



Kozma, Dorottya Edina<sup>1</sup> – Molnárné Barna, Katalin<sup>2</sup>

# Az EU 27 klímaváltozási rangsorának vizsgálata<sup>3</sup>

## Climate Change Ranking of the EU 27

### ABSZTRAKT

Az emberiségnek a Földre gyakorolt hatása egyre nyilvánvalóbb. Az elmúlt száz év tudományos és technológiai fejlődése ellenére az olyan problémák, mint a járványok, állandó fenyegetést jelentenek a társadalomra. Jelen tanulmány célja, hogy megvizsgálja az Európai Unió 27 tagállamára vonatkozó, éghajlatváltozásra jellemző indikátorokat abból a célból, hogy tagállami szintű kompozit indikátorok kerülhessenek megalkotásra. A kutatási cél megvalósítása szekunder adatok segítségével az Eurostat különböző, az éghajlatváltozásra vonatkozó, valamely részterületéhez kapcsolódó adatbázisán alapul a 2017, a 2019 és a 2021-es évekre. A tanulmány kutatási eredménye rávilágított arra, hogy habár a klímaváltozáshoz kapcsolódóan létre lehet hozni kompozit mutatószámot, azonban még így sem könnyű mérni az EU-s tagállamok teljesítményét, rangsorát. Az országok különböző gazdasági, társadalmi és környezeti helyzettel rendelkeznek, melyek nagyban befolyásolják a rangsorban való elhelyezkedésüket, és emellett a fejlettségük is eltérő a vizsgált területen. A világjárvány bár pillanatnyi változást hozott a károsanyag-kibocsátásban, az ÜHG növekedésében azonban a rangsorra igen nagy hatást gyakorolt, melyben az országok viszonylag stabil helyzete megváltozott.

*Kulcsszavak: EU27, klímaváltozás, kompozit indikátor, rangsor*

### ABSTRACT

The impact of human activities on the Earth is becoming increasingly evident. Despite significant scientific and technological advances over the past century, issues such as epidemics remain a persistent threat. This study aims to examine climate change indicators for the 27 EU Member States in order to develop composite indicators. The research objective is achieved using secondary data from Eurostat's various climate change-related databases for the years 2017, 2019, and 2021. The results indicate that while it is feasible to create a composite indicator for climate change, measuring and ranking the performance of Member States remains challenging. Differences in economic, social, and environmental conditions among countries significantly affect their rankings and levels of development. The pandemic caused a temporary shift in emissions and greenhouse gas growth, which had a major impact on rankings, altering the previously stable positions of countries.

*Keywords: climate change, composite indicator, EU27, ranking*

<sup>1</sup> Assitant Professor, University of Pannonia, Institute of Business Studies, Department of Accounting and Finance; Egyetem street 10, Veszprém, H-8200; +36 88/624-177; E-mail: [kozma.dorottya.edina@gtk.uni-pannon.hu](mailto:kozma.dorottya.edina@gtk.uni-pannon.hu); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4948-8815>

<sup>2</sup> Associate Professor, University of Pannonia, Institute of Business Studies, Department of Accounting and Finance; Egyetem street 10, Veszprém, H-8200; +36 88/624-874; E-mail: [barna.katalin@gtk.uni-pannon.hu](mailto:barna.katalin@gtk.uni-pannon.hu); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8212-0468>

<sup>3</sup> „A közlemény a TKP2021-NKTA-21 számú projekt keretében a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2021. évi Témaerületi Kiválóság Program pályázati program finanszírozásában valósult meg.”

## BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozás korunk egyik legnagyobb kihívása. Számos, az egész bolygóra kiható árnyként jelenik meg a jelen kor gazdaságában (Patocskai, 2011). Következményei a biológiai élővilágra, valamint az éghajlatváltozásnak kitett sérülékeny társadalmakra az egész tudományos közösséget foglalkoztatják. Emelkedő hőmérséklet, hőhullámok, árvizek, tornádók, hurrikánok, aszályok, tüzek, erdőpusztulás, a gleccserek elvesztése, a folyók eltűnése és az elsivatagosodás közvetlenül és közvetve fizikai és mentális emberi kórképeket okozhatnak (Cianconi et al., 2020). A tudósok az 1970-es évek óta próbálják megérteni a környezeti tényezőkkel kapcsolatos folyamatokat, amelyek az éghajlatváltozáshoz vezetnek. Éghajlatunk folyamatosan változik, egyértelmű hatásai mutatkoznak meg helyi, regionális, országos és globális szinten is. Az emberi tevékenységek bizonyítottan megváltoztatták a légkör összetételét, ami az üvegházhatáshoz és ezáltal a globális felmelegedéshez vezet. A globális felmelegedés valószínűleg széles körű vészhelyzeteket fog okozni a jövőben (Diffenbaugh & Scherer, 2013).

Az éghajlatváltozás minden időjárási eseményre hatással van. Az elmúlt években a korábbi korszakokhoz képest magasabb globális hőmérsékleteket és páratartalom-különbségeket regisztráltak (Trenberth, 2012). Az éghajlatváltozással kapcsolatban van némi bizonytalanság. A tudományos közösség még nem tudta teljes mértékben összefüggésbe hozni az éghajlatváltozást a szélsőséges időjárási események számának növekedésével. Ugyanakkor számos szerző határozottan úgy véli, hogy a szélsőséges éghajlati események jelentős hatással vannak az ökoszisztémákra és a társadalmakra. A háztartások azonban az éghajlatváltozás kezelésében és az éghajlat-politikában minimális befolyásoló szereppel bírnak (González-Hernández et al., 2023). Az átlaghőmérséklet, valamint a csapadék változásai és tendenciái közvetlen összefüggésbe hozhatók a hurrikánok, az aszályok, a hőhullámok és a heves csapadékhullások számának növekedésével (Jentsch & Beierkuhnlein 2008). A tudósok biztosak abban, hogy az antropogén hatás hozzájárult a globális szinten katasztrofális kimenetelű szélsőséges események növekedéséhez (IPCC, 2012).

Világméretű trend vezet a nemzetközi közösséget afelé, hogy felfedezze az éghajlatváltozás elleni küzdelem egyre hatásosabb, hatékonyabb módszereit, a klímaváltozás méréséhez kapcsolódó egyszerűbb mérési lehetőségek kidolgozását. A kutatási témához szerves módon kapcsolódó publikációk azt mutatják, hogy számos szerző vagy kutatócsoport, nemzetközi szervezet foglalkozott már azzal, hogy kompozit indikátorokat hozzon létre. Jelen tanulmány szerzői arra vállalkoztak, hogy kifejezetten az Eurostat éghajlatváltozásra vonatkozó adatbázisa alapján alakítsanak ki egy kompozit mutatószámot skálaösszehangoló transzformáció segítségével az Európai Unió 27 tagállamára vonatkozóan. Kutatási kérdésként megfogalmazható, hogy valóban létrehozható-e ezzel a módszerrel egy kompozit mutatószám, és ha igen, akkor segítségével milyen rangsor alakítható ki a tagállamokra vonatkozóan; a rangsorbeli elhelyezkedés milyen következtetéseket enged levonni az országok klímastratégiáikban vállalt kötelezettségei szerint. További kérdés, hogy a COVID-19 világjárvány milyen hatással volt a tagállamok rangsorbeli elhelyezkedésére. A kutatók vizsgálata kifejezetten a COVID-19 járványt

megelőző időszakra, a 2017-es és a 2019-es, valamint a 2021-es évre vonatkozott. Ennek értelmében pedig a klímaváltozást általánosságban és a járvány miatt kialakuló folyamatok hatását vizsgálták, valamint az ehhez szorosan kapcsolódó, a rangsorokban való elhelyezkedést.

