ös belső égésű motor tilalom tárgyalásakor az EPP a többi jobboldali párttal együtt blokkolni tudott: a végleges kompromisszum 2026-os felülvizsgálati záradéka jelentősen felvizezte az eredeti célt.<sup>145</sup>
- Számos botrány robbant ki, hogy az Európai Bizottság számos zöldpárti politikai lobbitevékenységet finanszírozott.

#### **A német koalíció összeomlása**

##### *A fűtéstörvény-botrány*

A 2024. január 1-jén hatályba lépett német fűtési törvény (hőszivattyútörvény) a német energiapolitika egyik legvitatottabb fordulópontjává vált. A törvény előírta, hogy minden újonnan épülő ingatlanban kizárólag olyan fűtési rendszert lehet telepíteni, amely legalább 65%-ban megújuló energiaforrásokat használ. Bár a jogalkotók eredetileg 45%-os költség-többséggel számoltak a háztartások számára, a valóságban a beruházási költségek – főként a hálózatbővítés, a szigorúbb műszaki és zajvédelmi előírások, valamint a magasabb energia-hatékonysági követelmények miatt – akár 65%-kal is meghaladták a korábbi szintet.<sup>146,147</sup>

A hőszivattyúk telepítési költsége Németországban európai összehasonlításban is kiemelkedően magas: egy 8 kW-os rendszer átlagosan 28 000 euróba kerül, míg az Egyesült Királyságban ugyanez csak 14 000 euró. A magasabb árakat részben a bonyolultabb németországi telepítési folyamatok, a szigorúbb hatékonysági és hangszigetelési elvárások, valamint a komplexebb alapozási munkák magyarázzák.

<sup>145</sup> [Euronews Green](#), „What Went Wrong for the EU Election-Losing Greens and Liberals?”

<sup>146</sup> [Meine-Renditeimmobilie](#), „German Buildings Energy Act GEG: ‘Heizungsgesetz’ 2024,”.

<sup>147</sup> [Jibran Shahid](#), „Heating in Germany - All You Need To Know ,” Live In Germany.

Emellett a németországi időjárási viszonyok is nagyobb teljesítményű, drágább rendszereket követelnek meg.<sup>148,149,150</sup>

A törvény társadalmi fogadtatása rendkívül megosztó volt. Az idősebb generációk körében, akik gyakran saját tulajdonú ingatlanban élnek, a Zöldek támogatottsága drámaian visszaesett: a 60 év felettek körében 4%-ról 1,8%-ra csökkent. A lakosság jelentős része a törvény betartását túl drágának és igazságtalannak tartotta, különösen a vidéki területeken, ahol a hőszivattyús rendszerek kiépítése még költségesebb.<sup>151, 152</sup>

A politikai következmények sem maradtak el. A törvény körüli viták, az elégedetlenség és a társadalmi nyomás hatására a koalíciós partner, a liberális FDP 2024 novemberében bejelentette kilépését a kormányból. Ez kisebbségi kormányzathoz vezetett, és jelentős instabilitást idézett elő a német politikai rendszerben. A koalíció felbomlásának hátterében nemcsak a fűtési törvény, hanem a költségvetési viták, a „Schuldenbremse” (adósságfék) körüli konfliktusok és az ukrajnai háború finanszírozása is szerepet játszott.<sup>153,154,155</sup>

#### *A klímapolitika gazdasági hatásai*

A német klímapolitika gazdasági következményei 2023–2024-ben egyre markánsabban jelentkeztek. Az ipari szektorban 130 milliárd eurós beruházási hiány keletkezett, amelyet a vállalatok a zöldsátállás költségeivel, a magas energiaárakkal és a bizonytalan szabályozási környezettel indokoltak.<sup>156,157</sup> A német Ipari Szövetség (BDI) szerint a túl gyors ütemű átállás, az energiaárak emelkedése és a szakemberhiány együttesen veszélyeztette az ország ipari versenyképességét.

A hőszivattyúgyártók termelése 2023-ban 45%-kal csökkent, ami a kereslet visszaesését, a lakossági elbizonytalanodást és a támogatási rendszer elégtelenségét tükrözte.

<sup>148</sup> [Cooling Post](#), „Heat Pumps in Germany Twice the Cost of UK,” March 12, 2025.

<sup>149</sup> [pv magazine Germany](#), „Heat Pumps in Germany Nearly Twice as Expensive as in UK,” March 13, 2025.

<sup>150</sup> [Xpert Digital](#), „Heating Systems in Germany,”

<sup>151</sup> Meine-Renditeimmobilie, „German Buildings Energy Act GEG.”

<sup>152</sup> Shahid, „Heating in Germany.”

<sup>153</sup> [The New York Times](#), „Germany Government Collapse May Be Near, Shaking Europe’s Largest Economy.”

<sup>154</sup> [BBC News](#), „Germany’s Scholz Faces Political Crisis after Coalition Fault Lines Widen.”

<sup>155</sup> [chathamhouse.org](#)

<sup>156</sup> [Clean Energy Wire](#), „Green Technology Germany’s Best Bet to Remain Industrial Leader – Industry Association.”

<sup>157</sup> [Julian West](#), „German Industrial Resilience and the Green Pivot: Navigating Opportunities in Manufacturing and Energy Transition,” AI Invest.

Becslések szerint a fűtésszerelő vállalkozások közel negyede csődbe ment, mivel a beruházási hullám elmaradt, miközben a cégek jelentős készleteket halmoztak fel. A szakemberhiány, a bonyolult engedélyezési folyamatok és a magas beruházási költségek tovább súlyosbították a helyzetet.

Az ingatlanpiacon is jelentős változások történtek: a lakóingatlanok átlagára 12%-kal csökkent 2023-ban, amit a szigorodó klímaelőírások, a magasabb energiahatékonysági követelmények és a bizonytalan gazdasági környezet okozott. Az új szabályozások miatt sok vevő elhalasztotta a vásárlást, ami csökkentette a keresletet és lefelé nyomta az árakat.

### Összegzés

A fűtési törvény körüli botrány, a társadalmi és gazdasági feszültségek, valamint a koalíció felbomlása jól mutatják, hogy a klímapolitikai átmenet csak akkor lehet sikeres, ha annak költségeit igazságosan osztják el, a szabályozás kiszámítható, és az érintett társadalmi csoportok támogatása biztosított. A német példa figyelmeztetés Európa számára: a zöldsátoeneti társadalmi elfogadottsága nélkül a politikai stabilitás is veszélybe kerülhet.

### A Green Deal jövője a jobboldali többség árnyékában

A 2024-es európai parlamenti választások eredményeként jelentős jobboldali többség alakult ki az EP-ben. A fő pártcsaládok mandátumeloszlása:

Pártcsalád	Mandátumok (2024)
<b>EPP</b>	188
<b>S&amp;D</b>	136
<b>Patriots for Europe</b>	84
<b>ECR</b>	78
<b>Greens/EFA</b>	53

Forrás: EP hivatalos adatok.

Ez a többség alapvetően új irányt szabhat az uniós klímapolitikának. A jobboldali pártok, különösen az EPP, az ECR és a Patriots for Europe (Pfe) frakciók, egyre markánsabban lépnek fel a Green Deal ambícióinak visszafogása érdekében.

*A várható főbb módosítások:*

- **Klímacélok halasztása:** A 2050-es klímasemlegességi céldátum kitolását 2060-ra egyre több jobboldali képviselő támogatja, különösen a Patriots for Europe és az ECR soraiban. Bár hivatalos döntés még nincs, a politikai nyomás erősödik, hogy a gazdasági alkalmazkodásra több időt adjanak.

- **Kisvállalkozások mentesítése a CO<sub>2</sub>-adó alól:** A jobboldali frakciók hangsúlyozzák, hogy a szigorú karbonárzás aránytalanul terheli a kis- és középvállalkozásokat. Ezért tervezet van arra, hogy a legkisebb cégek mentesüljenek az EU kibocsátáskereskedelmi rendszerének (ETS) bizonyos elemei alól.
- **Megújulóenergia-támogatások csökkentése:** A jelenlegi tervek szerint 2027-ig akár 45%-kal is csökkenhetnek a megújuló energiaforrások támogatásai, különösen a nap- és szélenergiára beruházások esetében. Ez részben a költségvetési megszorítások, részben a támogatások hatékonyságával kapcsolatos kritikák miatt merül fel.

A jobboldali többség tehát alapvetően átrajzolhatja a Green Deal végrehajtásának ütemét és hangsúlyait, különösen a klímacélok időzítése, a gazdasági terhek elosztása és az állami támogatások mértéke terén.

#### *Alternatív klímapolitikai modellek*

A jobboldali frakciók nem a zöld átmenet teljes leállítását, hanem annak újraértelmezését szorgalmazzák. Az általuk preferált klímapolitikai modellek:

#### **1. Technológiasemlegesség**

- A hangsúly az innováció ösztönzésén van, nem pedig előre kiválasztott technológiák (pl. csak nap- vagy szélenergiára) támogatásán.
- Adókedvezményeket és befektetési ösztönzőket vezetnének be a magánszektor számára, hogy a piac döntse el, mely technológiák a leghatékonyabbak a dekarbonizációban.
- Ez a megközelítés lehetővé tenné a hidrogén, a szintetikus üzemanyagok, sőt a földgáz átmeneti használatát is.

#### **2. Nukleáris reneszánsz**

- A nukleáris energia visszahozása központi elem: 2035-ig legalább 15 új atomerőmű építését tervezik több tagállamban (pl. Franciaország, Csehország, Svédország, Hollandia).
- A nukleáris energia az egyetlen olyan nagy léptékű, szén-dioxid-mentes forrás, amelyet a jobboldal hosszú távon is fenntarthatónak tart.
- Az új reaktorok között egyre nagyobb szerepet kapnak a kis moduláris reaktorok (SMR), amelyek gyorsabban és olcsóbban telepíthetők.

A 2024-es választások után az Európai Parlamentben kialakult jobboldali többség jelentős fordulatot hozhat a Green Deal végrehajtásában. A hangsúly a gazdasági versenyképességre, a technológiasemlegességre és a társadalmi elfogadhatóságra helyeződik, miközben a klímacélok ütemezése és a támogatási rendszerek átalakulhatnak. A nukleáris energia és a karbonkompenzáció előtérbe kerülése, valamint a megújuló támogatások visszafogása egy új, pragmatikusabb klímapolitikai korszakot vetít előre az EU-ban.

### **Következtetés**

Az európai zöldpártok 2024-es válsága nem csupán egy választási vereség következménye, hanem egy mélyebb, stratégiai és társadalmi törésvonalak mentén kialakult krízis eredménye. Az elmúlt évtizedekben a zöldmozgalom képes volt „súlyán felül” befolyásolni az európai politikát, különösen a Green Deal elfogadásakor, amikor a klímapolitika a közvélemény és a döntéshozók napirendjének élére került. A 2019-es zöldhullám azonban 2024-re megtört, és a zöldpártok támogatottsága jelentősen visszaesett – különösen azokban az országokban, ahol kormányzati felelősséget is viseltek.

A zöldpártok válságának egyik fő oka a politikai stratégiájuk kettőssége: miközben globális klímacélokat tűztek ki, nem tudták kellően figyelembe venni a helyi gazdasági, társadalmi és kulturális realitásokat. Ez a kettősség a választók szemében gyakran hiteltelenségként jelent meg: a zöldek egyszerre tűntek túl radikálisnak és túl engedékenynek<sup>13</sup>. A 2024-es választásokon a zöldpártok főként a nagyvárosi, fiatal és magasan képzett rétegek körében tudták megőrizni támogatásukat, miközben a vidéki, ipari és idősebb szavazók elfordultak tőlük. A város-vidék, generációs és társadalmi törésvonalak elmélyülése rámutat arra, hogy a zöldpolitika nem tudott széles társadalmi koalíciót építeni, különösen a gazdasági válság, infláció és energiaár-emelkedés idején.

A Green Deal és a kapcsolódó klímapolitikai intézkedések jelentős gazdasági terheket róttak a lakosságra és a vállalkozásokra. A költségek alulbecslése, a támogatási rendszerek hiányosságai, valamint a szakemberhiány és a bürokratikus akadályok miatt sok háztartás és vállalat vesztésként élte meg a zöldátállást. A társadalmi igazságosság kérdése különösen élesen jelent meg: a zöldátállás költségei aránytalanul terhelték a középosztályt, a vidéki lakosságot és az ipari munkavállalókat, miközben a támogatások elosztása és a kompenzációk rendszere nem tudta megfelelően kezelni a veszteségeket.

A jövő kulcsa a társadalmi koalíció bővítése, a vidéki és ipari szavazók megszólítása, valamint a gazdasági igazságosság beépítése a klímapolitikába. A zöldátállás csak akkor lehet

fenntartható és politikailag sikeres, ha a társadalmi támogatottságot nem veszélyezteti, és a gazdasági versenyképesség megőrzése mellett képes csökkenteni a társadalmi egyenlőtlenségeket. A Green Deal eddigi eredményei, a kibocsátáscsökkentési célok és a fenntartható gazdasági átmenet iránti elkötelezettség nem tűnik el, de a következő években a hangsúly a gazdasági alkalmazkodásra, a technológiai innovációra és a társadalmi igazságosságra helyeződhet át.

# Kína energiaszektora: zöldítés vargabetűkkel

**Dr. Toldi Ottó**, vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

Kína a világ legnépesebb országa dinamikusan növekvő gazdasággal. Lakossága 1,408 milliárd fő volt 2024-ben, a világ népességének 17,64%-a. Kína GDP-je 2010 és 2019 között átlagosan évi 8,9%-kal nőtt. Ennek megfelelően a világ legnagyobb energiafogyasztója és -termelője is egyben. Az sem meglepő, hogy a világ összes üvegházgáz-kibocsátásából 26%-kal részesedik, melynek 64%-a eredeztethető a széntüzelésű erőműveken alapuló villamosenergia-szektorából.<sup>158</sup>

Nagyon nem mindegy tehát, milyen irányba halad majd a jövőben az ázsiai óriás, hiszen az energiaválság, a háborús konfliktusok és a Nyugattal kialakult kereskedelmi viták megtorpanásra készítették Kínát az egyébként ambiciózus zöldítési tervek végrehajtásában.

2020 szeptemberében a Kínai Népköztársaság kormánya bejelentette, hogy Kína elkötelezett amellelt, hogy 2030-ra elérje a szén-dioxid-kibocsátás csúcsát, és 2060-ra elérje a szén-dioxid-semlegességet. Kínát azonban furcsa kettősség jellemzi. Drámai gyorsaságú zöldítés az egyik oldalon és új széntüzelésű erőművek építése a másik oldalon.

Kína olyan mennyiségben ad új megújulókapacitásokat a villamosenergia-hálózatához, mint a világ többi része együttvéve. Csak 2020-ban háromszor annyi volt a szél- és napenergia-kapacitásnövelés, mint az Egyesült Államokban ugyanebben az évben

Az elmúlt néhány év gazdaságra is ható globális problémái (Covid-veszélyhelyzet, orosz–ukrán és közel-keleti háború, energiaárak emelkedése, kereskedelmi viták az USA-val és az EU-val) váratlan fennakadásokat okoztak a globális energiaellátási láncban, és hektikusan ingadozó energiaárakat idéztek elő. Kínában 2021-ben és 2022-ben energiahiányos állapot is előfordult részben a fentiek miatt, részben a szélsőséges időjárás miatt. Úgy tűnik, hogy a fenti nehézségek a zöldítési szempontokat hátrébb sorolták a célok listáján, hiszen ebben a helyzetben a szakpolitika szívesen visszatérne a régi és megszokott, jól működő, de kevésbé környezet- és klímabarát eszközökhöz a kihívások kezelésére. Máris tervben van új szénerőművek építése és a hazai fosszilizüzelőanyag-kitermelés fokozása, ami azonban sem környezetvédelmi, sem klímavédelmi, sem pedig humánegészségügyi szempontból nem lesz hosszú távon fenntartható.

<sup>158</sup> Independent Statistics and Analysis, U.S. Energy Information Administration: China

Hogyan próbál Kína egyensúlyozni az ún. energiatrilemma megoldása közben? Hogy lehet környezet- és klímavédelmi szempontból fenntarthatóan garantálni az ellátásbiztonságot úgy, hogy megfizethetők maradjanak az energiaárak mind az ipari fogyasztók, mind a lakosság számára? Nézzük, mit válaszol Kína a fenti kérdésekre!

## Helyzetkép

Kína a világ legnépesebb országa dinamikusan növekvő gazdasággal. Lakossága 1,408 milliárd fő volt 2024-ben. Ennek megfelelően a világ legnagyobb energiafogyasztója és -termelője is egyben. Kína GDP-je 2010 és 2019 között átlagosan évi 8,9%-kal nőtt.

A 2020-as adat a Covid–19-veszélyhelyzet miatt csak 2,2%-os növekedés lett, de 2021-ben már újból 8,1%-ra emelkedett. 2023-ban a növekedés 5,4%-os volt az IMF szakértői szerint, 2024-ben pedig 5,0%-os.

Kínában 2021-ben indult a 2025-ig szóló 14. ötéves terv (Nemzeti Gazdasági és Társadalmi Fejlesztési Terv), amely a Kínai Népköztársaság legfontosabb gazdasági és társadalmi céljainak a gyűjteménye erre az ötéves periódusra.

*A terv energetikával kapcsolatos céljai:*

- Az ország technológiai, innovációs és gyártási képességeinek növelése és fejlesztése az energetika területén, különös tekintettel a megújuló energiatermelés hatékonyabbá, költség-versenyképesebbé és megbízhatóbbá tételére.
- A hidrogén a dekarbonizáció és az energiátárolás terén egyaránt a terv egyik fókuszpontja.
- A fosszilis tüzelőanyagokkal, valamint a nukleáris energiával kapcsolatos innovációnak a hatékonyságot és a forráshasznosítás növelését kell megcéloznia.
- Kína alacsony szén-dioxid-kibocsátású és szén-dioxid-semleges kezdeményezéseinek előnyben részesítése: 2030-ra kell tetőznie az üvegházgáz-kibocsátásnak, 2060-ra pedig el kell érni a klímasemlegességet.<sup>159</sup>
- Az előző ötéves tervtől eltérően a szénfogyasztásnak nincs meghúzott felső határa, a rendszerszintű rugalmasságot biztosítani tudó technológiák (24%) és a keresletoldali reagálási kapacitások (a maximális terhelés 3-5%-a) elérendő részesedése azonban számszerűsítve van.

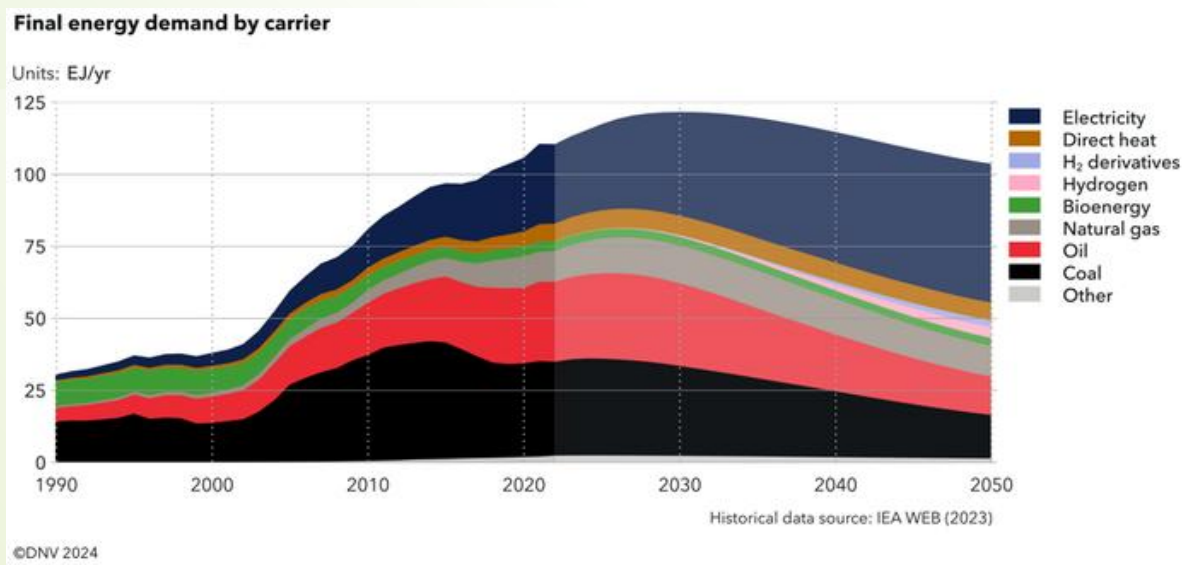
<sup>159</sup> International Trade Administration, China Country Commercial Guide

- A terv célokat tűz ki a nem fosszilis, dekarbonizált energiaforrások növelésére is. Arányuknak a tervidőszak végére el kell érnie a primerenergia-fogyasztás 20%-át és a teljes (áram, hő) energiatermelés 39%-át.
- Cél az épületekhez köthető energiahatékonyság és megújulóenergia-használat növelése is. Ennek eszközei a környezetbarát, közel zéró energiaigényű épületek fejlesztése, és elsősorban az új épületekre telepített integrált fotovoltaikus (PV) beépített kapacitások növelése, amely a terv szerint 2025-re meghaladja az 50 GW-ot.

2024-ben Kína teljes energiafelhasználásának mintegy 59%-át a szén adta, ami a 2001-es 70%-ról csökkent idáig. A kőolaj és finomított termékei, a cseppfolyósított szén és a tiszta szén technológiákkal termelt metanol jelentik a második legnagyobb tüzelőanyag-forrást. Kína diverzifikálta energiaellátását, és az olaj- és szénfelhasználás egy részét tisztább tüzelőanyagokra cserélte az elmúlt években.

A tisztább energiaforrások (vízerőművek 13%, földgáz 8,5%, atomenergia 4,5%, egyéb megújuló energia 32,33%) aránya folyamatosan nő a kínai energiamixben (1. ábra).

1. ábra. Kína végső energiafogyasztásának várható alakulása 2050-ig.



Forrás: múltbeli adatok IEA (2023), projekció Forbes, Five Charts Demonstrating China's Incomparable Energy Transition

### Ásványolaj és származékai, cseppfolyósított szén, szénből gyártott metanol

Kína 2024-ben a világ ötödik legnagyobb cseppfolyós energiahordozó (kőolaj, cseppfolyósított szén, szénből gyártott metanol) termelő országa volt, a termelés elérte a napi 5 millió hordót, szemben a napi 15,3 millió hordós napi fogyasztással. A teljes cseppfolyós energiahordozó

termelés közel 80%-a nyersolajból és finomított származékaiból, a fennmaradó rész pedig cseppfolyósított szén és szénből gyártott metanol bioüzemanyaggá alakításából származott. Érdekes módon a szállítási ágazatban az olajkereslet növekedési üteme 2015 óta csökken, melynek fő okai:

- Covid-19 miatti karanténok, gazdasági leállások;
- egyéb okok miatti gazdasági lassulás;
- szigorúbb környezetvédelmi intézkedések;
- a városi járműhasználat korlátozása;
- az alternatív meghajtású járművek (villamos járművek, sűrített földgázzal közlekedő járművek, valamint cseppfolyósított földgázzal közlekedő teherautók és vonatok) nagyobb elterjedtsége;

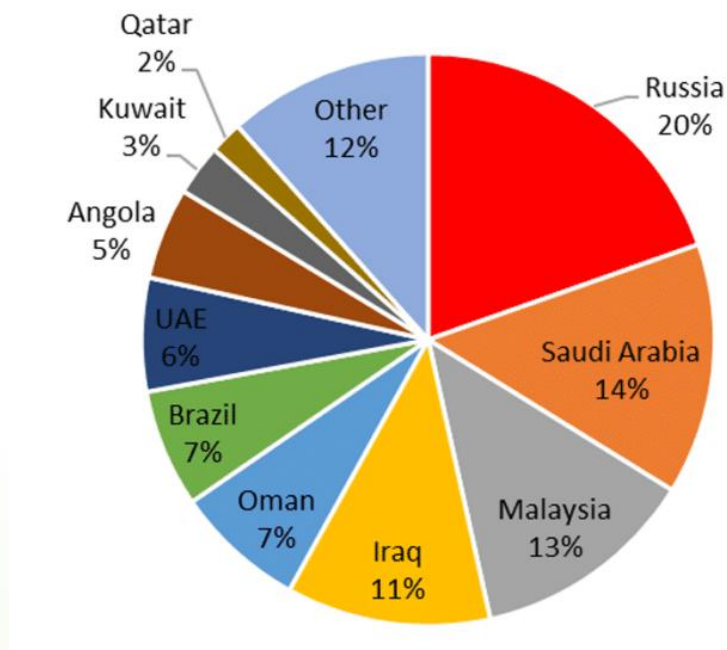
A kínai akkumulátoros elektromos, plug-in hibrid és üzemanyagcellás elektromos járművek vásárlása rekordot döntött 2021-ben és 2022-ben, amikor az eladások 181%-kal nőttek 2020-hoz képest. Kína bevezette az Euro 6-nak megfelelő nemzeti üzemanyag-kibocsátási szabványokat, amelyet 2030-ra teljes mértékben végrehajtanak.

Kína hatalmas széntartalékait próbálja jövedelmezően és diverzifikáltan hasznosítani azzal, hogy a szén egy részét folyékony tüzelőanyaggá alakítja a kőolaj kiváltása érdekében. A cseppfolyós szén (CTL) termelése becslések szerint 124 000 hordó/nap, a metanolé pedig körülbelül 508 000 hordó/nap volt 2024-ben.

Miután a kínai kormány 2022 májusában – két hónappal az orosz–ukrán háború kitörése után – megerősítette a hazai kőolaj feltárásának és kitermelésének fontosságát, a Kínai Nemzeti Energiaügynökség évi 1,5 milliárd hordós hazai kőolajtermelési célt tűzött ki 2024-re, amit túl is teljesített 1,57 milliárd hordós kitermeléssel.

Kína az elmúlt években diverzifikálta kőolajimport-forrásait, melyben Szaúd-Arábia, Oroszország, Irak, az Egyesült Arab Emírségek, Kuvait, Katar és Omán játsszák a legfontosabb szerepet. Kína 2017-től a világ legnagyobb kőolajimportőre lett, 2021-ben már napi 10,3 millió hordó volt a behozatal (**2. ábra**). A jelenlegi geopolitikai helyzet ismeretében érdekes fejlemény, hogy az Egyesült Államokból származó kőolajimport jelentősen csökkent a 2020-as átlagos 481 000 hordó/napról 2022-re 248 000 hordó/napra, ami azóta drámaian, további 53%-kal csökkent 2024-re. Az is figyelemre méltó, hogy a ENSZ/USA szankciók ellenére jelentősen növekedett Kína iráni olajimportja.

2. ábra. Kína kőolajimportjának diverzifikációs szintje 2024-ben.



Forrás: Center on Global Energy Policy, China's Oil Demand, Imports and Supply Security

### Földgáz

Kína jelentős földgáztartalékokkal rendelkezik. A kitermelhető mennyiség 2021-es becslések alapján 6654 milliárd m<sup>3</sup>, ami a jelenlegi 379,2 milliárd m<sup>3</sup>-es éves fogyasztással számolva nagyjából húsz évre lenne elegendő. Azonban a rezervoárok nagy része alacsony permeabilitással és porozitással rendelkezik, és a palagázkitermelés sem tűnik egyszerűbbnek. A mai napig is csak néhány ilyen projekt van folyamatban, annak ellenére, hogy a kormány szorgalmazza ezen erőforrások fejlesztését. A kedvezőtlen körülmények ellenére Kína hazai földgázkitermelése folyamatosan emelkedett az elmúlt néhány évben. Kína 14. ötéves terve és a 2022-es Energy Works Guidance 229 milliárd m<sup>3</sup> kitermelést célzott meg 2025-re.

Kína földgázfogyasztása a teljes energiafogyasztás 9%-át tette ki 2021-ben. A fogyasztás dinamikájára jellemző, hogy 2011 és 2021 között átlagosan évi 11%-kal nőtt a földgázigény. Kína így a világ harmadik legnagyobb földgázfogyasztójává lett az Egyesült Államok és Oroszország mögött.

Több tényező is hozzájárult a földgázfelhasználás növekedéséhez az elmúlt években. A rossz levegőminőség (különösen az északkelet-kínai városi területeken, ahol a téli fokozott szénhasználat szmogot és veszélyes mértékű szennyezést okoz) arra készítette a kormányt, hogy felgyorsítsa a szénről a földgázra való átállást mind az ipari felhasználás, mind az energiatermelés, mind a lakossági és kereskedelmi felhasználás terén. A földgázfogyasztás

növekedésének másik mozgatórugója a vízenergia rendelkezésre állásának csökkenése volt, a hideg tél és az átlagosnál melegebb nyár mellett, ami növelte a lakossági keresletet. A megnövekedett ipari termelés is hozzájárult az évi kereslet növekedéséhez. Kína szénről gázra való átállása a fűtési szegmensben fontos tényező volt a földgázkereslet növekedésében. Kína tiszta téli fűtési terve 70%-os tiszta fűtést tűzött ki földgáztüzelésű vagy elektromos kazánokon keresztül 2017-től 2021-ig. 2020-ban az Ökológiai és Környezetvédelmi Minisztérium célként jelölte meg több mint 7 millió háztartás szénről földgázra való átállását 28 északi városban.

Kína az elmúlt néhány évben diverzifikálta LNG-beszállítói körét, és Ausztrália vált a legnagyobb beszállítójává, az LNG-import 40%-át adta, a második helyen az USA állt az orosz–ukrán háborúig. 2023-ban Kínának 28 LNG-újragázosító terminálja volt, 135,8 milliárd m<sup>3</sup> együttes kapacitással. 2024-ben további 102 milliárd m<sup>3</sup>-nyi LNG-importterminál kapcsolódott a rendszerhez.

A vezetékes földgázimport legnagyobb mennyisége Türkmenisztánból származott, amely a vezetékes behozatal 57%-át tette ki, a többi Kazahsztánból, Közép-Ázsia más országaiból és Burmából érkezett. Kína és Oroszország 2014-ben 30 évre szóló földgázmegállapodást írt alá, mely szerint Kína átlagosan 36 milliárd m<sup>3</sup> földgázt importál évente a Gazprom kelet-szibériai mezőiről a Szibéria Ereje–1 vezetéken át. Ezt a megállapodást 2022 elején módosították, úgy, hogy az éves importált mennyiség 46,7 milliárd m<sup>3</sup> legyen. Az orosz gázexport súlypontjának áthelyezése Ázsia felé tehát nem most indult. A Szibéria Ereje–1 jelenleg 3000 km hosszú, de teljes kiépülése után hossza 6500 km-re nő, a kapacitása pedig végül 61 milliárd m<sup>3</sup>-re. A Mongóliát is ellátó évi 50 milliárd m<sup>3</sup>-es kapacitású Szibéria Ereje–2 vezeték építése a 2020-as évek közepén indul. A jövőre nézve Kínában a megújulók mellett a földgáz használata növekszik a leggyorsabb ütemben, amely iránt az elmúlt évtizedben megnégyszereződött a kereslet. A földgázszektor növekedése kritikus fontosságú Kína azon erőfeszítéseiben, hogy csökkentse a széntől való függést, ezzel lényegesen csökkentve a légszennyezést és a CO<sub>2</sub>-kibocsátást.

2040-re várható, hogy Kína földgázfogyasztása eléri a 700 milliárd m<sup>3</sup>/év értéket, ami két és félszerese a 2018-as 280 milliárd m<sup>3</sup>-nek. Említettük az előzőekben, hogy Kína földgázfogyasztása 2024-ben a teljes végső fogyasztás 8,5%-át tette ki, melyet 2030-ra 15%-ra kíván emelni. A releváns kínai politikák és diplomáciai kezdeményezések mindemellett a földgázimport diverzifikációját hangsúlyozzák a jövőre nézve, az energiaválság és a háborús konfliktusok miatt, az energiabiztonság megerősítése érdekében.

## Szén

Kína szénkitermelése elérte az évi 4,76 milliárd tonnát 2024-re a folyamatosan fejlesztett kitermelési technológiáknak köszönhetően. Ezzel növelni tudták a kitermelés hatékonyságát, ami azzal is nőtt, hogy bezárták a kisebb, régi bányákat. A hatékonyságnövelés része a bányászattal kapcsolatos nagy hatótávolságú vasúti kapacitás bővítése is, melyre példa a 2019 októberében megnyílt Haoji Railway, melynek feladata a belső széntermelő központok és a keleti keresleti központok összekapcsolása.

2024-ben Kína szénfelhasználásának közel 58%-át a villamosenergia-ágazat tette ki, fennmaradó részét egyrészt az ipar (acél- és cementgyártás), másrészt a lakossági fűtés. Kína szénigényét várhatóan csökkenti a megújuló és a nukleárisenergia-kapacitások bővítése, és ilyen hatása lesz a szén földgázzal való részleges helyettesítésének is. De a kínai szén-dioxid-kibocsátás-csökkentési célok és programok, például a nemzeti kibocsátáskereskedelmi rendszer bevezetésének terve is keresletcsökkentő hatású lesz. A kínai energiapolitika megfogalmazása értelmében azonban a szén a fentiek ellenére is Kína primerenergia-mixének elsődleges összetevője marad mint az energiabiztonság garanciája.

Érdekesség, hogy a világelső hazai kitermelés mellett Kína a világ legnagyobb szénimportőre is, 357 millió tonnás éves mennyiséggel. Az import növekedése az országszerte előforduló villamosenergia-hiányra és a növekvő belföldi szénárakra reagált.

A legnagyobb importforrás Indonézia a teljes import 60%-ával. Indonézia gyenge minőségű és olcsó szene jól keverhető a jó minőségű kínai szénnel. Az importlokációk listáján ezután Oroszország (18%) és Mongólia (5%) következik, megelőzve Ausztráliát.

## Villamosenergia-szektor

A kínai villamosenergia-termelő szektort azért emeltük ki, mert itt kerül felhasználásra a kitermelt kínai szén 58%-a, így önmagában a globális szén-dioxid-kibocsátás 14%-át adja, többet, mint a teljes 12%-nyi USA-kibocsátás.

Amennyire persze ez tervezhető, Kína 2030-ra tervezi elérni a szén-dioxid-kibocsátás csúcsát, és 2060-ra elérni a karbonsemlegességet. A megvalósítás részeként a tervek között szerepel a nem fosszilis tüzelőanyagok részarányának 25%-ra való növelése a primerenergia-fogyasztásban, valamint a teljes szél- és naperőművi kapacitás 1200 GW-ra emelése 2025-ig. Ettől függetlenül Kína 14. ötéves terve a szén energetikai hasznosítását a következő években még szükségesnek tekinti az energiabiztonság és a gazdasági hatékonyság növelése érdekében.

Kína mintegy 10,073 gigawattóra (GWh) nettó villamos energiát termelt 2024-ben. Összehasonlításképpen a magyar villamosenergia-termelés 38 TWh (0,038 GWh) volt ugyanebben az időszakban, azaz a 760 TWh-s éves kínai áramtermelési növekmény huszada.

Már az is nagyban csökkenti a szén-dioxid és az egyéb légszennyező anyag kibocsátását, hogy néhol földgáz váltja fel a széntüzelésű erőművek egy részét az ország keleti részében, ahol nagyobb az energiaigény, mint az ország többi részén, valamint az északkeleti régióban, ahol a szigorodó környezetvédelmi előírások miatt kell csökkenteni a szénre alapozott energiatermelést. A földgáz fokozatosan egyre nagyobb részarányt kap a villamosenergia-mixben, de 2024-ben még mindig nagyjából 3%-át tette ki a teljes termelésnek.

Mivel a nemzetközi közösség egyre nagyobb hangsúlyt fektet a környezet- és klímavédelemre, előtérbe kerülnek az olyan technológiák is, amellyel a fosszilis energiahordozók is tisztán alkalmazhatók. Várhatóan hatalmas kereslet lesz a földgáz- és a szénágazat részéről is a kibocsátást minimalizáló ún. tisztaszén-technológiákra (anaerob elgázosítás, poligeneráció, petrolkémia, CCUS, metanolgazdaság, DAC) a jövőben. A CCUS azonban még mindig fejlesztés alatt álló technológia, amelyet piaci szinten működő iparaggá kell változtatni. A Kínai CCUS 2021 c. éves jelentés szerint a szén-dioxid-semlegeségi célkitűzés értelmében Kína CCUS-el kivonandó szén-dioxid-mennyisége 2030-ban várhatóan 200-408 millió tonna körüli lesz, a piac mérete pedig várhatóan meghaladja a 100 milliárd jüant. Ennek megfelelően az elkövetkező évtizedekben Kína is fontos feladatnak tekinti a CCUS létesítmények megépítését.

A megújuló projektek több mint 2000 TWh nettó villamos energiát termeltek 2024-ben, ezzel 38%-kal részesedve a kínai villamosenergia-termelési mixben. 2024-ben a szélenergia Kína teljes villamosenergia-termelésének 10%-át tette ki. Ez a szélenergia-termelés 11,6%-os éves növekedését jelenti, elérve a 989 TWh-t a Statista adatai szerint.<sup>160</sup> 2024-ben a világ szélenergia-alapú áramtermelésének nagy része, körülbelül 471 TWh, Kínában valósult meg.

A napenergia a leggyorsabban növekvő villamosenergia-termelési ágazat Kínában. A nettó termelés 2024-ben 853 TWh volt, ami közel a négyszerese a 2019-es értéknek. Az is segíti a gyors növekedést, hogy a világszerte használt napelemes berendezések nagy részét Kínában gyártják.