## **SZAKIRODALMI ELŐZMÉNYEK**

### **Éghajlatváltozás és klímapolitika**

A médiában, a szakirodalmakban és egyéb forrásokban olvasott fogalom, az éghajlatváltozás az UNFCCC értelmezése szerint az éghajlat olyan változása, amely közvetlenül vagy közvetve az emberi tevékenységeknek köszönhető, és megváltoztatja a bolygó légkörének összetételét. Ezt a folyamatot a meteorológiai statisztikai mennyiségek szisztematikus változásainak mérésével, a változók statisztikai értékelésével fejezik ki (Sands, 1992). Éppen ezért az éghajlatváltozás értékelésénél a természetes éghajlati változékonyságot az összetett, természetes folyamatokhoz viszonyítva kell figyelembe venni. A biológiai sokféleség csökkenése, az ökoszisztémák pusztulása és az éghajlatváltozás mind összefüggnek egymással, és komoly hatással vannak társadalmi-gazdasági stabilitásunkra, egészségünkre és jólétünkre (Nazim et al., 2023). Az emberek tulajdonságaikból fakadóan kontrollálni szeretnék a klímaváltozás hatásait, de az ellentétes gazdasági és politikai érdekek, a nem megfelelő ismeretek és a felkészültségbeli hiányosságok miatt nem tudnak megfelelő erőforrásokat koncentrálni (Kulcsár, 2013).

Az elmúlt évszázadokban rögzített számos objektív bizonyíték drámai éghajlati változásokra mutatott rá: a levegő és az óceánok hőmérsékletének emelkedése, a tengerszint emelkedése, a gleccserek széles körű olvadása, a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoriságának és intenzitásának növekedése, az éves csapadékmennyiség egyenlőtlen eloszlása (Hughes, 2000). Az éghajlati megfigyelések globális felmelegedési tendencia meglétét bizonyítják: a globális átlaghőmérséklet 1990 óta 0,8 °C-kal emelkedett (Hansen et al., 2006), és az 1880 óta világszerte megfigyelt 12 legmelegebb év mindegyike az 1990 és 2005 közötti időszakban következett be.

A különböző betegségekkel kapcsolatos terjedési és halálozási arányok riasztóan exponenciális növekedése a világot is súlyos következményekkel súlytotta, az ezekhez kapcsolódó zárlat drasztikus társadalmi és gazdasági hatásokat is eredményezett. Az exponenciális növekedés adott esetben a változó klíma kapcsán is hasonlóan működhet. A tudósok egyre inkább egyetértenek abban, hogy hirtelen és visszavonhatatlan változások következhetnek be, amint a hőmérséklet bizonyos kritikus küszöbértékek fölé emelkedik (Trisos et al., 2020).

Az ENSZ Éghajlat-változási Kormányközi Testülete ugyanakkor figyelmeztetett arra, hogy a globális felmelegedés 1,5°C-ban való korlátozásához legkésőbb 2050-re el kell érni a nettó nulla kibocsátást. Ehhez a károsanyag-kibocsátást a nullához a lehető legalacsonyabb értékre kell csökkenteni, és lépéseket kell tenni a fennmaradó szennyezés elnyelése érdekében.

A már pár évtizede folyamatosan jelenlévő éghajlatváltozás a koronavírus-járvány következtében úgy tűnt, hogy valamilyen szinten mérséklődött annak hatására, hogy az emberek munkájuk, tevékenységeik révén vissza voltak szorítva otthonaikba. Ennek kapcsán a szerzők tanulmányukban kitérnek a COVID-19 világjárvány klímaváltozásra gyakorolt hatásaira. A környezetre gyakorolt néhány pozitív hatás is kimutatható nagyobb járványok idején, különös tekintettel a levegőminőségre (Bhat et al., 2021). A COVID-19 és az éghajlatváltozás a leginkább hátrányos helyzetű közösségeket érinti, fokozva ezzel a világ egyenlőségeit, ami azt jelenti, hogy a kockázatokat mérséklő, hatékonyan megtervezett politikák csökkenthetik a növekvő egyenlőtlenségeket (Douglas et al., 2020). Botzen et al. (2021) tanulmányukban a világjárványt egy gyors tanulási kísérletnek tekintik arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet hatékonyabban megbirkózni az éghajlatváltozással, és miként lehet intézkedéseket kidolgozni a hatások csökkentésére, mielőtt túl késő lenne.

A szállópor, az  $\text{NO}_2$  és a  $\text{CO}_2$  koncentrációja lecsökkent a nagyvárosokban. Kínában, Olaszországban, Franciaországban és Spanyolországban mintegy 20–30%-kal csökkent az  $\text{NO}_2$ -kibocsátás, míg ez a száma az USA-ban 30%. Mahato et al. (2020) tanulmányában azt olvashatjuk, hogy Delhiben például a szmog átadta a helyét a kék égnek, a tengeri élővilág aktivitása megnövekedett. Ezt támasztja alá Ching és Kajino (2020) tanulmánya is, amelyben a koronavírus és a levegőminőség közötti kapcsolatot vizsgálták. Forster et al. (2020) becslései alapján a nitrogén oxidok ( $\text{NO}_x$ ) kibocsátása 2020 áprilisában akár 30%-kal is csökkent, melynek eredményeként a világjárvány okozta válasz közvetlen hatása elhanyagolható lesz. Ez a hatás várhatóan átmeneti lesz, mivel egyes szennyezettségi szintek Ázsiában az első hullám után megközelítőleg visszatértek a normálisnak mondható szinthez. Nem meglepő, hogy az emberi tevékenységekből eredő nyomás enyhülése a természetben sokféle válaszreakciót eredményezett (Lovejoy, 2021).

A 2020. április eleji csúcspontján a napi globális  $\text{CO}_2$ -kibocsátás 17%-kal csökkent a 2019-es átlaghoz képest. Ennek a teljes változásnak alig a fele a felszíni közlekedés változásai, illetve az egész év folyamán fennálló korlátozások miatt következett be. A válság utáni intézkedések és gazdasági fellendülés az elkövetkező évtizedekben befolyásolhatja a globális  $\text{CO}_2$ -kibocsátást. A légszennyezés világszerte mérhetően csökkent a nagyvárosok, a iparvidékek fölött, a zaj- és fényszennyezés is látványosan visszaesett (Le Quéré et al., 2020). Bár a koronavírus-járvány első évében sok helyen hetekre leállt a gazdasági élet, az egyre drámaibbá váló klímaváltozást ez sem állította meg. A legfontosabb üvegházhatású gáz, a szén-dioxid légköri koncentrációja 2020-ban rekordértékűre emelkedett (Marazziti et al., 2021).

Számos nemzetközi tanulmány vizsgálata során láthatóvá vált, hogy a szerzők többsége teljesen más oldalról közelítette meg a klímaváltozás problémáját, és ezen belül annak a koronavírus-világjárvány által gyakorolt hatását, következményeit. Érdeemes megfigyelni, hogy Fuentes (2020) tanulmányában például a két globális probléma hasonlóságait és eltéréseit vizsgálták, illetve hogy a COVID-19 járvánnyal kapcsolatos tapasztalatok hogyan válhatnak hasznossá az éghajlatváltozás kezelésében. A járvány és a klímaváltozás közötti számos párhuzamot vizsgálta Jin (2020) is. Cole és Dodds (2021) a meggyengült nemzetközi együttműködésekben rejlő veszélyekre hívta fel a figyelmet, míg Klenert et

al. (2020) és Gates (2020) az éghajlatváltozás okozta gazdasági károkat vették szemügyre. A mentális egészség tekintetében pedig Cianconi et al. (2020) és Žikić és Rabi-Žikić (2018) végeztek kutatásokat. Elmondható, hogy az éghajlatváltozási vagy más néven klímapolitika a társadalmi, állami politikai rendszernek viszonylag új területe, de növekvő jelentősége miatt nem hagyható figyelmen kívül. Politikai megközelítésből a cél, hogy segítse a népeiséget az adaptációban, melyhez elengedhetetlen a közösség jellemzőinek feltárása és figyelembevétele. Társadalmi szempontból a népeiség bizonytalanságára kell hangsúlyt helyezni, mivel a tájékozatlanság és bizonytalanság problémákat okozhat (Kulcsár, 2013).

A szakirodalmi áttekintés egy másik, igen fontos része a kompozit indikátorok létrehozását és alkalmazását bemutató tanulmányok eredményeinek ismertetése annak tekintetében, hogy milyen módszert alkalmaztak a szerzők, milyen lépések sorozataként alkották meg mutatószámaikat.