<sup>160</sup> Statista, Wind Energy, China

A fejlődés velejárájaként a hálózatfejlesztés és az átviteli rendszer rugalmasságának a javítását célzó intézkedések meghozatala és végrehajtása is időszerűvé vált az időjárásfüggő megújuló hálózatba integrálhatóságának elősegítése érdekében. A kínai kormány célja a 14. ötéves tervben, hogy a 2021–2025-ös időszakban legalább 570 GW nap- és szélenergia-alapú áramtermelő kapacitás legyen, 2030-ra pedig minimum 1200 GW.

Bár a nukleáris termelés a teljes energiatermelési portfólió kis részét teszi ki, Kína aktívan támogatja az atomenergiát mint tiszta, hatékony és megbízható villamosenergia-termelési forrást. Kína körülbelül nettó 450,8 TWh áramot termelt atomerőművekben 2024-ben. Ez a teljes termelés körülbelül 4,5%-át tette ki, ez 28%-os növekedést jelent 2019-hez képest. A nukleáris energia tekintetében Kína jóváhagyta hat atomreaktor építését 2022-ben, ami egy lépést jelent azon célja felé, hogy 2025-re 70 GW-ra, 2030-ra pedig 120 GW és 150 GW közé emelje a nukleáris kapacitást a 2024-es 60 GW beépített kapacitáshoz képest.

## **Jövőkép**

### *Dekarbonizáció*

2020 szeptemberében a Kínai Népköztársaság kormánya bejelentette, hogy Kína elkötelezett amellett, hogy 2030-ra elérje a szén-dioxid-kibocsátás csúcsát, és 2060-ra elérje a szén-dioxid-semlegességet, miközben arra törekszik, hogy 2035-re megduplázza a kínai gazdaság méretét.<sup>161</sup> Az, hogy Kína teljesíteni tudja-e dekarbonizációs céljait, nagymértékben attól függ, hogy a döntéshozók és az ipar képesek-e csökkenteni az ország szénfüggőségét.

Az elmúlt évtizedben a szén részesedése a végső energiafogyasztásban 68,5%-ról 58%-ra (2024) esett a Kínai Nemzeti Statisztikai Hivatal által közzétett adatok szerint. A közelmúltban azonban az energiaválság, a háborús konfliktusok, valamint a hazai vízenergia-termelést befolyásoló aszályok és az ehhez kapcsolódó kiszabályozási zavarok kombinációja arra készítette a politikai döntéshozókat, hogy óvatosabb megközelítést alkalmazzanak a szénenergia fokozatos kivezetésével kapcsolatban.

Bár Kína diverzifikálta energiaellátását, és elkezdte a fűtőolaj és a szén tisztább tüzelőanyagokkal való felváltását, a földgáz (8,5%), a nukleáris energia (4,5%) és a megújuló energiaforrások (16%) viszonylag kis hányadát képviselték a kínai végső energiafogyasztás energiamixének. A földgáz, az atomenergia és a megújuló energia felhasználása azonban folyamatosan növekszik.

<sup>161</sup> International Trade Administration, China Country Commercial Guide

### *Az atomenergia szerepe*

Kínában a levegőminőséggel, az éghajlatváltozással és a fosszilizüzelőanyag-hiánnyal kapcsolatos növekvő aggodalmak miatt az atomerőműveket a széntüzelésű erőművek hosszú távú alternatívájaként tartják számon mint tipikus zsinóráram-termelő alaperőműveket.

A kínai nukleárisenergia-szektor a múltban a világban létező különféle technológiák honosítása fémjelezte, amelyekből aztán átvéve és ötvözve az általuk megfelelőnek tartott részleteket, fokozatosan kifejlesztésre kerültek a saját műszaki megoldások, a saját atomipari termékek.

1998-ban indult a kanadai CANDU reaktorokkal kapcsolatos projekt a Qinshan Atomerőműben, 1999-ben kezdődött az orosz VVER-1000 reaktorok építése a Tianwani Atomerőműben, 2007-ben kezdődtek a tárgyalások a francia Areva céggel EPR reaktorok építéséről, majd a Westinghouse AP1000 reaktorai következtek volna. A cég 2017-es csődjét követően 2019-ben úgy döntöttek, hogy az AP1000 helyett már kínai saját technológiát használnak majd és megépítik a Hualong One-t. Kína azóta már negyedik generációs atomerőműveket és kis moduláris reaktorokat fejleszt önállóan, sőt kísérleti fúziós reaktort is épít.

Kína jelenleg a harmadik helyen áll a világon, mind az összes beépített atomerőművi kapacitás, mind az atomerőművekben megtermelt villamos energia mennyisége tekintetében, ami a globális termelés körülbelül egytizedét adja. 2024. év végi állapot szerint Kínában 58 nukleáris blokk működött 60 GW kapacitással, 27 épült 32 GW-tal, és több mint 70 blokk építése van tervben 88 GW kapacitással. A 2020-as Országos Népi Kongresszus évi 6-8 reaktor jövőbeli építését támogatta, elérve a 200 GW beépített kapacitást 2035-re.

Kína célja a teljes függetlenség kialakítása a nukleáris értéklánc mentén, beleértve az atomerőmű-építést, önálló fejlesztést, a fűtőanyaggyártást, a radiokatív hulladékok kezelését és újrahasznosítását, valamint a fúziós technológia fejlesztését.

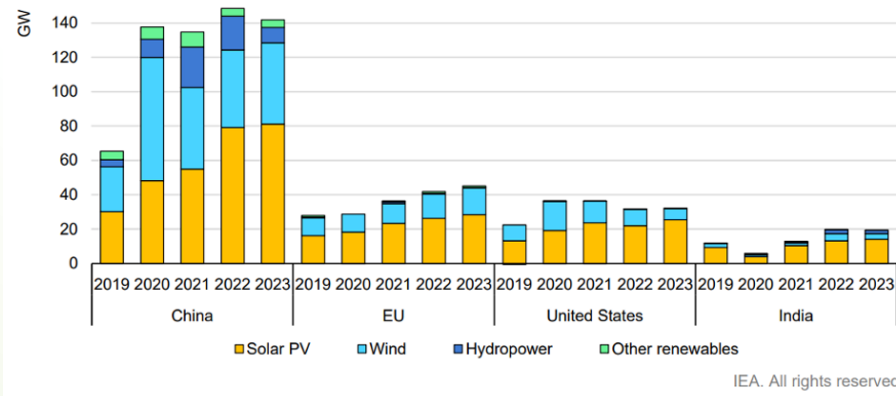
### *A jövő – benne az oly nagyon áhított zöldítés – Kína-függő*

Mivel áramellátásának majdnem kétharmada széntüzelésű erőművekre támaszkodik, Kína évente több üvegházhatású gázt bocsát ki, mint bármely más ország. A globális kibocsátás 26%-áról van szó, melynek a kétharmadát a kínai villamosenergia-szektor adja.

Kínát azonban furcsa kettősség jellemzi. Drámai gyorsaságú zöldítés az egyik oldalon, és a tisztább földgáz visszacszerélése a szénre a másik oldalon.

Kína olyan gyorsasággal ad új megújulókapacitásokat a hálózathoz, mint a világ többi része (EU, USA, India) együttvéve (3. ábra). Csak 2020-ban háromszor annyi volt a szél- és napenergia-kapacitás növelése, mint az Egyesült Államoké ugyanebben az évben. 2022 első felében további 100 milliárd dollárt fektetett be nap- és szélenergiába, és ez a tendencia folytatódott 2023-ban.

**3. ábra. Megújuló kapacitásbővítés Kínában, az Európai Unióban, az Egyesült Államokban és Indiában 2019–2023 között.**



Forrás: IEA

Valójában az új kutatások azt mutatták, hogy Kína már 2035-ben elérhette volna a szén-dioxid-mentes villamosenergia-termelés 80%-os arányát a költség- és ellátásbiztonsági kockázat növekedése nélkül (N. Abhyankar et al., 2022). Azonban az orosz–ukrán és a közel-keleti háború miatti magas importenergia-árak fékezésre készítették a kínai vezetést.

Kína hatalmas erőforrásokkal és fejlett megújuló ellátási láncokkal rendelkezik a megújuló energia hasznosítása terén. Kína állítja elő a napelemek és akkumulátorok globális kínálatának nagyjából 75%-át, valamint a szélturbinák kulcsfontosságú alkatrészeinek körülbelül 60%-át. Válaszul a globális tiszta energiára való átállás szükségességére, a kínai ásvány- és közetgazdálkodás mindent megtesz azért, hogy kielégítse a hazai és külföldi keresletet (M. O'Boyle, 2023). A megújuló ipar és a közlekedés zöldítése miatt a kobalt iránti kereslet önmagában ötszörösére fog nőni 2030-ra. A lítium iránti kereslet várhatóan 2030-ra 18-szorosára, 2050-re pedig 60-szorosára fog növekedni az e-mobilitási kampányoknak köszönhetően. A nikkel 68%-át, a réz 40%-át, a lítium 59%-át és a kobalt 73%-át Kínában vagy kínai érdekeltségű vállalatok nyerik ki az ásványi ércekből. A lítiumion-akkumulátorok katódjainak 70%-át, anódjainak 85%-át Kínában gyártják. Csakúgy, mint a szeparátorok 66%-át, az elektrolitok 62%-át és az elemek, akkumulátorok 78%-át. Kína egyben a legnagyobb fogyasztója is a fenti termékeknek.

## **Az energiatrilemma (ellátásbiztonság, dekarbonizáció, megfizethetőség) Kínának is fejtörést jelent**

Az elmúlt néhány év gazdaságra is ható globális problémái (Covid-veszélyhelyzet, orosz–ukrán és közel-keleti háború, kereskedelmi viták az USA-val és az EU-val) váratlan fennakadásokat okoztak a globális energiaellátási láncban, és hektikusan ingadozó energiaárakat eredményeztek. Kínában 2021-ben és 2022-ben energiahányos állapot is előfordult részben a fentiek miatt, részben a szélsőséges időjárás miatt. Úgy tűnik, hogy a zöldítési szempontok hátrébb sorolódhatnak a célok sorrendjében, hiszen a szakpolitika szívesen visszatérne a régi és megszokott, jól működő, de kevésbé fenntartható eszközökhöz a kihívások kezelésére. Máris tervben van új szénerőművek építése és a hazai fosszilizüzelőanyag-kitermelés fokozása, ami azonban sem környezetvédelmi, sem klímavédelmi, sem pedig humánegészségügyi szempontból nem lesz hosszú távon fenntartható.

A National Public Radio, az Amerikai Egyesült Államok leghallgatottabb közszolgálati rádiójának jelentése szerint Kína több szénerőmű építését engedélyezte tavaly, mint az elmúlt hét évben bármikor a kormány ígéretei és céljai ellenére.<sup>162</sup> 2023 első felében 37 gigawatt (GW) új szénerőmű-kapacitás építését kezdték meg, 52 GW-ot engedélyeztek, 41 GW új projektet jelentettek be, és 8 GW korábban félbemaradt projektet újítottak fel.

### **Kérdés, mi hajtja az új szénerőművek újsütetű engedélyezési hullámát a megújulóenergia-éra kezdetén**

A jelentés készítői szerint az új szénerőművek engedélyezési hullámának egyik oka paradox módon pont a klímaváltozásra vezethető vissza.

A folyamatos aszály és a tavaly nyári történelmi hőhullám miatt nagyon megnövekedett a klímaberendezések eladása és áramfogyasztása, ezzel egyidejűleg jelentős vízerőművi kapacitások is kiestek a rendszerszabályozásból az aszály miatt. A hőség és a szárazság miatt a folyók szinte kiszáradtak, beleértve még a bővizű Jangce egyes részeit is. A nagy melegben a nap- és szélerőművek teljesítménye is csökkent, Kínának egyszerűen nem volt mihez nyúlnia.

Mindehhez hozzájön a cseppfolyósított földgáz (LNG) import magas ára is, ami a következő években várhatóan lassítani fogja Kína földgázzal kapcsolatos céljainak elérését. Egyes elemzők szerint azonban az új szénerőművi projektek engedélyezése nem a semmiből jött.

<sup>162</sup> [NPR Environment](#), China is building six times more new coal plants than other countries, report finds

A szénágazat és az áramszolgáltatók üzenetei energiahiányos időszakokban mindig arról szóltak, hogy az energiabiztonság máig biztos garanciája a hazai olcsó szénvagyon, ebből kiindulva kell keresni a jövő megoldásait.

## **Konklúzió**

Összefoglalásképpen elmondhatjuk, hogy Kína eddig majdnem mindig időben megoldotta azokat a gazdasági problémákat, amelyekkel szembesült. Sőt előrelátó stratégiai tervezéssel elérte, hogy mára a tisztaenergia-átmenet globális szinten nélkülözhetetlen szereplőjévé vált. Többet fektet megújuló energetikai fejlesztésekbe és több megújuló kapacitást installál, mint a világ többi része összesen. Az évi 8-10%-os energiaigény-növekedés azonban olyan kihívásokat jelent az ellátásbiztonság garantálása terén, amelyekkel a nyugati világ már régen nem szembesült. Mindezt egy energiaválságos és háborús konfliktusokkal terhelt világban kell megoldania, amelyben ő maga is időnként a célkeresztbe kerül, legalábbis a retorika szintjén. Kína mindenesetre fenyegetve érzi magát, és most úgy tűnik, egy időre visszanyúl a szénhez, az egyetlen valóban nagy mennyiségben rendelkezésre álló hazai energiaforrásához. Reméljük azonban, hogy ez az időszak nem fog sokáig tartani, visszatér a béke a világ minden tájára, és újból előtérbe kerülhet a zöldítés az ellátásbiztonság kockáztatása nélkül. Kína dekarbonizációs céljainak elérése nagymértékben függ a politikai döntéshozók és az ipar azon képességétől, hogy csökkentsék az ország szénfüggőségét.

Az elmúlt évtizedben a szén végső energiafogyasztásban való részesedése 68,5%-ról 59%-ra csökkent a Carbon Brief 2024-es adatai alapján.<sup>163</sup>

Az utóbbi időben azonban az energiaválságok, konfliktusok és aszályok kombinációja, amelyek a hazai vízenergia-termelést és a kapcsolódó hálózati egyensúlyzavarokat sújtják, arra készítette a politikai döntéshozókat, hogy óvatosabb megközelítést alkalmazzanak a széntüzelésű energia fokozatos kivezetésével kapcsolatban.

Bár Kína diverzifikálta energiaellátását, és elkezdte a fűtőolajat és a szenet tisztább üzemanyagokkal, vízenergiával (8%), földgázzal (9%), atomenergiával (2%) és nem vízerőművekből származó megújuló energiaforrásokkal (7%) helyettesíteni, ezek még mindig viszonylag kis részét képviselik a kínai energiamixnek. A földgáz, az atomenergia és a megújuló energia felhasználása azonban folyamatosan növekszik.

<sup>163</sup> [Analysis](#): China's clean energy pushes coal to record-low 53% share of power in May 2024

# A fenntartható hulladékgazdálkodás kulcsa: szemétből értékes nyersanyag

**Káldi László**

## **Mi adja az aktualitást?**

A téma aktualitását mind globális, mind hazai kontextusban az adja, hogy a hulladékgazdálkodás kérdésköre napjainkban világszerte egyre hangsúlyosabbá válik a klímaváltozás, az erőforrások kimerülése és a környezetszennyezés fokozódása miatt, miközben Magyarországon is sürgető feladattá vált a fenntarthatóbb hulladékkezelési gyakorlatok kialakítása és az uniós körforgásos gazdaságra való átállás, tekintettel az évről évre növekvő hulladékmennyiségre és az újrahasznosítási arányok javítására irányuló elvárásokra. A legfontosabb célkitűzés tehát, hogy a lehetőségekhez képest keletkezzen minél kevesebb hulladék, de ha már létrejön, akkor minél nagyobb mennyiségben legyen újrahasználható és -hasznosítható, tehát ne hulladék legyen, hanem értékes nyersanyag, ezért hatékonyan be kell gyűjteni, fel kell dolgozni, gazdasági értelemben termékként kell kezelni.

## **Mit jelent fenntarthatónak lenni?**

Korunk egyik legnagyobb kihívása, hogy miként tudunk egyensúlyt teremteni a folyamatosan növekvő, sokszor exponenciálisan bővülő gazdasági igények, valamint a Föld véges erőforrásai között. A túlfogyasztás, a nyersanyag- és élelmiszerhiány, a túlnépesedés, valamint a vele együtt járó környezetszennyezés és hatalmas ökológiai lábnyom ma már nem csupán elméleti probléma, hanem a mindennapjaink valósága.

Ezzel párhuzamosan a társadalom jelentős része továbbra is ragaszkodik a túlzó kényelmi fogyasztásokhoz, amelyek súlyosbítják a környezeti terheket. Az utóbbi évtizedek társadalmi változásai tovább fokozták a termelés exponenciális mértékű növekedését, a nyersanyagkészletek vészes kimerülését.

Kényelmes életet élünk rengeteg pazarlás mellett – melynek folyamatosan növekvő energiaigénye és hulladékterhelése van –, ugyanakkor egyenlőtlen az eloszlás mind a nyersanyagokban, mind az elfogyasztható termékekben, szolgáltatásokban társadalmi és földrajzi tekintetben is.

A fenntartható fejlődés alapelveit elsőként – és talán legjobban – átfogó módon az ENSZ által 1987-ben kiadott Brundtland-jelentés<sup>164</sup> fogalmazta meg, amely szerint a fenntartható fejlődés olyan társadalmi-gazdasági fejlődést jelent, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk képességét saját szükségleteik kielégítésére, és amelyben az ökológiai egyensúly, a társadalmi igazságosság és a gazdasági fejlődés hármassága állandó kölcsönhatásban van egymással.

### **Mi is az a hulladék?**

A hulladékgazdálkodás és a fenntarthatóság viszonyának megértéséhez szükséges a tisztázni a hulladék fogalmkörét, súlyát, szerepét a gazdálkodásban, a termelési, fogyasztási és az azt követő folyamatokban.

A hulladék definíció szerint olyan anyag vagy tárgy, amelyet tulajdonosa vagy birtokosa el kíván dobni, meg kíván szüntetni vagy köteles is erre jogszabályi előírás alapján. A hulladék lehet szilárd, folyékony vagy gáz-halmazállapotú, és különböző forrásokból származhat.

A fő típusok azonosításának egy célszerű módszere a keletkezési forrás szerinti csoportosítás,<sup>165</sup> mert ebből tudjuk azonosítani, hogy milyen típusú hulladékkal állunk szembe, melyik területen, milyen technológiával, költségekkel és jogi szabályzás mellett szükséges működnünk, beavatkoznunk.

A keletkezési forrásokat követően érdemes kitérni a hulladékhierarchia<sup>166</sup> fogalmára, mely egy olyan elvi sorrendet jelent, amely a hulladékkal kapcsolatos intézkedések környezetvédelmi szempontból legkedvezőbb sorrendjét határozza meg. A hulladékhierarchia megállapításának célja a hulladék mennyiségének csökkentése és a környezetre gyakorolt hatás minimalizálása.

A legfontosabb lépés a hulladék keletkezésének elkerülése már a termékek tervezési, gyártási és fogyasztási szakaszában, melyet tudatos vásárlással, a felesleges csomagolás elkerülésével érhetünk el.

<sup>164</sup> [EUR-Lex](#)

<sup>165</sup> [2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról](#)

<sup>166</sup> [EUR-Lex](#) Hulladékhierarchia

Az előzőekkel összhangban törekedni kell arra, hogy a lehető legkevesebb hulladék keletkezzen, mely célkitűzést támogatja például a hulladékszegény gyártási technológiák alkalmazása. A már legyártott és forgalomban lévő termékek újbóli használatának ösztönzése is a fenntarthatóság irányába hat, akár az eredeti, akár módosított formában: újratölthető palackok, használt bútorok javítása stb.

Amennyiben az újrahasznosítás nem lehetséges, az újrafeldolgozásra kell törekedni, melynek keretén belül az anyagok visszanyerését és újbóli feldolgozását kell végrehajtani új termékek előállításához, mint például a papír, a műanyag, a fém szelektív gyűjtése és feldolgozása. A hulladékokban rejlő erőforrásokat a hulladékkezelés során ki kell használni az energetikailag még hasznosítható hulladékok elégetésén keresztül, hő- vagy villamosenergia-termelés céljából hulladékégetőkben, biogázüzemekben.

A legutolsó és egyben legkevésbé kívánatos megoldás, amikor már nem lehetséges a hulladék hasznosítása, ilyenkor azt hulladéklerakókban helyezik el. A hierarchia bemutatásából következik, hogy törekedni kell arra, hogy a lehető legtöbb hulladékot a felsőbb szinteken kezeljük, és csak a legvégső esetben történjen lerakás, ártalmatlanítás.

### **Hogyan képzeljük el a hulladék mennyiségét az Európai Unióban?**

Az Eurostat adatbázis szerint a 2022. évi adatokat vizsgálva kb. kétezermillió tonna hulladék kezelése történt, melynek több mint 50%-át néhány nagyobb népességű és jelentős ipari termelésű tagország (Német-, Francia-, Olasz-, Svédország, Románia stb.) bocsátja ki.<sup>167</sup> Ennek 61,4%-át hasznosították újra, míg 38,6%-át ártalmatlanították.<sup>168, 169</sup>

2022-ben az Európai Unió összesen 32,1 millió tonna hulladékot exportált EU-n kívüli országokba, ami ugyan 3%-os csökkenést jelent az előző évhez képest, de ez még jelentős csökkentést igényel. Az EU a tervei szerint 2026 közepétől korlátozni kívánja a műanyag hulladék exportját a nem OECD-országokba, hogy csökkentse a környezeti terhelést és elősegítse a belső újrahasznosítást.<sup>170</sup>

<sup>167</sup> Generation of waste by waste category, [Eurostat](#)

<sup>168</sup> Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations, [Eurostat](#)

<sup>169</sup> Az egyes hulladékfajták mennyisége a kezelés módja szerint [ezer tonna], [Energiaügyi minisztérium](#)

<sup>170</sup> EU exported 32 million tonnes of waste in 2022, [Eurostat](#)

## **A termelés/technológia és a fenntartható hulladékgazdálkodás viszonya**

Mivel a Föld egy véges rendszer, nem lehet belőle végtelen mennyiségben és időn keresztül anyagokat kinyerni, különösen úgy, hogy a gazdaságilag értékes nyersanyagdúsulások évmilliók alatt jöttek létre, és nincs időnk kivárni ezek természetes újratermelődését.

A könnyen hozzáférhető készleteket már feléltük, a technológiai fejlődés pedig legfeljebb a rosszabb minőségű, alacsonyabb koncentrációjú nyersanyagok kitermelését teheti gazdaságosabbá, miközben egységnyi anyag kinyeréséhez egyre több energia és pénzügyi ráfordítás szükséges, így a kritikus elemek fokozatos eltűnése elkerülhetetlen.

A fogyóban lévő nyersanyagok – melyek egyre inkább földrajzilag koncentráltan oszlanak el – azt eredményezik, hogy ezek az erőforrások egyre szűkösebbé válnak, áruk folyamatosan emelkedik, ezzel együtt pedig nő a gazdasági feszültség és a társadalmi instabilitás kockázata.

A hulladék keletkezésének körülményeit befolyásolni képes, ezért figyelmet érdemel az ún. **életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, LCA)**,<sup>171</sup> amely egy termék vagy szolgáltatás teljes életútját vizsgálja az alapanyag-kitermeléstől kezdve a gyártáson, szállításon és használaton át egészen a hulladékká válásig, figyelembe véve annak környezeti hatásait. Az LCA segítségével átfogó képet kaphatunk arról, hogy egy adott termék vagy folyamat hol és milyen mértékben terheli a környezetet, így lehetőség nyílik a környezeti szempontból legkedvezőbb megoldások kiválasztására.

Nem mehetünk el szó nélkül a hulladékgazdálkodás és fenntarthatóság viszonyát illetően az **IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control – integrált szennyezésmegelőzés és -csökkentés)**<sup>172</sup> szabályozás mellett, melynek célja, hogy az ipari tevékenységek környezeti hatásait egységes és megelőző szemlélet alapján szabályozza, a legjobb elérhető technikák (Best Available Techniques, BAT) alkalmazásának kötelezővé tételével.

Az IPPC- és a BAT/BREF-rendszerek szorosan kapcsolódnak a fenntartható hulladékgazdálkodáshoz, mivel előírják a hulladék keletkezésének megelőzését, a keletkezett hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentését, valamint a legkörülményesebb kezelési módok alkalmazását az ipari létesítményekben.

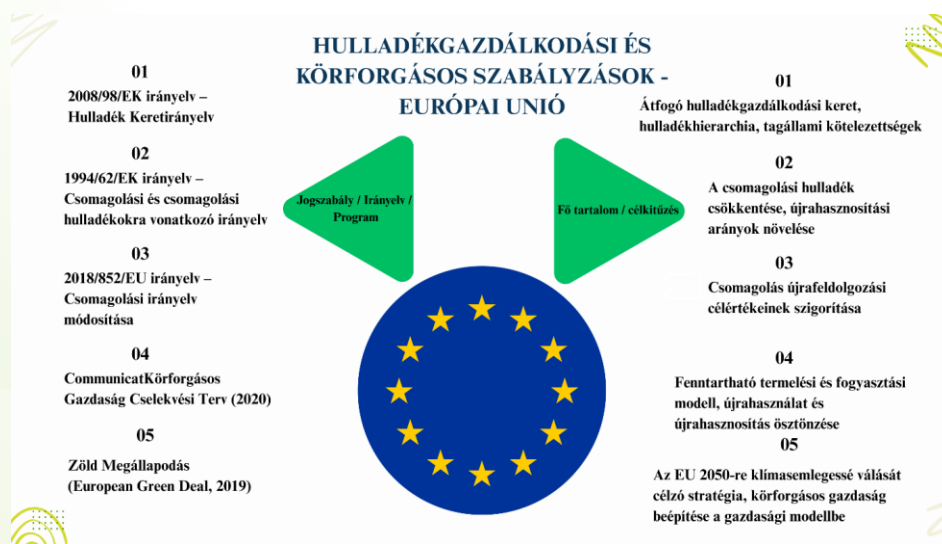
<sup>171</sup> Kerekes Sándor és Kindler József: Vállalati környezet-menedzsment, Budapest (1997)

<sup>172</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 2010/75/EU irányelve (2010. november 24.) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése)

## A hulladékgazdálkodás jogi szabályozása

Az ENSZ és az Európai Unió meghatározó szerepet játszanak a globális és regionális hulladékpolitika alakításában. Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai (SDG-k) mellett – különösen a 12. cél,<sup>173</sup> amely a fenntartható fogyasztási és termelési minták előmozdítására irányul – az EU részletes szabályozási rendszert dolgozott ki, amely irányelveken, cselekvési terveken és kötelező érvényű jogszabályokon keresztül ösztönzi a tagállamokat, köztük Magyarországot is a hulladék keletkezésének megelőzésére, az újrahasznosítás arányának növelésére, valamint a körforgásos gazdaság elveinek bevezetésére. A 4. ábrán látható a szabályozási keret evolúciója és tartalma.

2. ábra. EU-s hulladékgazdálkodási szabályzások<sup>174,175,176,177,178,179,180</sup>



## Magyarország hulladékgazdálkodásának jogi kerete

A magyar hulladékgazdálkodási szabályozás alapját az Európai Unió hulladék-keretirányelve (2008/98/EK), valamint annak módosításai képezik, míg az alapvető jogi kereteket Magyarország Alaptörvénye és a 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról (Ht.) határozza meg.

<sup>173</sup> Ensure sustainable consumption and production patterns, [United Nations](#)

<sup>174</sup> Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance), [EUR-Lex](#)

<sup>175</sup> Csomagolás és csomagolási hulladék, [EUR-Lex](#)

<sup>176</sup> Hulladéklerakók, [EUR-Lex](#)

<sup>177</sup> DIRECTIVE (EU) 2018/851 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste, [EUR-Lex](#)

<sup>178</sup> Directive (EU) 2018/852 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (Text with EEA relevance), [EUR-Lex](#)

<sup>179</sup> Erőforrás-hatékonyság és a [körforgásos gazdaság](#)

<sup>180</sup> The European Green Deal Striving to be the first [climate-neutral continent](#)

A fenntartható hulladékgazdálkodás megvalósítását emellett különböző kapcsolódó rendeletek, nemzeti tervek és stratégiák is támogatják, amelyek a környezetvédelmi szempontok mellett a gazdasági és társadalmi fenntarthatóságot is figyelembe veszik.<sup>183,184, 185</sup> 2023-ra jelentős átalakuláson ment keresztül az intézményi háttér és a felügyeleti rendszer, melynek célja, hogy hatékonyan támogassa a fenntarthatósági célok és kulcs-teljesítménymutatók (KPI-ok) megvalósítását, válaszokat adva a korszerű hulladékgazdálkodás előtt álló kihívásokra.

### **A magyar hulladékgazdálkodási rendszer fejlődése**

Az elmúlt két évtizedben a magyar hulladékgazdálkodás jelentős átalakuláson ment keresztül, az önkormányzati modelltől egy központosított, majd koncessziós rendszerre váltva, amelyet jelenleg a MOHU Zrt. működtet. A cél az uniós előírásokkal összhangban a hulladék újrahasznosításának növelése, a lerakás csökkentése, valamint a körforgásos gazdaság megvalósítása.

A hulladékgazdálkodás teljesítéséhez pénzügyi forrásokat is rendelt a jogalkotó. A **környezetvédelmi termékdíj**<sup>186</sup> és a 2023-ban bevezetett **EPR (Extended Producer Responsibility – kiterjesztett gyártói felelősség)**<sup>187</sup> rendszer egyaránt a hulladék mennyiségének csökkentését és a fenntartható gazdálkodást szolgálja. Az EPR-ben a gyártók kötelesek fedezni a termékeik hulladékká válása utáni kezelés költségeit, ezzel ösztönözve őket a környezetbarátabb terméktervezésre.

### **Hogyan hat a hulladékgazdálkodásra az átállás a körforgásos gazdaságra?**

A körforgásos gazdaság koncepciója szorosan kapcsolódik a fenntarthatósághoz, mivel célja a természeti erőforrások hatékony felhasználása, a hulladék keletkezésének minimalizálása és az anyagok életciklusának meghosszabbítása, ezáltal elősegítve a környezeti terhelés csökkentését, a gazdasági versenyképesség erősítését és a társadalmi jólét fenntartását egyaránt.

<sup>181</sup> 385/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási közszolgáltatás végzésének feltételeiről

<sup>182</sup> Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027)

<sup>183</sup> 385/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet a hulladékgazdálkodási közszolgáltatás végzésének feltételeiről

<sup>184</sup> Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027)

<sup>185</sup> Hulladékgazdálkodási hatóságok

<sup>186</sup> 2011. évi LXXXV. törvény a környezetvédelmi termékdíjról

<sup>187</sup> 80/2023. (III. 14.) Korm. rendelet a kiterjesztett gyártói felelősségi rendszer működésének részletes szabályairól

A körforgásos gazdaság öt alapvető üzleti modellje – a fenntartható erőforrás-használton alapuló nyersanyaghasználat csökkentése, a termékek életciklusának meghosszabbítása, a termék mint szolgáltatás koncepciója, az erőforrás-hatékonyság növelése, valamint a körkörös ellátási láncok kialakítása – olyan innovatív megközelítéseket kínál, amelyek elősegítik az anyag- és energiatakarékosságot, valamint csökkentik a hulladéktermelést a gazdasági tevékenységek során.

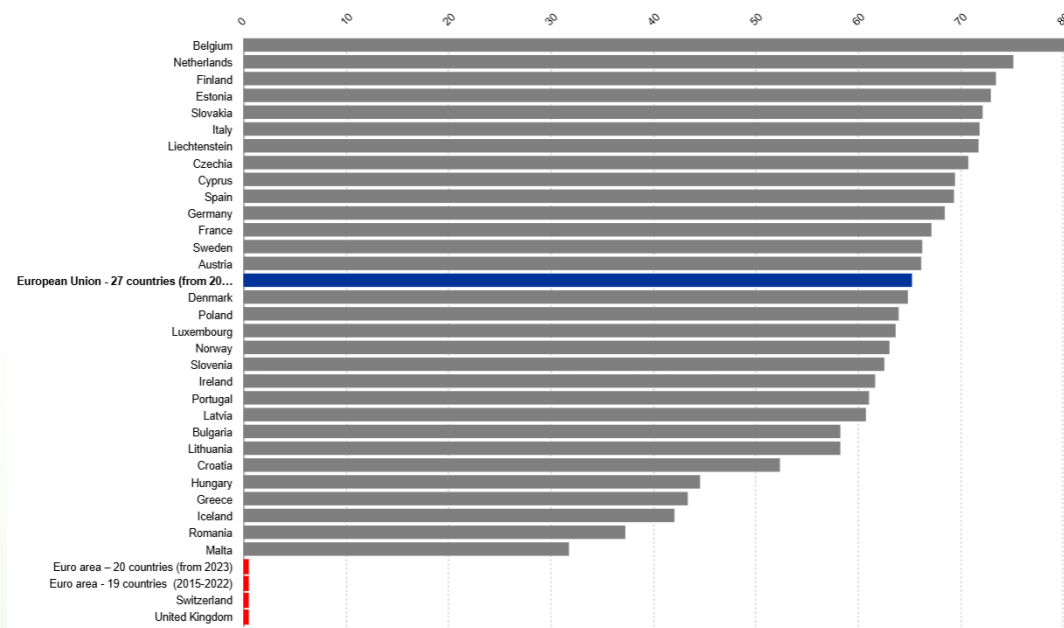
Magyarország Nemzeti Körforgásos Gazdasági Stratégiájának célja, hogy 2040-ig versenyképesebb és fenntarthatóbb gazdaságot alakítson ki a körforgásos gazdaság holisztikus megközelítésével, különös tekintettel az ipari, mezőgazdasági, szolgáltatási és hulladékgazdálkodási szektorokra. A stratégia fő célkitűzései közé tartozik az erőforrás-termelékenység megduplázása (GDP/DMC) a 2019-es bázishoz képest, a körforgásos anyaghasználati ráta 15%-ra emelése, valamint a körforgásos munkahelyek arányának 2,5%-ra növelése az összmunkaerőn belül. Jóllehet a hazai gazdasági struktúra változásának trendjei csökkenthetik a nyersanyagkeresletet, a trend így is emelkedő, 2050-re várhatóan a 2017-es bázishoz viszonyítva 119-ről 160 megatonnára emelkedik. A növekmény jelentős környezeti terheléssel fog járni, ami maga után vonja a nyersanyagelérés és költségnövekedés kihívásait, továbbá releváns hulladéktöbbletet fog indukálni. A nyersanyagigény jelentős részét az építőipari termeléshez szükséges nemfémes ásványi anyagok adják, az ezek iránti kereslet várhatóan a kétszerese lesz 2050-re a 2020-as évek elejének szintjéhez viszonyítva. A kiemelt ágazatok közé tartozik a biomassza- és élelmiszeripar, az építőipar és a műanyagipar. A stratégia megvalósítását kutatás-fejlesztési beruházások, az ökodizájn ösztönzése, valamint a termékek megosztásának és újrafelhasználásának támogatása segíti elő.<sup>188</sup>

Megvizsgálva Magyarország pozícióit, a települési hulladék újrahasznosítási arányaiban láthatjuk, hogy 2022-ben a 32,8%-os érték azért még jelentősen elmarad az EU-27 tagországainak 49,1%-os nagyságrendjétől.<sup>189</sup> A csomagolási hulladék újrahasznosítási aránya növelésében is van még teendő, de már az utóbbi évtized adataiból látszik, hogy elindult a fejlődés, amit a MOHU-koncesszió, az EPR és a DRS (Deposit Return System) bevezetése a várakozásoknak megfelelően növelni lesz képes. A grafikon a 2022. évi arányszámokat mutatja be, ahol Magyarország 49,7%-ot teljesít az EU 27 tagországa 67,6%-os nagyságrendjéhez képest.

<sup>188</sup> Towards a National Circular Economy Strategy for [Hungary](#)

<sup>189</sup> Recycling rate of municipal waste, [Eurostat](#)

### 3. ábra. A csomagolási hulladék újrahasznosítási aránya<sup>190</sup>



Forrás: Recycling rates for packaging waste, Eurostat

A körforgásos gazdaság hazai bevezetése még kezdeti fázisban van, bár jogszabályi és intézményi lépések történtek. Az áttöréshez elengedhetetlen a gazdasági szereplők együttműködése, az innováció és a szemléletformálás. A szelektív gyűjtés terén fejlődés látszik, de az oktatás és a közösségi kampányok továbbra is kulcsszerepet játszanak.

#### Miként támogatják a zöldtechnológiák, a jó gyakorlatok a hulladékgazdálkodás fejlődését?

A fenntartható hulladékgazdálkodás előmozdítása érdekében számos innovációt és zöldtechnológiát fejlesztettek ki és alkalmaztak, amelyek jelentősen hozzájárulnak a hulladék csökkentéséhez, újrahasznosításához és az energiahatékonyság javításához.<sup>191,192</sup>

Zöldinnováció például a biológiai úton lebomló anyagok használatának növelése, ami csökkenti a környezetbe kerülő nem lebomló hulladék mennyiségét, valamint a fejlett újrahasznosító rendszerek, amelyek képesek hatékonyabban szétválogatni és feldolgozni a különböző típusú hulladékokat. Idetartoznak a hulladékhő-hasznosítás és az úgynevezett „waste-to-energy” technológiák, mint a hulladékégetésből származó energia előállítása, melyek csökkentik a lerakott hulladék mennyiségét, miközben megújuló energiaforrást biztosítanak.

<sup>191</sup> Országos Hulladékgazdálkodási Terv (2021-2027)

<sup>192</sup> Innováció a fenntartható jövőért - Az ökoinnovációs cselekvési terv (Eco-AP)

Az okos hulladékgazdálkodási rendszerek, amelyek szenzorokat és adatgyűjtő technológiákat alkalmaznak a hulladékgyűjtés és -feldolgozás optimalizálására, szintén fontos szerepet játszanak a fenntarthatóbb megoldások elérésében, lehetővé téve a hatékonyabb erőforrás-gazdálkodást.

Az innovatív hulladékkezelési megoldások elemzését követően vizsgáljunk meg néhány Magyarországon (is) működő fenntartható hulladékkezelési gyakorlatot,<sup>193</sup> amelyek tovább szélesítik a területhez kapcsolódó ismereteket, rámutatnak egyéb összefüggésekre.

A fenntartható hulladékkezelési gyakorlatok kialakítását és működtetését egyrészt felülről, jogszabályi és intézményi keretek szabályozzák – például uniós irányelvek és nemzeti rendeletek –, másrészt alulról jövő közösségi és civil kezdeményezések is aktívan támogathatják, amelyek országos lefedettséggel vagy lokális jelleggel működnek.

Ezek között található magas technológiai és anyagi igényű rendszerek éppúgy, mint egyszerű, kis forrásigényű megoldások, például közösségi komposztálók vagy tárgymegosztó platformok, miközben a kölcsönzés, az újrahasználat és a szelektív hulladékgyűjtés is kulcsfontosságú szerepet kap a körforgásos szemlélet megvalósításában.

Nemzetközi és magyarországi vonatkozású előremutató, fenntartható hulladékgazdálkodási jó gyakorlatokat kutatva megtaláljuk a **Zero Waste**<sup>194</sup> elnevezésű mozgalmat, melynek célja, hogy minimalizálja a keletkező hulladék mennyiségét, és lehetőség szerint teljesen elkerülje a nem újrahasznosítható, nem komposztálható hulladékok létrejöttét. Ez nem csupán egyéni életmódváltozást jelent, hanem intézményi, önkormányzati, ipari szintű átalakulást is.<sup>195</sup>

Magyarországon az utóbbi évtizedben egyre több civil szervezet, vállalkozás és magánszemély kapcsolódik be a hulladékmentes mozgalomba, és bár a társadalmi szintű átállás még kezdeti fázisban van, a tudatosság érezhetően növekszik.<sup>196,197</sup>

A zero waste mozgalom több mint hulladékcsökkentés: átfogó társadalmi-gazdasági szemléletváltás, amely a fogyasztási szokásaink újragondolására, a fenntartható erőforrás-használatra és a hosszú távú környezeti felelősségre épül. Nemzetközi és már néhány ígéretes hazai példa mutatja, hogy jelentős eredményeket lehet elérni következetes szemléletformálással és közösségi összefogással.

<sup>193</sup> Jó gyakorlatok gyűjteménye. Az újrahasználat ösztönzése a közpolitikák perspektívájából

<sup>194</sup> History of ZWIA

## Javaslatok a fenntartható hulladékgazdálkodás irányába

A fenntartható hulladékgazdálkodás fejlődésének kulcsa a megelőzésre épülő szemlélet erősítése, amely a hulladék keletkezésének csökkentését már a terméktervezés szintjén célozza, például tartós, javítható és újrahasználatos termékek révén. Lényeges az energiaigény mérséklése, a szelektív gyűjtés és a modern válogatási technológiák fejlesztése, valamint a másodnyersanyagok iránti kereslet növelése.

A lakossági szemléletformálás és a jogszabályi, gazdasági eszközök – mint a gyártói felelősség és a zöldinnovációk – támogatása szintén elengedhetetlen a hosszú távú sikerhez.

A technikai és gazdasági szempontok mellett fontos az emberi tényezők figyelembevétele is, hiszen a jövőben életformánk átalakulása elkerülhetetlen lesz. A fogyasztás mérséklése és a lemondás elkerülhetlenné válik, ezért fontos, hogy a társadalom tudatosan készüljön ezekre a változásokra. A felkészületlenség társadalmi feszültségekhez vezethet, így a mentális alkalmazkodás elősegítése kulcsfontosságú. A csomagolási hulladék sokszínűsége nehezíti az újrahasznosítást, ezért csökkenteni kellene a felesleges csomagolást, és egyszerűsített, újrahasznosítható megoldásokat kellene jogilag előírni. Továbbá előnyben kellene részesíteni a régióban elérhető termékeket, csökkentve ezzel a szállításból fakadó környezeti terheket, a felesleges hulladékot.

## Összegzés

Társadalmaink szereplőinek újra tudatosítaniuk kell magukban, hogy nem csupán fogyasztói, hanem felelős alakítói is a környezetüknek. Felelősek vagyunk magunkért, embertársainkért, a jövő generációiért és bolygónk egészségi állapotáért. A fenntarthatóság nem lemondás, hanem egy tudatosabb, értékesebb és hosszú távon élhetőbb életforma választása, amelynek alapja az egyéni és közösségi döntések sorozata. A hulladékgazdálkodást az előző célkitűzésekhez kell igazítani, de elsősorban arra törekedni, hogy a lehetőségekhez képest a legkevesebb hulladék keletkezzen, ha keletkezik, akkor értékes nyersanyag legyen, és a szemét, a hasznosítatlan hulladék fogalma kikerüljön az értelmezési mezőből.

<sup>195</sup> How the carbon calculator translates zero waste strategies into climate benefits – [The case of Barcelona](#)

<sup>196</sup> [Zero Waste Hungary](#)

<sup>197</sup> [Óratervek és Mintaprojektek](#), 10. Fenntarthatósági Témahét

# Magyarország mezőgazdaságának klímaadaptációs lehetőségei

**Basa Márton**, kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

A mezőgazdaság egyszerre elszennvedője és okozója a klímaváltozásnak, így az emberiség jövőbeni élelmiszerigényeinek kielégítése és a fenntartható fejlődési célok elérése érdekében elengedhetetlen a megfelelő adaptációs és mitigációs stratégiák azonosítása és végrehajtása. Magyarország gazdaságában hagyományosan jelentős szerep jut az agráriumnak, azonban a klímaváltozás hatásai is intenzívebben érezhetők a Kárpát-medencében, mint a világ nagy részén.

A kutatás Magyarország éghajlati adatsorait vizsgálva arra jutott, hogy a hazai gazdálkodóknak elsősorban az időjárási szélsőségek gyakoribbá válására kell felkészülniük. Nyaranta több forró nappal, hosszabb aszályos időszakokkal, rövid, heves esőzésekkel, belvizekkel és késő tavaszi fagyokkal kell számolnia annak, aki a jövőben a mezőgazdaságból kíván megélni.

Az agráradaptáció és -mitigáció szakirodalma aktív és passzív (preventív) módszereket nevez meg, melyekkel a gazdálkodók csökkenthetik az időjárási szélsőségeknek való kitettségüket, valamint környezeti és klímalábnnyomukat is. Az aszályadaptáció legelterjedtebb aktív eszköze az öntözés, de idetartozik a mulcsolás és a másodvetés is, mely azonban nem alkalmazható súlyos aszály esetén. A belvízvédelem aktív eszközei leginkább kármentésre alkalmasak, teljes kármegelőzésre kevésbé, így ez esetben a megelőzésen kell legyen a hangsúly, mely megfelelő területválasztással, valamint tudatos talajhasználattal érhető el. A fagykárak elleni aktív védekezési módszerek, úgymint a fagyvédelmi öntözés és a terület szigetelése, fűtése hatékonyak lehetnek a gazdasági károk minimalizálásában, azonban megvannak a hőmérsékleti korlátaik, és magas költségekkel járnak. Ebből kifolyólag ebben az esetben is a preventív módszerek bizonyulnak a leghatékonyabbnak, elsősorban a megfelelő fajta- és területválasztás, illetve a vetési idő helyes kijelölése.

Az agrármítigáció aktív módszerei az adaptációhoz hasonlóan költségesek, de hatékonyan segíthetik a kibocsátáscsökkentést. Idetartoznak a precíziós mezőgazdaság high-tech eljárásai, melyek lehetővé teszik az öntözés, valamint a műtrágya- és növényvédőszer-használat minimalizálását.

Mind az adaptáció, mind a mitigáció egyik legfontosabb passzív eszköze a szántás nélküli vagy a talajbolygatást minimális szinten tartó talajgazdálkodás, mely hatékonyan képes megelőzni az aszály- és belvízkárokat, valamint csökkenti az agrárium környezeti és klímálábnyomát.

A jogalkotóknak az adaptáció és mitigáció finanszírozásán túl érdemes a gazdálkodók szemléletformálására is forrásokat szánnia, hogy az agrárium kulcsszereplői nyitottak legyenek a klímaadaptációs és -mitigációs innovációra.

A klímaváltozás társadalmi berendezkedésünk minden területét érinti, nem kivétel ez alól a mezőgazdaság sem. A gazdasági szektorok közül az agrárium van leginkább kitéve az időjárás, így hosszú távon az éghajlat paramétereinek, elsősorban a hőmérsékletnek és a csapadékmennyiségnek, -eloszlásnak. Ezeknek a megváltozása hatással van a mezőgazdaság lehetőségeire és kihívásaira, így hatással kell legyen az azt körülvevő innovációs és jogalkotási környezetre.

A klímaváltozás elleni küzdelem során nagy jelentősége van a negatív hatások mérséklésének, azaz a mitigációnak, és a bekövetkezett változásokhoz történő alkalmazkodásnak, azaz az adaptációnak. Mivel a mezőgazdaság mind okozója, mind elszenvedője a klímaváltozásnak, a szektor szempontjából mind a mitigációt, mind az adaptációt érdemes vizsgálni.

Az elemzés azt összegzi, hogy hogyan változnak napjainkban Magyarország éghajlatának agrárium szempontjából legjelentősebb összetevői, milyen hatással van ez jelenleg az ágazatra, a szakirodalom alapján milyen stratégiák léteznek az alkalmazkodásra és a negatív hatások visszaszorítására, ezen módszerek közül melyeket alkalmazzuk vagy alkalmazhatnánk Magyarországon, azaz milyen stratégiákkal és módszerekkel lehet a kialakult helyzethez alkalmazkodni, és ezek az alkalmazkodási stratégiák hogyan segítik elő a mitigációt is hazánkban.

Éghajlati adatsorok vizualizálásával vizsgáltuk az utóbbi évtizedek klímáját, a nemzetközi szakirodalom segítségével a lehetséges stratégiákat, az ezekre alapozott elemzést követően pedig a konklúziók levonása következett. Az elemzés végén javaslatot teszünk olyan kutatások elvégzésére, melyek nem fértek be munkánk keretei közé, azonban a téma szempontjából relevánsak, és további fontos kérdéseket válaszolhatnak meg az agráradaptációra és -mitigációra vonatkozóan.

### **Éghajlati adatsorok, bekövetkezett változások**

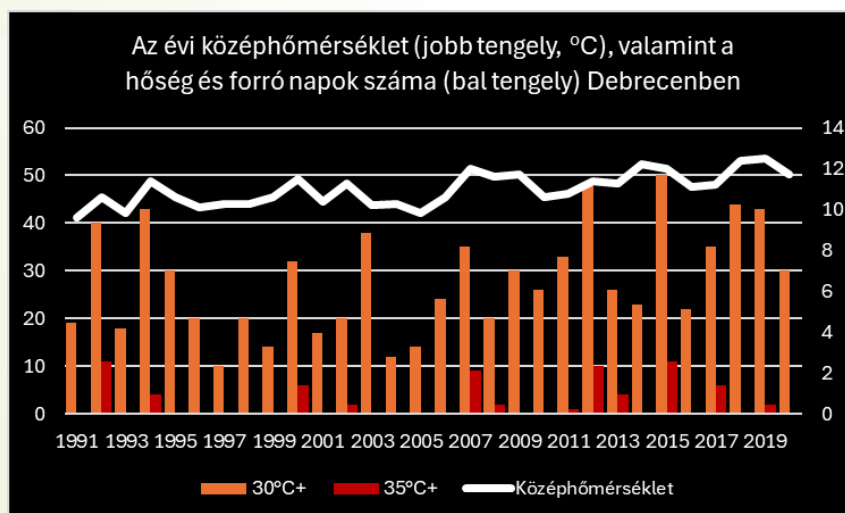
A klímaváltozás hatásai Magyarországot súlyosabban érintik a bolygó nagy részénél, így hazánkban különös jelentőséggel bír a megváltozott éghajlati adottságokhoz való

alkalmazkodás. Az ehhez szükséges lépések megtételéhez a körülmények pontos ismerete szükséges, így egy agrár-klímaadaptációval foglalkozó elemzést éghajlati adatsorokkal érdemes kezdeni, ezen a területen pedig a legrelevánsabb éghajlati adatsorok a hőmérsékleti szélsőségekre és a csapadékmennyiségre és -eloszlásra vonatkoznak.

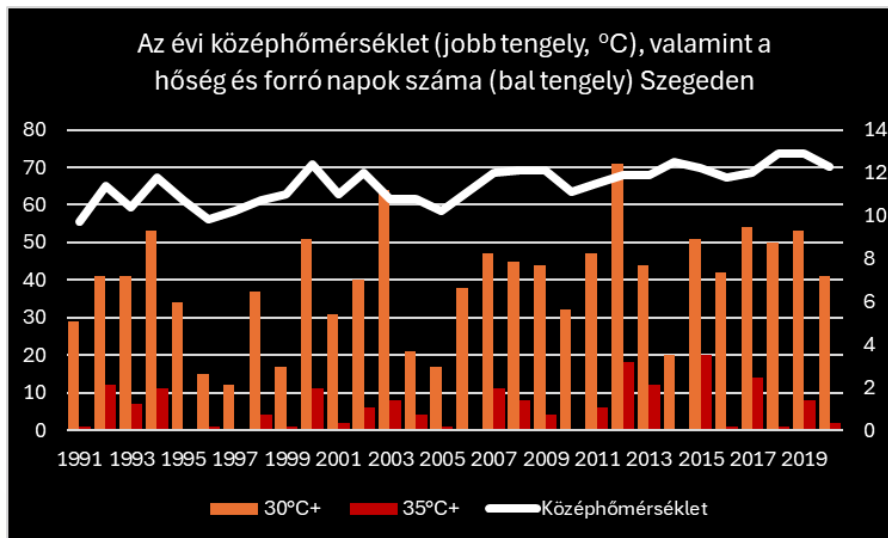
## Hőmérséklet

A hőmérséklet nem csak a különböző kultúrnövények optimális termesztését teszi lehetővé vagy gátolja meg, a talaj nedvességtartalmára is jelentős hatással van. A 2022-es rekordszályt nem csupán a csapadék szűkössége okozta, nagy szerepet játszottak a forró napok is, amikor jelentős mennyiségű víz párologott el a talajból. Ebből kifolyólag a hőmérsékletértékek vizsgálata az egyik első szempont a mezőgazdaság klímaadaptációja kapcsán.

A mezőgazdaság szempontjából az Alföld Magyarország legfontosabb régiója, így a fenti diagramokon az Alföld két legnagyobb városának, Debrecennek és Szegednek az éves középhőmérsékleti adatai és szélsőségesen meleg napjainak száma látható. Jól látszik, hogy a középhőmérséklet is lassú emelkedési tendenciát mutatott a 2020-as éveket megelőző három évtizedben, azonban ennél jelentősebb növekedés tapasztalható a szélsőségesen meleg napok számában, különösen a 2010-es években.



A meteorológia hőségnapnak tekinti azt a napot, amikor a napi maximum-hőmérséklet 30 °C fölé, és forró napnak azt, amikor 35 °C fölé emelkedik. Az 1990-es években hőségnapból 246 volt Debrecenben, 330 Szegeden, a 2000-es években ez Debrecenben 236-ra csökkent, Szegeden 379-re nőtt, azonban mindkét városban a 2010-es években érte el a legmagasabb értéket: Debrecenben 354, Szegeden 473 hőségnapot regisztráltak az évtizedben.



Forrás: Saját szerkesztés HungaroMet alapján

Hasonló tendencia figyelhető meg a forró napok számában is: 1991 és 2000 között 21 ilyen napot regisztráltak Debrecenben, 48-at Szegeden. A 2000-es években mindkét városban visszaesett ez az érték, Debrecenben mindössze 13-ra, Szegeden 44-re, a 2010-es évek azonban jelentős emelkedést hoztak: Debrecenben 34-szer, Szegeden 82-szer kúszott 35 fok fölé a hőmérő higanyszála.

Figyelembe véve, hogy a 2020-as évtized eddigi évei közül mindegyik ott volt a mérések kezdete eltelt tíz legmelegebb év között a globális átlaghőmérsékletet figyelembe véve, a 2023-as év ráadásul a legmelegebb volt minimum 1850 óta<sup>198</sup>, aligha számíthatunk arra, hogy a 2020-as évek végén azt mondhatjuk, csökkentek a Magyarország hőség- és forró napjaira vonatkozó értékek a 2010-es évekhez képest.

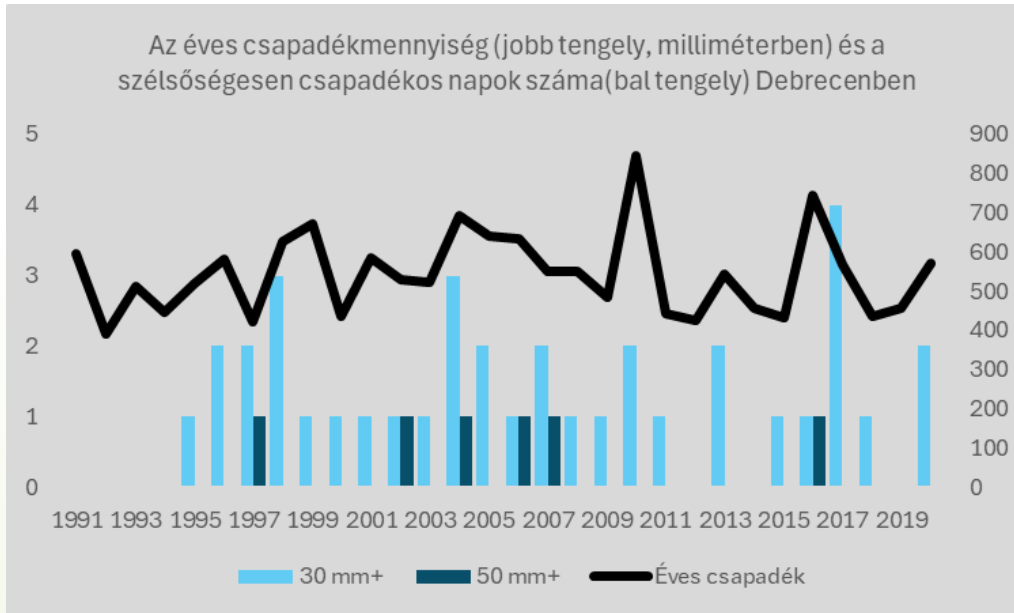
A már légkörben lévő üvegházhatású gázok miatt akkor sem indulna csökkenésnek a globális hőmérséklet, ha hirtelen minden kibocsátással felhagyna az emberiség, hiszen ezen gázok hosszú ideig a légkörben maradnak,<sup>199</sup> így nagy eséllyel megállapítható, hogy a következő évtizedekben egyre magasabb számú szélsőségesen meleg napra kell felkészülnie a mezőgazdaságnak.

<sup>198</sup> [Climate change: global temperature](#)

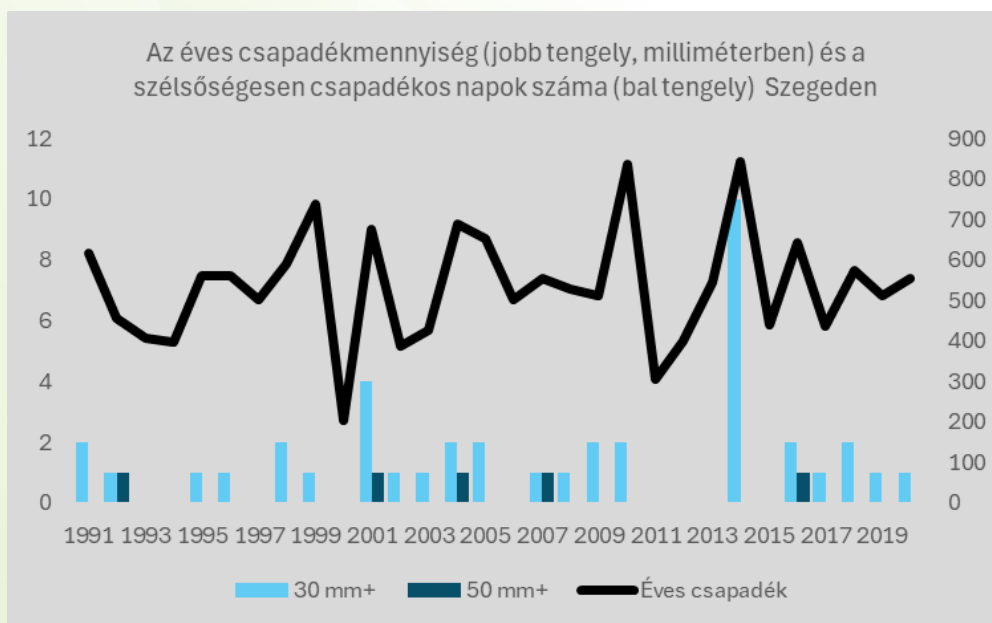
<sup>199</sup> [If emissions of greenhouse gases were stopped, would the climate return to the conditions of 200 years ago?](#)

## Csapadékmennyiség és -eloszlás

A hőmérséklet mellett az éghajlat másik legfontosabb paramétere a mezőgazdaság számára a csapadék mennyisége és eloszlása.



Az éves csapadékmennyiségre vonatkozóan az olvasható le a diagramokról, hogy sokkal jelentősebb az évről évre történő ingadozás, mint a sokéves tendencia. Debrecenben több mint kétszer annyi csapadék hullott a vizsgált időszak legesősebb évében, mint a legszárazabbban, míg Szeged esetén ez a különbség több mint négyszeres.



Forrás: saját szerkesztés HungaroMet alapján

Az óriási ingadozásból adódóan a gazdálkodóknak rendkívül eltérő körülményekhez kell alkalmazkodniuk évről évre, hiszen egyáltalán nem mindegy, hogy 200 vagy 800 milliméter csapadékkal kell számolniuk az adott évben.

Ami azonban még az éves csapadékmennyiségnél is fontosabb az agrárium szempontjából, az a csapadék eloszlása. A mérsékelt égövi növénytermesztés számára az az ideális, ha bőséges folyékony halmazállapotú csapadék hullik a tavaszi-nyári időszakban, és ennek a csapadéknak az eloszlása egyenletes. A fenti ábrákon azonban nem csupán az látszik, hogy ingadozó a mennyiség, így sok évben nincs meg a szükséges csapadékérték, hanem az eloszlás egyenlőtlensége is növekvő tendenciát mutat.

Napjainkban is ritkának számítanak az olyan napok, amikor több mint 30, még inkább, amikor több mint 50 milliméter csapadék hullik egyetlen nap alatt. Ez nem is váratlan, tekintve, hogy egyetlen ilyen alkalom (az éves csapadékértéktől függően) azt jelentheti, hogy 24 órán belül lehullott az egész évre jutó mennyiségnek több mint 10 százaléka. A vizsgált harminc évben Debrecenben 37 olyan napot jegyeztek fel, amikor 30 és 50 milliméter között alakult a lehulló csapadék mennyisége, ebből 10 esett 1991 és 2000 közé, a következő évtizedben 15-ször fordult elő ugyanez, a 2010-es években pedig 12-szer. Szegeden ellenben minden vizsgált évtizedben magasabb lett ez az érték, mint az azt megelőzőben: az 1990-es évek 8, a 2000-es évek 16, a 2010-es évek 17 ilyen napot hoztak.

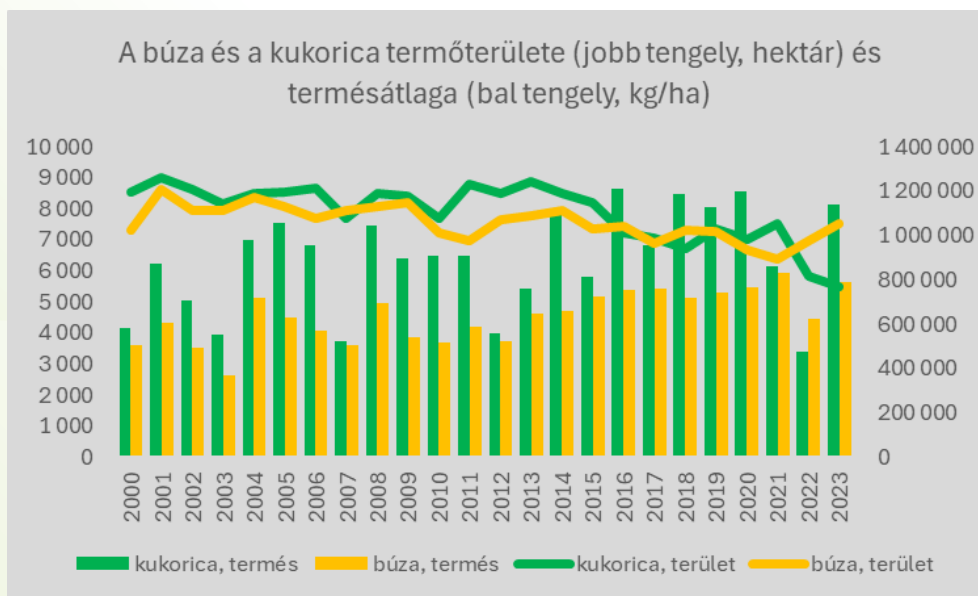
Az 50 millimétert meghaladó napi csapadékmennyiség annyira ritka, hogy még évtizedes távlatokban sem szolgáltat elegendő mintát egy trend felvázolásához. Az 1990-es és a 2010-es években is mindössze egyszer fordult elő ilyen nap mind Debrecenben, mind Szegeden, a kettő közötti évtizedben azonban négy ilyen napot regisztráltak a kelet- és hármát a dél-magyarországi városban.

A hirtelen, akár néhány órán belül lezúduló nagy mennyiségű (akár 20-30-50 millimétert meghaladó) csapadék nem teremt kedvező feltételeket a gazdálkodóknak. Rövid távon belvizeket okoz, amelyek gyökérrothadást eredményezhetnek mind a szántóföldi növénytermesztésben, mind a kertészeti ágazatban. A rövid idő alatt lezajló nagy esőzéseket pedig gyakran követik hosszú csapadékmentes időszakok, melyek kedveznek az aszály kialakulásának. Előállhat tehát olyan helyzet, hogy a gazdálkodóknak rövid időn belül kell megküzdenie a belvíz és az aszály támasztotta kihívásokkal.

## A klímaváltozás már tapasztalható tünetei a magyar agráriumban

A fentebb látható éghajlati adatsorokból világosan látszik, hogy alkalmazkodási stratégiákra szorul a magyar mezőgazdaság már a közeljövőben is. Az adaptáció és a mitigáció szakirodalmának áttekintése előtt azonban érdemes megvizsgálni a klímaváltozás hatására már bekövetkezett változásokat az ágazatban, hiszen ez lehetővé teszi a stratégiák tág körének leszűkítését a tényleges jelenkori helyzetre.

Egy korábbi elemzésünk alapján a klímaváltozás mezőgazdaságra gyakorolt negatív hatásai jól láthatók hazánkban, méghozzá az egyik legfontosabb kultúrnövényünk esetét vizsgálva. A kukorica évről évre vagy a második legnagyobb mezőgazdasági területet foglalja el Magyarországon a búza után, vagy az első helyen áll. Ahogy azonban az ábrán is látszik, a termelési területe jelentősen lecsökkent az utóbbi években.



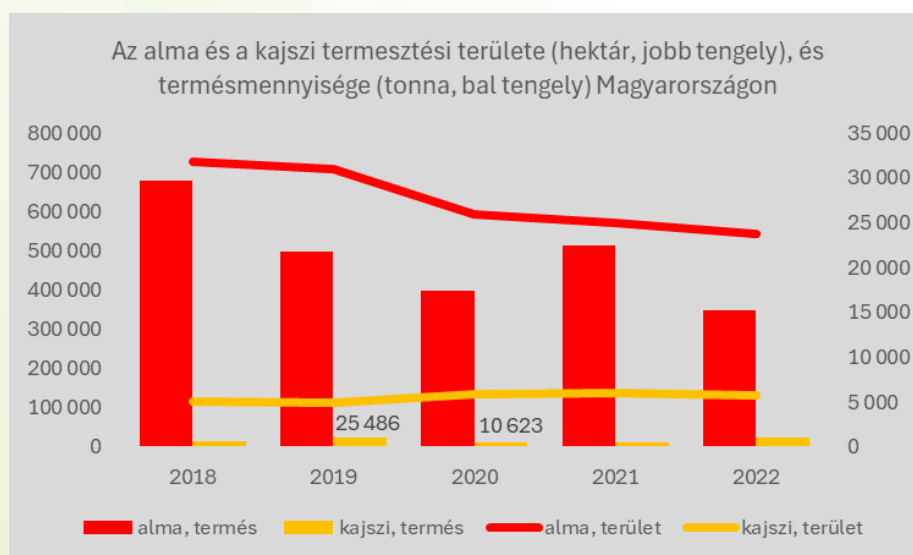
Forrás: saját szerkesztés KSH (2024) alapján

Az idei már a harmadik év lesz, amikor a korábban 1 millió hektárnál is nagyobb területen vetett növény termelési területe 800 ezer hektár környékére, és a második év, amikor ez alá csökken. Erre a 2022-es extrém aszályos év szolgálhat magyarázatul, különösen, ha összehasonlítjuk a növény termésátlagait a búzáéval. Két évvel ezelőtt a kukorica átlagosan 3,5 tonnát termelt egy hektáron, ami 46%-kal kevesebb, mint a 2000–2023 közötti időszak átlaga, és egyben a legalacsonyabb érték ugyanebben az időszakban.

A búza ezzel szemben bő 4,5 tonna termést hozott átlagosan hektáronként, ami mindössze 2%-kal marad el a 2000–2023 közti időszak átlagától. Semmi meglepő nincs ebben, ha figyelembe

vesszük, hogy a búza a Közel-Keletről és a Mediterráneumból származó növény, így a kukoricánál lényegesen jobban bírja a száraz, forró nyarakat. Emellett az aratására is korábban, jellemzően június-júliusban kerül sor, amikor az aszály még kevésbé fejtette ki pusztító hatását, mint július második felében és augusztusban. A kukorica termesztésére ellenben hűvösebb és nedvesebb éghajlat lenne az ideális, nem olyan, mint ami az utóbbi nyarakon Magyarországon tapasztalható volt. Betakarítása pedig ősre esik, aminek következtében akár több hónapnyi aszályt is el kell viselnie, így a termesztés területének csökkenése lesz várhatóan az új tendencia. Az északi félteke kukoricatermelő övezetei északabbra tolódnak, így Oroszország és Kanada válhat a növény termesztésének nagyhatalmává.

Ahogy az említett elemzésünkből kiderül, a szántóföldi növénytermesztés mellett a kertészeti ágazatban is jelentős változások tapasztalhatók a klímaváltozás következtében Magyarországon. Bizonyos gyümölcsfajok termesztése gazdasági szempontok, másoké pedig fizikai, klimatikus változások miatt válhat egyre kevésbé nyereséggé. Előbbire jó példa az alma, utóbbira pedig a kajszibarack. Az almát egyre kisebb területen és mennyiségben termesztik, mivel gazdaságosságban nehezen tudja felvenni a versenyt, elsősorban a lengyel importtal. A kajszinak pedig ingadozó a termésmennyisége, leginkább a szintén egyre gyakoribb tavaszi fagykárok miatt. Ahogy az ábráról leolvasható, a legproduktívabb vizsgált évben 2,5-szer annyi kajszit termelt, mint a legrosszabban, annak ellenére, hogy a termőterület utóbbiban volt nagyobb.



Forrás: saját szerkesztés KSH (2023) alapján

Ezzel egy időben viszont olyan fajok jelenhetnek meg, melyek termesztése néhány évtizeddel ezelőtt még elképzelhetetlen lett volna hazánkban, és főként üvegházakban fordulhattak elő.<sup>200</sup> Ezekről részletesebben a szakirodalmi áttekintés és az elemzés központi része foglalkozik.

### **Szakirodalmi áttekintés**

Az agrárium klímaadaptációjának és -mitigációjának nemzetközi szakirodalma felfedi, hogy globálisan milyen stratégiákat alkalmaznak a területen, ami lehetővé teszi a Magyarországon implementálható módszerek azonosítását az elemzés későbbi részében. Számos klímavédelmi és alkalmazkodási eljárást használ a magyar agrárium már napjainkban is, a szakirodalom azonban rávilágíthat, hogy mi a gátja ezek szélesebb körű alkalmazásának vagy a hazánkban még nem meghonosodott módszerek hiányának.

A szakirodalmi áttekintés különválasztása az adaptációs és a mitigációs irodalomra azért indokolt, mert bár van átfedés a két terület között, fontos látni, hogy az adott tevékenység elsősorban előbbi vagy utóbbit szolgálja, illetve hogyan szolgálhatja mindkét célt.

A célok sorrendje nem véletlen: a különböző ipari ágazatok is hivatkozhatnak arra, hogy az ő termékük olyannyira létszükséglet, hogy a mitigációs stratégiák nem mehetnek a termelékenység rovására, azonban semelyik ágazatra sem igaz ez olyan halmazotthon, mint a mezőgazdaságra. Az agrárium állítja elő az emberiség számára leginkább primer szükséglet kielégítésére szolgáló termékeket, az élelmiszereket, és a termésmennyiségben bekövetkezett csökkenés tovább súlyosbítaná az emberiség így is jelentős élelmezésbiztonsági kihívásait.

Mitigációról tehát csak úgy lehet szó az ágazatban, ha az nem csökkenti a termelékenységet, az adaptáció viszont már napjainkban is kulcsfontosságú, hiszen a szélsőséges időjárás folyamatosan veszélyezteti a kritikus termésmennyiség elérését. Az adaptáció és a mitigáció tehát egyformán *fontos* kihívás hosszú távon, az agrárium szempontjából azonban előbbi *sürgetőbbnek* tekinthető, ezért szerepel előrébb ezen tevékenység szakirodalma.

### **A mezőgazdaság klímaadaptációjának szakirodalma**

A vizsgált éghajlati adatsorokból leolvasható, hogy a magyar agráriumnak elsősorban az aszályhoz, a belvizekhez, valamint (ahogy azt a kajszai példáján keresztül láthattuk) a tavaszi fagykárokhöz kell alkalmazkodnia. Az agráradaptáció szakirodalmát tehát elsősorban ezen területekre érdemes szűkíteni.

<sup>200</sup> Egyre sürgetőbb az aszályhoz és a hőséghez való alkalmazkodás a mezőgazdaságban

Marengo és szerzőtársai felvázolták az aszályadaptáció lehetséges stratégiáit gazdálkodói és jogalkotói oldalról is. Kutatásuk fontos aspektusa, hogy megkülönböztetik az adaptációs stratégiákat (adaptation strategies) és az adaptációsnak látszó stratégiákat (adaptation-like strategies).<sup>201</sup> Előbbiek sajtátja, hogy hosszú távon nyújtanak megoldást az aszály okozta kihívásokra, míg utóbbiak inkább a pillanatnyi tünetek orvoslására alkalmasak, nem pedig megelőzésre és hosszú távú alkalmazkodásra.

Első hosszú távú adaptációs stratégiaként a legkézenfekvőbb módszert, az öntözést emelik ki. Leszögezik azonban, hogy a mezőgazdasági öntözés az emberiség édesvízhasználatának 70 százalékáért felel, így kiemelt fontosságú az öntözési rendszerek hatékonyságának javítása és a takarékoság. Ennek megfelelően kiemelik a különböző talajmegújító és talajminőséget javító technikák szerepét, hiszen egy magas szervesanyag-tartalmú, lazább szerkezetű talaj sokkal több vizet tud elraktározni, mint egy erózió áldozatául esett terület. Ennek kapcsán a szántás nélküli gazdálkodást (no-tillage farming) és a mulcsolást emelik ki mint talajszerkezet-javító technikákat. A másodvetés kapcsán megállapítják, hogy hatékony talajmegőrzési technika lehet, azonban vízhiányos területeken limitált az alkalmazhatósága.

Egy másik, Marengo és szerzőtársai által említett aszályadaptációs eljárás, ami sokkal inkább politikai akaratot, mint gazdálkodói szándékot kíván, a modellezésen alapuló szezonális éghajlat-előrejelzés.<sup>202</sup>

Ez több nemzeti és nemzetközi meteorológiai szolgálat és modellezéssel foglalkozó kutatóintézet előrejelzéseit figyelembe véve kell hogy elkészüljön, méghozzá klímakutatók között tartott havi rendszerességű éghajlati fórumokon.