### **Kompozit indikátorok létrehozása**

A kompozit indikátorok számos kutatási területen, tudományágban – mint a klímaváltozás – jelennek meg, alkalmazzák őket, ezáltal vonzó lehetőséget nyújtanak arra, hogy sokféle információt szintetizáljanak. Fogalmi szempontból Cîrstea et al. (2018) a kompozit indikátor összetett mutatót jelent, amely egyetlen egy szám, mértékegység segítségével jellemzi a kiválasztott jelenség különböző aspektusait. Zhou et al. (2007) ezzel szemben az egyedi mutatószámok halmazának matematikai összesítését érti a kompozit mutató fogalma alatt. Ezek többdimenziós fogalmak mérésére képesek, de Cîrstea et al. (2018) feltevésével ellentétben különböző mértékegységeik vannak. Li et al. (2012) megfogalmazásában pedig azt olvashatjuk, ezek az összetett indikátorok ideális esetben az összetett értékek sorozatának egyesítésével képesek mérni a többdimenziós koncepciókat, melyeket több indikátor együttes használatával nehéz lenne megragadni.

Önmagukban ezek a mutatószámok csökkentik a dimenziók vagy témák körét, bonyolultságát, amellyel a többdimenziós állapotok rövidebb, egyszerűbb módon írhatók le (Lemke & Bastini, 2020). Hudrlíková (2013) ezzel szemben az OECD által leírt definícióra hivatkozik az összetett mutatószámok esetén. Egy ilyen jellegű mutatószám abban az esetben hozható létre vagy alakítható ki, amikor az indexek külön-külön egyetlen mutatóvá alakulnak. A tanulmány szerzői a kompozit mutatószámok klímaváltozás és fenntarthatóság területén megjelent főbb eseteinek leírására készítettek egy összefoglaló táblázatot, amely azt a célt szolgálja, hogy a téma terület legjelentősebb indikátorait bemutassa (1. táblázat).

A tanulmányban bemutatott példákon keresztül is láthatóvá vált, hogy a kompozit indikátorok létrehozásának folyamata sok szempontból is kihívást jelent, melyek közül az egyik a heterogén információk összesítésének folyamata (Santeramo, 2016). A folyamatok során létrehozott indikátorok segítséget nyújthatnak a kutatóknak az adott témakörök eredményeinek elemzésében, következtetéseik levonásában. Önmagában ezen mutatók célja az összetett és nagyméretű adatbázisok leegyszerűsítése

(Singh et al., 2007), de nem feledkezhettünk meg arról, hogy az alapot szolgáltató indikátorok között nem mindig egyértelmű a kapcsolat (Valkó et al., 2018).

1. táblázat: Kompozit indikátorokat vizsgáló tanulmányok

Table 1. Studies on composite indicators

Szerző(k) neve	Év	Cél	Kompozit mutató neve	Alkalmazott módszer
das Neves Almeida & García-Sánchez	2016	A konvergáló és eltérő jellemzők megállapítása, módszertani szempontok és empirikus bizonyítékok statisztikai elemzéssel történő tanulmányozásával	A környezeti teljesítmény összetett indexe (CIEP – Composite Index of Environmental Performance) és környezeti teljesítmény mutató (EPI – Environmental Performance Index)	Összehasonlító elemzés két környezeti teljesítményt mérő indikátor között
Talukder et al.	2017	Kompozit mutatók kidolgozása a mezőgazdasági fenntarthatóság értékeléshez	Fenntartható mezőgazdasági kompozit index	Több kritérium együttes használata
Cîrstea et al.	2018	Készíteni egy olyan indexet, amely a megújuló energia fenntarthatóságát képviseli	Megújuló energia fenntarthatósági indexe (RESI – Renewable Energy Sustainability Index)	Faktoranalízis (FA) és PCA
Londoño Pineda et al.	2019	Kolumbia energiatermelési szektorában a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás értékelése	Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás indexe (CCAI – Climate Change Adaptation Index)	A változók kiválasztása, az adatok standardizálása, súlyozás, aggregálás
Mohsin et al.	2019	Rangsorolni azokat az országokat, amelyekben a legnagyobb üvegházhatású gázok és szén-dioxid-kibocsátások vannak	Aggregált kompozitmutató (ACI – Aggregated Composite Index), amely az energiabiztonság és a környezeti fenntarthatóság mutatója	DEA (Data Envelopment Analysis), rangsorolás
Marzi	2019	Éghajlatváltozással és fenntartható fejlődéssel kapcsolatos politikák és gyakorlatok összetett mutatóinak feltérképezése	Többféle mutató	PCA
Choi	2019	Éghajlatváltozással szembeni árvízi sebezhetőség értékelési eredményeinek, robusztusságának vizsgálata a hagyományos aggregációs keretek segítségével	Hat árvízi sebezhetőségi mutató	Összehasonlító elemzés
Cavicchia et al.	2019	Összetett mutató készítése az éghajlatváltozásra vonatkozóan	SDG 13 célhoz tartozó indikátorok	hierarchikus Hodellezés
Edmonds et al.	2020	Új sebezhetőségi index kidolgozása a klímaváltozásra vonatkozóan	University of Notre Dame adatbázisa	DEA módszer

Forrás: a szerzők saját szerkesztése

Source: Authors' own editing

Az 1. táblázatban bemutatott szerzők és kutatásaik számos területen hoztak létre kompozit indikátorokat. Das Neves Almeida és García-Sánchez (2016) összehasonlító elemzést hajtottak végre két (környezeti teljesítmény összetett indexe: CIEP – Composite Index of Environmental Performance és környezeti teljesítmény mutató: (EPI – Environmental Performance Index), a környezeti teljesítményt mérő indikátor esetén, míg Talukder, Wipel és van Loon (2017) kompozit mutatószámot dolgozott ki a fenntartható mezőgazdaságért. Londoño Pineda et al. (2019) a fentebb bemutatott indikátorokhoz képest saját indexet dolgoztak ki (az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás indexe: CCAI – Climate Change Adaptation Index). Lépéseiket tekintve a módszer hasonlít a jelen tanulmány központi elemét alkotó KKV indikátoréhoz. Marzi (2019) és Choi (2019) tanulmányukban többféle mutató elemzésén



keresztül vizsgálták a kompozit indexek létrehozását. Marzi (2019) munkássága során főkomponens analízist (PCA) alkalmazott, míg Choi (2019) összehasonlító elemzést hajtott végre. Nemzetközi szinten láthatóvá vált, hogy számos kutató foglalkozott és foglalkozik jelenleg is kompozit mutatószámok módszertanának meghatározásával, azok létrehozásával, elemzésével. Ezek nagymértékben hozzájárulhatnak az adott témakör egyszerűbb értelmezéséhez, összefüggéseinek áttekintéséhez.

Összességében levonható az a következtetés, hogy minden szerző teljesen más oldalról közelítette meg a klímaváltozás témáját, valamint a kompozit indikátorok létrehozását, azok alkalmazási területét. Ettől függetlenül a vizsgált részterületek megegyeznek mind a klímaváltozás, mind pedig a mutatószámok tekintetében. Rövid távon kimutatható kapcsolat a koronavírus járvány és az éghajlatváltozás között, melyet a jelen tanulmány szerzői is igyekeznek bemutatni a kompozit éghajlatváltozási mutatószám kidolgozásával.

## MÓDSZEREK

Az egész világ és ezen belül az Európai Uniónak is az egyik kiemelt célja az éghajlatváltozást okozó tényezők visszaszorítása, mérséklése, nem utolsósorban pedig egy közös célrendszer kidolgozása a tenni akarásért. Az éghajlatváltozás mérése sok esetben áll a kutatók munkásságának középpontjában, melynek keretében már több mutatószámot sikerült kidolgozni a méréshez. A kutatás során a tanulmány szerzői arra vállalkoztak, hogy kifejezetten az Eurostat klímaváltozási adatbázisára vonatkozóan kidolgozzanak egy kompozit mutatószámot a tagállamok mindegyikére, és ezek alapján felállítsanak egy EU-s rangsort.

A tanulmány szerzői kutatási kérdésként felvetették, hogy valóban létrehozható ezzel a módszerrel a kompozit mutatószám, és ha igen, akkor milyen a tagállamok elhelyezkedése és mozgása a rangsorban a három vizsgált év során. Milyen következtetéseket enged megfogalmazni a rangsorbeli elhelyezkedés, és ezzel párhuzamosan milyen a tagállamok kötelezettségvállalása a klímastratégiák alapján? További kérdés, hogy a COVID-19 világjárvány milyen hatással volt a tagállamok rangsorbeli elhelyezkedésére. A kutatók vizsgálata kifejezetten a COVID-19 járványt megelőző, 2017-es és 2019-es évekre, valamint a 2021-es évre vonatkozott. A szerzők olyan metodika létrehozására törekedtek, amely megkönnyíti az Eurostat által gyűjtött mutatószámok komplex értelmezését. A kutatás alapján felállított hipotézis: *„Az Eurostat éghajlatváltozási indikátorrendszeréből létrehozható olyan kompozit indikátor, amely a 27 EU-s tagállam rangsorát jól jellemzi. Az összetett mutatók hozzájárulnak a klímaváltozás egyetlen számmal történő jellemzéséhez és könnyebb értelmezhetőségéhez, valamint az előrehaladás egyszerűbb mérhetőségéhez.”*

Az éghajlatváltozáshoz tartozó indikátorok elemzése Microsoft Excel és SPSS-programok segítségével történt. A mutatószámok fajtáját tekintve magas mérési szintűek, metrikusak, tehát alkalmasak a statisztikai módszer végrehajtására. A tanulmány vizsgált időszaka a 2017, 2019 és 2021-es évek, amelyek minden évre tíz témakört ölelnek fel, és ezek a témakörök összesen 114 indiká-

tort tartalmaznak (2. táblázat). Ezen indikátorok közül a tanulmány szerzői az „üvegházhatású gázok kibocsátása ágazati forrás szerint” mutatják be a skálaösszehangoló transzformáció eredményét.

2. táblázat: Az Eurostat klímaváltozásra vonatkozó indikátorai témakörök szerint

Table 2. Eurostat climate change indicators by theme

Témakör	1. ÜHG- kibocsátás	2. Energia	3. Közlekedés	4. Ipari folyamatok és termékfelhasználás	5. Hulladék
Indikátorok száma	10	15	6	2	3
Témakör	6. Mezőgazdaság	7. Földhasználat	8. Mitigáció	9. Hatás és alkalmazkodás	10. Éghajlatvédelmi kezdeményezések
Indikátorok száma	10	22	34	11	1

Forrás: A szerzők saját szerkesztése az Eurostat adatbázisa alapján

Source: Authors' own editing based on Eurostat database

Az adatbázist a mutatószámok összegyűjtése során tisztítani kellett, ugyanis voltak olyan mutatók, mint az „éghajlattal kapcsolatos gazdasági veszteségek” vagy a „nukleáris energetikai létesítmények”, melyek egyáltalán nem tartalmaztak számszerű adatokat, míg voltak olyanok is, mint a „folyékony bioüzemanyag-előállítási kapacitások”, amely esetében hiányos volt az országok adatbázisa.

Számos tanulmány kitér arra a kritikára, miszerint a klímaváltozás mérése, a célkitűzésekben való előrehaladás számszerűsítése sok esetben igen nehéz, ugyanis a szakirodalmak nem azonos indikátorrendszereket használnak. Jelen tanulmány szintén kitér erre az adatbázis-problémára, amely okból kifolyólag a korábbi kutatásokkal való összevetés során csak óvatos következtetések megfogalmazására van mód. Ez pedig abból fakad, hogy a legtöbb szaktanulmány nem az Eurostat hivatalos statisztikáit alkalmazza, vagy egyszerűen nem a 27 tagállamot vizsgálják.

A különböző, az európai uniós klímaváltozásra vonatkozó témakörökre jellemző, hogy azok változó számú indikátorokat tartalmaznak, amelyek sok esetben fel vannak bontva alterületekre, ilyenkor csak az összesítő adatot tartalmazó mutatószám került be a vizsgálatba. Jellemző, hogy a tíz témakör teljesen elkülönül egymástól, és ezáltal jó lehatárolja a klímaváltozást.

## EREDMÉNYEK

Számtalan módszer hívható segítségül abban az esetben, ha kompozit indikátort szeretnénk létrehozni. Nardo et al. (2005), Salvati & Carlucci (2014) és Londoño Pineda et al. (2019) különböző, de mégis hasonló lépések sorozataként hozták létre a kutatásaik alapját képező kompozit indikátoraikat. Nardo et al. (2005) tanulmányukban a mutatószámot hat lépés sorozataként alkották meg: 1. jelenség meghatározása; 2. változók kiválasztása; 3. az adatbázis hiányzó adatainak kitöltése; 4. az információ homogenizálása, egységesítése; 5. a súlyozás meghatározása és aggregálás; 6. a kompozit indikátor létrehozása (Kozma, Molnár, Molnárné 2022). Salvati és Carlucci (2014) számszerűen hét lépésben definiálták a kompozit mutatószám létrehozásának alapját, melynek szerves része a főkomponens-analízis. Tekinthejük úgy is, hogy Nardo et al. (2005) lépéssorozata kiegészül további két lépéssel, melyek a mutatók kiválasztása és szelektálása abban a tekintetben, hogy melyik a legjobban



teljesítő index. Londoño Pineda et al. (2019) mindezekkel szemben négy lépésben határozta meg a mutatószámuk létrehozását: a változók kiválasztása, az adatok standardizálása, a súlyozás, valamint az aggregálás.

Jelen tanulmány szerzői hasonló lépések sorozataként hozták létre az Európai Unió klímaváltozásra vonatkozó kompozit indikátorát, melyhez skálaösszehangoló transzformációt alkalmaztak. A fentebb bemutatott és meghatározott lépések sorozatából a szerzők Nardo et al. (2005) módszeréhez hasonlóan alkalmazták saját kompozit indikátoruk létrehozásához. A jelenség meghatározása, a változók kiválasztása és az adatbázis hiányzó adatainak kitöltése ebben az esetben az Eurostat által meghatározásra került, tehát ezen lépéseket adottnak tekintették a szerzők. Az adatok homogenizálása szempontjából a kiválasztás a skálaösszehangoló transzformációra esett, ugyanis ez a módszer kiválóan alkalmas a több változót tartalmazó esetek vizsgálatánál. Tulajdonságait tekintve egyesíti a változók mértékegységét és méretét, melyhez az alábbi képletet használták a szerzők, amelyben:

KKVM, a komplex klímaváltozási mutató,

$x_{\min}$ , az adott x klímaváltozási változó minimális értéke,

$x_j$ , az x klímaváltozási változó értéke,

$T_x$ , az adott klímaváltozási mutató terjedelme (a maximális és a minimális érték különbsége (Molnár, 2018).

A homogenizálás során használt skálaösszehangoló transzformáció alkalmazásakor az összes, tématerülethez tartozó mutatószám értéke azonos nagyságú lesz, így értékük 0 és 1 közé kerül (Feuerstahler & Wilson 2021). Ezzel a lépéssel ugyanakkora marad a mutatók közötti különbség. A következő, ötödik lépésként a szerzők nem alkalmaztak semmiféle súlyozási módszert, ugyanis ahogy Kozma et al. (2021) tanulmányukban megjegyzik, hogy akár súlyoznak, akár nem, a rangsorban való elhelyezkedése az EU 27 országainak nem változik a súlyok alkalmazásával. Utolsó, hatodik lépésként pedig létrehozásra, érvényesítésre került a tagországokhoz tartozó kompozit mutatószám. A módszer végrehajtásával olyan kompozit klímaváltozási indikátort sikerült létrehozni, amely méri és egyben rangsorolja is az EU 27 tagállamának éghajlatváltozásra vonatkozó teljesítményét. A fentiek alapján levonható az a következtetés, miszerint a klímaváltozás témakörében jól és könnyen elérhető adatbázis áll rendelkezésre nagyszámú indikátorokkal, azonban az eredmények értékelése során komoly szakmai és módszertani megfontolások alapján szabad csak következtetéseket levonni.