Ezek természetesen nem megbízható időjárás-előrejelzést tesznek lehetővé hónapokkal előre, hanem valószínűségi térképek megrajzolását a várható esőzésekre vonatkozóan. Ez nem 100 százalékos garancia a gazdálkodók számára, azonban megbízhatóbb tervezést tesz lehetővé. Kaur és szerzőtársai különböző nitrogéntrágyák hatását vizsgálták belvízzel sújtott kukoricavetés hozamaira.<sup>203</sup>

<sup>201</sup> Marengo, J.A., Galdos, M.V., Challinor, A., Cunha, A.P., Marin, F.R., dos Santos Vianna, M., Alvala, R.C.S., Alves, L.M., Moraes, O.L., Bender, F. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, Royal Meteorological Society (2021)

<sup>202</sup> Marengo, J.A., Galdos, M.V., Challinor, A., Cunha, A.P., Marin, F.R., dos Santos Vianna, M., Alvala, R.C.S., Alves, L.M., Moraes, O.L., Bender, F. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, Royal Meteorological Society (2021)

<sup>203</sup> Kaur, G., Nelson, K. A., Motavalli, P. P., & Singh, G. Adaptation to Early-Season Soil Waterlogging Using Different Nitrogen Fertilizer Practices and Corn Hybrids. *Agronomy*, 10.3: (2020) 378

Többféle nitrogéntrágyát alkalmaztak vetés előtt, valamint a belvizes állapot végét követően, de nem találtak mérhető összefüggést a különböző kezelések és a belvíz utáni termésátlagok között. Minden esetben azt tapasztalták, hogy a belvíz negatív hatással van a termésmennyiségre. Parent és szerzőtársai (2008) pedig megállapítják, hogyha a belvizes állapot tavasszal köszönt be, az már a csírázásra is negatív hatással lehet. Ahogy Pan és szerzőtársai írják,<sup>204</sup> a növények rendelkeznek természetes védekező mechanizmusokkal a belvizes állapot ellen, a gyökérszóna elárasztottsága azonban így is termésviszacsést okoz a legtöbb fajban. A belvízhez való alkalmazkodás tehát hasznos lehet a termés egy részének megmentésében, azonban a mennyiségi visszaesés megelőzéséhez a legmegfelelőbb módszer a megelőzés.

A megelőzés legkézenfekvőbb módja pedig a helyes talajhasználat, mivel, ahogy Den Besten és szerzőtársai megállapítják,<sup>205</sup> ez az állapot csak megfelelő vízelvezetéssel kerülhető el. Kaur és szerzőtársai rámutattak, hogy a magaságások használata (ami csak kultúrnövények szűk körében alkalmazható) és a szántás minimalizálása csökkentheti a belvizek hatását és a velük járó nitrogénkimosódást a talajból.<sup>206</sup>

Lamichhane azt állítja, hogy a késő tavaszi fagykarak – melyeket a szerző lágyszárúak esetén a csírázást, fásszárúak esetén a bimbózást követő fagyként definiál – Észak-Amerikában és Európában nagyobb gazdasági kárt okoznak bármely éghajlati eseménynél.<sup>207</sup> Rövid távú védekezési módszerként a fagyvédelmi öntözést említi, valamint szilárd és folyékony fosszilis tüzelőanyagok elégetését a növények környezetének felmelegítésére, azonban ez utóbbiakkal kapcsolatban leszögezi, hogy bár a fagykarakat megelőzhetik, környezetkárosító hatásuk is jelentős. Közép- és hosszú távú adaptációs stratégiaként említi a lehető legkedvezőbb termesztési régiók kiválasztását, a vetési idő módosítását, valamint a tavaszi fagygal szemben rezisztens fajok, fajták alkalmazását. Megoldásként említi még olyan fajták nemesítését, melyeknek bimbózása későbbre esik, ami a kertészeti ágazat fagykárait csökkentheti jelentősen. Ennek kapcsán megemlíti, hogy a jelenlegi nemesítési folyamatok nagyobb részben összpontosítanak a szárazság- és hőstresszel szembeni ellenálló képesség javítására, annak ellenére, hogy a fagykarak is jelentős gazdasági nehézségeket okoznak a mezőgazdaságban.

<sup>204</sup> Pan, J., Rahat, S., Xu, X., Chen, X. Mechanisms of Waterlogging Tolerance in Plants: Research Progress and Prospects. *Frontiers in Plant Science* (2021)

<sup>205</sup> Den Besten, N., Steele-Dunne, S., de Jeu, R., van der Zaag, P. Towards Monitoring Waterlogging with Remote Sensing for Sustainable Irrigated Agriculture. (2021)

<sup>206</sup> Kaur, G., Singh, G., Motavalli, P.P., Nelson, K.A., Orlowski, J.M., Golden, B.R. Impacts and management strategies for crop production in waterlogged or flooded soils: A review. *Agronomy Journal* (2019)

<sup>207</sup> Lamichhane, J.R. Rising risks of late-spring frosts in a changing climate. *Nature Climate Change*, 11, (2021): pp. 554–555

Hasonló adaptációs stratégiákat írt le De Melo-Abreu és szerzőtársai is.<sup>208</sup> A fagyvédelmi öntözés és a fűtés mellett a műanyag takarást is megemlítik a rövid távú védekezési lehetőségek között, de ők is a megfelelő helyszín- és fajtaválasztásban, vetési időben látják a leghatékonyabb megoldást, azaz a preventív védekezést részesítik előnyben.

### **Az agrárium mitigációs stratégiáinak szakirodalma**

A mezőgazdasági ágazat nemcsak elszenvedője, hanem okozója is a klímaváltozásnak: 2021-ben közel 6 milliárd tonna szén-dioxid-egyenértékű üvegházhatású gáz kibocsátása volt a szektorhoz köthető, amely a globális kibocsátás 12 százalékát jelentette.<sup>209</sup>

Azzal együtt tehát, hogy a mitigációs stratégiák élelmezésbiztonsági okokból nem mehetnek a termelékenység rovására, a klímaváltozás elleni küzdelem nehezen elképzelhető a mezőgazdaság kibocsátáscsökkentése nélkül.

Panchasara és szerzőtársai három fő eredetét nevezik meg a mezőgazdasági ühg-kibocsátásnak.<sup>210</sup> Adataik Ausztráliára vonatkoznak, azonban ez a három megnevezett forrás globális szinten is oroszlánrészét adja az agrárium kibocsátásainak: az állattenyésztés (különösen a szarvasmarha-ágazat) metánkibocsátása, a talajban található szerves vegyületek lebomlásából származó szén-dioxid, valamint az istálló- és műtrágyahasználatból adódó dinitrogén-oxid. Mitigációs lehetőségként a precíziós mezőgazdaság különböző módszereire hívják fel a figyelmet. Ezek közé tartozik a precíziós öntözés, mely nem csak az ágazat vízhasználatát csökkenti, a nitrogénkimosódás minimalizálása révén a műtrágyahasználat és így a dinitrogén-oxid-kibocsátás is csökkenthető.

A növényvédőszer- és trágyahasználat is csökkenthető, ha csak azokra a területekre juttatjuk ki ezeket a termékeket, melyeknek az adott időpontban szükségük van rá, ezáltal tovább csökken az agrárium környezeti lábnyoma. A szántás nélküli vagy minimális talajbolygatással járó földművelés klímavédelmi előnyeit két tényezőben állapítják meg. Egyfelől csökken a mezőgazdasági géphasználatból származó ühg-kibocsátás, másfelől több szerves anyag marad a talajban, melynek széntartalma így nem kerülhet a légkörbe szén-dioxid formájában.

<sup>208</sup> De Melo-Abreu, J.P., Mateos, L., Villalobos, F.J. Frost Protection. Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture, (2024): pp. 497-511

<sup>209</sup> [Breakdown of carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions by sector](#)

<sup>210</sup> Panchasara, H., Samrat, N.H., Islam, N. Greenhouse Gas Emissions Trends and Mitigation Measures in Australian Agriculture Sector—A Review. Agriculture, 11.2, (2021): 85

Gołasa és szerzőtársai megállapítják,<sup>211</sup> hogy a kertészeti ágazatot leszámítva az energiahasználat jelentéktelen részét teszi ki a mezőgazdaságból származó üh- kibocsátásoknak, és az agrárkibocsátások legnagyobb részéért az állattenyésztés felel. Kutatásukban azonban Magyarországra vonatkozó adatok is szerepelnek, melyekből kiderül, hogy hazánkban közel 10 százalékkal növekedett az energiafelhasználás agrárkibocsátáson belüli aránya 2004 és 2018 között. Ebből kifolyólag a talaj- és trágyafelhasználásból, valamint az állattenyésztésből származó üh- kibocsátáson kívül az energiafogyasztás korszerűsítése és csökkentése is indokolt lehet Magyarországon.

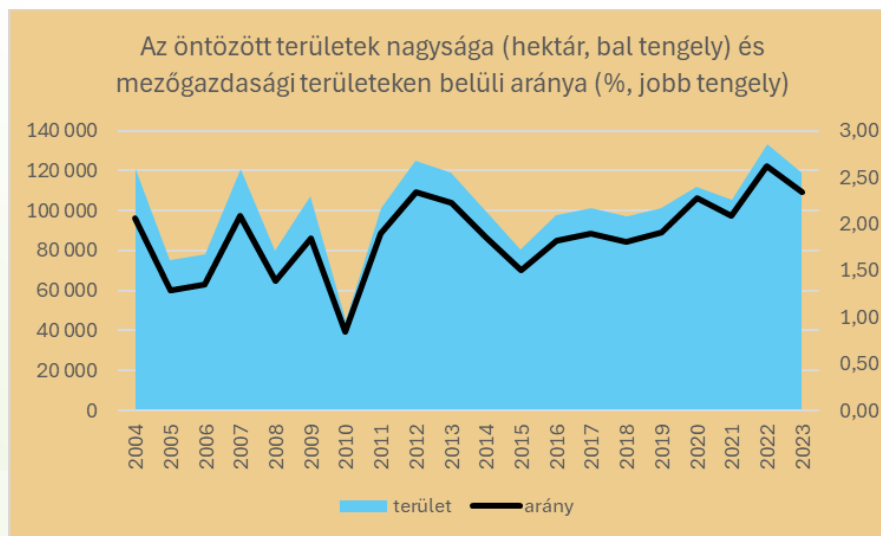
## **Elemzés**

A szakirodalom adaptációra vonatkozó részéből levonható legfontosabb tanulság, hogy számos alkalmazkodási stratégia létezik, ami egy kialakult válsághelyzet enyhítésére alkalmas, azonban mind az aszály, mind a belvíz, mind a fagykárókat esetén előnyösebb a megelőzésre koncentrálni. Ennek természetesen megvannak a korlátai, hiszen egy 2022 nyarához hasonló aszály, egy árvízszerű esőzés következtében fellépő belvíz vagy egy májusban bekövetkező talaj menti fagy esetén a jelenlegi fajtaadottságainkkal képtelenség csupán a preventív módszerekkel, azaz megfelelő fajta-, vetésidő- és lokációválasztással megelőzni a termésmennyiség csökkenését.

A preventív módszereknél egy fokkal direktebb alkalmazkodási stratégia, ami mind az aszály, mind a belvíz szakirodalmában felmerült, a talaj helyes menedzselése. Természetesen nem várható el minden gazdálkodótól, hogy egyik pillanatról a másikra teljesen szántás nélküli művelésre váltsa át, hiszen a szántás nem véletlenül több ezer éves módszer, megvannak az előnyei, és egyes kultúrnövények nagy volumenű termesztése során egyelőre nehéz lenne nélküle boldogulni. Ha azonban sikerül csökkenteni a szántással járó talajbolygatást az agráriumban, azzal növelhető a mezőgazdasági területek vízmegtartó képessége és a nedvességpárolgás a talajból, amisegít megelőzni az aszályjal járó gazdasági károkat. Az eketalpbetegség elkerülése révén csökken a belvizek és az aszályok kialakulásának kockázata is. Előbbi azért, mert nem fogja egy sekélyen elhelyezkedő kemény záróréteg megakadályozni a víz leszivárgását a talaj mélyebb rétegeibe, utóbbi pedig azért, mert ugyanez a záróréteg nem fogja ellehetetleníteni a mélyebben lévő nedvesség felszivárgását, ha egy hosszú, száraz időszak eredményeként a felső talajrétegek kiszáradnának.

<sup>211</sup> Gołasa, P., Wysokiński, M., Bieńkowska-Gołasa, W., Gradziuk, P., Golonko, M., Gradziuk, B., Siedlecka, A., Gromada, A. Sources of Greenhouse Gas Emissions in Agriculture, with Particular Emphasis on Emissions from Energy Used. *Energies*, 14.13, (2021): 3784

Az aszályhoz való alkalmazkodás leginkább aktív módszere az öntözés kiépítése és használata, ennek tömeges megvalósulása azonban csak távlati cél lehet Magyarország számára. Ahogy az alábbi diagramon is látszik, az adott évben legalább egyszer öntözött területek aránya az utóbbi húsz évben egyszer sem haladta meg a 3 százalékot a mezőgazdasági területeken belül, de 2 százalék fölötti érték is csak nyolc évben valósult meg. A magyar mezőgazdasági területek nagy részén a jelenlegi technológiákkal csak úgy lehetne megteremteni az öntözés lehetőségét, hogy a magas telepítési és üzemeltetési költségek miatt a megtérülés erősen kérdéses lenne. Az ágazat nagy részének tehát az adaptáció más, korábban felsorolt eszközeivel kell felvenniük a harcot az aszály ellen.



Forrás: saját szerkesztés KSH (2024) alapján

Az aszályhoz hasonlóan a késő tavaszi fagyok elleni védekezésnek is léteznek aktív eszközei a szakirodalomban, ezek közé tartozik a fagyvédelmi öntözés, amely fagypont alatti hőmérséklet esetén hőszigetelő jégréteget von a bimbózó virágokra, így a kertészeti ágazatban jelentős kármentést lehet vele végrehajtani. Aktív módszer még a műanyag takarás, valamint a ventilációs légmozgatás és a növények környezetének fűtése. Ezek azonban a gazdálkodók egy jelentős része számára túl magas költséggel járnak, és nem garantálnak védelmet a gazdasági károk ellen, így a fagykárok esetén is a megelőzés a legbiztosabb választás.

Az agrárium mitigációjának szakirodalma is számos módszerre rávilágított. A precíziós mezőgazdaság eszközeivel minimalizálható a mezőgazdaság vízfelhasználása, a jelentős dinitrogén-oxid-kibocsátással járó trágyahasználat, valamint a nagy környezeti lábnyomot hagyó növényvédőszer-használat. Ennek elérése, hasonlóan az adaptáció aktív módszereihez, jelentős beruházást kíván, hiszen a precíziós képalkotáshoz és elemzéshez jellemzően drónokat és felhőalapú adattárolást alkalmaznak a mezőgazdaság 4.0 művelői. A precíziós művelésbe

vont területek szignifikáns növeléséhez tehát szintén támogatásra szorulna a gazdálkodók legnagyobb része, ami az agrárfinanszírozási források növelésével vagy éppen kedvezményes piaci hitelkonstrukciókkal valósítható meg.

Az adaptációhoz hasonlóan a mitigációban is kulcsszerep jut a talajbolygatás minimalizálásának, így jogalkotói szemmel nézve érdemes lehet a szántás nélküli gazdálkodás támogatását is napirendre tűzni. Ehhez azonban nem elég a források biztosítása, a szemléletformálás is elengedhetetlen, hiszen a gyakran konzervatív magyar gazdátársadalomban a megfelelő tájékoztatás nélkül ellenérzéseket válthat ki a szántás elhagyásának vagy minimalizálásának gondolata.

A szakirodalom elemzése lehetővé tette bizonyos módszerek felsorolását, melyeknek segítségével a gazdálkodók alacsonyabb kockázattal termesztetik megszokott kultúrnövényeiket a változó éghajlat ellenére. Olyan esetek is előfordulnak azonban, amikor ahelyett, hogy külső eszközökkel igyekszünk segíteni növényeink alkalmazkodását, magát a kultúrnövényt érdemes lecserélni. Jó példa erre a már említett kukorica esete, melynek termesztése hosszú távon nem várható, hogy gazdaságos lesz a Kárpát-medence nagy részén, így alternatív növényfajt kell keresnünk. A kukoricának Magyarországon elsősorban takarmánynövényként van jelentősége, így az alternatíváját is a takarmánynövények között kell keresnünk, azonban nehéz olyan növényt találni, amit hasonló megtérüléssel lehetne termesztetni a nem aszályos években. Az egyik legkecsegtetőbb alternatíva a cirok, mely Afrika szavannával borított területein őshonos, így a kukoricánál lényegesen jobban tűri a forró és száraz nyarakat. A 2022-es extrém száraz nyáron azokon a területeken, ahol a kukorica mindössze 2-3 tonnát termett hektáronként, a cirok 5-7 tonnára is képes volt.<sup>212</sup> Ráadásul nem csupán takarmányként használható, egyes fajtái és fajtái emberi fogyasztásra is kiválóan alkalmasak, gluténmentesek, és élelmiszeripari felhasználásuk is sokrétű. Csapadékosabb nyarakon azonban a kukorica még mindig jóval felülmúlja a cirkot, így a gazdálkodóknak a saját területük mikroklímáját is érdemes lehet elemezni, mielőtt egy új kultúrnövény vetése vagy a régi megtartása mellett döntenének.

Emellett a kertészeti ágazatban is számíthatunk hagyományos fajták vagy akár fajok eltűnésére vagy visszaszorulására, és új fajták vagy fajok térnyerésére. Szórványosan, kis területen már ma is termesztenek Magyarországon olajfát és gránátalmát, a kivi pedig már többhektárnyi területet foglal el Zala vármegyében.

<sup>212</sup> [Sano Magazin](#): Kukorica vagy cirok?

Mivel ezeknek a növényeknek a termesztési volumene az ágazat egészét tekintve egyelőre nem jelentős, így nincsenek megbízható adatok az általuk elfoglalt területre vonatkozóan, de ahogy a nyarak forróbbá és szárazabbá, a telek pedig enyhébbé válnak, egyre több gazdálkodó dönthet a termesztésük mellett a jövőben. Hidegtűrő fajtáik pedig még a tavaszi fagyokat is jobban tűrik, mint a kajszi, így termesztésükre nézve a szélsőséges időjárás sem jelenthet akadályt.<sup>213</sup>

## **Konklúzió**

A gazdaság ágazatai közül a mezőgazdaság az elsődleges elszenvedője a klímaváltozás okozta átlagérték-változásoknak és egyre gyakoribb szélsőségeknek. Az agrárium emellett azonban okozója is az éghajlatváltozásnak, és nem is elenyésző mértékben, hiszen a legtöbb évben két számjegyű a részesedése a világ ühg-kibocsátásából. A gazdálkodók és a jogalkotók tehát mind az adaptációt, azaz a megváltozott éghajlathoz történő alkalmazkodást, mind a mitigációt, azaz a klímaromboló hatások csökkentését prioritásként kell hogy kezeljék. A két stratégia egyformán fontos, azonban, mivel az éghajlatváltozás hatásai már napjainkban is rányomják a bélyegüket a termésátlagokra, az adaptáció tekinthető a sürgetőbb feladatnak. A mitigáció pedig nem hathat az agrárium termelékenységére ellen, hiszen ez tovább súlyosbítaná a már meglévő globális élelmezésbiztonsági kockázatokat.

Az éghajlati adatsorok áttekintése arra világított rá, hogy mind a hőmérsékleti, mind a csapadékkal kapcsolatos paraméterek elsősorban a szélsőséges értékekben mutatnak jelentős emelkedést, a sokéves átlagértékek ezeknél kevésbé látványosan változtak. A mezőgazdaságnak amellett, hogy a lassan, de érezhetően növekvő átlaghőmérsékletre is fel kell készülnie, elsősorban az időjárási szélsőségekhez kell megtanulnia alkalmazkodni.

A nemzetközi szakirodalmat vizsgálva sikerült azonosítani olyan adaptációs stratégiákat, melyek három, Magyarországon gyakori időjárási szélsőség ellen lehetnek a gazdálkodók segítségére: az aszály, a hirtelen, heves esőzés (és az általa okozott belvív), valamint a késő tavaszi fagyok ellen. Mindhárom klimatikus stresszhatás ellen léteznek aktív, a már fennálló időjárási körülményekkel szemben védelmet nyújtó módszerek.

Ezeknek azonban jellemzően nagy a beruházási igényük, és így sem biztosítanak teljes védelmet a szélsőségek okozta gazdasági károk ellen. Sikerült azonosítani olyan preventív módszereket is, melyek kevésbé alapszanak eszközbeszerzéseken, sokkal inkább új gazdálkodói szemléletet, módszerváltást igényelnek.

<sup>213</sup> Egyre sürgősebb az aszályhoz és a hőséghez való alkalmazkodás a [mezőgazdaságban](#)

Ezek is járhatnak költségekkel (különösen az új fajták telepítése), azonban jellemzően hosszabb távú megoldást kínálnak a tünetek kezelésénél.

Az agrármitigációval kapcsolatban hasonló minta látszik. Léteznek nagy beruházási igényű, high-tech megoldások, melyekkel csökkenthető a gazdálkodás környezeti és klímalábnyoma, emellett azonban érdemes a talajbolygatás minimalizálásához hasonló passzívabb, de hasonlóan eredményes módszerek felé is fordulnunk.

Jogalkotói szemmel nézve megfontolandó az agrártámogatásokat úgy megtervezni, hogy azokban jelentős rész jusson az adaptációs és mitigációs innovációnak, hiszen a passzívabb, preventív módszerek is járhatnak jelentős költségekkel, és egyre gyakoribbak lesznek az olyan időjárási szélsőségek, melyek ellen a védekezés aktívabb és egyben költségesebb formáit is alkalmazni kell. Kiemelt jelentőségű még emellett az agráredukáció és a szemléletformálás, hogy a magyar gazdatársadalom egyre inkább nyitottá váljon a klímaváltozás elleni küzdelemhez szükséges újításokra.

### **Javaslat további kutatásra**

A kutatás elsősorban az agráradaptáció azon elemeit vizsgálta, melyek közvetlenül a klimatikus feltételekhez segíthetnek alkalmazkodni. A klímaváltozás azonban együtt jár egy olyan közvetett hatással is, mely nagy károkat okozhat a gazdálkodóknak, és ebben a kutatásban nem esett róla szó. Érdemes megvizsgálni az új kártevők elleni védelem szakirodalmát és eredményes módszereit, hiszen az éghajlatváltozás számos olyan kártevő megjelenését eredményezheti, melyek korábban nem tudtak volna megélni az adott területen. Ennek kapcsán indokoltá válhat egy költség-haszon elemzés is, hiszen az új kártevők elleni védekezés növelheti a növényvédőszer-használatot, ami egyrészt költség a gazdálkodóknak, másrészt a mitigáció ellen hat, a növényvédő szereknek ugyanis környezeti és klímalábnyoma is jelentős.

Az innovációra való fogékonyság növelése érdekében pedig érdemes olyan felméréseket, akár reprezentatív közvélemény-kutatásokat elvégezni, melyek felméri, hogy a magyar

gazdatársadalom mennyire nyitott a környezet- és klímavédelmi, valamint az éghajlati adaptációs újításokra. Ez segítene felmérni, hogy az ország mely régióinak milyen korosztályú gazdálkodói hajlamosak leginkább az innovációra, azon rétegek pedig, akik erre kevésbé hajlanak, mivel indokolják a vonakodásukat, és hogyan lehetne megváltoztatni a szabályozási környezetet, hogy bővüljön az újítók köre. A magyar mezőgazdaság jövőbeni adaptációs képessége és klímalábnyoma ugyanis nem csupán a jogszabályi háttértől függ, nagy hatással vannak rá a gazdálkodók is.

# Éghajlatváltozás – Tények, trendek, globális, regionális és hazai hatások

**Dr. Kovács Erik**, vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

Az éghajlatváltozás hatásai nem csupán a jövőt érintik, már napjainkban is világszerte nyomon követhetők. Mind a szárazföldek, mind a tengerek hőmérséklete emelkedik, és világszerte változnak a korábbi klímaidőszak csapadékmintázatai.<sup>214</sup> Általánosságban elmondható, hogy Európa csapadékosabb területei még csapadékosabbá váltak, a szárazabbak tovább szárazodnak. A Kárpát-medence fekvése és geomorfológiája miatt nálunk egyszerre figyelhető meg a több csapadék és a növekvő száraz időszakok számának évszakos váltakozása.

A klímaváltozás azonban nemcsak a hőmérséklet és a csapadék általános változását jelenti, hanem a szélsőségek növekedését is. A szélsőségek növekedése negatívan hat az ökológiai sokféleségre és a gazdaságra is, azonban vannak lehetséges nyertesei is a változó klimatikus körülményeknek.<sup>215</sup>

Fontos megjegyezni, hogy egy-egy időjárási szélsőség előfordulásából vagy akár egy abszolút rekord születéséből nem következik az, hogy az éghajlat megváltozott. A jelenkor éghajlatváltozása bizonyított, de lassú, több évtized alatt végbemenő folyamat, amely régióként másként jelentkezik. Ezt többek között meghatározza a földrajzi térség/régió fekvése, a nagy földrajzi léghörzés, a különböző planetáris és regionális légköri folyamatok ráhatása és nem utolsósorban a gazdasági fejlettség.

Az időjárási és éghajlati szélsőségek várható hatása nem csupán azok előfordulásától és gyakoriságától függ, hanem az intenzitástól, a jellegtől és a szélsőség mértékétől is.

A jelenkori globális és a regionális éghajlatváltozás a 21. század egyik legjelentősebb természeti, ökológiai, társadalmi és gazdasági kihívása. A fejlett világ növekvő társadalmi, gazdasági és politikai erőfeszítései ellenére a legfontosabb üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, kén-hexafluorid) kibocsátása fokozatosan emelkedett az elmúlt években, évtizedekben.

<sup>214</sup> Bilgili, Mehmet, Muhammet, Tokmakci. Climate change and trends in Europe and globally over the period 1970-2023. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* (2025): 103928.

<sup>215</sup> Simon, Csilla, Torma, Csaba Zsolt, Kis, Anna. Projected changes of mean and extreme precipitation in Hungary: comparison of raw and bias-adjusted EURO-CORDEX simulations. No. EGU25-6439. Copernicus Meetings, 2025.

A feltörekvő gazdasági területeken (pl. Kína, India, Afrika) az üvegházhatású gázok kibocsátása egyre erőteljesebb. 2023-hoz képest Kína 3-3,5 százalékkal, míg India 8-8,1 százalékkal növelte a légköri „melegítő” gázok légköri emisszióját.<sup>216</sup>

Mivel az éghajlati rendszert elsősorban rendkívül bonyolult fizikai és kémiai folyamatok irányítják, a globális klímapolitikai célok eléréséhez globális erőfeszítések szükségesek. Egyetlen régió sem képes csak önmaga befolyásolni a Föld éghajlatát és a benne zajló fizikai folyamatokat. Erre jó példa az elmúlt évtizedben az Európai Unió mitigációs (kibocsátáscsökkentés) politikája. Amíg az európai országok nagy része csökkentette a kibocsátását, a ténylegesen nagy szennyező országok fokozatosan növelték azt, így a globális értékek javulásához az európai erőfeszítések kevésnek bizonyultak.

Az Egyesült Államok, amely történelmileg a jelenben tapasztalható globális felmelegedés jelentős részéért felelős, statisztikailag messze nem jelentős csökkentést valósított meg. Kína, India és a feltörekvő országok nagy hányada pedig fokozatosan növelte az üvegházgázok kibocsátását, úgy, hogy az egy főre jutó kibocsátásban jelentős, 28 százalékos csökkentést értek el 2000 és 2019 között, de ez a teljes kibocsátás tekintetében jelentéktelen, a népesség gyors növekedése miatt. Miközben az Európai Unió a globális ühg-kibocsátás kb. 7,18 százalékáért felelős (Magyarország 0,12 százalék), a legambiciózusabb – többnyire az adaptációs (alkalmazkodási) lehetőségeket figyelmen kívül hagyó – mitigációs klímapolitikai célokat tűzött ki maga elé.

A mitigáció, az üvegházhatású gázok hosszú távú kiülepedése miatt, csak évtizedek múlva hozhat csillapító hatást a felmelegedés ütemében, ezért rövid és középtávon (1-30 év) az adaptációt kellene előtérbe helyezni (ez nem azt jelenti, hogy a mitigációs törekvéseket háttérbe kellene szorítani).

Még egy markáns kibocsátáscsökkentés sem jelentene azonnali kedvező trendet ebben az évszázadban, mert a Föld éghajlati rendszerének tehetetlensége és a természetes belső ingadozása – a csillapító (negatív visszacsatolás) és gerjesztő (pozitív visszacsatolás) folyamatok lassan zajlanak – késleltetné a változást<sup>217</sup>.

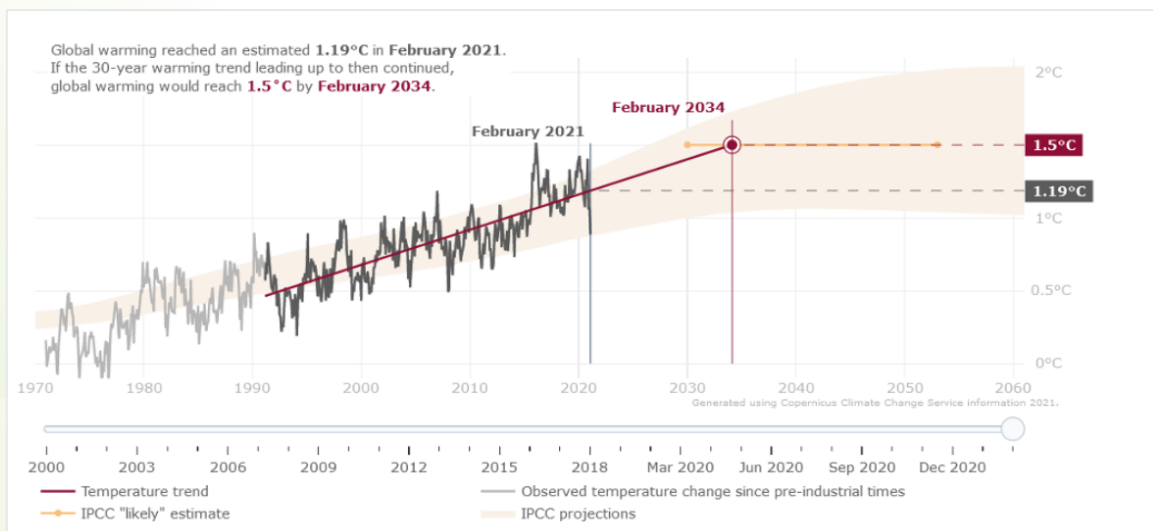
<sup>216</sup> Silva, Jean Felipe Leal, et al. "Meta-data analysis of biofuels in emerging markets of Africa and Asia: Greenhouse gas savings and economic feasibility." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 213 (2025): 115465.

<sup>217</sup> IPCC AR6.

Bár a jelenkor éghajlatváltozását jelentősen befolyásolták a gazdasági fejlődéssel együtt járó emberi tevékenységek, rövid és középtávon a társadalmak már csak kevésbé képesek radikálisan visszafordítani ezt, mivel a változásokat már az éghajlati rendszer belső folyamatai is gerjesztik (pozitív visszacsatolások).

Az IPCC AR6 jelentése szerint a párizsi klímaegyezményben meghatározott 1,5 °C-os határérték – átmeneti – túllépésének valószínűsége az idő előrehaladtával egyre nő, és várhatóan a 2030-as évtizedben a hőmérséklet emelkedése tartósan meghaladja ezt a küszöbértéket, 2040-re pedig megközelítjük a 2 °C-ot.

### 1. ábra. A 1,5 °C-os küszöb tartós átlépési ideje 2021 februárjához képest (kiragadott időpont).



Az ábra azt mutatja, hogy várhatóan 2034 után tartósan 1,5 °C fölé emelkedik a globális átlaghőmérséklet emelkedése, IPCC/Copernicus/ECMWF alapján.

Ez még akkor is megtörténne, ha az emberiség már ma markánsan csökkentené az üh- kibocsátását, ugyanis a szén-dioxid 50-150 évig, a metán néhány évig, az üvegházhatás 6-8 százalékáért felelős dinitrogén-oxid évtizedekig, és a csak emberi forrásból táplálkozó halogénezett és fluorozott szénhidrogének két-hármezer évig is a légkörben tartózkodhatnak és fokozzák az üvegházhatást.

Rövid távon (maximum két-három évtized) nagyrészt a metán okolható a hőmérséklet intenzív emelkedéséért, mivel jóval nagyobb a hőmegtartó képessége, mint a szén-dioxidnak. A szén-dioxid után ez a második legfontosabb üvegházhatású gáz, amely az emberi tevékenységekhez is köthető. A metán azonban mintegy 200-szor kisebb mennyiségben van jelen a légkörben, és csak néhány évig marad meg ott, míg a szén-dioxid akár 100-150 évig is. Másként fogalmazva:

a metán nagyobb hatásfokkal melegít, de hamar kiüledik a légkörből, míg a szén-dioxid évtizedről évtizedre kisebb mennyiségű hőt tart vissza folyamatosan, hosszabb időtávban. Amennyiben csak a mitigációra törekszünk, annak eredménye az évszázad utolsó évtizedeiben lenne jelentősebben érzékelhető, addig azonban a megfelelő adaptációs stratégiákkal biztosítani lehet a társadalmak számára a minőségi életet a szélsőségek, az időjárási extremitások növekedése ellenére, és nem szükségszerű a gazdasági fejlődést a klímaváltozás oltárán feláldozni.

## **Az éghajlatváltozás sajátosságai – helyzetkép**

### *Globális skála*

Az éghajlatváltozásnak több oka van. A klíma tényleges változása három, valószínűleg egymással párhuzamosan ható okra vezethető vissza: az éghajlati rendszer (minden külső hatás nélküli) belső ingadozásaira, a természetes külső és belső tényezőkre és az emberi hatásokra. A tudomány mai álláspontja alapján a jelenkori éghajlatváltozás kb. 80 százalékaért az antropogén hatások és 20 százalékban természetes folyamatok okolhatók. Ezt matematikai és fizikai modellezésekből tudjuk.<sup>218</sup>

Az éghajlat egy rendkívül összetett nem lineáris rendszer, amely a vele érintkezésben levő négy geoszféra (krioszféra, hidroszféra, bioszféra, atmoszféra) kölcsönhatásban álló együttese. Az éghajlati rendszer központi, legkevésbé stabil és legváltozékonyabb komponense a légkör.

Amennyiben az éghajlati rendszer bármely szférája változik, az éghajlati rendszer és a Föld teljes éghajlata is változik.<sup>219</sup>

A Föld történetében számos jelentős, az egész bolygóra kiható éghajlatváltozás történt. Ezek főleg természetes külső és belső okokra vezethetők vissza, a jelenkor éghajlatváltozása azonban bizonyítottan az ember által kiváltott folyamat. A jelenkori változás kismértékű a korábbi földtörténeti időszakokban történetekhez képest, de a jelentőségét nem szabad lebecsülni, mivel a változások túl gyorsan történnek.

Jégfuratokból tudjuk, hogy az elmúlt 800 ezer évben biztosan nem volt annyi szén-dioxid, metán és dinitrogén-oxid az atmoszférában, mint most. Az üvegházhatás egyre erősödik, melynek köszönhetően megállíthatatlanul emelkedik a globális átlaghőmérséklet. Az emelkedés mértéke 1880 óta közelíti a 1,5 °C-ot.

<sup>218</sup> Mika János. Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás. Hallgatói Információs Központ. 2011

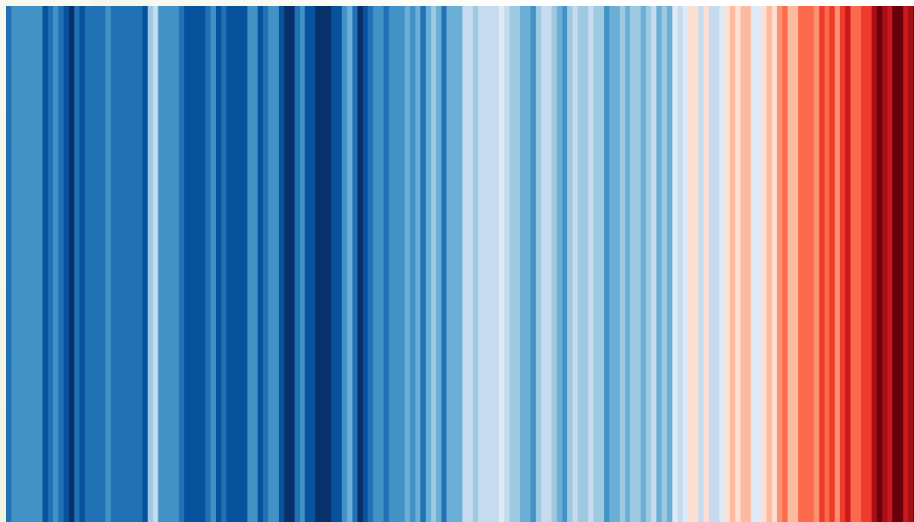
<sup>219</sup> Joshi, Manish, Anita, Joshi, Thaddeus, Bartter. The impact of climate change on respiratory health: current understanding and knowledge gaps. Current Opinion in Pulmonary Medicine 31.2 (2025): 79-88.

Közel négy évtizede léptünk az intenzív felmelegedés időszakába, amit jól igazol az a tény, hogy 1990 óta mérték a tíz legmelegebb évet a bolygón, és a 2010 és 2024 közötti időszakra esik a kilenc legmelegebb év a hiteles és pontos mérések kezdete óta, ezek közül 2024 volt a legmelegebb év, és soha olyan meleg időszak nem volt még a pontos és megbízható mérések kezdete óta, mint a 2014 és 2024 közötti tíz évben.<sup>220</sup> Ennek oka, hogy az emberi tevékenységnek a 20. század első felében még nem volt jelentősen érezhető hatása az éghajlatra, és a globális tendenciákhoz hasonlóan térségünkben is a természetes változékonyság dominált. Az utóbbi három-négy évtizedben azonban egyre inkább az emberi tevékenység hatásának növekedését érzékelhetjük, mely várhatóan a jövőben erősödni fog.

Az öt legmelegebb év a Földön 2024, 2023, 2020, 2019 és 2016 volt 1880 óta a WMO jelentései szerint. Miközben egyre intenzívebb a hőmérséklet-emelkedés, 2021-ben és 2022-ben átmenetileg megtorpant a folyamat.