## Az EU-s tagállamok rangsorolása a KKVM alapján

Az éghajlatváltozás már most is zajlik, és a jövőben még súlyosabb lesz, még akkor is, ha az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló globális erőfeszítések eredményesnek bizonyulnak. A szélsőséges időjárás és az éghajlattal kapcsolatos veszélyek, mint például a hóhullámok, árvizek és aszályok sok régióban gyakoribbá és intenzívebbé válnak. Ez káros hatással lesz az ökoszisztémákra, a gazdasági ágazatokra, valamint az emberi egészségre és jólétre. Ezért a globális éghajlatváltozásból eredő kockázatok minimalizálásához az üvegházhatású gázok kibocsátásának

csökkentésére irányuló intézkedések mellett célzott utasításokra van szükség az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás érdekében. Az alkalmazkodást Európa különböző régióinak és városainak sajátos körülményeihez kell igazítani. Ez alapján megkülönböztethetjük a városok, megyék, régiók, országok, és mindezeket magukba foglalva, az Európai Unió klímaváltozási célkitűzéseit és programjait.

3. táblázat: Az üvegházhatású gázok kibocsátása ágazati forrás szerinti indikátor skálaösszehangoló transzformációja

Table 3. Scale-alignment transformation of greenhouse gas emissions by sectoral source indicator

Országok	ÜHG-kibocsátás ágazati forrás szerint	Skálaösszehangoló transzformáció	Országok	ÜHG-kibocsátás ágazati forrás szerint	Skálaösszehangoló transzformáció
Belgium	122263,31	0,02	Litvánia	20839,21	0,12
Bulgária	61866,90	0,04	Luxemburg	12001,18	0,21
Csehország	132264,72	0,02	Magyarország	65402,46	0,04
Dánia	51244,62	0,05	Málta	2492,00	1,00
Németország	921374,99	0,00	Hollandia	203137,00	0,01
Észtország	21247,31	0,11	Ausztria	84127,25	0,03
Írország	65177,58	0,04	Lengyelország	417340,21	0,00
Görögország	99064,75	0,02	Portugália	74852,51	0,03
Spanyolország	356293,91	0,00	Románia	117982,82	0,02
Franciaország	480780,00	0,00	Szlovénia	17770,91	0,14
Horvátország	25190,38	0,10	Szlovákia	42440,58	0,06
Olaszország	443961,61	0,00	Finnország	57397,14	0,04
Ciprus	9984,01	0,25	Svédország	55801,66	0,04
Lettország	11207,42	0,22			

A kompozit indikátor megalkotása érdekében a skálaösszehangoló transzformációt valamennyi EU-s klímaváltozási indikátorra vonatkozóan végre kellett hajtani. Ennek eredményeképpen összesen tíz témakör mintegy 114 mutatószáma került átalakításra. A változók közül jelen tanulmányban csak az „Üvegházhatású gázok kibocsátása ágazati forrás szerint” kerül bemutatásra (3. táblázat). Az összehangolással az adatsorok között nagyságrendi különbségekből fakadó torzító hatások kiküszöbölhetővé váltak és lehetővé tették a transzformált adatok aggregálását. Az aggregálást követően az országonkénti értékek – amelyek egyben az EU-s rangsor alapját képezik – mindkét vizsgált évre meghatározásra kerültek (4. táblázat).

A három vizsgált év – 2017, 2019, 2021 – tekintetében az a következtetés vonható le a kapott eredmények alapján, hogy a 2017-es és 2019-es évek minimális rangsorbeli változásokat mutatnak, amely annak is köszönhető, hogy az EU-s országok mutatószámaiban minimális értékváltozás következett be. Az „élen” Németország, Franciaország és Málta állnak, akik a klímaváltozás elkötelezett hívei, teljesítményük ezen körülmények között nagyon jó. A „sereghajtókról” (Magyarország és Bulgária, valamint 2019-ben Belgium) pedig azt a következtetést vonhatjuk le, hogy önmagában a három ország

stratégiai szinten új kihívásokkal néz szembe. Magyarország elmozdulása az új stratégiai terveknek megfelelően a jövő rangsoraiban fog látszódni.

4. táblázat: A vizsgált évek ország rangsorai a KKVM-mutatószám alapján  
Table 4. Country rankings by KKVM indicator for the years under review

Ország	Érték	Rangsor KKVM <sub>2017</sub>	Ország	Érték	Rangsor KKVM <sub>2019</sub>	Ország	Érték	Rangsor KKVM <sub>2021</sub>
Németország	35,93	1	Németország	38,48	1	Málta	51,11	1
Franciaország	31,03	2	Málta	29,30	2	Ciprus	22,28	2
Málta	29,14	3	Franciaország	28,87	3	Lettország	20,91	3
Olaszország	25,03	4	Olaszország	25,32	4	Luxemburg	20,71	4
Svédország	24,81	5	Spanyolország	24,72	5	Észtország	16,63	5
Spanyolország	24,74	6	Svédország	24,40	6	Írország	14,30	6
Lengyelország	18,92	7	Lengyelország	19,97	7	Románia	13,78	7
Dánia	18,91	8	Ciprus	18,33	8	Bulgária	13,59	8
Finnország	17,20	9	Románia	17,03	9	Horvátország	13,40	9
Ciprus	16,50	10	Finnország	16,67	10	Litvánia	12,13	10
Románia	16,27	11	Dánia	16,21	11	Szlovákia	11,95	11
Lettország	14,37	12	Észtország	15,13	12	Magyarország	11,43	12
Észtország	14,27	13	Hollandia	14,50	13	Svédország	11,26	13
Hollandia	14,04	14	Ausztria	14,07	14	Hollandia	11,13	14
Ausztria	13,19	15	Litvánia	13,03	15	Spanyolország	10,40	15
Litvánia	12,69	16	Lettország	12,55	16	Szlovénia	9,97	16
Görögország	11,73	17	Görögország	12,00	17	Portugália	9,88	17
Luxemburg	11,35	18	Luxemburg	11,40	18	Belgium	9,14	18
Csehország	11,30	19	Írország	10,97	19	Görögország	8,96	19
Belgium	11,03	20	Portugália	10,83	20	Dánia	8,66	20
Szlovákia	10,81	21	Csehország	10,82	21	Finnország	8,50	21
Portugália	10,66	22	Szlovákia	10,70	22	Olaszország	7,24	22
Horvátország	10,64	23	Bulgária	10,22	23	Franciaország	7,21	23
Írország	10,47	24	Szlovénia	10,21	24	Csehország	7,05	24
Szlovénia	9,92	25	Horvátország	9,97	25	Lengyelország	6,37	25
Magyarország	9,56	26	Magyarország	9,87	26	Németország	6,26	26
Bulgária	8,81	27	Belgium	9,41	27	Ausztria	5,96	27

A tagállamok rangsorbeli elhelyezkedésén túl az is megállapítható, hogy a három rangsorrend milyen mértékben „használt” egymásra, tehát milyen mértékben függenek össze. Ennek megállapítására a szerzők a Spearman-féle rangkorrelációs együtthatót, a rho-t használták (5. táblázat).

A módszer értelmében a rangsorba állított megfigyeléseikhez rangsorszámokat társítunk, majd az ezek alapján végzett vizsgálat megmutatja, hogy a rangsorok között van-e szignifikáns kapcsolat (Molnár, 2015). Az összefüggésvizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a 2017-es és 2019-es évi rangsorok közötti hasonlóság nem csak a véletlen hatás eredménye ( $p=0,95$ ). Tekintettel arra, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján két, egymáshoz közel eső év adatai kerülhettek elemzésre, a rangsorok között sem tapasztalható nagy eltérés.

5. táblázat: A Spearman-féle rho értéke a három vizsgált év rangsorainak tekintetében

Table 5. The value of Spearman's rho for the rankings of the three years under study

			KKVM_2017	KKVM_2019	KKVM_2021
Spearman-féle rho	KKVM_2017	Korrelációs koefficiens	1,000	,955*	-,242
		Szignifikancia (kétoldali)	.	,000	,224
		N	27	27	27
	KKVM_2019	Korrelációs koefficiens	,955*	1,000	-,162
		Szignifikancia (kétoldali)	,000	.	,418
		N	27	27	27
	KKVM_2021	Korrelációs koefficiens	-,242	-,162	1,000
		Szignifikancia (kétoldali)	,224	,418	.
		N	27	27	27

\* A korreláció 0,01 alatt szignifikáns (kétoldali).

Forrás: A szerzők saját számítása alapján SPSS-program output

Source: Based on the authors' own calculations, SPSS output

Azonban az országok hasonló rangsorelhelyezkedése utal arra is, hogy az egyes országok mindegyike jellemezhető egy bizonyos „klímastratégiai szinttel”. Megvizsgálva a 2021-es év rangsorát a másik két vizsgált év rangsorával (2017, 2019), az a következtetés vonható le, hogy egyikkel sem mutatható ki statisztikailag szignifikáns kapcsolat. Ez egyfajta bizonyítéka is lehet annak, hogy a COVID-19 világjárvány „felfordította” a világ és ezen belül Európa működését az éghajlatváltozást leíró indikátorok alapján. A tanulmányban éppen emiatt a 2017-es és 2019-es rangsor első három „helyezett” tagállamának klímaváltozáshoz kapcsolódó álláspontja, stratégiai törekvései, célkitűzései kerülnek bemutatásra. Németország – amely mind a két vizsgált év rangsorát vezeti – régmúlta visszatekintő stratégiával rendelkezik. Mint ahogy minden országban, Németországban is az éghajlattal együtt változnak az emberek életkörülményei is.

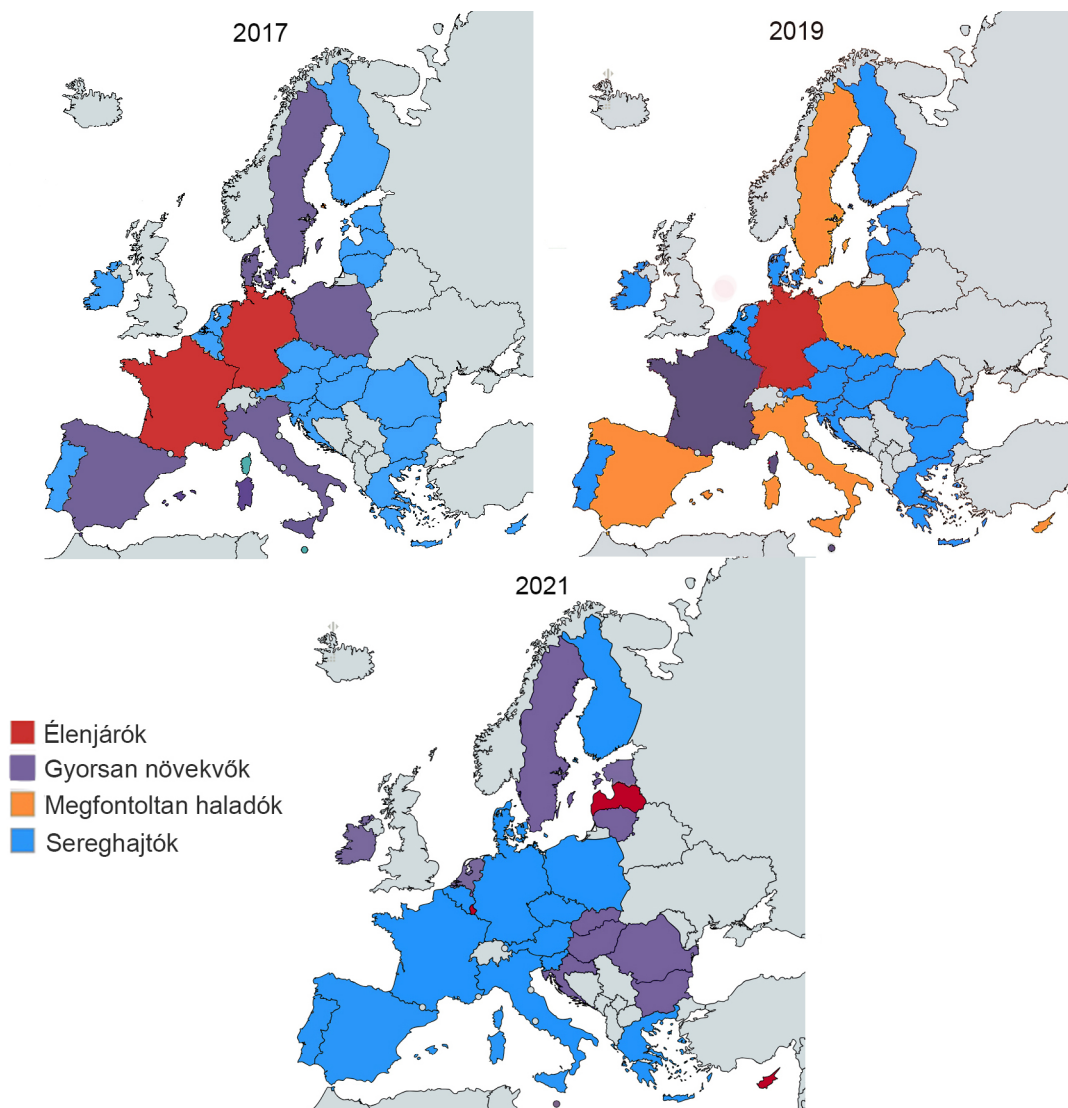
Az EU 27 országainak rangsorát a szerzők klaszterezésnek vetették alá, mely alapján az országok hasonló eredményeik, fejlettségük és stratégiai törekvéseik alapján azonos, homogén tulajdonságokkal rendelkező csoportokba (klaszterekbe) sorolhatók (1. ábra).

A klaszterezés eredményeként látható, hogy a 2017-es évben három homogén csoportot, 2019-ben négyet, míg 2021-ben szintén három klasztert lehetett létrehozni a rangsor eredményei alapján. Ezen csoportok hasonló fejlettséggel, kihívásokkal és eredményekkel rendelkeznek a klímaváltozás indikátorait tekintve. Továbbá feltételezhető, hogy a Covid-19 okozta változások a rangsorban nagy valószínűséggel csak rövid távon lesznek láthatók. Ezt támasztják alá a szakirodalomban bemutatott tanulmányok is, amelyek a rövid távú hatások érvényesülését írják le.

A klaszterek tekintetében a 2017-hez és 2019-hez tartozó homogén csoportokban az országok eloszlása egy kivételével ugyanaz. 2017-ben az „élenjárókhöz” tartozik Németország, Franciaország és Málta, míg 2019-ben egyedül Németország alkotja az „élenjáró” csoportot. A másik két klaszterben – „gyorsan növekvők” és „sereghajtók” – semmiféle elhelyezkedésbeli változás nem volt tapasztalható. A 2019-es rangsorból képzett klaszterek az alábbi megnevezést kapták: „élenjárók”, „gyorsan növekvők”, „megfontoltan haladók” és „sereghajtók”. A 2021-es minta alapján létrehozott

klaszterek ezzel szemben igen jelentős rangsorbeli változást mutatnak. A 2017-es és 2019-es rangsorhoz hasonlítva, az „élenjárók” közül egyedül Málta az az ország, amely korábban is ebbe a klaszterbe tartozott, a többi ország – Ciprus és Lettország – új elhelyezkedést mutatnak. A „gyorsan növekvők” és „sereghajtók” tekintetében szintén változás tapasztalható, ami a korábbi klaszterek átrendeződését mutatja.