Ennek oka pedig az erős La Niña jelenség volt a Csendes-óceánon, mely 0,3-0,4 °C-kal csökkentette a globális átlaghőmérséklet-emelkedést.

**2. ábra. A Föld felmelegedését ábrázoló klímacsík (1850–2024). A csíkos ábrán kékes árnyalatban jelennek meg a hidegebb, pirosban a melegebb évek, a viszonyítási időszak az 1961–1990-es időszak.**



Nem lineáris a kapcsolat a hőmérséklet emelkedése és a kibocsátott üvegházhatású gázok mértéke között, mivel az óceánok és tengerek nagy mennyiségű energiát képesek elnyelni. Az IPCC AR6 állásfoglalása szerint a naptevékenységnek minimális hatása van csak a klímaváltozásra, ami jelentéktelen az emberi tevékenység okozta hatások mellett.

A felmelegedés miatt növekszik a légkörbe jutó vízgőz mennyisége, mely egyrészt további üvegházhatást eredményez, másrészt a víz körforgása miatt módosul a csapadék térbeli és időbeli eloszlása is. Valamennyi klímaszimuláció a jövőben hatványozottan több vízgőzt vár a légkörben, mely a hőmérséklet emelkedésével tovább növekszik.

A több vízgőz erősödő üvegházhatást eredményez – lásd 2022 időjárása –, mely gyorsítja a melegedés intenzitását, ami tovább növeli a vízgőz-koncentrációt, folyamatos pozitív visszacsatolást eredményezve.<sup>221</sup>

Az IPCC 2021-es AR6 jelentése szerint a 20. század közepe óta az emberi tevékenység is jelentős hatással volt a globális vízkörforgalomra, módosult a cirkuláció, a poláris és a szubtrópusi jet streamek\* is gyengülnek, mely növeli a szélsőségeket a Föld északi féltékéje nagy részén, elsősorban télen, valamint nyáron.

A trópusi viharok száma nem változott szignifikánsan az elmúlt évtizedekben. Azonban az erősségük jelentősen növekedett. Míg 25 éve egy atlanti hurrikánnak átlagosan 60 órára volt szüksége, hogy elérje a (178 km/h-nál kezdődő) 3-as kategóriát, ma már 40 óra alatt felgyorsul erre a sebességre.

A globális felmelegedés következtében a sarki jég olvadása felgyorsult, visszahúzódnak a gleccserek, és jelentős a tömegvesztésük. Az Északi-sarkvidék területén a jégvesztés szignifikáns és jelentősebb, mint a Déli-sarkvidéken, azonban az elmúlt években elkezdődött az olvadás az Antarktiszon is. Ennek egyik oka az 1987-es, a sztratoszférikus ózonréteg védelmét szolgáló montreali jegyzőkönyv levegővédelmi szabályozása, amelynek köszönhetően a korábban elvékonyodó ózonréteg ismételten visszavastagodott és az erős cirkumpoláris áramlat kissé gyengült.

A sarki jég (Grönland és Antarktisz) csökkenésének következménye, hogy emelkedik a tengerek vízszintje, egyre több édesvíz kerül az óceánokba, mely következtében változik a mélytengeri áramlatok sebessége, így módosul az általuk szállított hő mennyisége és a hőmegtartás is. Ezek összességében megváltoztatják a globális és az európai időjárási mintákat.

<sup>220</sup> [WMO confirms](#) 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level

<sup>221</sup> Xiang Huang, Charles J. Abolt, Katrina E. Bennett, How does humidity data impact land surface modeling of hydrothermal regimes at a permafrost site in Utqiagvik, Alaska?, Science of The Total Environment 912, (2024): 168697

\* A légkör magasabb részein, a középső és felső troposzférában a közepes földrajzi szélességeken egy nyugatról kelet felé áramló hullámzó mozgású futóáramlás. Sebessége minimum 30-40 m/s. Nagy általánosságban a talaj közeli alacsonynyomású területek ennek a középtroposzférában (kb. 5000 m magasságban) uralkodó áramlásnak az irányát követik, sebességük pedig nagyjából az alapáramlás sebességének a fele.

A szárazföldekhez hasonlóan az óceánokban is egyre gyakoribbak az óceáni hőhullámok, melyek száma 1982 és 2024 között megtriplázódott.<sup>222</sup>

Egyértelműen bizonyított, hogy a grönlandi és a hegyi gleccserek, amelyek különösen érzékeny indikátorai az éghajlati rendszer ingadozásainak, az ember által kiváltott felmelegedés miatt olvadnak. Amennyiben állandósul a mostani felmelegedés üteme, akkor Európában 2050-re a gleccserek mérete 35-55 százalékkal, míg 2100-ra akár 85 százalékkal is csökkenhet. Ennek már most is látható jelei, hogy az alpi országokban és a Kárpát-medence nyugati részén 150-200 cm-rel mélyebben helyezkedik el a talajvíz és 35-45 százalékkal csökkent a rétegvíz kiterjedése.

### *Európa*

Nemcsak globális skálán intenzív a hőmérséklet emelkedése, hanem Európában is, annak ellenére, hogy Európa csökkenti legjelentősebben az ühg-kibocsátását. Az elmúlt 40 évben Európában két szélsőséges, extrém meleg periódus figyelhető meg. Az egyik 2015-2016 meleg periódusú időszaka, míg a másik 2023-2024 (várhatóan 2025 is), amikor sorozatosan dőltek meg a havi globális és európai középértékek.

Európában az északi és déli régiók között jelentős eltérés van az éghajlatváltozás hatásaira való érzékenység tekintetében. Az eddig is melegebb, sok esetben forróbb és szárazabb déli régiókat eltérően érintik a változások, mint a hűvösebb és csapadékosabb északi és nyugati régiókat:<sup>223,224,225</sup>

Nyugat- és Észak-Európában a klímaváltozás hatásai elsősorban a következők:

- a túlmelegedett óceán miatt a téli viharciklonok okozta károkozás növekedése (negatív)
- a csapadéknövekedés parti eróziót indukál (negatív)
- a nyári blokkoló anticiklonok miatt intenzív hőhullámok (negatív)
- a nyári melegedés miatt jobb termésminőség és -mennyiség (pozitív)
- északabbra sodródó trópusi ciklonok (inkább negatív)
- a tengeri élőhelyek átalakulása és invazív fajok megjelenése (szállítmányozás, hajózás és melegedő óceán és tenger) (negatív és kismértékben pozitív az új élelmiszerforrások miatt)

<sup>222</sup> Oliver, Eric CJ, et al. "Marine heatwaves." *Annual review of marine science* 13.1 (2021): 313-342.

<sup>223</sup> [IPCC AR6](#)

<sup>224</sup> [IPCC AR6](#)

<sup>225</sup> [IPCC AR6](#)

- a talajvízszint szignifikáns süllyedése (negatív)
- nyári turizmus javulása (a mediterráneum különösen az északi országok lakóinak már elviselhetetlen) (pozitív)
- a téli síszezon lerövidülése és a téli turizmus átalakulása (negatív)
- az enyhébb és csapadékosabb telek miatt növekvő lavinaveszély (negatív)
- kártevők téli áttelelésének javulása (negatív)

#### Közép- és Kelet-Európában:

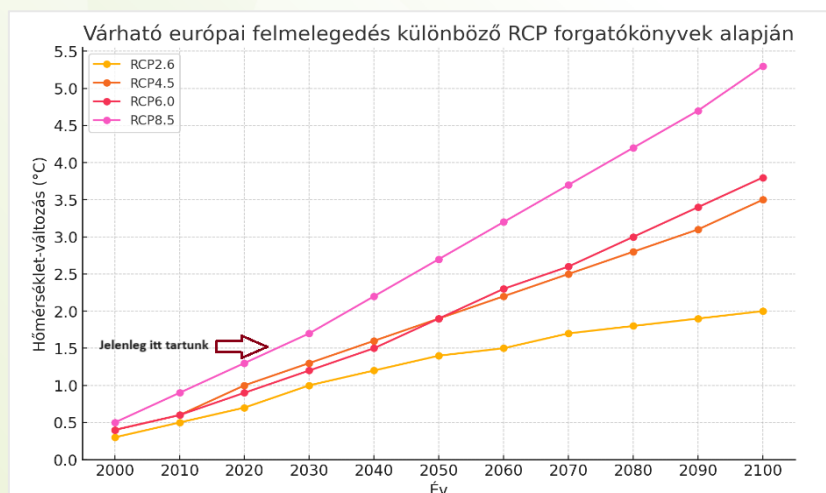
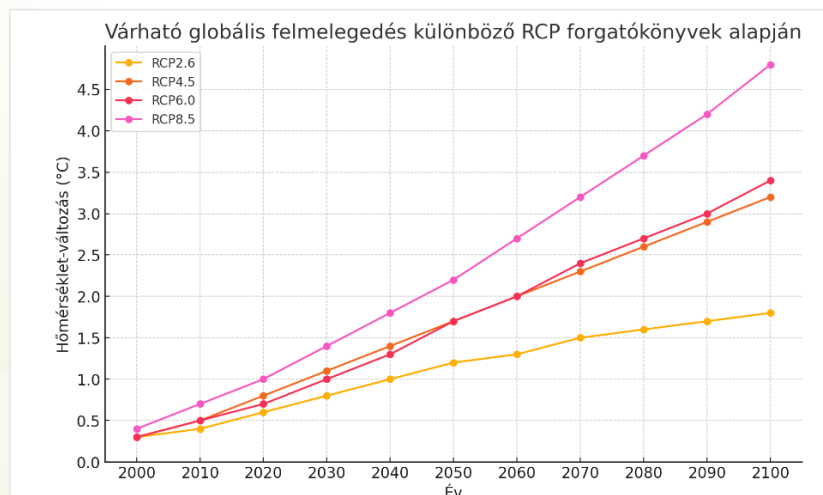
- a nyári hőhullámok számának és intenzitásának szignifikáns emelkedése, egészségügyi hatásai (negatív)
- a téli napok és a fagyos napok szignifikáns csökkenése (egyrészt pozitív, mivel több energia takarítható meg, másrészt negatív, mert a mezőgazdaságban nincs kártevőgyérülés és 4-5-ször több pénzt kell növény- és állatvédelemre költeni)
- erősödő blokkoló anticiklonok (lásd 2022 és 2024 nyara) (inkább negatív, a mezőgazdaság szempontjából kismértékben pozitív)
- a hosszú tenyészidejű fajták terméshozamának jelentős csökkenése (negatív)
- a rövid tenyészidejű fajták minőségének javulása (pozitív)
- az erős és extrém aszályos időszakok számának növekedése (nincs több aszály, de egyre több az extrém aszály) (negatív)
- az arid területeken az erózió és az elsivatagosodás gyorsulása (nemcsak a klímaváltozás tehet róla, hanem Európában a folyószabályozás is)
- a tavaszi fagykockázat növekedése (legalább a 2060-as évtizedig)
- javuló nyári turizmus (különösen a vízparti turizmus)
- téli és őszi árvizek gyakoribb előfordulása (téli egyre több a csapadék, párhuzamosan kevesebb a hó, a csapadék jelentős része gyorsan elszállítódik)
- tavak sókoncentrációjának emelkedése
- növekvő energiahasználat tavasszal és nyáron, csökkenő télen

#### Mediterrán térségben:

- legextrémebb változások Európában
- növekvő aszályos időszakok
- erdőtüzek számának és kiterjedésének növekedése (legfőbb okozója az ember, de a szárazulás miatt gyorsabb a terjedésük üteme)
- erőteljes sivatagosodás (dezertifikáció)
- csökkenő vízenergia-kapacitás

- turisták számának elmaradása május és szeptember között
- parti vizek növekvő sótartalma
- hóhullámok növekvő egészségügyi kockázata
- szikesedés
- mediterrán „hurrikánok” (medikánok) számának változása és az általuk okozott káresemények számának növekedése
- változó biodiverzitás a Földközi-tengerben, invazív fajok elszaporodása
- tengeri hóhullámok intenzitásának és számának növekedése
- szignifikánsan növekvő energiahasználat nyáron

### 3. ábra. A várható hőmérséklet-emelkedés 2100-ig, különböző RCP forgatókönyvek alapján



Az éghajlatváltozás egyik következménye Európában, hogy nyáron és kora ősszel egyre gyakoribbak a hóhullámok. A hóhullámos napok száma a legkevésbé pesszimista modellek szerint is a 2050-es évekre legalább a múltbeli (1961–1990) érték kétszeresére növekedhet, a

század végére pedig az évi átlagos száma megközelítheti a 40-45 napot, egy-egy déli és keleti régióban akár a 64-68 napot is.

A jelentős felmelegedés valószínűsíthető eredménye, hogy az eddigi legjelentősebb olvadása a grönlandi, az alpi és az izlandi gleccsereknek 2023-ban, 2022-ben, 2012-ben, 2015-ben és 2016-ban volt az elmúlt 70 évben.<sup>226</sup>

Télen a jelenleg még hóval borított területeken a hó- és jégtakaró csökkenése pozitív (öngerjesztő) visszacsatolási folyamatot válthat ki, mellyel erősíti a melededést. Dél- és Közép-Európa régióiban a talaj nyári szárazodásával összefüggő visszacsatolási mechanizmusok indultak el, a következő két-három évtizedben gyorsulni fognak minden szimuláció alapján.

A cirkulációs változások a nyugatias áramlás (zonalitás) erősödése révén télen növelhették a melededés mértékét. Valószínűleg a poláris jet stream (futóáramlat) gyengülése következtében áprilisban és májusban kissé csökkent a melededés, melynek hatása Közép- és Kelet-Európában kevésbé érezhető, mint az atlanti vagy a skandináv régióban, a nyári időszakban a jet stream gyengülése miatt nőtt az ún. blokkoló anticiklonos időszakok hossza, ami Európában többször eredményez hőkupola-effektust.<sup>227</sup>

A kontinensen Dél-Európa számít a legsérülékenyebb régiónak. A hőségnapok és a forró napok számának növekedése és szárazságok fokozódása egyszerre jelentkezik. A legtöbb szimuláció ebbe a térségbe várja a legjelentősebb csapadékcsökkenést, míg Észak-Európában várhatóan emelkedni fog a lehullott csapadék mennyisége. A mostani trendeknek megfelelően a legnagyobb csapadéknövekedés Észak- és Közép-Európában télen várható. A kontinens déli részén egyértelműen csökkenő tendencia jelentkezik, mely nyáron a legnagyobb mértékű. A téli csapadéknövekedés a nyugati áramlás erősödésére vezethető vissza, míg a nyári szárazabb viszonyok a keleties, anticiklonális helyzetek következményeként jelennek meg.

Nyugat-, Közép- és Délnyugat-Európában a talajok tartós nedvességdeficitje ivóvíz- és energiaellátási problémákat okoz évről évre. A hidrológiai aszály többek között az atomerőművek hűtésénél jelent gondot, és a vízerőművek optimális működését is befolyásolhatja.

<sup>226</sup> Jacquemart, Mylène, et al. "Detecting the impact of climate change on alpine mass movements in observational records from the European Alps." *Earth-Science Reviews* (2024): 104886.

<sup>227</sup> Broadman, Ellie, and Isabel Dorado-Liñán. "Extreme events in Europe have been shaped by the jet stream for 700 years." *Nature* 634 (2024): 600-608.

## Magyarország

Dél-Európa az egyik leginkább sérülékeny régió Európában, ahol a jelentős hőmérséklet-növekedés és a csapadékmennyiség csökkenése együttesen súlyosbítja a már most is fennálló vízhiányt. Magyarország e régió északi peremén található, így a klímaváltozás kockázatainak értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a Kárpát-medence az óceáni, a száraz kontinentális és a mediterrán éghajlati zónák határán helyezkedik el. Az éghajlati övek kisebb eltolódásai ebben a határzónában azt eredményezhetik, hogy a Kárpát-medence és Magyarország fokozottan érzékeny lesz valamelyik éghajlati hatásra. Megfigyelhető már most, hogy télen az óceáni éghajlat, míg nyáron a mediterrán éghajlat gyakorol ránk erőteljesebb szezonális hatást.

A megbízható műszeres mérések szélesebb körű alkalmazása az 1860-as évek elejére tehető, és azóta a legmelegebb időszakot az elmúlt 20 évben tapasztalták Európában, valamint Magyarországon. Az elmúlt két évtized középhőmérséklete rendszeresen meghaladta a 10 °C-ot, és 2023 volt a legmelegebb év az elmúlt 150 év során, a középhőmérséklet 12,23 °C volt.

A magyarországi hőmérsékleti trendek összhangban vannak a globális hőmérsékleti változásokkal, azonban a kisebb földrajzi kiterjedés miatt a változékonyság nagyobb, és a felmelegedés üteme az elmúlt 30 évben közel 2-2,5-szerese a globális átlagnak. Az 1990 óta eltelt időszakban tapasztalt felmelegedés intenzív volt, különösen a 2010-es évektől kezdődően, és a regionális klímamodellek előrejelzései szerint ez a tendencia várhatóan folytatódik.

A nyári és téli hőmérséklet-emelkedés különösen jól tükrözi a felmelegedési trendet: az elmúlt 30 évben a nyári középhőmérséklet 2 °C felett emelkedett, de az év többi szakaszában is jelentős (szignifikáns) növekedés tapasztalható.

A legérzékenyebb hőmérséklet-emelkedés nyáron figyelhető meg. Európában és hazánkban is jelentősen nőtt az elmúlt 30-40 évben a 30 °C feletti hőségnapok, a 35 °C-ot meghaladó forró napok és a trópusi (20 °C feletti minimum-hőmérsékletű) éjszakák száma. Európában átlagosan 15-20 nappal több hőségnapot regisztráltak az utóbbi évtizedben, mint a 20. század közepén. Hazánkban a melegedéssel párhuzamosan és összhangban országosan is megmutatkozik a hóhullámos időszakok (a kimagasló hőmérsékleti értékek hosszabb ideig tartó fennállása) hosszának növekedése. Az elmúlt három évtizedben mintegy 5-6 nappal nőtt a hóhullámos napok száma több területen. Az Alföldön, a Kisalföldön, a Nyírségben és a fővárosban a 8-9 napot is meghaladja a növekedés. A hóhullámok hatása függ azok időbeli hosszától, intenzitásától és a legmagasabb hőmérséklettől is. Ez alapján megkülönböztetünk elsőfokú hőségridót, másodfokú hőségridót és harmadfokú hőségridót.

A hőségriadó kritériumai:

1. fokozat: legalább 1 napig 25 °C-ot elérő napi középhőmérséklet
2. fokozat: legalább 3 napig 25 °C-ot elérő napi középhőmérséklet
3. fokozat: legalább 3 napig 27 °C-ot elérő napi középhőmérséklet

Míg a 20. század elején évente átlagosan 3 napot sem ért volna el a hőségriadós napok száma, addig napjainkban a fővárosban átlagosan évente már 5-6 napig, egyes megyékben akár 9-10 napig van érvényben harmadfokú hőségriadó.

A csapadék a Kárpát-medencében térben és időben erősen változó és változékony meteorológiai és éghajlati paraméter, ezért a hosszú távú trendek meghatározása bonyolultabb feladat.

Magyarországon ugyan enyhe csökkenés tapasztalható (-3,7%) az éves csapadékmennyiségben a 120 éves idősor vizsgálata (1901–2020) alapján.<sup>228</sup> Ha azonban az elmúlt 30 év (1991–2020 közötti klímanormál) adatait összevetjük az azt megelőző 30 év (1981–2010) eredményeivel, nem figyelhető meg markáns változás, sőt néhány közép- és kistáj esetében mérsékelt növekedés is megfigyelhető. Míg az évi középhőmérséklet az elmúlt három évtizedben szignifikáns növekedést mutatott, a csapadékmennyiség éves változása nem jelez egyértelmű trendet.

Az 1950-es évek óta bekövetkezett csapadékváltozások területi eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a nyugati, délnyugati és a dél-alföldi régiókban 10-15%-os csökkenés tapasztalható a lehullott csapadékmennyiségben. Ugyanakkor az ország más részein növekedés figyelhető meg, amely jelentős mértékben elérheti a 30-60 mm-t, vagyis a 10-25%-os növekedést is. Ennek ellenére a Dunántúl és az Alföld közötti kettősség továbbra is élesen megfigyelhető, azaz a Dunántúl a csapadékosabb régióknak, és ez a különbség a jövőben is megmarad.<sup>229</sup>

Magyarországon átlagosan háromévente előfordul egy szárazabb vagy csapadékosabb év. Rendszeresen előfordulnak továbbá tartósan száraz, illetve csapadékos évek sorozatban is. Csapadékos évek sorozata volt az 1910-es vagy 1960-as években. Tartósan száraz évek jellemezték például az 1940-es évek közepét vagy az 1980-as évek végét és az 1990-es évek elejét.

<sup>228</sup> [HungaroMET](#) A 2024-es év szélsőségei a hőmérséklet és csapadék együttes vizsgálatával

<sup>229</sup> [HungaroMET](#) Megfigyelt változások Magyarországon.

A száraz napok száma növekedett nyáron, kisebb tájegységek kivételével. Ez arra utal, hogy ritkábban, de nagyobb mennyiségű csapadék hullik a vegetációs időszakban (április–október), így a csapadékhullás intenzívebbé vált, miközben a száraz periódusok összesített hossza is nőtt.

Ez a jelenség súlyosbíthatja a vízellátási kihívásokat és sürgős vízgazdálkodási feladatokat indukál, hiszen bár alkalmanként több csapadék érkezik, a hosszabb száraz időszakok kihívást jelentenek a mezőgazdaság, az egészségügy, a budapesti agglomeráció és a hazai ökoszisztémák számára.

### 1. táblázat. A száraz évek és a nedves évek aránya három évtizedes átlagban Magyarországon<sup>230</sup>

Klímanormál	Száraz év (átl. -15%)	Csapadékos év (átl. +15%)	Leghosszabb száraz időszak (0,1 mm-nél kevesebb csapadék /nap)
1901–1930	5	3	25,9 nap
1931–1960	6	5	25,8 nap
1961–1990	6	4	29,3 nap
1991–2020	5	5	27,8 nap

A mezőgazdaság szempontjából kritikusnak tekinthető, 500 mm-nél kevesebb éves csapadékmennyiség egyre gyakoribbá vált. Míg 1901 és 1950 között hat évben, 1951 és 2000 között tíz évben, 2001 és 2023 között pedig hét évben fordult elő ilyen alacsony csapadékszint. Ez a jelenség térben változó, de leginkább az Alföld és a Kisalföld régióit sújtja, ahol a fokozódó ariditás (szárazodás) egyre komolyabb kihívásokat jelent. Az ilyen száraz évek növekvő előfordulása különösen veszélyezteti ezeket a mezőgazdasági szempontból kiemelten fontos területeket.

A hőmérséklet intenzív emelkedése miatt csökkentek a téli napok, a fagyos napok, a zord napok és a havas napok, de nemcsak nálunk, hanem Európa nagy részén.

A fagyos napok (adott napon a legalacsonyabb hőmérséklet nem emelkedik 0 °C fölé) száma 1901 óta évi ~115-120 napról 65-70 napra csökkent Magyarországon. Területi eloszlásban az Északi-középhegységben, az Alföldön és délnyugaton csökkent legjelentősebben, de a fővárosban és a Kisalföldön is visszaesett a számuk. Nincs olyan forgatókönyv a 21. századra vetítve, mely azt mutatná, hogy megállna ez a folyamat, sőt a pesszimista forgatókönyvek (mostani globális kibocsátás maradna) szerint évtizedenként további gyorsuló ütemben 5-6 nappal csökkenhet a fagyos napok évi átlagos száma.

<sup>230</sup> [HungaroMET](#) Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban

A zord napok (amikor a minimum-hőmérséklet  $-10\text{ °C}$  alá süllyed) szintén csökkenő tendenciát mutatnak, bár ez statisztikailag nem jelentős az elmúlt 30 év adatai alapján. Az elmúlt évtizedben is előfordultak azonban ilyen napok, például 2017 januárjában, amikor hét egymást követő napon  $-10\text{ °C}$  alá esett a hőmérséklet. Hosszabb távon, 1901 és 2020 között megfigyelhető, hogy egyre ritkábban és főleg a tél második felében fordulnak elő több napon át tartó  $-10\text{ °C}$  alatti hőmérsékletek.

Az elmúlt három évtizedben nemcsak télen, de késő ősszel is csökkenés figyelhető meg a fagyos napok számában. Azonban a tavaszi fagyok száma növekedett, különösen áprilisban, emiatt elhúzódik a fűtési szezon. Ezenkívül fontos figyelembe venni az enyhébb telek és a csökkenő extrém hidegek mezőgazdaságra gyakorolt kettős hatását, amely végső soron befolyásolja a termés hozamot és a megtermelt élelmiszer mennyiségét, különösen gyümölcsök esetében a minőséget is.

A fagyos napok számának jelentős csökkenése az elmúlt évtizedekben, valamint az, hogy az extrém hideg hőmérsékletek éves átlagában alig történt változás, valószínűleg átmenetileg kedvező hatással van a hazai vegetáció nagy részére. Ugyanakkor a jövőben számítani kell arra, hogy az extrém hidegek száma is jelentősen csökkenni fog, ami valószínűleg már nem akadályozza meg a kártevők áttelelését, így fel kell készülnünk az ezzel járó további negatív következményekre. Az energiafelhasználás szempontjából a téli enyhülés kétségtelenül kedvező hatással van hazánkra, hiszen kevesebb energiát igényel a fűtés.

Az egész országban csökkentek a fűtési foknapok\*\* éves, valamint havi összegei 1901 óta, a legnagyobb mértékben a hegyvidéki területeken és Nyugat-Magyarországon csökkent a fűtési energiaigény. Azonban a hőmérséklet emelkedése nem csupán a téli időszakot érinti. A nyári hőhullámok intenzívebbé váltak, így a megnövekedett hűtési igény elhasználhatja, sőt meg is haladhatja a téli időszakban megtakarított energiát.

A hűtési foknapok\*\*\* hosszú távú változásából az ország egyes tájain  $15\text{-}100\text{ °C}$  növekedés olvasható le. A  $71,2\text{ °C}$ -os átlagos növekedéshez képest nagyobb mértékben emelkedett az épületek hűtési energiaigénye hazánk középső részén, északnyugaton, a Kisalföld területén ( $80\text{-}90\text{ °C}/122\text{ év}$ ), a Duna–Tisza közén és az Alföld déli, délnyugati területein ( $75\text{-}80\text{ °C}/122\text{ év}$ ). A Dunántúli-középhegységben ( $50\text{-}65\text{ °C}/122\text{ év}$ ) és az Északi-középhegységben ( $15\text{-}45\text{ °C}/122\text{ év}$ ) növekedett a legkisebb mértékben a hűtési energiaigény nyáron 1901 óta.

## Milyen jövőt látunk a klímamodellekben rövid és középtávon 2050-ig?

### *Klímamodellek*

A jövőbeli kutatások és a gazdasági, társadalmi, energetikai, illetve mezőgazdasági tervezések, alkalmazkodási és mitigációs célok egyik legfontosabb segédeszköze az éghajlati (klíma) modell. Az éghajlati rendszer fontos sajátossága, hogy fő jellemzőit csak részben alakítják a helyi vagy regionális fizikai-földrajzi feltételek. Ennél általában nagyobb szerepet játszik a légkörzés teljes földi rendszere, azaz nem lehet csak regionális vagy helyi folyamatok alapján klímacelekvési terveket készíteni. Ma már komplex és nagy adatigényű modelleket használ a tudomány, amely nem önmagában csak a légkört, hanem minden geoszféra fizikai és kémiai állapotát vizsgálja, ezen túlmenően pedig a jövőbeli forgatókönyvekhez a társadalmi, gazdasági és politikai folyamatokat is modellezni kell.

Az éghajlati fizikai alapú modellek képesek a légkör, a szárazföld, a bioszféra és az óceán fizikai állapotjelzőiben érvényes övezetes elrendeződés sokszorosítására, a globális átlaghőmérséklet külső tényezőkkel szembeni érzékenységének legfeljebb 50 százalékos bizonytalanságú meghatározására és a múltbeli globális éghajlatváltozások reprodukálására. Míg korábban a megfigyelési és számítási korlátok által behatárolt fizikai tartalom miatt nem voltak elég pontosak az éghajlat regionális léptékű szimulációjára, és kevésbé voltak megbízhatóak a nagyfokú változásokkal, az elmúlt években jelentős fejlődés figyelhető meg bennük, ezáltal egyre pontosabb képet mutatnak a közel- és a távoljövővel kapcsolatban.

A globális vagy planetáris klímamodellek (GCM) a fizikai törvényszerűségeken túl a klimatikus viszonyokat nagymértékben befolyásoló gazdasági és társadalmi folyamatok jellemzésére szolgáló úgynevezett alapszcenáriók feltételrendszerére épülnek, míg a regionális klímamodellek (RCM) a finomabb térbeli eredmények elérésének érdekében nagyobb felbontásúak, tehát a globális információk finomítására szolgálnak, figyelembe véve a regionális és helyi hatásokat, tulajdonságokat is.

\*\* A fűtési foknap az épületek fűtésére vonatkozó, kizárólag az időjárástól függő energiafogyasztás egy mutatója, ami egy adott alaphőmérséklet (15,5°C) mellett a napi minimum-, maximum- és középhőmérséklet figyelembevételével adja meg azt az energiamennyiséggel arányos hőmérsékleti értéket, amely egy adott napon szükséges ahhoz, hogy a belső környezetet egy meghatározott hőmérsékletre melegítse. Fontos, hogy az értéke nem függ az épületek szigetelésének modernizációjától, gazdasági mutatóktól, energiahordozók fajtájától, s attól sem, hogy 18 vagy épp 28 °C-ra melegítjük otthonunkat. Lényegében minél hidegebb az idő, minél jobban eltér a léghőmérséklet a 15,5 °C-os alaphőmérséklettől, annál több energia szükséges a belső környezet felfűtéséhez, s annál nagyobb lesz a fűtési foknap értéke. (HungaroMet)

\*\*\* A belső környezet meghatározott hőmérsékletre (22 °C-ra) hűtéséhez szükséges energiamennyiség függ a napi minimum-, maximum- és középhőmérséklettől, vagyis minél magasabb a levegő hőmérséklete a 22 °C-nál, annál több energiára van szükség a belső környezet komfortosra hűtéséhez. (HungaroMet)

## Hazai kilátások 2050-ig

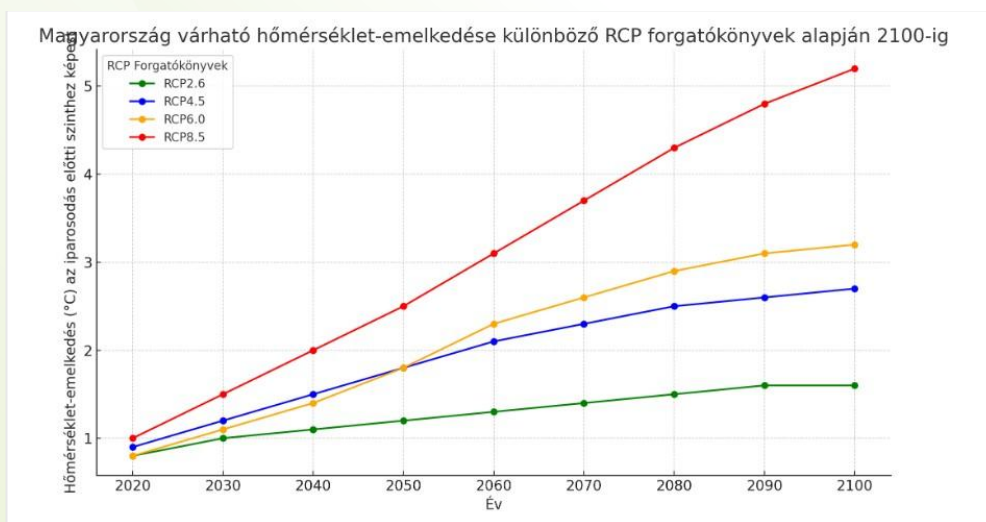
A klímamodellek legfrissebb szimulációiból az optimista forgatókönyvek szinte teljesen eltűntek a 21. századra vonatkozó előrejelzésekből. A jelenlegi globális klímapolitikai intézkedések mellett a globális átlaghőmérséklet növekedése az iparosodás előtti szinthez képest várhatóan 2,7–4,1 °C között várható az évszázad végére, míg a Kárpát-medencében és Magyarországon ennél is nagyobb hőmérséklet-emelkedésre lehet számítani.

Amennyiben a globális felmelegedés üteme nem lassul, vagy nem következik be fordulat, a párizsi klímaegyezmény céljai nem teljesülnek. Egyre nagyobb valószínűséggel számolhatunk azzal, hogy a globális és regionális modellek alapján már a 2030-as években tartósan átlépjük az 1,5 °C-os hőmérséklet-emelkedést, és 2050-re elérjük a 2 °C-ot.

Magyarországon a hőmérséklet emelkedésének intenzitása a globális átlag kétszerese. Ez az intenzív melegedés a következő évtizedekben is folytatódni fog, az évszázad végéig a mostanihoz hasonlóan, majd a jelenlegi globális kibocsátások alapján az évszázad utolsó évtizedeiben tovább gyorsulhat.

### 4. ábra. Magyarország várható hőmérséklet-emelkedése 2100-ig, különböző RCP forgatókönyvek (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5) alapján.

*Megjegyzés: a jelenlegi globális kibocsátásokkal valószínűleg a 8.5-ös forgatókönyv fog megvalósulni.*



A hőmérséklet emelkedésével a csapadék évszakos változása is szembetűnő a klímamodelleken. A 2050-es évekig sokkal jelentősebb változásra nem kell készülnünk, azaz megmarad a két félév különbözősége, a téli félévben nőni, a nyári félévben (április–október) csökkenni fog a csapadékos napok száma. A csapadék tavasszal, nyáron és ősszel intenzitásnövekedést mutat a szimulációkon, azaz a 24 óra alatt lehulló eső mennyisége növekedni fog, de egyre kevesebb lesz a csapadékos nap. Télen viszont az intenzitás is

növekedhet – közepes bizonytalanság mellett –, és a csapadék mennyisége is, mely egyre inkább folyékony halmazállapotú lesz. Az egyre erősebb késő őszi, téli és tavaszi zonalitás (nyugati áramlás) miatt a ciklonális tevékenység nőhet, és a melegedő óceánok, illetve a magaslégköri áramlások „zavara” miatt éles, rövid időn belül bekövetkező változások lehetnek egyre gyakrabban az időjárásban. Ez azt jelenti, hogy növekedhet az átlagnál jóval magasabb középhőmérsékletű napok száma (+8 – +10 °C-os anomália), és hirtelen éles váltással néhány napig tartó erős lehűlések követik majd ezeket, negatív anomáliákkal.

A növekvő téli folyékony halmazállapotú csapadék miatt gyakoribb belvizes évekre számíthatunk – magas bizonytalanság mellett –, és a téli árvizek lehetősége is megjelent a szimulációkon közepes bizonytalanság mellett.

Az éghajlatváltozás következtében az extrém időjárási események gyakorisága jelentősen megnövekedett, és aggasztó tendencia, hogy a csapadék eloszlása – különösen a nyári időszakban – egyre egyenetlenebbé válik. A modellek alapján ez a jelenség a jövőben is valószínűleg folytatódni fog, ami tovább növeli az aszályos és viharos időszakok közötti szélsőségek előfordulásának valószínűségét.

Az éghajlatváltozás várható tendenciája hazánkban 2050-ig:

- Várhatóan 2050-ig az 1991–2020-as klímanormálhoz képest további +0,7 – +1 °C-os évi középhőmérséklet-emelkedés várható, a tendencia fokozatos erősödésével évtizedenként (nem minden évben lesz jelentős eltérés, sőt lesznek hűvösebb évek is továbbra is).
- A növekvő anticiklonos helyzetek egyik eredménye a csapadékos napok számának nyári időszak alatti csökkenése és a hóhullámos időszakok növekedése és elhúzódása.
- A hóhullámos napok száma 2050-ig országosan a legoptimistább szimuláció szerint is legalább a múltbeli (1981–2010) érték kétszeresére növekszik, a fővárosban – különösen a belső kerületekben – akár 26-54 nappal is több hóhullámos nap lehet, de még a legkevésbé pesszimista forgatókönyv szerint is 12-24 nappal több.
- A városi hőszigetjelenséggel párosult hóhullámok és trópusi éjszakák komoly egészségügyi kockázatot jelentenek. Az emberi szervezetre gyakorolt egészségügyi hatása sokkal jelentősebb, mint vidéken, a városi környezet és az ebből fakadó városihősziget-jelenség negatív hatása miatt. A trópusi éjszakák száma ( $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$ ) megduplázódik 2050-ig az országban.