1. ábra: A három vizsgált év klasztercsoportjai  
Figure 1. Cluster groups for the three years under review



Forrás: A szerzők saját szerkesztése  
Source: Authors' own editing

A szakértők messzemenő következményekkel számolnak abban az esetben, ha nem sikerül legalább a globális klímaváltozást kordában tartani. Ennek okán Németország és az EU hosszú távú célja, hogy a globális átlaghőmérséklet emelkedését az iparosodás előtti szinthez képest 2°C-ra korlátozza, amihez az üvegházhatású gázok kibocsátásának jelentős csökkentésére van szükség. A már megkezdődött éghajlatváltozás ökológiai, társadalmi és gazdasági következményei még ilyen korláto-

zott hőmérséklet-emelkedés mellett is érezhetőek maradnak. A 2°C-os cél elérése esetén feltételezhető, hogy a következmények megfelelő és időben meghozott alkalmazkodási intézkedésekkel felfoghatók, és a súlyos következmények elkerülhetők. Jelentősen nagyobb alkalmazkodási erőfeszítésekre lesz szükség világszerte, amelyek végrehajtása nehezebb és költségesebb lesz. Az üvegházhatást okozó gázok csökkentése minden országban központi előfeltétele annak, hogy az alkalmazkodás szükségessége és így az alkalmazkodás költségei hosszú távon alacsonyak maradjanak. A két út – az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra irányuló intézkedések – tehát elválaszthatatlan egymástól (Die Bundesregierung, 2008).

A szövetségi kormány 2005. évi éghajlatvédelmi programban meghirdetett német alkalmazkodási stratégia (Deutschen Anpassungsstrategie – DAS) igyekszik felvenni a harcot a klímaváltozás hatásaival. Ezzel megteszi az első lépést az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményének 4. cikke szerinti kötelezettségének teljesítése felé. Ez kimondja, hogy a felek olyan nemzeti és adott esetben regionális programokat dolgoznak ki, hajtanak végre és rendszeresen frissítenek, amelyek elősegítik az éghajlatváltozáshoz való megfelelő alkalmazkodást. Ez a német alkalmazkodási stratégia illeszkedik az európai alkalmazkodási stratégiával kapcsolatos megfontolásokba is, amelyet az Európai Bizottság „Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás Európában – az EU cselekvési lehetőségei” című 2007. júniusi zöld könyvével kezdeményezett és amelyet 2009 folyamán egy fehér könyv bemutatásával kíván konkretizálni. A német alkalmazkodási stratégia hosszú távú célja a sebezhetőség csökkentése és a következő célok elérése, valamint a természeti, társadalmi és gazdasági rendszerek alkalmazkodóképességének fenntartása és a gazdasági rendszerek növelése a globális éghajlatváltozás elkerülhetetlen hatásaihoz. Ebből a célból:

- a Németországra és régióira gyakorolt lehetséges hosszú távú éghajlati hatások azonosítása és konkretizálása,
- a veszélyek és kockázatok azonosítása és kommunikálása, az előfordulás valószínűségei és a kárpotenciálok, valamint az éghajlati következmények bizonytalanságainak és azok átláthatóvá tétele,
- a szereplők tudatosságának kialakítása és érzékenyítése,
- olyan döntéshozatali alapot biztosítása, amely lehetővé teszi a különböző szereplők számára, hogy óvintézkedéseket tegyenek, és fokozatosan beépítsék az éghajlatváltozás hatásait a magán, a vállalati és a hivatalos döntéshozatalba;
- a lehetséges cselekvési irányok azonosítása, a koordináció és a felelősségek meghatározása; intézkedések kidolgozása és végrehajtása (Umweltbundesamt, 2015).

*Franciaország és Málta* a felállított rangsor két következő tagállama, melyek a vizsgált évek során helyet cseréltek. A Franciaországban kidolgozott éghajlati modellek azt mutatják, hogy a 2003 nyarán Franciaországban bekövetkezett hőhullám – amelynek az előző év éghajlati viszonyai között gyakorlatilag semmi esélye nem volt a bekövetkezésére – jelentős esemény volt. A kidolgozott éghajlati modellek azt mutatják, hogy a 2003 nyarán Franciaországban bekövetkezett hőhullám a 21. század végén a „normális” nyaraknak fog megfelelni. A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás valószínűleg minden olyan ágazatot érint, amely ki van téve a globális felmelegedés lehetséges



következményeinek. A nemzeti politikákat, a helyi megközelítést és a társadalmi-gazdasági szereplők bevonását célszerű összehangolni. Katasztrófák esetén nemzeti szolidaritást kell gyakorolni, ahogyan az már a „természeti katasztrófák” biztosítási rendszer esetében is történik, amelynek végső garanciája az állam. Az állam azonban nem viselheti a krónikus problémákra adott válaszok költségeit. Az alkalmazkodási erőfeszítések nem támaszkodhatnak kizárólag szabályozási korlátozásokra vagy támogatásokra. Ezért minden magán- és állami döntéshozónak be kell építenie az alkalmazkodást a döntéseibe (Observatoire National Sur Les Effets du Réchauffement Climatique, 2007).

Az alkalmazkodás kérdése tehát egyértelműen a fenntartható fejlődés szempontjából történő elemzés része, amelynek többféle célt kell figyelembe vennie: társadalmi, környezeti és gazdasági célokat, gyakran ellentmondásos kontextusban. Egy ilyen megközelítés magában foglalja a következő kapcsolódási pontok figyelembevételét a gazdaság- és szociálpolitikával az elfogadhatóság szempontjából. A 2018–2022 közötti időszakra vonatkozó nemzeti éghajlatváltozási alkalmazkodási terv (Plan National D’Adaptation au Changement Climatique 2 – PNACC-2) általános célkitűzése Franciaország nagyvárosi és tengerentúli területeinek a 2050-ig várható regionális éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásához szükséges intézkedések végrehajtása. A Párizsi Megállapodás hosszú távú célkitűzéseivel és más nemzetközi egyezmények vonatkozó célkitűzéseivel összhangban Franciaországnak alkalmazkodnia kell az éghajlatváltozás azon részéhez, amelyet a légkörben felhalmozódott üvegházhatású gázok múltbeli kibocsátása ma már elkerülhetetlenné tesz. A feltételezés szerint a globális átlaghőmérséklet az iparosodás előtti korszakhoz képest 2°C-kal fog emelkedni annak ellenére, hogy Franciaország nemzeti és nemzetközi szinten is intézkedéseket tesz az alábbiak érdekében, ezt a növekedést 1,5°C-ra korlátozza (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2017).

A ma rendelkezésre álló modellezési technológia még mindig olyan szintű, hogy a felbontás szinte lehetetlenné teszi az éghajlatváltozás és az alkalmazkodási forgatókönyvek modellezését egy olyan kis földrajzi területen, mint *Málta*. Így e korlátok között az éghajlatváltozás és az alkalmazkodás viselkedése tekintetében a modellezés csak annyiban alkalmazható, hogy általános képet kaphatunk a mediterrán térség, pontosabban a dél-mediterrán térség várható viselkedéséről. Ezekről függetlenül a szerzők kutatásuk során megállapították, hogy Málta a rangsorban igencsak előkelő helyet foglal el az Eurostat adatbázisa alapján. Számos intézkedés, például a háztartások és a vállalkozások energiahatékonyságának javítását célzó, vagy a friss víz energiaigényes folyamatok előállításának csökkentése, döntő fontosságú szerepet játszanak mind az enyhítési, mind az alkalmazkodási erőfeszítésekben. Az alkalmazkodási stratégia nem tesz említést az éghajlatváltozással és az alkalmazkodással kapcsolatos szervezeti kapacitásról (Ministry for Resources and Rural Affairs, 2012). Látható tehát, hogy Málta annak ellenére képvisel vezető szerepet, hogy klímastratégiája a többiektől eltérő tényezőket mutat be, míg például Németország konkrétan megnevez célkitűzéseket, célokat.

Magyarország a rangsor végén helyezkedik el mind a két vizsgálati évben. Magyarország az EU-s klíma- és energiapolitikai tervezéssel összhangban határozta meg nemzeti éghajlatváltozási stratégiáját 2018-ban. Ennek keretében egy olyan keretrendszert alkotott meg, amely az éghajlatvédelem céljait és cselekvési irányait határozta meg, területi dimenziókat és társadalmi jellemzőket szem előtt tartva. A

stratégia a 2018–2030 közötti időszakra fogalmazza meg az elérendő célokat, illetve a 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújt. Annak okán, hogy a rangsorban a 2019-es év az, amely ebbe a stratégiai időszakba beletartozik, Magyarország „elmozdulása” még nem mérhető (Innovációs és Technológiai Minisztérium, 2018).