- A burkolt felületek, a betonépületek és a nagyobb településeink elégtelen átszellőzése következtében a sűrűn beépített városrészekben, valamint a belső kerületekben az éjszakai hőmérséklet akár 10-12 °C-kal is magasabb lehet, mint a kisvárosokban és községekben. Hőhullámok idején a szív- és érrendszeri betegségekből eredő halálesetek száma a fővárosban megháromszorozódhat.
- A szélsőségesen meleg (nyári, hőség- és forró) napok esetében a várható változás mértéke a közeljövőre átlagosan 15-23 nap, az évszázad végére 38-55 nap.
- A fagyos napok száma várhatóan a jövőben is csökkenni fog, a várható változás mértéke átlagosan 26-33 nap 2050-re.
- A száraz napok száma akár 12-28 százalékkal is növekedhet az évszázad közepéig, bár ebben az egyes klímaszcenáriók jelentős eltérést mutatnak.
- Az extrém nagycsapadékos napok száma – mikor 24 óra alatt legalább 20 mm csapadék lehullik – az évszázad közepéig megduplázódhat, az ország nyugati harmadán legnagyobb eséllyel.
- A nyári zivatarok miatt nőhet a dombsági és a hegyvidéki területeken a villámárvizek száma, mely a települési infrastruktúra és az átgondolt vízgazdálkodás (esetleg vízmegtartás) minél gyorsabb fejlesztését követeli országszerte.
- A várható melegedés egyértelműen növekedő tendenciát eredményezhet a vegetációs időszak hosszában, mely új és régi-új haszonnövények sikeres termesztését jelentheti hazánkban.
- A közeljövőre vonatkozó szimulációk átlaga szerint a 2031–2050-es időszakra az Alföldön minden forgatókönyv esetén csökkenni fog az aszálymentes évek száma.
- A klímaszimulációk alapján a következő két évtizedben jelentős mértékben csökken azon területek aránya, amelyeket évente legfeljebb egyszer érint közepes vagy súlyos aszály. Az előrejelzések szerint 2071 és 2100 között ezen területeken húsz évből legalább öt évben számítani kell közepes erősségű vagy súlyos aszály előfordulására, ami jelentős kihívást jelent az érintett régiók számára.
- A 2040-es évektől jelentősen (18-23 százalék) megnő az esélye annak, hogy a 2022-es évhez hasonló extrém száraz időszakok száma megduplázódjon.

Az elmúlt években a tengeri szimulációkon megjelent annak a lehetősége, hogy Európa éghajlatának egyik fő mozgatórugója, az Észak-atlanti meridionális bukóáramlat (AMOC) sebessége kritikus szint alá süllyedhet.<sup>233</sup> A legújabb modellszimulációk szerint az áramlat 15-

45 százalékkal gyengülhet, lassulhat az évszázad közepéig. Ez a tartomány annyira tág, hogy lehetetlenné teszi az AMOC jövőbeli hatásainak megbízható előrejelzését.

### **Összegzés**

A klímaváltozás negatív és pozitív hatásai egyszerre megfigyelhetők Európában és hazánkban is. Párhuzamosan jelentkeznek változások a hőmérsékletben és a csapadékmintázatokban is. Ezek a változó folyamatok a regionális klímamodellek szimulációi szerint a következő évtizedekben gyorsulni fognak, és a szélsőségek, illetve az időjárási extremitások száma és intenzitása is növekedni fog. A mostani globális klímapolitikák mellett – különösen a nagy üvegházhatásúgáz-kibocsátó országok miatt – rövid és középtávon az éghajlati rendszerben elindult változások nem fognak megváltozni, nagy valószínűséggel egyre markánsabbá válhatnak. Az Európai Unió kibocsátása jelentősen csökkent, és bár Magyarországé még statisztikailag is nehezen kimutatható a globális skálán, mégis jó példával jár elől a világ összes nemzete számára a klímaváltozás elleni cselekvések kapcsán. Azonban nem szabad elfelejteni azt a tényt, hogy rövid és középtávon elsősorban az adaptációs stratégiák, míg hosszú távon a mitigáció és az adaptáció együttesen tudnak sikeresek lenni a változó és szélsőséges klimatikus viszonyokkal szemben. A jövőben olyan szakpolitikát kell folytatni, ami gazdaságilag és társadalmilag is fenntartható. Ez rövid és középtávon az adaptációra épül, míg hosszú távon a mitigációval kiegészülve hozhat sikert.

<sup>233</sup> Ditlevsen, Peter, Susanne, Ditlevsen. "Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation." *Nature Communications* 14.1 (2023): 1-12.

## Magyarország zöld közlekedési átállása 2024 végéig – részletes elemzés

**Dr. Zay Balázs**, vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

### Uniós elvárások és célkitűzések az elektromos közlekedésben

Az Európai Unió ambiciózus célokat tűzött ki a közlekedés karbonmentesítése terén. Az európai zöldmegállapodást végrehajtani hivatott Fit for 55 csomag részeként 2030-ra az új személyautók szén-dioxid-kibocsátását 55%-kal kell csökkenteni a 2021-es bázishoz képest, 2035-től pedig csak nulla kibocsátású személyautókat és kisteherautókat lehet forgalomba helyezni az EU-ban. Ez gyakorlatban azt jelenti, hogy 2035 után új benzines vagy dízelautó már nem kerülhet értékesítésre Európában. Ennek eléréséhez az EU jelentősen ösztönzi az elektromos járművek (EV-k) elterjedését, és 2020. decemberi fenntartható és intelligens mobilitási stratégiájában a Bizottság megerősítette azt a célját, hogy 2030-ra legalább 30 millió zéró kibocsátású autót állítsanak elő. Emellett az EU célul tűzte ki 3,5 millió nyilvános töltőpont telepítését 2030-ig, szemben a 2023 végi ~632 ezer darabbal.<sup>234</sup>

Az EU-ban a közlekedés adja az üvegházhatásúgáz-kibocsátások egynegyedét, így a közlekedés zöldítése kulcsfontosságú a 2050-re kitűzött klímasemlegesség szempontjából. Az elektromos autók elterjedésének gyorsításához azonban infrastruktúra-bővítésre és ösztönzőkre van szükség, mivel jelenleg is komoly kihívást jelent a töltőhálózat hiányossága és egyes országokban az üzemanyagárral versengő magas áramár. Összességében az uniós szabályozás egyértelmű irányt jelöl ki: az évtized végére a zéró kibocsátású járművek tömeges elterjedését, a töltő-infrastruktúra robusztus kiépítését és 2035-től a hagyományos belső égésű motorok kivezetését vizionálja.

<sup>234</sup> George Scott, EU Maintains Strict Emissions Standards and Plans to Phase Out New Combustion-Engine Car Sales by 2035, [Climate Scorecard](#)

<sup>235</sup> [European Environment Agency, Electric vehicles](#)

## Az európai környezet

Európa globális viszonylatban az élen jár az elektromos autók bevezetésében. 2023-ban az új személyautó-regisztrációk 23,6%-át már elektromos meghajtású (akkumulátoros vagy plug-in hibrid) járművek tették ki, ezen belül 15,5% volt tisztán elektromos (BEV) arány.<sup>235</sup> A teljes személygépkocsi-állományon belül ez még csak néhány százalékot jelent, de a trend 2024-ig exponenciális növekedést mutatott. 2024-ben összesen 1 985 996 új elektromos személyautót regisztráltak Európa 28 országában, ami 1,2%-os visszaesés az előző évhez képest.<sup>236</sup> A megtorpanás a támogatási bizonytalanságokkal, a használtpiaci értékük körüli aggodalmakkal, valamint az elégtelen töltő-infrastruktúrával magyarázható. Ugyanakkor 2025-re javuló tendencia várható Európában, részben az új, megfizethetőbb modellek megjelenése miatt.

### Regionális kitekintés (V4)

A visegrádi országokban (Lengyelország, Csehország, Szlovákia, Magyarország) az elektromobilitás későbbi indulással és alacsonyabb bázisról növekedett, mint Nyugat-Európában. 2023-ban a V4-ek mindegyikében EU-átlag (~15%) alatt maradt a tisztán elektromos meghajtásúak aránya.<sup>237</sup>

- Lengyelországban 2024-ban 16 563 új elektromos személyautót értékesítettek, ami az új autók csupán ~3%-a.<sup>238</sup> Az elektromos autók eladása nagyjából 3%-os visszaesése a támogatások felfüggesztésére vezethető vissza. Ez az arány az egyik legalacsonyabb az EU-ban – csak Horvátország és Szlovákia jegyzett hasonlóan alacsony szintet.
- Szlovákiában 2023 végére valamivel több mint 10 ezer elektromos autó<sup>239</sup> futott az utakon, újautó-eladásokban 2023-ban ~2%-os BEV részesedéssel. 2024-ben is hasonlóan alacsony maradt az arány, a V4-ek közül itt a legalacsonyabb az elektromos autók részesedése.<sup>240</sup>
- Csehországban is lassú, de folyamatos növekedés tapasztalható: 2023-ban ~8-10 ezer elektromos autót adtak el (a piaci részesedés ~4-5%-ra becsülhető). A cseh kormány indított támogatási programokat, de a kereslet ennek ellenére mérsékelt ütemben növekszik. 2024 végére kb. 36 ezer elektromos autó volt a cseh utakon.<sup>241</sup>

<sup>236</sup> [Jato, European new car market growth in 2024 driven by hybrids and Chinese brands](#)

<sup>237</sup> [European Environment Agency, New registrations of electric vehicles in Europe](#)

<sup>238</sup> [European Alternative Fuels Observatory, Poland: 3% decrease of BEV registrations compared to 2023 in 2024](#)

<sup>239</sup> [Slovak Electric Vehicle Association, Number of electric cars on Slovak roads exceeds 10 thousand](#)

<sup>240</sup> [European Environment Agency, New registrations of electric vehicles in Europe](#)

<sup>241</sup> [European Alternative Fuels Observatory, Czechia: Record Growth for EVs in 2024](#)

- Magyarországon 2024-ben 21 853 jármű kapott zöldrendszámot, ezen belül 75,2% volt a teljesen elektromos autók aránya. A zöldrendszámú autók elterjedése az összes új személygépkocsi-piaci regisztrációhoz viszonyítva is jelentős növekedést mutatott. 2020-ban az újonnan forgalomba helyezett személyautók mindössze ~4%-a viselt zöldrendszámot, ez az arány 2024-re 12,5%-ra emelkedett, azaz az új autók egynegyede már környezetkímélő (elektromos vagy megfelelő plug-in hibrid) jármű. Ezen belül a tisztán elektromos autók piaci részesedése 9,4%.

A trend mind a négy országban emelkedő, de eltérő meredekségű. Magyarország célja, hogy a régióban vezető szerepet töltsön be az elektromobilitás terén, amit a zöldrendszámú autók gyors bővülése részben alá is támaszt. Ugyanakkor abszolút értékben továbbra is elmaradunk a nyugat-európai számoktól. A régió országai közül Lengyelország abszolút darabszámban előrébb jár, de hatalmas autópiacháoz viszonyítva ez is csekély penetrációt jelent.

### **Éves változások és a tisztán elektromos arány növekedése Magyarországon**

Évről évre dinamikusan változott a zöldrendszámú autók piaca: a Belügyminisztérium Nyilvántartások Vezetéséért Felelős Helyettes Államtitkárság adatai alapján 2021-ben 49%-kal több zöldrendszámot adtak ki, mint 2020-ban, 2022-ben további ~35%-os, 2023-ban 8%-os, 2024-ben pedig ismét jelentős, 28%-os növekedés következett be (az új zöldrendszámok számát tekintve). A növekedés üteme tehát nem volt egyenletes: 2020-ról 2021-re, illetve 2021-ről 2022-re még nagyon magas volt a bővülés, 2023-ban viszont láthatóan lassult a piac (mindössze 8%-kal több zöldrendszámú jármű az előző évhez képest). Ez utóbbi feltehetően a háború miatti gazdasági nehézségek (magasabb kamatok, infláció) és a támogatási programok átmeneti szünetelése miatt volt. Az autópiaac egésze is gyengélkedett 2022–2023-ban, amit az is mutat, hogy 2022 után 2023-ban is csak mérsékelt növekedést mutattak az újautó-eladások.

2024-ben viszont újra felpörgött a zöldrendszámú autók forgalomba helyezése, részben új villanyautó-modellek megjelenésének, a technológia olcsóbbá válásának és a vállalati flottabeszerezések növekedésének köszönhetően.

Külön figyelmet érdemel a tisztán elektromos autók arányának változása. Míg 2020-ban a zöldrendszámú autók többsége (közel 58%-a) plug-in hibrid volt, addig 2021-ben az elektromos hajtásúak aránya már megfordította ezt a helyzetet (közel 58% lett). 2022-ben a tisztán elektromos autók részesedése már 63%-ra nőtt, majd 2023-ban érdekes módon kissé visszaesett 60,8%-ra.

Ebben az évben a villanyautók száma alig (~4%-kal) nőtt az előző évhez képest, a plug-in hibrideké mintegy 14%-kal emelkedett – tehát 2023-ban a PHEV kategória átmenetileg újra népszerűbbé vált, feltehetően bizonyos modellek megugró eladásai miatt. 2024-ben azonban drámai változás történt: az elektromos autók száma éves szinten 58,6%-kal növekedett, a plug-in hibrideké pedig ~19%-kal visszaesett.

Év	Új zöldrendszámú járművek	Ebből tisztán elektromos	Tisztán elektromos aránya	Zöldrendszámú autók aránya az összes új regisztrációból
2020	10 403	4 389	42,2%	4,0%
2021	15 510	8 978	57,9%	6,1%
2022	20 964	13 210	63,0%	8,8%
2023	22 651	13 779	60,8%	10,6%
2024	29 074	21 853	75,2%	12,5%

Forrás: Belügyminisztérium hivatalos adatai<sup>242</sup>

Ennek eredményeként 2024-ben az új zöldrendszámú járművek háromnegyede tisztán elektromos volt. A tisztán elektromos autók ilyen mértékű térnyerése mögött részben az állhat, hogy 2024 szeptemberétől megszűnt a plug-in hibridek zöldrendszámának lehetősége. Az utóbbi szabályozás hatása a negyedéves adatokon is tetten érhető: 2024 IV. negyedévében az új zöldrendszámú autók 98% feletti arányban voltak tisztán elektromosak (gyakorlatilag alig néhány tucat PHEV maradt). A kormányzati indoklás szerint a plug-in hibridek kivezetésére azért került sor, mert a tapasztalatok alapján a tulajdonosok a vártnál jóval gyakrabban használták benzines üzemmódban ezeket az autókat, így a valós kibocsátásuk többszöröse a laboratóriumi értékeknek. Ezzel a lépéssel lezárult a „zöldrendszámú hibridek” időszaka, és a zöldrendszám immár valóban a nulla emissziós elektromos autók kiváltsága lett Magyarországon.

### **Magyar kormányzati programok az elektromobilitásért**

A magyar kormány az EU-s célokkal összhangban több stratégiai vállalást tett a közlekedés zöldítésére. Magyarország deklarálta, hogy 2050-re klímasemleges országgá kíván válni, amihez nélkülözhetetlen az energia- és közlekedési szektor dekarbonizációja. Ennek érdekében a 2020-ban meghirdetett Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv részeként konkrét intézkedéseket jelentettek be az elektromobilitás ösztönzésére.

<sup>242</sup> Belügyminisztérium nyilvántartások vezetéséért felelős helyettes államtitkárság, [zöldrendszám-nyilvántartás](#)

Palkovics László innovációs miniszter 2020-ban bejelentette, hogy a Zöld Busz Program keretében „2022-től a 25 ezer főnél nagyobb településeken csak elektromos buszt lehet üzembe helyezni”, így 10 éven belül a városi buszflotta fele elektromos lehet. Ez a szigorítás a kormány klímavédelmi program-jának egyik sarokpontja volt. A kormány 36 milliárd forintot különített el akkor új elektromos autóbuszok beszerzésére, jelezve, hogy a közösségi közlekedés zöldítése kiemelt cél.

Emellett a kormányzat hangsúlyozta, hogy egyaránt nyitott a keleti és nyugati befektetők irányába az elektromosautó-iparban – Szijjártó Péter külgazdasági miniszter szerint Magyarország azt szeretné, ha „az európai autóipar elektromos átállásában Kelet és Nyugat találkozópontra lenne”, és ezt gazdasági „életbiztosításnak” tekinti az ország számára.<sup>243</sup> A kormány deklarált célja, hogy Magyarország a régió vezető elektromobilitási központjává váljon. Ennek jegyében több nagy akkumulátorgyár-beruházást és autóipari elektromos projektet is aktívan támogatnak.

A személygépjárművek terén a kormányzat többször hangoztatta, hogy ösztönözni kívánja az elektromos autók hazai elterjedését. Bár konkrét, számszerű országos EV-cél ritkán hangzik el, a támogatási programok és adókedvezmények évek óta ezt a célt szolgálják. A kormányzat kommunikációjában megjelenik, hogy Magyarország az elektromos autózásban regionális éllovas kíván lenni, és hogy az elektromos járművekre való átállás „nemzetstratégiai jelentőségű”. Összességében a politikai szándék egyértelmű: az ország támogatja az elektromos közlekedés térnyerését – ezt szolgálja a Zöld Busz Program, a Jedlik Ányos Terv és az állami ösztönzők is. Ugyanakkor a gyors átálláshoz szükséges infrastruktúra és piaci viszonyok megteremtése még folyamatban van, amit a kormány további beruházásokkal és szabályozási lépésekkel kíván előmozdítani.

### **Autóbuszflotta cseréje (Zöld Busz Program)**

A Zöld Busz Program 2020-ban indult azzal a céllal, hogy a települési buszközlekedést elektromos alapokra helyezze. A program keretében 2022 és 2025 között 180 milliárd Ft keretösszeg áll rendelkezésre, amelyből legalább 1100 elektromos autóbusz forgalomba állítását tervezik a helyi közösségi közlekedésben.

<sup>243</sup> Fellegi Tamás, Magyarország az elektromos autóiparra építi a jövőjét, Economix

A támogatásra a 25 ezer főnél népesebb városok pályázhatnak, mivel ezeken a településeken kötelező az új buszokat már nulla emissziósan beszerezni. A programot az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ma Energiaügyi Minisztérium) felügyelete alatt a HUMDA koordinálja.

Az elmúlt években ennek keretében számos városban jelentek meg elektromos buszok. Pilot projekteket indítottak 2020-ban pl. Budapesten, Pécsen, Győrben, Szegeden, Kaposváron, hogy teszteljék az elektromos járműveket. Veszprém 2022-ben 5 darab MAN Lion's City E elektromos busszal újította meg flottáját. Miskolc 2022-ben 10 db BYD K9UD elektromos buszt szerzett be. Kaposváron szintén üzembe állt 2 új Ikarus 120e elektromos busz 2022-ben. Pécs 2023-ban további 8 Mercedes eCitaro elektromos buszt kapott. Budapesten a BKV már 40 darab Mercedes eCitaro szóló elektromos busszal rendelkezik (ezeket 2022 folyamán állították forgalomba), bár üzemeltetésük kezdetben nehézségekbe ütközött. A Volánbusz is fokozatosan cseréli járműveit: 2022-ben 12 darab új, Székesfehérváron gyártott Ikarus–CRRC elektromos busz állt forgalomba (elsőként Székesfehérváron).<sup>244</sup><https://iho.hu/hirek/2022-600-uj-busz>

A programnak köszönhetően 2023-ra már több mint 100 elektromos busz közlekedett országszerte különböző flottákban. Várható, hogy 2025-re – a tervezett 1100 darab elérése esetén – a megyei jogú városok buszparkjának jelentős része megújul. A kormány számításai szerint az 1100 e-busz évente 70 ezer tonnával csökkentheti a CO<sub>2</sub>-kibocsátást a dízelbuszokhoz képest, és a közszolgáltatók kb. 35 milliárd Ft üzemanyagköltséget takaríthatnak meg évente az elektromos hajtás miatt. A Zöld Busz Program tehát egyszerre környezetvédelmi és gazdasági program. A hazai járműiparra is pozitív hatással van: a forgalomba állított e-buszok egy része magyar gyártású vagy szerelésű (például az Ikarus Electric az ITK Holdinggal együttműködve, vagy a BYD komáromi üzeme).

Ezzel Magyarország nem csak felhasználója, de részben gyártója is az elektromos buszoknak. A kormány törekvése, hogy a program folytatódjon 2025 után is, és 2030-ra a városi buszflotta döntő hányada emissziómentes legyen. Ezt tükrözi, hogy 2025-ben új pályázati lehetőség nyílt meg a 25 ezer fő alatti kisvárosok villanybuszbeszerzésére.

<sup>244</sup> [Ács Attila, 2022: hatszáz új busz](#)

## Személygépkocsik támogatása (állami ösztönzők)

A magyar kormány 2016 óta több hullámban nyújt közvetlen vásárlási támogatást az elektromos autók beszerzéséhez. 2020 júniusában indult egy új támogatási rendszer, amely sávos támogatást nyújtott: 11 millió Ft alatti villanyautó-vételár esetén 2,5 millió Ft támogatás, 11–15 millió Ft között 0,5 millió Ft jár, 15 millió felett nincs támogatás. A taxisok még nagyobb dotációt kaphattak – a jármű árának akár 55%-át, legfeljebb 15 millió Ft-ot. Ez a pályázat (az IFKA által lebonyolítva) hatalmas érdeklődést váltott ki: a rendelkezésre álló keretet (5 milliárd Ft, ebből 2 milliárd kimondottan elektromos taxi célra) rekordidő, mindössze egy nap alatt kimerítették az igénylők. Azóta több újabb ütemet is kiírtak: 2021-ben és 2022-ben is folytatódott a magánszemélyek és taxisok támogatása, bár csökkentett keretekkel.

Az állami vásárlási támogatás mellett jelentős adó- és illetékkedvezmények segítik az elektromos autókat: mentesülnek a regisztrációs adó, cégautóadó és átírási illeték alól, sőt a helyi önkormányzatok döntése alapján sokáig ingyen parkolhattak a zöldrendszámos járművek. (Budapesten ezt az ingyenes parkolást 2026-tól tervezik megszüntetni.) A Jedlik Ányos Terv keretében már 2015-től kezdve kiépült egy országos töltőhálózat-támogatási program, ennek révén több száz közterületi töltőoszlop létesült 2016–2018 között. További ösztönző a „zöldrendszen” rendszere maga, amely külön kategóriát és bizonyos kiváltságokat biztosít a környezetkímélő járműveknek.

Az állami programok kiterjedtek a vállalati szektorra is: Vállalati Elektromobilitási Program a céges flották elektromosítását segíti (személyautók, kishaszonjárművek, kisbuszok beszerzéséhez nyújt támogatást). 2025 elejére már több mint 6000 vállalkozás pályázott mintegy 27,4 milliárd értékben ebbe a programba. Ez is mutatja, hogy a vállalati szféra egyre nyitottabb az e-járművekre, főleg megfelelő ösztönzők mellett. Mindezen támogatások hatása megmutatkozik a piacon: 2023-ban a magyar villanyautó-állomány közel 45%-kal bővült egyetlen év alatt.

Összességében a kormányzati ösztönzők – vásárlási támogatások, adókedvezmények, infrastrukturális beruházások – komplex módon segítik az elektromos autók terjedését. A kihívás az, hogy ezeket az ösztönzőket fokozatosan a piaci viszonyokhoz igazítsák: 2024-ben például több európai ország (így Németország) csökkentette a magánvásárlóknak nyújtott támogatást, ami visszaesést okozott a keresletben.<sup>245</sup>

<sup>245</sup> [Tech Xplore](#), EV sales slip in Europe in 2024 in overall stable car market

A kormányzat 2025-ben várhatóan újragondolja a támogatási rendszert a piaci trendek fényében, de eddig a programok sikeresnek mondhatók a hazai elektromosautó-állomány felfuttatásában.

### **Megvalósult és jövőbeli hazai beruházások az elektromobilitás területén**

Magyarország az elmúlt években jelentős beruházásokat vonzott az elektromosjármű-iparhoz kapcsolódóan, amivel a nemzetközi értéklánc fontos szereplőjévé vált. Kiemelten az akkumulátorgyártás terén figyelhető meg robbanásszerű fejlődés:

- A világ legnagyobb akkumulátorgyártója, a kínai CATL 2022-ben jelentette be, hogy 7,3 milliárd euró beruházással 100 GWh éves kapacitású akkumulátorgyárat épít Debrecenben. Ez Európa legnagyobb ilyen üzeme lesz, amely olyan autógyártókat lát majd el akkumulátorral, mint a Mercedes-Benz, a BMW, a Stellantis csoport és a Volkswagen. A CATL debreceni gyára stratégiai jelentőségű: „óriási ugrás a CATL globális terjeszkedésében” – nyilatkozta a cég elnöke.<sup>246</sup> Ez a projekt Magyarországot az európai akkumulátoripar élvonalába emeli.
- A dél-koreai SK Innovation már 2019-ben megnyitotta első európai akkugyárat Komáromban, majd 2022-ben bejelentette második magyarországi üzemét Iváncsán. Az iváncsai gyár ~700 milliárd Ft (kb. 1,9 milliárd euró) beruházásból épül, amelyhez 80 milliárd Ft állami támogatást is kapott. Ez a gyár első ütemben 30 GWh kapacitású (évi kb. 500 ezer autó akkumulátorával egyenértékű) lesz. Bár 2023-ban az SK átmenetileg lelassította a bővítést a globális kereslet ingadozása miatt, 2024 közepén újraindult a toborzás, és a tervek szerint a gyártás felfut. Az SK komáromi és iváncsai üzemei együtt hatalmas kapacitást képviselnek, fő vevőik között európai és amerikai autógyártók is vannak. (Az SK On beszállít többek között a Fordnak és a Volkswagen-csoportnak is.)

A dél-koreai jelenlétet erősíti a Samsung SDI gödi gyára, amely 2018-ban a korábbi Samsung elektronikai gyár átalakításával épült meg. A Samsung SDI mára több tíz GWh kapacitással bír Gödön, és prémium kategóriás cellákat gyárt (pl. a BMW és a Volkswagen részére).

E nagyberuházások nyomán Magyarország az akkumulátorkivitelben már 2023-ra az EU élvonalába került. Ez azt jelenti, hogy a hazai gazdaságban az elektromobilitásra épülő ipar (akkuk, alkatrészek, járművek) már komoly súlyt képvisel.

<sup>246</sup> [Reuters](#), China's CATL to build \$7.6 bln Hungary battery plant to supply Mercedes, BMW

Az akkugyártáson túl a járműgyártás is átalakul hazánkban az elektromos átállás hatására:

- Audi Hungaria (Győr): 2018-ban az Audi győri üzeme lett a vállalat globális elektromosmotor-gyártó központja. Itt készülnek az Audi és más VW-csoport márkák elektromoshajtáslánc-elemei. 2022-re már több százezer elektromos motort gyártottak Győrben, és a kapacitást tovább növelik. Az Audi bejelentette, hogy 2026-tól minden új modellje elektromos lesz, így Győr szerepe kulcsfontosságú a konzernen belül.
- Mercedes-Benz (Kecskemét): A kecskeméti Mercedes gyár jelenleg plug-in hibrid modelleket is gyárt, de 2024–25-ben átáll a reformált MMA platform gyártására, amely tisztán elektromos és hibrid hajtású kompakt modellek alapja. A Mercedes 2022-ben bejelentett egy új beruházást Kecskeméten, melynek keretében több mint 1 milliárd eurót fordít a gyár bővítésére és az elektromos autók gyártásának előkészítésére. 2025-től itt készülhet a teljesen elektromos Mercedes modellek egy része is.

Ez illeszkedik a Daimler stratégiájába, miszerint 2030-ra (ha a piac engedi) teljes modellpalettájuk elektromos lesz.

- BMW (Debrecen): A BMW 2018-ban jelentette be, hogy Debrecenben új autógyárat épít. 2022-ben a BMW módosította terveit: a debreceni üzem csak elektromos meghajtású autókat fog gyártani. Ez lesz a BMW első olyan gyára, amely indulástól fogva kizárólag tisztán elektromos modelleket készít. A gyár a BMW új Neue Klasse platformjára épülő autókra specializálódik.
- Várhatóan 2025. év végén indul a sorozatgyártás Debrecenben, elsőként egy új generációs BMW iX3 SUV modellel. Teljes kapacitáson évi 150 ezer autót gyárthat majd le az üzem.<sup>247</sup> A beruházás értéke meghaladja az 1,7 milliárd eurót, és a BMW egy teljesen modern, zöldenergiaforrásokra támaszkodó iFactory koncepciót valósít meg itt. Ez a gyár a kelet-közép-európai régió egyik legfejlettebb autóiipari létesítménye lesz, ami a térséget felhelyezi az elektromos autók gyártásának térképére.
- Beszállítók és egyéb beruházások: Magyarországon számos alkatrész-beszállító is fejleszt: pl. a Bosch Budapesten és Miskolcon e-mobilitási K+F központokat működtet (villanymotor-vezérlők, e-tengelyek fejlesztése). 2022-ben a Rimac (horvát elektromosautó-gyártó) jelentette be, hogy mérnöki irodát nyit Budapesten, akkumulátorfejlesztési fókusszal. Magyar start-upok is megjelentek: pl. az Unicorn Motors és az AI Motors villanyhajtású motorokat és könnyűjárműveket fejleszt. Az Elektromenza program a hazai egyetemeken támogatja az e-mobilitás kutatását.

Összességében elmondható, hogy Magyarország komoly ipari bázist épít az elektromosautó-ipar köré. 2024-re hazánk a világ akkumulátor-nagyhatalmai közé kezd tartozni, amit jelez, hogy globális akkuexport-részaránya ugrásszerűen nő. A befektetések ugyanakkor társadalmi vitákat is kiváltottak (pl. környezetterhelés, vízigény kérdése az akkugyáraknál).

A kormányzat szerint „ha jelentős kínai (és koreai) gazdasági tevékenység van Magyarországon, az az európai autóipar kelet–nyugati találkozópontjává teszi az országot” – ez stratégiai előny lehet. A következő években a fókusz a beruházások fenntartható integrálásán lesz: a környezetvédelmi előírások maradéktalan betartatása, és a hazai munkaerő minél nagyobb arányban részesedjen az új iparágak munkahelyeiből.

### **A 2024-es hazai eladási statisztikák**

A Belügyminisztérium negyedéves statisztikái szerint 2024-ben is rekordütemben nőtt a zöldrendszámú járművek száma Magyarországon. 2024 folyamán összesen 29 074 zöldrendszámú járművet helyeztek forgalomba (újonnan vagy import használtként), ami jelentős emelkedés a 2023-as 22 651-hez képest.

Ebből 21,9 ezer volt tisztán elektromos személygépkocsi, a többi kb. 7,2 ezer pedig tölthető hibrid.

A negyedéves bontás alapján 2024-ben az új forgalomba helyezések így alakultak:

- 2024 Q1: 7495 zöldrendszámú jármű, ebből 5036 tisztán elektromos. Ez ~50%-os növekedés az előző év azonos időszakához képest.
- 2024 Q2: 8097 zöldrendszámú jármű, ebből 5640 tisztán elektromos.
- 2024 Q3: 7551 zöldrendszámú jármű, ebből 5339 tisztán elektromos. A nyári hónapokban hagyományosan enyhébb az autópiaci forgalom, de így is meghaladta a 2023 Q3-as értékeket.
- 2024 Q4: 5931 zöldrendszámú jármű, ebből 5838 tisztán elektromos.

Az év végére összesen hozzávetőleg 128 ezer zöldrendszámú jármű volt Magyarországon forgalomban, ezen belül becslések szerint nagyjából 75-80 ezer a tisztán elektromos autó.

2024 júniusában lépte át a zöldrendszámú állomány a 100 ezres határt, év végére további tízezrekkel nőtt.<sup>248</sup> Ez a szám tízszeres növekedés a 2020 eleji alig 17 ezerhez képest.

<sup>247</sup> Világgazdaság, Debreceni BMW-gyár: teljes lendülettel halad az építkezés

<sup>248</sup> Szücs Gábor, Százezer felett a zöld rendszámú járművek száma Magyarországon, Villanyautósok

Fontos megjegyezni, hogy a fenti adatok a zöldrendszámos forgalomba helyezéseket jelentik, amelyek tartalmazzák a használtimportot is. Ha csak a hazai újautó-eladásokat nézzük, az autógyártói statisztikák szerint 2024-ben 8570 darab új tisztán elektromos személyautót értékesítettek a márkakereskedések.<sup>249</sup> Ez az összes újautó-eladás mintegy 7-8%-a.

Összefoglalva, 2024-ben a hazai elektromobilitási piac két fontos rekordot ért el: soha nem adtak el (és importáltak) még ennyi elektromos autót egy év alatt, és soha nem bővült ilyen mértékben az állomány.

A zöldrendszámú járművek növekedési üteme 2020–2022 között is magas volt (évi ~30-40%), de 2023-ban 35,6%, 2024-ben pedig ~32% volt az éves állománynövekedés a BM adatai alapján. Míg 2017-ben átlagosan havi 100-200 elektromos autót regisztráltak, addig 2024-ben havonta átlagosan közel 1800-at.

Ez jól mutatja a trendet. 2025 első negyedévének adatai is biztatóak: január–március közt 6996 elektromos autó kapott zöldrendszámot, ami minden korábbi negyedévet felülmúl.

A hazai autóstársadalom tehát gyorsuló ütemben nyit a környezetbarát közlekedés felé – ahogy az Energiaügyi Minisztérium fogalmazott, „a zöldrendszámú autók számának megduplázódása azt jelzi, egyre nyitottabbak a magyar autósok a villanyautózás iránt”.<sup>250</sup> Az újautó-piacon belül a konnektoros járművek együttes részesedése 2024-ben meghaladta a 15%-ot (beleszámolva a plug-in hibrideket).

### **Következtetések**

Magyarország 2024 végére jelentős előrelépést ért el a közlekedés zöldátállításában, különösen az elektromos járművek terén. A számok azt mutatják, hogy az elmúlt 4–5 évben sikerült átállni a kezdeti kísérleti fázisból a gyorsuló növekedési pályára. A zöldrendszámú járművek állománya 2020 óta évi ~30-40%-kal bővült, 2024-ben meghaladta a 120 ezret. Ezzel hazánk a régióban az egyik legjobban teljesítő ország e téren. Az európai uniós szabályozás – 2030-as és 2035-ös kibocsátási célok – erős ösztönzést ad, és Magyarország ehhez igazodva cselekszik: ambiciózus kormányzati programok indultak (Zöld Busz Program, e-autó-támogatások), amelyek kézzelfogható eredményeket hoztak.

<sup>249</sup> [24.hu](https://24.hu), Ez most a legnépszerűbb elektromos autó Magyarországon

<sup>250</sup> [e-cars.hu](https://e-cars.hu), Történelmi csúcst döntött a zöld rendszámú autók száma 2025 első negyedévében

A negyedéves statisztikák alapján a zöldrendszámos járműállomány a 2020 eleji ~17 ezerről 2024 végére ~128 ezerre ugrott, ami rávilágít a progresszió mértékére. Ezen belül a tisztán elektromos autók dominanciája erősödik (2024-ben az új zöldrendszámosok >75%-a tisztán elektromos volt). Az infrastruktúra fejlesztése zajlik, de fokozni szükséges, hogy lépést tartson a járműszám-növekedéssel. A magán- és vállalati szféra egyaránt egyre nyitottabb az elektromos járművekre – ezt a rekordeladások és a pályázati érdeklődés is bizonyítja.

Fontos kiemelni, hogy a közlekedés zöldátállása nem merül ki az elektromos autókban: Magyarország a vasúti villamosításban és a kerékpáros-infrastruktúrában is tett lépéseket, de a közúti közlekedés elektrifikációja látványos és mérhető eredményeket hozott. Magyarország nem pusztán követője, de alakítója is kíván lenni az elektromobilitási forradalomnak.

# Víz alatt a stratégia? – Tájhasználat, vízgazdálkodás és alkalmazkodás újratervezése

**Dr. Hetesi Zsolt**, egyetemi docens, NKE, PTE

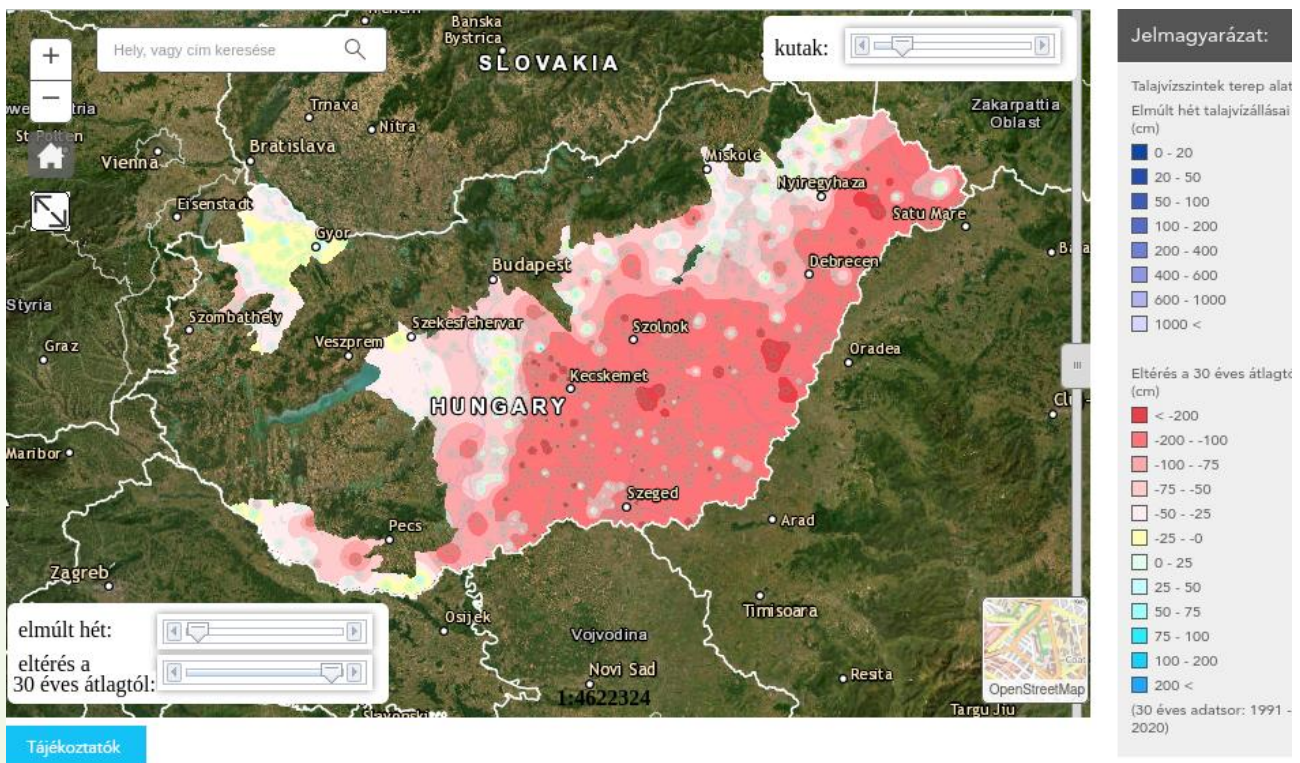
A tanulmány a Duna–Tisza közti Homokhátság vízháztartási válságának okait és következményeit elemzi komplex módon, hidrológiai, éghajlati és tájhasználati szempontok mentén. A talajvízszint süllyedése és a talajnedvesség csökkenése nem csupán meteorológiai eredetű, hanem a lokális vízkörforgás megbomlásának, a párolgási veszteségek növekedésének és a vízelvezetésre alapozott tájhasználat örökségének következménye. A csapadékképződés térbeli és fizikai feltételeinek vizsgálata stabilizotópos és légkörfizikai elemzésekkel azt mutatja, hogy a Kárpát-medence belső térségeiben a visszahulló csapadék aránya magas, így ezek különösen érzékenyek a párolgási körfolyamatok módosulására. A vízhiány strukturális probléma, amely csak akkor kezelhető, ha a vízgazdálkodás stratégiája szemléletváltáson megy át. A javasolt beavatkozások közé tartozik a regeneratív mezőgazdaság, a mikrovíz tározás, az erdősítés és a táji arányok átalakítása.

## Talajvízszint-csökkenés

A Homokhátságon a talajvízszint több évtizede tartó, folyamatos süllyedése mára elérte azt a szintet, amely már nemcsak az ökológiai rendszerek szempontjából súlyos, hanem a hidrológiai rendszerállapot fenntarthatósági küszöbértéke alá is esett. A kerekegyházi talajvízkút mérései szerint a talajvíz átlagos mélysége az 1971–2000 közötti időszakban még 200 és 260 cm között alakult. Ezt követően, az 1991–2020 közötti három évtized átlaga már 270–332 cm közé esett. Napjainkra azonban ez az érték meghaladja az 500 cm-t, azaz a talajvízszint több mint két méterrel mélyebbre került a korábbi átlaghoz képest.<sup>251</sup> Ez a süllyedés nem egyedi jelenség: a Duna–Tisza közti hátság más térségeiben is megfigyelhető hasonló tendencia, amely a természetes növénytakaró kiszáradásához, a lápok eltűnéséhez és a mezőgazdasági termelés vízbiztonságának romlásához vezet. Az alábbiakban több különböző adatsor segítségével mutatom be, hogy mekkora jelentőségű a kérdés, illetve hogy az utolsó órák állnak rendelkezésre a cselekvésre, ha nem késtünk el teljesen.

<sup>251</sup> [Energiaügyi Minisztérium](#), Országos Vízügyi Főigazgatóság, Talajvízszint adatok

1. ábra. Az OVF adatai alapján generált talajvízhiány  
térképe az elmúlt 30 év átlagához képest.



Forrás: vízügy.hu

A talajvízszint aktuális állapotát jól szemlélteti az a tematikus térkép, amely a 2024. év egyik tavaszi hetének talajvízállását mutatja az ország területén, a 30 éves (1991–2020) átlaghoz képest. A színezés a talajvízszint-eltérést jelzi centiméterben, ahol a vörös árnyalatok negatív, míg a kék-zöld színek pozitív eltérést tükröznek. A térkép alapján világosan látszik, hogy a Duna–Tisza közti hátság túlnyomó része – beleértve Kecskemét, Szolnok, Kiskunfélegyháza és Szeged térségét – jelentős talajvízdeficitet mutat, sok helyen 100–200 cm-rel alacsonyabb a talajvízszint, mint a sokévi átlag.

Ez a tartós és kiterjedt vízhiányos állapot a Homokhátság vízhiányos problémáinak egyik legfontosabb térbeli bizonyítéka. Az adatok összhangban állnak a korábban idézett kúttalakkal is, például a fentebb említett kerekegyházi mérőhelyen tapasztalt többméteres talajvízszint-süllyedéssel. A térképen látható mintázat egyértelműen azt mutatja, hogy nem átmeneti jelenségről, hanem széles körű és strukturális vízhiányról van szó, amelyet a negatív vízmérlegű évek sorozata, a csökkenő beszivárgás és az intenzív párolgási veszteségek alakítottak ki.

## Talajnedvességtrendek és a csapadékhatás dekompozíciója

A hazai vízháztartásban és a mezőgazdasági gyakorlatban is nagy szerepet játszik a felső talajréteg nedvességtartalmának alakulása, különösen az intenzív gazdálkodással művelt területeken. A termőtalaj vízháztartása a csapadék és a párolgás mellett szoros kapcsolatban áll a növényzet típusával és a területhasználat jellegével is.

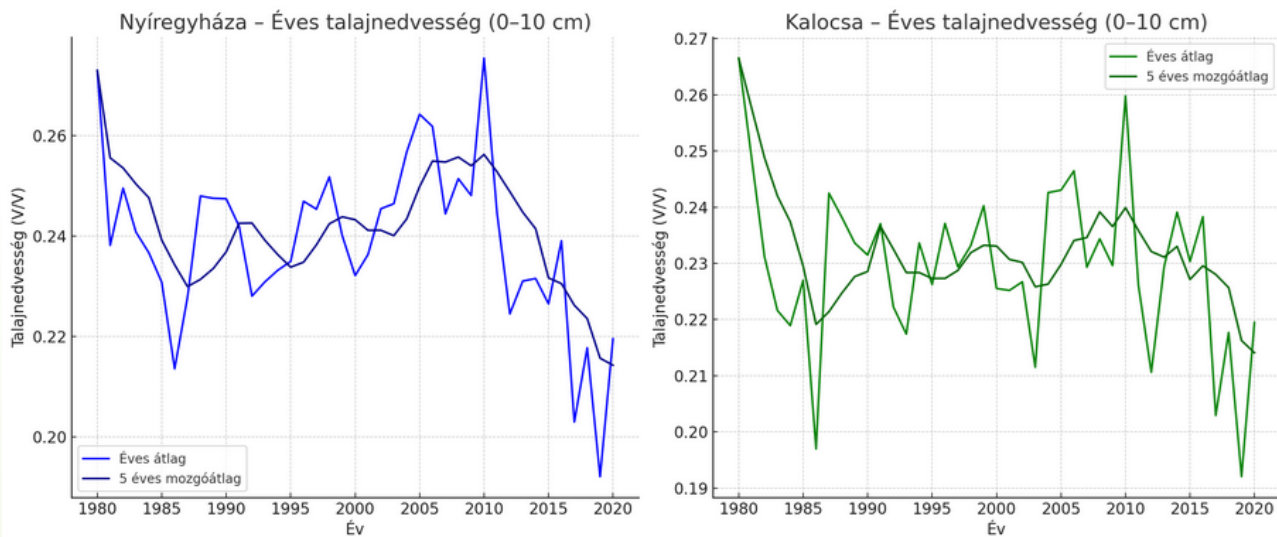
Az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) nyilvánosan elérhető mérései alapján négy, különböző domborzati és éghajlati viszonyokat képviselő állomás (Nyíregyháza, Kalocsa, Kecskemét, Szolnok) adatait vizsgáltuk meg. Az adatok napi bontásban tartalmazzák a 0–20 cm-es talajréteg nedvességtartalmát (%-ban), valamint a napi csapadékösszeget. Az idősor 1980-tól 2020-ig tart, a formátum egységesítését követően lineáris trendvizsgálatot, konfidenciaintervallum-bebecslést és korrelációelemzést végeztünk.

### Főbb megállapítások:

1. **Trendvizsgálat alapján** mind a négy mérési helyszínen *csökkenő irányú* lineáris trend mutatható ki a talajnedvességben. Különösen **Nyíregyháza** és **Kalocsa** esetében a csökkenés nemcsak látványos, de szignifikáns is a 95%-os konfidenciaszint alapján. Kecskeméten és Szolnokon a trend szintén negatív, de a szignifikanciaszintet nem minden esetben haladja meg.
2. A **csapadékidősor és a talajnedvesség közötti korreláció** gyenge ( $r \approx 0,2-0,4$ ), és egyik helyszínen sem magyarázza érdemben a talajnedvesség évek során megfigyelt csökkenését.
3. Az **idősoros sztochasztikus modellvizsgálatok sem mutattak ki stabil kapcsolatot** a napi csapadék és a napi nedvességtartalom között, még néhány napos eltolással sem – ezen modellek lehetővé teszik a változékonyság időbeli korrelációjának vizsgálatát. Ez tovább erősíti azt a feltételezést, hogy a párolgás, a növényborítottság és a talajszerkezet változásai nagyobb szerepet játszanak a nedvességvesztésben, mint maga a csapadék mennyisége (ezt később még tárgyaljuk).

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy **Magyarország több térségében a talajnedvesség szignifikáns csökkenést mutat** az elmúlt két évtizedben, és ez a csökkenés **nem magyarázható pusztán a csapadék alakulásával**. A legvalószínűbb ok a megváltozott talajhasználat, a csökkenő növényborítottság (pl. a mély gyökerű növények arányának csökkenése), és vele nőtt a párolgás. Természetesen itt figyelembe kell venni a mérési helyek eltérő talajtípusait, de erre most nem térünk ki.

2. ábra. Nyíregyháza és Kalocsa talajnedvesség-adatsora  
1980–2020 között.



Forrás: OVF, saját szerkesztés. (A függőleges skála nem nullától indul!)

A vizsgálat megerősíti a szakirodalomban is egyre gyakrabban megfogalmazott állítást: **a vízmegtartás javítása és a párolgás szabályozása** kulcsszerepet játszik a mezőgazdasági termelés biztonságának fenntartásában és a lokális vízstressz mérséklésében. Ennek megfelelően indokolt az ökoszisztéma-alapú megközelítések (erdősávok, vizes élőhelyek visszaállítása, talajkímélő művelés) nagyobb arányú alkalmazása a klímaadaptációban.

### Országos vízmérleg

Az eddigi adatok mind az Alföldet érintették, azonban nemcsak a Homokhátság vagy az Alföld problémája ez. Az országos vízmérleg adatsorai is azt mutatják, hogy egészen komoly problémával nézünk szembe. A KSH adatközlése és a Jó Állam Jelentés 2016. évi leírása alapján a 2006 és 2013 közötti vízmérleg adataira támaszkodva megállapítható, hogy a mérleg évről évre jelentős ingadozásokat mutatott, ugyanakkor évi szinten többször is deficitet mutatott, amely strukturális vízhiányra utal.

Az éves vízmérleg a vizsgált időszakban egyedül 2010-ben mutatott érdemi többletet, míg 2011 és 2013 között már kifejezetten nagyarányú hiány volt tapasztalható, éves szinten akár 11,8 köbkilométeres mértékben.<sup>252</sup> A rendelkezésre álló adatok korrelációs vizsgálata alapján egyértelmű, hogy a vízmérleg alakulását elsődlegesen a légköri komponensek határozzák meg: a párolgás és a csapadék mennyisége között erős pozitív korreláció áll fenn a vízmérleggel ( $r = 0,91$ , illetve  $r = 0,895$ ). Ezzel szemben a befolyó és kifolyó felszíni vizek hatása másodlagos jelentőségű ( $r = 0,73$ , illetve  $r = 0,65$ ).

**1. táblázat. Korrelációs mátrix (Pearson-féle korrelációs együtthatóval) a 2006–2013 közötti vízmérlegkomponensekre (értékek 0 és 1 között, ahol 1 = teljes korreláció).**

	Csapadék	Párolgás	Befolyó	Kifolyó	Vízmérleg
Csapadék	1.000	0.983	0.824	0.839	0.895
Párolgás	0.983	1.000	0.803	0.794	<b>0.911</b>
Befolyó	0.824	0.803	1.000	0.976	0.727
Kifolyó	0.839	0.794	0.976	1.000	0.653
Vízmérleg	0.895	<b>0.911</b>	0.727	0.653	1.000

Ez az eredmény különösen fontos a vízmegtartási stratégiai tervezés szempontjából. A vízmérleg alakulása nem csupán az éves csapadékmennyiség függvénye, hanem jelentős részben a párolgási veszteségek befolyásolják, amelyek pedig erősen függenek a talajfedettségtől, a növénytakaró állapotától, illetve a mikroklimatikus viszonyoktól. Ennek megfelelően a klímaváltozásra adott válaszoknak – különösen a belső medencék, mint a Homokhátság esetében – nem kizárólag a víz „betelerésére”, hanem legalább ilyen súllyal a víz **megőrzésére**, a párolgás mérséklésére és a talaj víztároló képességének fokozására kell irányulniuk. A vízmérleg háttérének ilyen szintű megértése tehát a döntéshozatali folyamatok megalapozásához elengedhetetlen.

Magyarországon az engedély nélküli, öntözési vagy háztartási célú, talaj- és rétegvizeket kitermelő kutak száma jelentős – becslések szerint tízezres nagyságrendű, egyes források akár 50–100 ezer, más becslések alapján akár egymillió fölötti létesítményt említenek, az utóbbi szám valószínűleg túlzó.<sup>253</sup> Ezek a kutak gyakran nem rendelkeznek vízjogi engedéllyel vagy bejelentéssel, ami két szempontból is kockázatos: egyrészt a kitermelt vízmennyiség nem jelenik meg a hivatalos vízmérlegben, ami torzítja a vízkészlet-gazdálkodási adatokat, másrészt a nem szakszerűen mélyített vagy bélelt kutak szennyeződési kockázatot jelentenek, akár az elsődleges vízadórétegeket is veszélyeztetve. Noha 2023–2024-ben egyfajta amnesztiaprogram elindult, amely lehetővé tette ezeknek a kutaknak a későbbi bejelentését vagy legalizálását, a tulajdonosok mintegy 46%-a ennek ellenére sem tervezi az engedélyeztetést.<sup>254</sup>

Ezek a közvetlen problémák. Kereshetjük, hogy mi áll a talajvízszint csökkenése és a tartós vízhiány mögött, valamint az illegális kutak létesítése mögött, és több tényezőt találhatunk, ezek közül az egyik, amelyre kitérünk, az éghajlatváltozás, illetve a vízgazdálkodási rendszer.

<sup>252</sup> Mindez úgy, hogy 2010-ben a tavaszi esőzések a vizsgált időszak hatalmas többletét adták, 8 km<sup>3</sup>-rel maradt pozitív 2010-ben a vízmérleg, de a következő évben már nyoma sem volt.

## A vízhiány okai

### *Éghajlatváltozás: trendek, csapadékintenzitás és -eloszlás*

Az éghajlati modellek alapján valószínűsíthető, hogy a Kárpát-medence jelenlegi éghajlati stabilitása jelentősen megváltozik a 21. század során. Magyarországon az átlaghőmérséklet már meghaladta az ipari forradalom előtti szinthez viszonyított +1,1 °C-os emelkedést, és a tendencia gyorsuló jellegű.<sup>255</sup> Az elmúlt három évtizedben nőtt a hőségnapok száma, csökkent a fagyos napoké, valamint a hóval borított napoké is. Mindez komoly következményekkel jár nemcsak az ökoszisztémák, hanem az energiaellátás, a mezőgazdaság és a közegészségügy területén is. A Magyar Nemzeti Atlasz éghajlati övezeti térképeinek összehasonlítása szerint a 20. század elejéhez képest a hűvös-nedves klímaterületek gyakorlatilag eltűntek, és a meleg-száraz zónák területi kiterjedése látványosan nőtt, különösen az Alföld térségében.

A csapadékeloszlás időbeli módosulása különösen nagy jelentőségű a vízmegtartás szempontjából. Az éves csapadékmennyiség országos szinten nem mutat szignifikáns csökkenést, azonban a csapadék eloszlása az év folyamán egyre egyenetlenebbé válik.<sup>256</sup> A vegetációs időszak alatt – különösen tavasz végén és nyáron – gyakran vízhiányos periódusok alakulnak ki, miközben a csapadék egyre inkább a téli hónapokra koncentrálódik, ráadásul gyakran nem hó, hanem eső formájában. Ez rontja a talajvíz-utánpótlás lehetőségeit, és egyben növeli a lefolyás, illetve párolgási veszteség esélyét is. A téli-tavaszi beszívargás optimalizálása – például takarónövényekkel vagy időben zárt talajfelszínnel – kulcskérdés lesz az alkalmazkodási stratégiákban.

A klímaváltozás másik markáns hatása az extrém időjárási események – főként heves záporok, villámárvizek – gyakoribbá válása.<sup>257</sup> A rendelkezésre álló adatok alapján egyre több olyan csapadékesemény fordul elő, amely néhány óra alatt akár egyhavi átlagot is meghaladó mennyiséget juttat a felszínre. Ilyenkor a mezőgazdaságilag hasznosított talajok nem képesek befogadni a vizet, különösen, ha azok szerkezete tömörödött vagy épp műveletlen.

253 A kutak jogi helyzete 2024. január 1-jétől, MezőHír-2023/08. lapszám cikke

254 Itt az igazság a fűt kutakról: nem úgy van, ahogy sok magyar hiszi

255 Kiss T., Hetesi Zs., Füzi T.: Az átlaghőmérséklet és a csapadékmennyiség alakulása Mosonmagyaróváron. STATISZTIKAI SZEMLE 97 : 6 pp. (2019): 568-593. , 26 p.

256 Kiss T., Hetesi Zs., Füzi T.: Az átlaghőmérséklet és a csapadékmennyiség alakulása Mosonmagyaróváron. STATISZTIKAI SZEMLE 97 : 6 pp. (2019): 568-593. 26 p.

257 Kis, A., Pongrácz, R., Bartholy, J., Gocić, M., Milanović, M., & Trajković, S. Multi-scenario and multi-model ensemble of regional climate change projections for the plain areas of the pannonian basin. Időjárás, 124.2, (2020): 157-190.

Az elfolyó víz pangó foltokat, belvízproblémákat okoz, vagy épp lemosódik a felszínről, hasznosulás nélkül. Ez nemcsak vízgazdálkodási, hanem agrárgazdasági probléma is. Az ökoszisztéma-alapú megoldások – például mélyreható gyökércsatornák, takarónövényzet vagy talajlazítás – a vízbefogadó kapacitás javításával egyszerre javítják a talajállapotot, csökkentik az árvízlefolyás sebességét, és javítják a vízmegtartás esélyeit.

### **A lokális csapadékképződés mechanizmusa**

A csapadék eredetének vizsgálata lehetővé teszi annak feltárását, hogy a lehulló eső vagy hó mely földrajzi területek párolgásából származik. A stabilizotópos módszerekkel végzett elemzések alapján azonosíthatók a csapadékot tápláló főbb forrásterületek, például az Északi-tengerek, az Atlanti-óceán, a Földközi-tenger, a Fekete-tenger, a trópusi övezet, illetve maga a Kárpát-medence. A 2013–2017 közötti időszakban készült stabilizotópos vizsgálatok<sup>258</sup> szerint a Kárpát-medencei lokális párolgásból származó csapadék aránya jelentős: több mérőállomás esetén megközelíti vagy meghaladja a 35–41%-ot. Különösen magas ez az arány olyan területeken, amelyek a medence belsejében helyezkednek el – ilyen például Budapest (40,1%), Kékes (41,0%), K-puszta (36,0%) vagy Szeged (35,6%).

Ez a megfigyelés alátámasztja azt a vízháztartási szempontból kulcsfontosságú felismerést, hogy a lokálisan keletkező, azaz a Kárpát-medencén belüli párolgásból és visszahullásból származó csapadék jelentős szerepet játszik, illetve játszana az itteni vízmérleg fenntartásában. Ezzel szemben a medence peremén fekvő Farkasfán a Kárpát-medencei eredetű csapadék aránya mindössze 16,4%, míg az Európa belsejéből érkező vízgőz dominál (59,1%).<sup>259</sup> Ez a térbeli különbség jól mutatja, hogy a belső területeken a csapadék egy jelentős része a saját régió párolgásából származik, vagyis a talajok és a vegetáció párologtatóképessége, valamint a táji vízvisszatartás közvetlenül befolyásolja az éghajlati visszacsatolásokat.

<sup>258</sup> Czuppon Gy, Bottyán E, Kristóf E, Weidinger T, Haszpra L, Kármán K: A magyarországi csapadék stabilizotóp-összetételének alakulása a forrásrégió és a meteorológiai tényezők tükrében In: Radics, Kornélia; Mészáros, Róbert; Lakatos, Mónika (szerk.) 46. Meteorológiai Tudományos Nap 2020. november 19. Tudomány és tradíció a meteorológiában: Tudomány és tradíció a meteorológiában 150 éves az Országos Meteorológiai Szolgálat 75 éves az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke. Budapest, Magyarország: Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) (2020) 40 p. p. 24

<sup>259</sup> Czuppon Gy, Bottyán E, Kristóf E, Weidinger T, Haszpra L, Kármán K: A magyarországi csapadék stabilizotóp-összetételének alakulása a forrásrégió és a meteorológiai tényezők tükrében In: Radics, Kornélia; Mészáros, Róbert; Lakatos, Mónika (szerk.) 46. Meteorológiai Tudományos Nap 2020. november 19. Tudomány és tradíció a meteorológiában: Tudomány és tradíció a meteorológiában 150 éves az Országos Meteorológiai Szolgálat 75 éves az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke. Budapest, Magyarország: Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) (2020) 40 p. p. 24

A talajnedvesség és az evapotranszpiráció fenntartása tehát nemcsak a növénytermesztés szempontjából fontos, hanem a regionális csapadékképződés támogatásának eszköze is – különösen azokon a területeken, ahol a légköri nedvesség utánpótlásában a lokális körforgás dominál – ezek a medence belső részét érintik.

Ez a megfigyelés jól illeszkedik a HungaroMet éves csapadéktérképeinek tanúságaihoz is, amelyek azt mutatják, hogy hazánk nyugati peremterületein – különösen az Alpokhoz közeli régiókban – az éves csapadékmennyiség az elmúlt években viszonylag stabil maradt, nem mutat jelentős csökkenést. Ezzel szemben a Kárpát-medence belső részein, mint például a Kékes környékén vagy a Duna–Tisza közén, a csapadék mennyisége többéves távlatban egyértelmű csökkenést mutat.

Ez a térbeli mintázat alátámasztja a stabilizotópos eredményekből levont következtetést: ahol a csapadék döntően a lokális párolgási ciklusból származik, ott az aszályos időszakokban ez a körforgás megtörik, és ezzel együtt a csapadék is elmarad. A jelenség tehát egy öngerjesztő folyamatként is értelmezhető: minél szárazabbá válik a talaj és a felszínborítás, annál kisebb lesz a lokális párolgás, így annál kevesebb esély van arra, hogy visszajusson a víz a légkörbe, majd csapadék formájában újra lehulljon. A vízkörforgás ezen érzékeny szakasza különösen sebezhetővé teszi a belső medencerészeket a klímaváltozás gyorsuló hatásai ellen.

A Kárpát-medence csapadékeloszlását nemcsak a csapadék eredete, hanem a domborzati viszonyok is erőteljesen befolyásolják. A nyugati és délnyugati irányból érkező légáramlatok – amelyek az Atlanti-óceán, Európa belseje, illetve a Földközi-tenger felől szállítanak nedvességet – hazánkban először a Dunántúl dombvidéki és középhegységi térségeivel találkoznak. Ilyen akadályt képez a Zalai-dombság, a Mecsek és a Dunántúli-középhegység. Ezeken a vonulatokon a levegő kénytelen emelkedni, adiabatikusan hűlni kezd, és a benne lévő vízgőz a harmatpont elérésekor kicsapódik. Ennek következtében az emelkedő vagy szél felőli oldalon – tehát a nyugati, délnyugati lejtőkön – megnövekszik a csapadék mennyisége, amelyet orografikus csapadékképződésnek nevezünk.

Ezzel szemben, amikor a levegő átbukik a magaslatokon és megkezdí ereszkedését a Kárpát-medence belseje, különösen az Alföld felé, akkor adiabatikus melegedés következik be<sup>260</sup>.

<sup>260</sup> Adiabatikus melegedés alatt azt értjük, amikor egy leáramló légtömeg térfogata a nyomásnövekedés hatására csökken, miközben nem cserél hőt a környezetével (adiabatikus folyamat), emiatt a belső energiája nő, azaz a hőmérséklete emelkedik. Ez a jelenség kulcsfontosságú a hegységek szélárnyékos oldalán kialakuló száraz, meleg lejtőszelek (pl. fön) magyarázatában is.

Ez a folyamat csökkenti a levegő relatív páratartalmát, így már nem jön létre felhőképződés, és nem alakul ki újabb csapadék. Ez az ún. árnyékolási hatás vagy fönhatás, amelynek következménye, hogy az Alföld belső területein – különösen a Duna–Tisza közti hátságokon és a Tiszántúl középső részén – gyakrabban jelentkeznek csapadékhiányos időszakok. A dombságok és középhegységek tehát nemcsak orografikus csapadékot hoznak létre a szél felőli oldalukon, hanem egyúttal csökkentik a keleti, délkeleti régiókba jutó nedvesség mennyiségét.

A csapadék képződésének légkörfizikai magyarázata pedig a következő: A konvektív csapadékképződéshez – azaz ahhoz, hogy a felszíni párolgásból eredő vízgőz ténylegesen csapadékká váljon – nem elegendő pusztán az, hogy nagy mennyiségű vízgőz kerül a levegőbe. Szükséges az is, hogy a levegőréteg *instabil* legyen, vagyis hogy a felszálló nedves levegő hőmérséklete magasabb maradjon, mint a környezetéé. Ezt az instabilitást az **adiabatikus hőmérsékleti gradiens** és a környezeti gradiens összevetése határozza meg.

Matematikailag a konvekció feltétele:  $\Gamma_e > \Gamma_d$ , ahol  $\Gamma_e$  a konkrét környezeti hőmérsékleti gradiens, azaz a környezeti hőmérséklet csökkenése a magassággal, a jobb oldalon pedig az adiabatikus gradiens, ami az a hőmérsékleti csökkenés a magassággal, amelyhez nem tartozik hőcsere. Az utóbbi értéke száraz levegő esetén kb. 9,8 K/km, nedves levegő esetén 5–7 K/km. Ez a gradiens nem más, mint a **skálamagasság**, vagyis az a jellemző függőleges távolság, amelyen belül a levegő hőmérséklete 1 °C-ot változik adiabatikus (hőcsere nélküli) felemelkedés során. A skálamagasság alapfogalom a légköri fizikában: azt fejezi ki, milyen gyorsan változik egy fizikai mennyiség (itt a hőmérséklet) a magasság függvényében.

Ha a környezet hőmérsékleti gradiense nem haladja meg ezt a skálamagasságból adódó adiabatikus értéket, a feláramlás leáll: a légkör stabil marad, hiába van jelen nagy páratartalom vagy párolgás.

A párologtató vegetáció, különösen az erdők, összetett módon befolyásolják a légkör viselkedését, különösen a konvektív csapadékképződés lehetőségeit. Először is, az erdők a gyökereiken keresztül mélyebb talajrétegekből szívják fel a vizet, és azt a levelek felszínén keresztül párologtatják el. Ez a folyamat lokálisan növeli a levegő páratartalmát, emeli a vízgőznyomást, és ezzel csökkenti a párafelvételi potenciált a talajszint közelében. Így, ha a hőmérsékleti és nyomási viszonyok megfelelőek, elősegítheti a konvektív feláramlás és a felhőképződés megindulását.

Másfelől azonban maga a párolgás hőelvonással járó folyamat: a víz párolgása során látens hőt von el a környezetétől, így a növényzettel borított területek felett a levegő hőmérséklete

alacsonyabb marad, mint egy csupasz, napsütésnek kitett felszín fölött. Ez a hűtő hatás csökkenti a függőleges hőmérsékleti gradiens értékét, azaz kisebb lesz a felszín és a magasabb légköri rétegek közötti hőmérséklet-különbség. Ez viszont a konvektív instabilitás szempontjából kedvezőtlen, hiszen a konvekció akkor indul be, ha a környezeti hőmérsékleti gradiens meghaladja az adiabatikus gradiens értékét. Vagyis: ha a felszín „túl hűvös”, akkor az ott lévő páradús levegő sem lesz képes felfelé szállni.

Végül, mivel az erdő fölötti levegő alacsonyabb hőmérsékletről indul, a sűrűsége is nagyobb marad, így a felhajtóerő, ami a levegő felfelé mozgásához szükséges, kisebb lesz. Ez tovább nehezíti a feláramlás és ezzel együtt a lokális záporok kialakulását. Összefoglalva tehát, a párologtató vegetáció egyfelől kedvező mikroklímát alakít ki a párasodás révén, másfelől viszont a hűtő hatása révén csökkentheti a konvektív csapadék kialakulásának valószínűségét, ha a légköri rétegződés stabilizálódik.

Itt kell megemlíteni, hogy két alapvető útja van a víz távozásának: az egyik az evaporáció, vagyis a talaj felszínéről közvetlenül történő párolgás, a másik a növények transzspirációja, amely során a víz a levélfelületeken keresztül távozik. Bár elsőre mindkettő vízvesztésnek tűnik, az ökológiai körfolyamatok szempontjából jelentős különbség van köztük. Az evaporáció során a víz gyakran a magaslégkörbe jut és nem tér vissza a helyi csapadékkörforgásba. A növényi párolgás azonban fontos lehet abban, hogy lehűtse a vegetáció fölötti réteget, ezzel a máshonnan érkező nedves levegő kicsapódását elősegítse, ugyanakkor a hűlés miatt a konvekció maga nehezebben indul be, a lokális csapadék kialakulása csökkenhet.

Ezen értelmezés következményeire a megoldások elemzésénél térünk ki.

### **A vízrendezés öröksége**

A vízmérleg elemzése során világossá vált, hogy a hazai vízhiányos állapot kialakulásában a párolgási veszteségek jelentős szerepet játszanak. A csapadék mennyisége évi szinten nem csökkent szignifikánsan, ugyanakkor a talajban történő megmaradása, hasznosulása és maga a felszínborítás is jelentősen változott. Ebben meghatározó szerepet játszik a vízelvezetésre alapozott vízrendezési gyakorlat, amelynek gyökerei a 19. század közepére nyúlnak vissza.

Az ármentesítések és belvízlevezetési munkák a 19–20. század során több millió hektáron alakították át a Kárpát-medence vízrajzi rendszerét.

Ezen beavatkozások elsődleges célja a mezőgazdasági művelés alá vonható terület növelése volt, amelyet a vízfolyások szabályozása, holtágak levágása, árterek kiszárítása, illetve a belvízcsatorna-rendszerek kiépítése tett lehetővé. Ez a rendszer azonban nem számolt az

éghajlatváltozás hosszú távú hatásaival: a vízlevezetés elsődleges célú rendszerei még napjainkban is jellemzőek, miközben a táj vízviszatartó kapacitása évtizedek óta csökken. Az elmúlt két évtizedben különösen élesen mutatkozik meg ez a probléma: az időszakosan lehulló, nagy mennyiségű csapadékot a mesterséges levezető rendszerek gyorsan elvezetik, miközben a vegetációs időszakban gyakori a vízhiány.<sup>261</sup>

A jelenlegi vízrendezési szemlélet hosszú távon fenntarthatatlan. A gravitációs elvezetésen alapuló csatornák és árkok számos esetben csökkentik a talajvízszintet, a mezőgazdasági területek mélyebb rétegei fokozatosan kiszáradnak.<sup>262</sup> A belvizek elleni védekezés szükségessége nem kérdés, de az elvezetés helyett egyre sürgetőbb a szabályozott vízviszatartás megvalósítása. Ezen azt értem, hogy hidrológiai tájhasználatváltás szükséges, amely nem a víz gyors elvezetését, hanem a tér-időbeli redisztribúcióját célozza. A lefolyás csillapítása, a felszíni víz ideiglenes tározása, a mikrovíztározók létrehozása, valamint a természetes infiltrációs kapacitás visszaállítása lehet az új irány.

Ennek elmaradása esetén a rendszer kettős veszteséget termel: a talajból gyorsan elfolyik a víz, majd az aszályos időszakban öntözési igény lép fel, amely újabb terhet ró a vízkészletekre.

### **Adaptív tájhasználat és vízmegtartási stratégiák újratervezése**

A problémafelvetés során láttuk, hogy a vízmérleg a korrelációs mátrix alapján legszorosabb kapcsolatban a párolgással áll: az éves vízmérleg és a párolgási adatok között  $-0,95$ -ös korrelációs együttható mutatkozik, vagyis a vízhiány növekedése szinte teljes mértékben a párolgás mértékének emelkedésével jár együtt. Ezzel szemben a csapadék, a befolyó és kifolyó víz értékei gyengébb korrelációt mutatnak a vízmérleggel, ami arra utal, hogy a vízhiány mint kihívás kezelését nem feltétlenül csak az esővíz mennyiségének növekedésére vagy a vízbehozatali rendszerekre kell alapozni, hanem a meglévő vízkészlet helyben tartására, illetve a párolgás mérséklésére.

A Homokhátság és más belső alföldi térségek vízháztartási helyzete az elmúlt évtizedekben olyan mértékben romlott, hogy ma már nem tekinthető lokális, időszakos problémának. A talajvízszint folyamatos süllyedése, a felső talajréteg tartós kiszáradása és a negatív irányba tolódó országos vízmérleg nem pusztán a globális klímaváltozás tünete.

<sup>261</sup> Birinyi, E., Lakatos, B. O., Belényesi, M., Kristóf, D., Hetesi, Z., Mrekva, L., ... & Mikus, G. Contribution of data-driven methods to risk reduction and climate change adaptation in Hungary and beyond. *Időjárás*, 127.4, (2023): 421-446.

<sup>262</sup> Darcy törvénye szerint a talajvízáramlás sebessége ( $q$ ) arányos a hidraulikus gradienssel és a talaj vízvezető képességével:  $q = -K \cdot (dh/dl)$ , ahol  $q$  az egységnyi keresztmetszetre jutó vízhozam (m/s),  $K$  a talaj hidraulikus vezetőképessége (m/s),  $dh/dl$  pedig a hidraulikus gradiens (dimenzió nélküli). Ha a csatornák süllyeszti a vízszintet, a  $dh/dl$  gradiens a csatorna irányába mutat, így a víz a mezőgazdasági területekről lefelé mozog, gyorsítva a kiszáradást.

A vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy ezek a folyamatok olyan térbeli és időbeli visszacsatolások mentén erősödnek, amelyek alapját a vízrendezés öröklött logikája, a megváltozott párolgási mintázatok, valamint a lokális csapadékképződés körének szűkülése adja. A legfontosabb felismerés, hogy a vízhiány rendszerszintű és önfenntartóvá váló jelenség: a szárazodó talaj és vegetáció egyre kevésbé vesz részt a párolgási–kondenzációs ciklusban, ezáltal tovább csökkentve a visszahulló csapadék mennyiségét – különösen a medencebelső térségekben.

Az első és legfontosabb feladat a vízháztartási szemlélet gyökeres újragondolása. A 19–20. századi vízrendezési gyakorlat elsődleges célja a víz gyors elvezetése volt, hogy minél nagyobb terület váljon művelhetővé. Ezzel szemben ma már olyan rendszert kell építenünk, amely a víz megtartását, időbeli szétosztását és beszivárgását segíti elő – különösen akkor, amikor a csapadék éven belüli megoszlása egyre szélsőségesebb. A mikrovíz tározók, infiltrációs medencék és a gravitációs csatornák átalakítása nem halogatható, hiszen a jelenlegi rendszer kettős veszteséget termel: a víz elfolyik, majd később öntözési igényként újra jelentkezik.

Második prioritásként a regeneratív mezőgazdaság terjedését kell ösztönözni. Ez nem alternatív agronómiai irányzat, hanem a vízvisszatartás egyik legolcsóbb, legnagyobb területi hatású beavatkozása, amely olyan gazdálkodási rendszer, amely a talaj szervesanyag-tartalmának növelésén és a fedettség maximalizálásán keresztül javítja a beszivárgási kapacitást, és csökkenti a párolgási veszteséget. A takarónövények alkalmazása, a bolygatás nélküli művelés (no-till), valamint az élő gyökérszövet egész éves jelenléte nemcsak a talajszerkezetet javítja, hanem fokozza a beszivárgási kapacitást, csökkenti a felszíni párolgást, és növeli a talajnedvesség tárolhatóságát. Ezek együtt növelik a helyi evapotranszpiráció stabilitását, ami a belső medencerészekben a csapadékképződés feltétele. A regeneratív szemléletű, talajközpontú gazdálkodás tehát nemcsak környezetvédelmi, talajvédelmi, hanem vízgazdálkodási szempontból is kulcselem lehet a fenntartható válaszok között.

A harmadik stratégiai irány az erdősítés, fásítás és a mély gyökerű vegetáció visszatelepítése, különösen a medence belsejében. Itt a növényzet párologtatása révén termelt lokális vízgőz közvetlenül hozzájárulhat a felhőképződéshez, amennyiben a terület klimatikusan instabil állapotban van. Fontos azonban, hogy ezek ne meggondolatlan fásítások legyenek, hanem éghajlati és hidrológiai szempontból is adaptált, összefüggő struktúrák, amelyek képesek módosítani a mikroklimát és a felszín-atmoszféra kapcsolatot.

Végül, de nem utolsósorban, a térség-specifikus vízstratégiák kialakítása elengedhetetlen. Nem lehet ugyanazt a vízmegtartási arányt kitűzni az Alpokalján, mint a Duna–Tisza közén. Az orográfikus csapadékövekben a lokális visszacsatolások gyengébbek, így ott kevesebb és másfajta intézkedés is elegendő lehet. Ezzel szemben a belső medencerészekben, ahol a lokális visszahulló csapadék aránya a 30–40%-ot is eléri, a tájborítottság növelése akár 50%-os célkitűzéssel is indokolható. Ehhez viszont nemcsak műszaki, hanem társadalmi konszenzusra és politikai támogatottságra is szükség van.

A 21. századi vízgazdálkodás nem az öntözőrendszerek versenye lesz, hanem annak a kérdése, hogy a táj képes-e önfenntartó hidrológiai rendszerként működni. Ha a vegetációt és a talajt nem állítjuk újra a vízkörforgás szolgálatába, akkor nemcsak a termelés, de maga a csapadék is elmarad.

# Mikro- és nanoműanyagok, modern korunk szennyezői talajainkban, vizeinkben, bennünk

**Dr. Somosi Zoltán**, vezető kutató, MCC Klímapolitikai Intézet

Az 1960-1970-es évektől hétköznapijaink részévé váltak a műanyagok. Az elmúlt évtizedekben exponenciális mértéket írt le felhasználása és ezzel együtt a környezetbe kerülő, nem megfelelően kezelt, hasznosított hulladék is. A szeméthegek mindannyiunkat zavarnak, részben esztétikailag, másrészt a beléjük gabalyodó és szenvedő állatok elterjedt látkép, melyek környezetvédelmi műsorokban rendszeresen szembejönnek, jelezve a problémát. Azonban ezen szennyezésnek van egy másik árnyoldala is, a lebomlásából származó mikro- és nanoműanyagok. Ez a szennyezés nem áll meg a határoknál, természeti, gazdasági és egészségügyi problémákat pedig egyaránt előidézhethet. A megfelelő válaszok megtalálásához azonban értenünk kell, mivel is állunk szemben, hogy akár nemzeti, akár nemzetközi szinten cselekedni tudjunk.

## Mikro- és nanoműanyagok megjelenése, első érzékelések

Az elmúlt években, évtizedekben egyre inkább a figyelem középpontjába került a mikro- és nanoműanyagok okozta szennyezés. Az első tudományos dokumentációja a műanyagproblémának 1972-ben<sup>263</sup> az Amerika partjainál található Sargasso-tengerben észlelt szennyezéssel kapcsolatban történt. Ezt követően a téma háttérbe szorult az általános hulladék és szennyezés problémák között, ám 2004-ben berobbant a köztudatba 'Lost at sea: Where is all the plastic?'<sup>264</sup>, mely Anglia partjainál műszeresen kimutatta a mikroműanyag jelenlétét a tengerben, a part menti homokban, és megállapította, hogy a tengeri élővilágban is felhalmozódnak ezen anyagok. A nanoműanyagokat később érzékelték először, rendkívül kis méretük és nehéz detektálhatóságuk miatt, először 2017-ben,<sup>265</sup> azonban azóta publikációk sora jelent meg detektálásukról különböző területeken és környezeti elemekben.

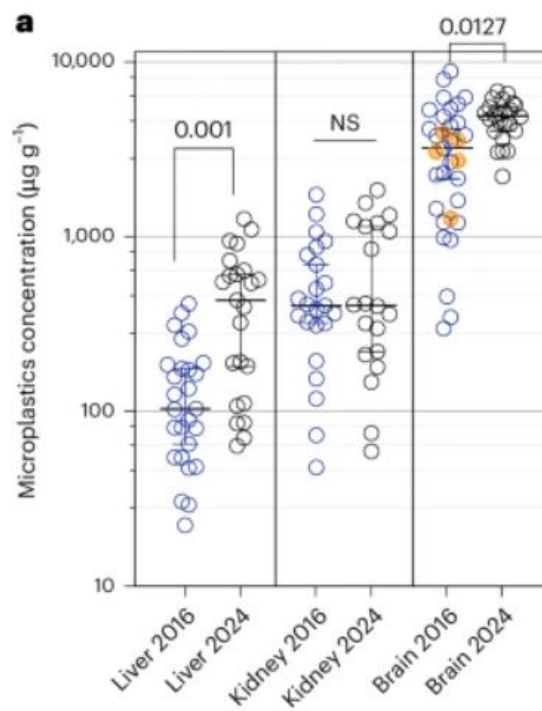
<sup>263</sup> E. J. Carpenter és K. L. Smith, Jr., „Plastics on the Sargasso Sea Surface”, *Science* 175, no. 4027 (1972): 1240–41

<sup>264</sup> Richard C. Thompson, Ylva Olsen, Richard P. Mitchell, Anthony Davis, Steven J. Rowland, Anthony W. G. John, Daniel McGonigle, Andrea E. Russell, „Lost at Sea: Where Is All the Plastic?”, *Science* 304, no. 5672 (2004): 838

<sup>265</sup> Alexandra Ter Halle, Laurent Jeanneau, Marion Martignac Emilie Jardé, Boris Pedrono, Laurent Brach, Julien Gigault, „Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre”, *Environmental Science & Technology* 51, no. 23 (2017): 13689–13697

A nanoműanyagok emberi szervezetben való jelenlétének detektálása először 2022-ben történt meg emberi vérből,<sup>266</sup> ezt követően pedig számos emberi szervben kimutatták, például vesében, májban és az agyban is. Végezetül egy elgondolkodtató tanulmány, mely jelzi a súlyosbodó problémát. Különböző években (2016, 2024) elhunytakon biopsziát végeztek májban, vesében és agyban, ahol a máj és az agy esetében a szervben jelen lévő mikroműanyag mennyisége jól láthatóan növekedett.<sup>267</sup> (1. ábra)

**1. ábra. Mikroműanyag-akkumuláció különböző szervekből vett mintákban 2016-ban és 2024-ben**



Ezen rövid bemutató után a tanulmány következő részeiben megvizsgáljuk, pontosan mik is azok a műanyagok, mikroműanyagok és nanoműanyagok; pontosan honnan is származnak; milyen hatásokat gyakorolnak környezetünkre és szervezetünkre, és végül megpróbáljuk feltérképezni, jelenleg milyen megoldások állnak rendelkezésre ezen szennyezés orvoslására és milyen szakpolitikai irányzatok vannak jelen.

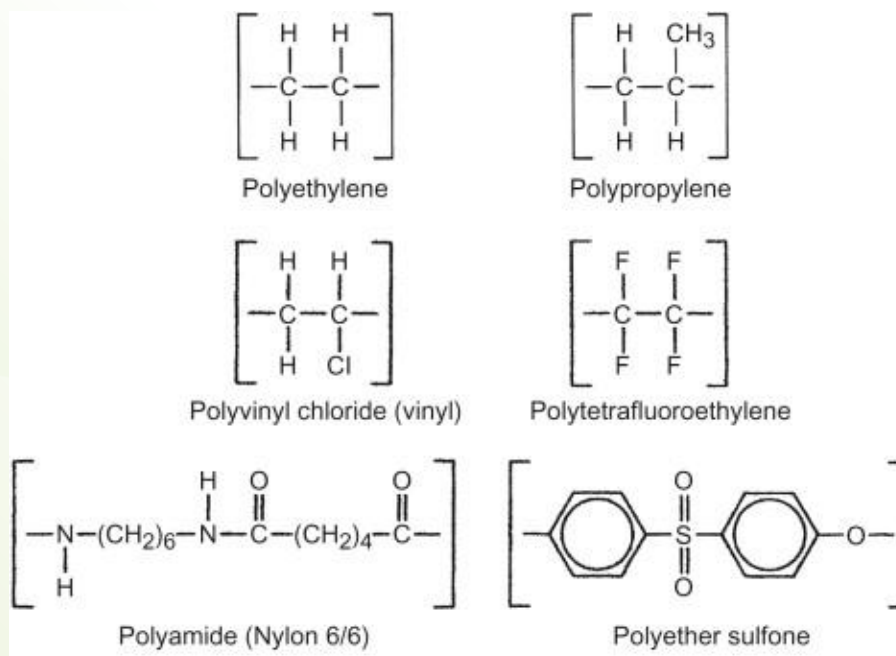
<sup>266</sup> Heather A. Leslie, Heather A. Leslie, Martin J.M. van Velzen, Sicco H. Brandsma, A. Dick Vethaak, Juan J. Garcia-Vallejo, Marja H. Lamoree, „Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood”, *Environment International* 163 (2022): 107199

<sup>267</sup> Alexander J. Nihart és mtsai. „Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains”, *Nature Medicine* 31 (2025): 1114–1119

## Műanyagok származása, szerepük életünkben és degradációjuk

A téma feldolgozásához először is meg kell értenünk, mik azok a műanyagok. A műanyagok kevés kivétellel óriás molekulájú szerves anyagok, melyek apró egységekből, úgynevezett monomerekből állnak (2. ábra), melyek több ezer-tízezer alkalommal megismétlődnek, létrehozva egy hosszú láncot – a polimert –, a műanyag alkotóját. Ezen a hosszú láncon lehetnek leágazások, mely egyedi tulajdonságokat adhat, illetve, amit mi a kezünkbe fogunk és műanyagnak hívunk, még számos változáson átmehet, különböző lágyítók és adalékok hozzáadásával (ez a későbbiekben még fontos lesz).

### 2. ábra. Néhány elterjedt használatú polimer (monomer) szerkezeti képlete<sup>268</sup>



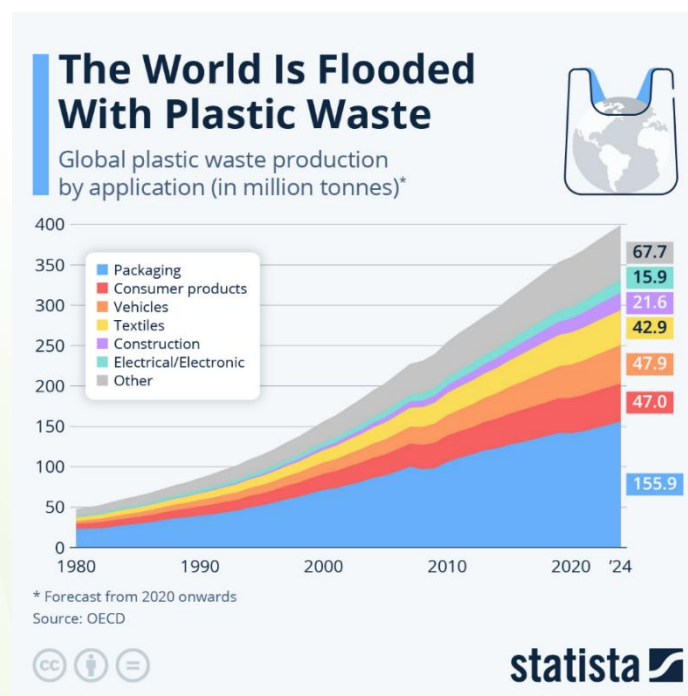
Maga a műanyag, avagy plasztik szó a görög plastikosból ered, mely (törés nélkül) formázható jelent. Ez jól le is írja, miért terjedt el és miért szeretjük ezt az anyagot. Kiválóak a fizikai tulajdonságai, súlya könnyű, változatos célokra előállítható nagy mennyiségben és olcsón.

Tekintsünk csak a fentebb (2. ábra) felsorolt műanyagokra: a polietilént és polipropilént – csomagolásra, poli(vinil-klorid)-ot (PVC) csövek és padlóburkolatok elterjedt anyaga, míg a poli(tetrafluoretilén)-t avagy teflont vagy a nejlont senkinek nem kell bemutatni.

<sup>268</sup> Michael Pfeifer, „Material Properties and Materials Science”, a Materials Enabled Designs könyvben (Burlington: Butterworth-Heinemann Kiadó, 2009) [4. Fejezet]

Ezen anyagokat mi is jelentős mennyiségben gyártjuk hazánkban, legyen szó a BorsodChemről vagy a Mol Petrolkémiairól. Ezekkel az anyagokkal nap mint nap kapcsolatba kerülünk és használjuk őket, ártalmat nem tapasztalunk alkalmazásuk során. Így felmerül a kérdés, hogy is válnak ezek a mindennapjainkat képező anyagok veszélyes szennyezéssé. Először is látnunk kell, hogy legnagyobb előnyük egyben hátrányuk is, a műanyagok nagy része rendkívüli tartóssága miatt akár több száz-ezer év lebomlási idővel rendelkezik becslések szerint, illetve évről évre nagyobb mennyiségben jön létre műanyag hulladék. (3. ábra)

3. ábra. A világ műanyag hulladék-termelése felhasználás szerint<sup>269</sup>

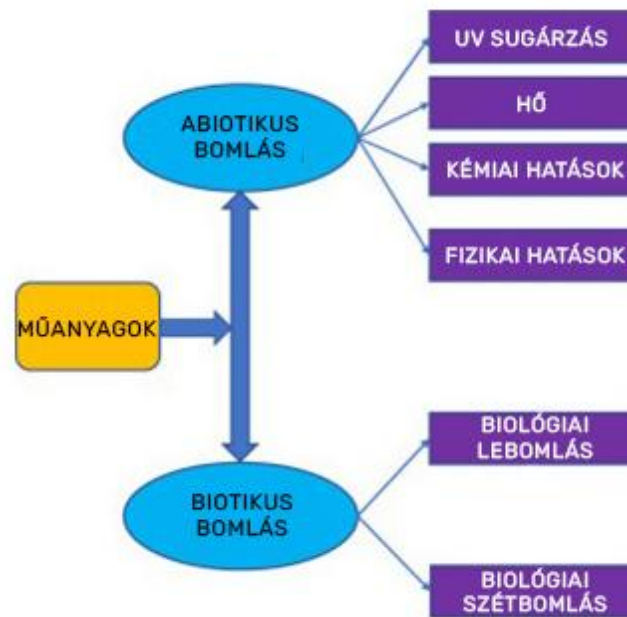


A környezetbe kikerült műanyagok szép lassan vándorolnak, jobb esetben szemétkukákban állnak halmokban, rosszabb esetben a természetben vagy szigeteket képezve úsznak az óceánokon. Pont ez a természetbe kerülés a probléma forrása, itt különböző hatások érik a műanyagot, mely során egy aprózódási folyamat indul meg.

Ezen folyamatok sokfélék, a mechanikai hatásoktól (áramlási nyíróhatás, súrlódás) kezdve, szerepet játszhatnak kémiai folyamatok (hidrolízis, oxidáció), UV-fény, hő, de biológiai folyamatok is. (4. ábra) Egy másik forrás maguk az emberek által létrehozott mikroműanyagok, melyek kozmetikumokban vagy mosószerekben vannak jelen, azonban ezek a problémás szennyezésnek csupán töredékét teszik ki.

<sup>269</sup> „Global Plastic Waste Production by Application”, [Statista](#)

4. ábra. Folyamatok, melyek a műanyag degradációjához, aprózódásához vezetnek<sup>270</sup>



Az aprózódás következtében jönnek létre a mikroműanyagok, melyek mérete 5 millimétertől 1 mikrométerig terjed, a gombostűfejtől a porszem méretig, alsó tartománya már az emberi szemmel nem látható tartományban található.

A nanoműanyagok még ennél is kisebbek: 1 mikrométer és 1 nanométer között találhatóak, detektálásukhoz speciális műszerek szükségesek. Ez a kis méret gyors transzportot is jelent, az áramlatok és szellőkések a civilizációtól távoli helyekre is képesek eljuttatni, akár a Pireneusok hegyei között, akár az Északi-sark jegébe fagyva.

#### Előfordulásaik és negatív hatásaik

Mikro- és nanoműanyagot már szinte a világ bármely pontján tudunk detektálni, azonban a mélytengeri árkok és távoli hegycsúcsok kevésbé életbevágóak számunkra, mint saját környezetünk. Európa folyói és tavai változó mértékben szennyezettek, míg a Földközi-tenger az egyik legszennyezettebbnek számít a világon<sup>271</sup>. A termőföldek tekintetében is problematikus a helyzet, hazai termőföldekben is észlelhető a szennyezés. Különösen problematikus ez az alföldi területeken, ahol a nyári nagy szárazságok alkalmával a termőföld töredezése miatt nagy mélységekbe is lejuthatnak a mikro- és nanoműanyagok, ezáltal a rétegvizeket szennyezve.

<sup>270</sup> Kai Zhang és mtsai, „Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review”, Environmental Pollution 274 (2021): 116554

<sup>271</sup> „Out of the Plastic Trap”, [WWF](#)

A vízgazdálkodásban jelen lévő műanyagszennyezés megállapítása nem könnyű, mert számos faktortól függ, legyen az a mintavételezés pontos helye a folyószakaszon, típusa (vízáram vagy meder), az időszak az éven belül, tekintve akár áradási-apály időszakokat, illetve mértékegységi eltérés is lehet, részecske darab/liter vagy részecske tömeg/liter. Ezen esetben a tanulmány próbál a vízáramból származó és az egyéb tanulmányokat áttekintve az átlagértékekhez legközelebb állókat bemutatni. Ez a Tisza esetében 30-70 részecske/liter, a Duna esetében 55-65 részecske/liter,<sup>272</sup> addig a Balaton zárt ökoszisztémájának köszönhetően 21 részecske/liter értéket állapítottak meg. Ezen értékek európai viszonylatban nem kimagaslóak, a Pó folyó esetében 1000 részecske/litert is mértek, de a Rajna, Szajna és egyéb nagy ipari, városi övezetek folyói sem mutatnak sokkal jobb értékeket.<sup>273</sup> A vizekben jelen lévő mikroműanyag bekerül a halak szervezetébe, illetve az azokat fogyasztó madarakéba is. Ez okozhat náluk szervi károsodást, de akár a hamis teltségérzet is egészségkárosodást okozhat. Természetesen a folyamat itt nem áll meg, a táplálékláncon keresztül hozzánk is eljut ezen szennyeződés. A mikroműanyagokról széles körűek az ismereteink, az állatok fogyasztásából származó bevitel mellett a szennyvízkezelés során ki tudjuk részben választani, így vízfogyasztáskor is korlátozott a szervezetbe jutás, illetve az emberi szervezet is kiválasztja őket, egészségügyi problémákat jelenlegi tudásunk szerint minimálisan okoznak direkt úton. A műanyagokkal egyetemben azonban szervezetünkbe kerülnek a különböző hozzáadott anyagok is, melyek lágysítóként, színezékként és egyéb módosítóként vannak jelen, és melyek kioldódása a bélcsatornában a savak, illetve a különböző enzimek által szervezetünkbe veszélyt jelenthet.

Ilyen adalékok a ftalátok, melyek a tesztoszteronszint csökkenését okozzák; a BPA, melyet már cumisüvegekben betiltottak egészségveszélyeztető hatásai miatt.<sup>274</sup> Az indirekt hatások, mint a baktériumok hordozása is kockázatot jelenthetnek. Egy figyelemfelhívó tanulmány, melyet a WHO 2019-ben készített, megpróbálta megbecsülni egy átlagember műanyagbevitelét figyelembe véve néhány alapvető élelmiszert, csapvizet és egyéb beviteli forrásokat.

A tanulmány megállapítása szerint heti 5 gramm műanyagot viszünk be, mely egy műanyag bankkártyának felel meg, míg éves szinten ez a mennyiség 250 grammra is rúghat.<sup>275</sup> A termőföldek esetében sincs könnyű dolgunk a megbecslésére a műanyag mennyiségének, jelen pillanatban Dél-Magyarországot vizsgálva az érték 200-500 részecske/kg termőföldre számítható.<sup>276</sup>

<sup>272</sup> Zoltán Palotai, Gábor Bordós, Bence Prikler és Áron Móri, „Microplastics in wastewater”, Dunai Regionális Stratégia

<sup>273</sup> „Lake Balaton contains ten times less microplastics than the most polluted natural waters in Hungary”, HUN-REN

Európai viszonylatban egyértelműen megfigyelhető, hogy ahol a szennyvízkezelés után visszamaradt iszapot felhasználják a trágyázásban, talajdúsításban, mint Hollandia vagy Németország, a szennyezés értéke magasabb.<sup>277</sup> Mit is jelent gyakorlatban a talajok ezen típusú szennyezése?

A károk széles körűek lehetnek, a talaj struktúrájának megváltoztatása és a tápanyagok hozzáférhetőségének korlátozása egyértelműen negatív hatással van a terméshozamra. Ezt a német kutatóra, Liebigre visszamenőleg tudjuk vezetni, aki 1840-ben megfogalmazta törvényét, mely szerint a növények növekedését mindig az igényekhez képest legkisebb mennyiségben jelen levő tápanyag korlátozza. Ez azonban a probléma csupán egyik része, a pórusok eltömődésével a gyökerek is kevésbé hatékonyak a víz felvételében, tovább korlátozva a növény növekedését és egészségét. A talajban lévő műanyag lehet góc is különböző gombák, mikrobák megtelepedésére, melyek a növényeket megtámadhatják. Végül maguk a növények is érzékelnek stresszt, az utóbbi években egyre több tanulmány lát napvilágot, hogy a megváltozott környezet és a felborult kémiai egyensúly, a szennyezés hormonproblémákat okozhat, de magát a klorofill- és a fotoszintézist is negatívan befolyásolhatja.<sup>278</sup>

A jelenlegi tanulmányok szerint terménytípustól függően változhat, mekkora veszteséget szenvedünk el a mikroműanyag-szennyezés hatására, jelenlegi számítások szerint 5-15%, de akár 30%-ot is elérhet ez az érték.<sup>279</sup> Eddig a mikroműanyagokat tárgyaltuk meg, mint már ismertebb, jobban körüljárható témát, a nanoműanyag egy újabb, nehezebben vizsgálható és nagy valószínűséggel a kettő közül a veszélyesebb. A mezőgazdaság és termények tekintetében a nanoműanyagok esetében is hasonló effektusokat látunk, terménycsökkenés, növekedési zavar, tápértékvesztés, illetve a szennyezés felhalmozódása a terményekben.<sup>280</sup>

<sup>274</sup> Anh T.Ngoc Do, Yeonjeong Ha és Jung-Hwan Kwon, „Leaching of microplastic-associated additives in aquatic environments: A critical review”, *Environmental Pollution* 305 (2022): 119258,

<sup>275</sup> „Plastic ingestion by humans could equate to eating a credit card a week”, [WWE](#)

<sup>276</sup> Ibrahim Sa’adu és Andrea Farsang, „Greenhouse farming as a source of macroplastic and microplastics contamination in agricultural soils: a case study from Southeast-Hungary”, *Agrokémia és Talajtan* 71, no. 1 (2022): 43–57

<sup>277</sup> Sarah Piehl, Anna Leibner, Martin G. J. Löder, Rachid Dris, Christina Bogner és Christian Laforsch, „Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland”, *Scientific Reports* 8 (2018): 17950

<sup>278</sup> Li Jia, Lining Liu, Yujing Zhang, Wenxuan Fu, Xing Liu, Qianqian Wang, Mohsin Tanveer és Liping Huang, „Microplastic stress in plants: effects on plant growth and their remediations”, *Frontiers in Plant Science* 14 (2023): 1226484

<sup>279</sup> Anderson Abel de Souza Machado, Chung Wai Lau, Jennifer Till, Werner Kloas, Anika Lehmann, Roland Becker és Matthias C. Rillig, „Impacts of Microplastics on the Soil Biophysical Environment”, *Environmental Science & Technology* 52, no. 17 (2018)

<sup>280</sup> Tarcisio Wolff Leal, Gabriel Tochetto, Sayonara Vanessa de Medeiros Lima, Patricia Viera de Oliveira, Henrico Junior Schossler, Carlos Rafael Silva de Oliveira és Afonso Henrique da Silva Júnior, „Nanoplastics and Microplastics in Agricultural Systems: Effects on Plants and Implications for Human Consumption”, *Microplastics* 4, no. 2 (2025): 18

Azonban élő szervezetekre valószínűleg veszélyesebb a nanoműanyag. Kis mérete miatt át tud jutni a sejtfalakon, membránokon, bejutni a sejtekbe, károsodást okozni akár ott, akár az endokrin (hormonális) rendszerben.

Ezt vízi élőlények esetében már megfigyelték, embriókárosító hatását zebrahalaknál, vagy osztriga esetében is<sup>281</sup> egyértelműen károsította a korai életciklusokat, de felnőtt egerek esetében is megfigyelhető, hogy memóriakárosító, neurotoxikus hatása van.<sup>282</sup>

Az emberi szervezettel kapcsolatban is folyamatosan nő a tanulmányok száma. Tudomásunk van oxidatív stressz (rák, gyulladás) növelő hatásokról, szervkárosító hatásról, az egereknél is megfigyelhető neurodegeneratív hatásról, illetve kifejezetten aggasztó módon a fejlődő magzathoz is eljuthat és ott károsító hatása lehet.<sup>283</sup> Teljes körű vizsgálat azonban még nem elérhető egyrészt nehéz detektálhatóságuk miatt, másrészt a téma frissessége miatt, a hosszú távú hatások valójában csak a jövőben fognak kiderülni. A törvényi szabályozás egyelőre ugyancsak hiányos, mind EU-s, mind hazai szinten a probléma összetettsége és újdonsága miatt.

### **Mentesítés és megelőzés**

A problémát látva méltán merülhet fel a kérdés, mit is tehetünk. Milyen módunk van a szennyezés mentesítésére, megóvni egészségünket és környezetünket? A már természetben lévő mikroműanyagok esetében számos módunk van az eltávolításra, bár egyik sem tökéletes. A víz esetében a szennyezést megfogó úgynevezett 'floating barrier' képes az átfolyó vízből jelentős mennyiségben fenntartani a szennyezést. Hétköznapi használat esetén is hasonlókat látunk, a szennyvíztelepi kezelésen átesett víz elveszti a mikroműanyag-tartalom 80-90%-át, míg a személyi használat esetén is különböző szűrőkkel (például karbon vagy membrán) képesek lehetünk a szennyezés nagy részét eltávolítani. Hal fogyasztása esetén pedig a belsőségek eltávolításával a szennyezés nagy részét is eltávolítjuk. Mindezekon felül magában a természetben is játszódnak le öntisztító folyamatok.

<sup>281</sup> Tallec Kevin, Huvet Arnaud, Di Poi Carole, González-Fernández Carmen, Lambert Christophe, Petton Bruno, Le Goïc Nelly, Berchel Mathieu, Soudant Philippe és Ika Paul-Pont, „*Nanoplastics impaired oyster free living stages, gametes and embryos*”, *Environmental Pollution* 242, Part B (2018): 1226–1235

<sup>282</sup> Yunn Me Me Paing, Yunkyung Eom, Gyeong Bae Song, Bokyoung Kim, Myung Gil Choi, Sungguan Hong és Sung Hoon Lee, „*Neurotoxic effects of polystyrene nanoplastics on memory and microglial activation: Insights from in vivo and in vitro studies*”, *Science of The Total Environment* 924 (2024): 171681

<sup>283</sup> Danyang Wan, Yujie Liu, Qianjing Chang, Zhaofeng Liu, Qing Wang, Rui Niu, Beibei Gao, Quanquan Guan és Yankai Xia, „*Micro/Nanoplastic Exposure on Placental Health and Adverse Pregnancy Risks: Novel Assessment System Based upon Targeted Risk Assessment Environmental Chemicals Strategy*”, *Toxics* 12, no. 8 (2024): 553

A nanoműanyagok esetében sajnos komplikáltabb a helyzet, kis méretük miatt nehezen detektálhatóak és még nehezebben eltávolíthatóak. A szűrés ez esetben rendkívül költséges, úgynevezett ultraszűrő használata szükséges, mely mind mennyiségben, mind energiahatékonyságban limitált. Másrészt úgynevezett aggregáltató szerekre támaszkodhatunk, melynek következtében a nanoműanyag nagyobb mikroműanyag-szemcsékké áll össze, melyet már könnyebben tudunk eltávolítani. Végül folyamatos próbálkozások vannak nanoműanyag lebontására, akár kémiai szerekkel, akár baktériumokkal, akár enzimekkel. Ezen módszerek közül azonban egyik sem áll készen még ipari alkalmazásra se méretben, se hatékonyságban. Hatékony módszer hiányában mit tehetünk? Egyrészt a kutatás-fejlesztés irányvonalon próbálunk megoldást találni, míg párhuzamosan a megelőzés és a jogszabályi háttér erősítésével tudunk fellépni, mely ezen tanulmány utolsó és egyben talán legaktuálisabb fejezete.

### **Szabályozás és megelőzés**

Mínt hogy a szennyezés mértékét nehéz csökkenteni, a leghatékonyabb fegyver a kezünkben a megfelelő jogszabályi háttér a szennyezés csökkentésére és a megelőzés. Az Európai Unió számos jogszabállyal próbálta csökkenteni a szennyezést és elősegíteni a környezetbarátabb átállást. A folyamat kezdetét 2016-2017-re tehetjük, mikor az első rendelkezés megszületett, a körforgásos gazdaságról szóló állásfoglalás, illetve az Európai Bizottság állást foglalt egy műanyagszennyezést csökkentő terv kidolgozására. Ezt követte 2018-ban az egyszer használatos műanyag csomagolások kivezetésére a tervezet 2030-as határidőig, melyet egy újabb bizottsági határozatjavaslat követett 2024-ben, mely már ezen csomagolások újrahasznosíthatóságát és biológiailag lebomló műanyagokból való előállítását célozza. A ruházatban, kozmetikumokban, de akár ragasztókban vagy cementekben történő mikrogyöngyös vagy szálak erősítés, mely a természetbe juthat is most már figyelem és jogszabályi kidolgozás alatt áll, illetve részben tiltva van. Ugyancsak hangsúlyt fektettek a kereskedelmi trükkökre, csak a ténylegesen lebomló műanyagokat lehet lebomlónak feltüntetni a csupán kisebb részecskékre bomlók helyett. Mindezek mellett a potenciálisan veszélyes műanyagok és műanyagadalékok már korlátozásra vagy betiltásra kerültek a REACH rendszer keretében. A talajdúsításra használt szennyvíziszap szabályozása sajnálatos módon egyelőre csupán a nehézfémekben merül ki, illetve a műanyagszennyezést tekintve csupán tagállami szinten vannak rendelkezések, például Németország esetében 0,1 tömegszázalékra esik ez a korlátozás. Végezetül a különböző kutató- és tudományos programok kerülnek előtérbe, mint a Horizon Europe vagy a European Research Council támogatásai, melyeket részben kifejezetten a mikro- és nanoműanyagokkal kapcsolatos kutatásokra szánnak.

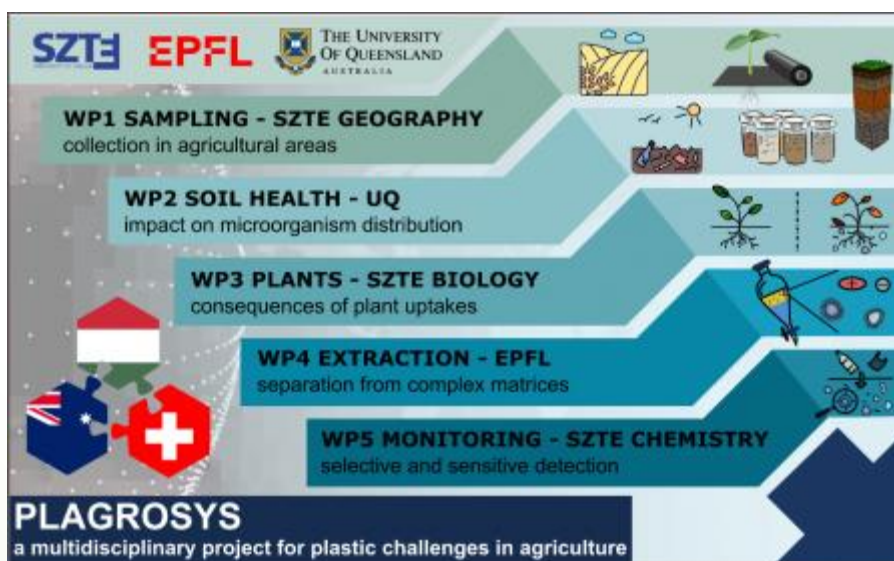
Ezen a ponton fontos megemlíteni a magyar szálát is. Összhangban a nemzetközi javaslatokkal és EU-s irányelvekkel már születtek kormányrendeletek ezen veszélyforrás szabályozására. Példának okáért a műanyag létrehozása – a polimerizáció – sose megy végbe tökéletesen, az alkotóelemek – monomerek – kioldódhatnak hosszú expozíciót követően, így a potenciálisan egészségre veszélyes műanyagokból készült tárgyak, például vízcsövek használata tiltott. De ebbe a kategóriába sorolható a 349/2021. (VI. 22.) kormányrendelet az egyes műanyag termékek környezetre gyakorolt hatásának csökkentéséről, mely az egyszer használatos műanyagokról is rendelkezik. Végül egy friss hír és hazánk sikere, az EU-elnökség időszaka alatt Raisz Anikó államtitkár elnökletével elfogadták az állásfoglalást a műanyag pelleték környezetbe jutásával kapcsolatban (tárolás, szállítás, felhasználás), mely a harmadik legnagyobb nem szándékos mikroműanyag-kibocsátási forma. Ezen felhatalmazás alapján megkezdődhetnek a tárgyalások a jogalkotókkal, illetve az érintett partnerekkel az új keretrendszer kialakításáról, mely akár 74%-kal csökkentheti ezen szennyezési forrást.<sup>284</sup>

A hazai kutatási életre is nagy hangsúlyt fektet a kormány. A HU-rizont magyar kutatási program 2025-ben harminc kutatást díjazott és biztosított támogatást. Ezek közül négy kapcsolódik a műanyagszennyezések témájához. A Szegedi Tudományegyetemen két projekt is ezzel kapcsolatosan indult, az egyik a PLAGROSYS, mely a szegedi kémia, biológia, illetve földrajz és földtudományi intézetének kollaborációja, közösen a University of Queenslanddel (Ausztrália) és a Swiss Federal Institute of Technology Lausanne-nal (Svájc).

Ennek során megpróbálják felderíteni, mely tájak szennyezettek, terjedési útvonalakat azonosítani, növénybiológiai hatásokat jobban megismerni, illetve kialakítani egy hatékony monitorozási technikát. (5. ábra.) A másik projekt, a NOEMA során pedig a szegedi orvostudományi kar, illetve Kiválósági Központ kutatói az Ulmi Egyetemen és a Cambridge-i Egyetemen közösen próbálják felderíteni ezen részecskék élettani hatását.

<sup>284</sup> „A magyar elnökség újabb sikere: közös tanácsi álláspont a szennyező mikroműanyagokkal szemben”, [Európai Tanács Magyar Elnöksége](#)

5. ábra. A PLAGROSYS HU-rizon nemzetközi együttműködés projekt terve a nano- és mikroműanyag feltérképezésére<sup>285</sup>



Ez a két kutatás közvetlenül kapcsolódik a mikro- és nanoműanyagok témájához, míg két projekt nagyobb távlatból közelít a problémához. Az agráriumban a zöldhulladék mellett felhasználásra kerülő műanyag hulladékok gazdaságos átalakítása és újrahasznosítása a célja a Pannon Egyetem WA-for-SusMat projektjének.

Ennek során különböző útvonalakon a hulladékból értékes kémiai alapanyagokat és kiindulási vegyületeket céloznak létrehozni, ami segítené az újrahasznosítás gazdaságosabbá tételét, illetve fenntartható műanyag-előállításához vezetni. Végül, de nem utolsósorban a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem PFAQuatic nevű projektje már nevében is utal a megoldandó és kutatás alatt álló feladatkörre. A PFA a per- és polifluorozott alkánokra utal, részben ezek is a polimer-műanyag vegyületek egy csoportja, mely csupán az elmúlt pár évben lett hangsúlyos.

Ezek a vegyületek számos betegséget okozhatnak: májkárosodást, autoimmun betegséget, illetve rákot is. A hatékony nyomonkövetése ennek a szennyezésnek világ- és európai szinten is kezdeti szakaszban van, de nagy a jelentősége. Így a magyar tudományos közösség az élvonalak között vizsgálja ezt a problémát, mely a műanyag-, kémiai szennyezések közül jelen pillanatban az egyik legaggodalomkeltőbbnek tűnik.<sup>286</sup>

<sup>285</sup> „Egyre több nanoműanyag a talajban”, [Szegedi Tudományegyetem](#).

Végszóként meg kell említeni a nemzetközi kapcsolatok jelentőségét, és itt nem csak az EU-s jogszabályokra kell gondolni. A mikro- és nanoműanyag-szennyezés nem áll meg határainknál: részben rajtunk kívül álló okok, például a szél vagy az eső juttatják el hozzánk, részben pedig más országok szennyezésének következményeit is viseljük. Magyarország legszennyezettebb folyójának a részletezett szempontból a Bodrogot találták a nagy mennyiségű műanyag hulladék következtében, mely Ukrajna felől érkezik hazánkba. Fontos, hogy régióink országai és a globális közösség egyaránt törekedjenek a környezettudatosságra, mert egyedül kevesek vagyunk, és a szennyezés magától nem áll meg. Végül pedig önt kérem, ezen tanulmány olvasóját, hogy törekedjen szép hazánk tájainak védelmére, a személtelés mellőzésére és a környezettudatos életmódra, hiszen jelen pillanatban az egyik legjobb módszerünk a szennyezés visszaszorítására a megelőzés.

<sup>286</sup> „[HU-rizont](#) 2024 nyertes projektek”, Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal



Kiadja: Mathias Corvinus Collegium

Budapest, Tas vezér u. 3-7. | 1113 Budapest | MAGYARORSZÁG

© Copyright 2025 by Klímapolitikai Intézet és Mathias Corvinus Collegium