Napjainkban az éghajlatváltozás az emberi életet fenyegető kockázatok miatt a nyilvános viták egyik legfontosabb és legmeggyőzőbb témája. A jelenlegi felmelegedési tendencia különösen jelentős, és az egész tudományos közösség arra figyelmeztet, hogy az emberek lépéseket tegyenek a káros hatások csökkentése érdekében. Bár a Föld éghajlata a történelem során mindig is változott, a rá irányuló növekvő figyelem a változás példátlan gyorsaságának és az életére gyakorolt hatalmas hatásnak köszönhető.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A klímaváltozási kompozit mutatószám alapján az Európai Unió 27 tagállamának sorrendje vált megállapíthatóvá. Az éghajlatváltozás mérséklése felé tett lépések európai uniós szinten igen változó mértékben valósultak meg. Eltérő kutatási témában Kozma et al. (2021) például a körforgásos gazdaságra vonatkozóan végeztek hasonló méréseket kompozit mutatószámok segítségével. Az elemzések azt mutatták, hogy sem a súlyozás, sem a pedig a mutatószámok témakörökre való bontása nem eredményez nagy mértékben eltérő rangsorokat.

Jelen tanulmány szerzői arra vállalkoztak, hogy kifejezetten az Eurostat éghajlatváltozásra vonatkozó adatbázisa alapján kialakítsanak egy kompozit mutatószámot az Európai Unió 27 tagállamára vonatkozóan. Kutatási kérdésként megfogalmazták, hogy valóban létrehozható-e a skálaösszehangoló transzformáció segítségével; és ha igen, akkor ezzel milyen rangsor alakítható ki a tagállamokra vonatkozóan? A rangsorbeli elhelyezkedés milyen következtetéseket enged levonni az országok klímastratégiáikban vállalt kötelezettségei szerint? További kérdésként felmerült, hogy a COVID-19 világjárvány milyen hatással volt a tagállamok rangsorbeli elhelyezkedésére.

Ezen kérdések alapján megállapítható, hogy valóban létrehozható egy kompozit klímaváltozási mutató (KKVM), amely alapján felállítható a tagállamok rangsora. A rangsorbeli elhelyezkedés a COVID-19 előtti időszakban stabilnak mondható. Ezt a tanulmány szerzői Spearman-féle rho segítségével állapították meg, tehát arra voltak kíváncsiak, hogy a rangsorok milyen mértékben függenek össze. Ez a 2021-es COVID-időszakban létrehozott rangsorról már nem mondható el, ugyanis az sem a 2017-es, sem pedig a 2019-es rangsorral nem mutat statisztikailag szignifikáns kapcsolatot. Elmondható tehát, hogy a világjárvány, bár pillanatnyi változást hozott a károsanyag kibocsátásban, az ÜHG növekedésében, azonban a rangsorra igen nagy hatást fejtett ki. *Tézisként megfogalmazható, hogy valóban létrehozható a 27 tagállam klímaváltozását mérő kompozit indikátor (KKVM), mellyel egy időben rangsor is felállítható a teljesítmény tekintetében, és azzal könnyebbé és egyszerűbbé válik az előrehaladás számszerűsítése.*

Az egyes országok klímastratégiája egyértelmű elköteleződést jelent a klímaváltozási folyamat lassítása és a káros hatások szintjének csökkentése mellett. A stratégiákban megfogalmazott célok Európai Unió szintű hivatalos éghajlatváltozási indikátorokkal számszerűleg is jellemezhetőek. Ezen adatbázis lehetővé teszi, hogy az egyes tagállamok összehasonlíthatóvá váljanak mutatószámok, mutatószámcsoporthoz és akár egyetlen mutatószám segítségével. Az egyetlen kompozit mérőszám segítségével valamennyi mutatószám figyelembe vehető, és rangsor segítségével óvatos következtetések megfogalmazhatóak. Az eredmények azt mutatják, hogy Németország, Franciaország és Málta azok az országok, amelyek élen járnak a klímavédelem mérhető faktorai esetén. Fontos azonban megjegyezni, hogy a rendelkezésre álló adatsorok több esetben hiányosak, amely megnehezíti az egyes évek összehasonlítását. Az elkövetkezendő évek adatai segítségével hosszabb időszakra jellemzésével a „klímarangsorok” több következtetés levonására adnak lehetőséget.

Az éghajlatváltozásban és annak számszerűsítésében bekövetkező változások igen fontosak az emberiség mindennapjaiban. Jelen kutatási téma kiválasztása annak köszönhető, hogy a szerzők korábban már dolgoztak az általuk kidolgozott módszertanú kompozit indikátorral a körforgásos gazdaság és a fenntartható fejlődés témakörében. Ezen irány alapján az éghajlatváltozás egy kis kitekintést jelent a jelen kor problémáinak vizsgálata során. További kutatási irányként a jelenleg használt indikátorok számának bővítésére van lehetőség mind gazdasági, mind pedig társadalmi vonalon. Ezzel pedig az eredmények több összefüggés leírására adnának lehetőséget.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bhat, S. A., Bashir, O., Bilal, M., Ishaq, A., Din Dar, M. U., Kumar, R., Bhat, R. A., & Sher, F. (2021). Impact of COVID-related lockdowns on environmental and climate change scenarios. *Environmental Research*, 195, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110839>
- Botzen, W., Duijndam, S., & van Beukering, P. (2021). Lessons for climate policy from behavioral biases towards COVID-19 and climate change risks. *World Development*, 137, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105214>
- Cavicchia, C., Vichi, M., & Zaccaria, G. (2019). A new hierarchical model-based composite indicator on climate change. In M. Bini, P. Amenta, A. D'Ambra & I. Camminatiello (Eds.), *Statistical Methods for Service quality evaluation* (pp. 346–349). Cuzzolin Publisher.
- Ching, J., & Kajino, M. (2020). Rethinking Air Quality and Climate Change after COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145167>
- Choi, H. I. (2019). Assessment of Aggregation Frameworks for Composite Indicators in Measuring Flood Vulnerability to Climate Change. *Scientific Reports*, 9, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55994-y>

- Cianconi, P., Betrò, S., & Janiri, L. (2020). The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. *Front Psychiatry, 11*, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00074>
- Cîrstea, S. D., Moldovan-Teselios, C., Cîrstea, A., Turcu, A. C., & Pompei Darab, C. (2018). Evaluating Renewable Energy Sustainability by Composite Index. *Sustainability, 10*, 1–21. <https://doi.org/10.3390/su10030811>
- Cole, J., & Dodds, K. (2021). Unhealthy geopolitics: can the response to COVID-19 reform climate change policy? *Bull World Health Organization, 99*, 148–154. <https://doi.org/10.2471/BLT.20.269068>
- das Neves Almeida, T. A., & García-Sánchez, I.-M. (2016). A comparative analysis between composite indexes of environmental performance: An analysis on the CIEP and EPI. *Environmental Science & Policy, 64*, 59–74. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.011>
- Die Bundesregierung (2008). Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. [https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_zusammenfassung.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_zusammenfassung.pdf)
- Diffenbaugh, N. S., & Scherer, M. (2011). Observational and model evidence of global emergence of permanent, unprecedented heat in the 20(th) and 21(st) centuries. *Climate Change, 107*, 615–624. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0112-y>
- Douglas, M., Katikireddi, S. V., Taulbut, M., McKee, M., & McCartney, G. (2020). Mitigating the wider health effects of covid-19 pandemic response. *BMJ, 369*, 1–6. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1557>
- Edmonds, H. K., Lovell, J. E., & Lovell, C. A. K. (2020). A new composite climate change vulnerability index. *Ecological Indicators, 117*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106529>
- Feuerstahler, L., & Wilson, M. (2021). Scale Alignment in the Between-Item Multidimensional Partial Credit Model. *Applied Psychological Measurement, 45*(4), 268–282. <https://doi.org/10.1177/01466216211013103>
- Forster, P. M., Forster, H. I., Evans, M. J., Gidden, M. J., Jones, C. D., Keller, C. A., & Turnock, S. T. (2020). Current and future global climate impacts resulting from COVID-19. *Nature Climate Change, 10*, 913–919. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0883-0>
- Fuentes (2020). COVID-19 and Climate Change: A Tale of Two Global Problems. *Sustainability, 12*, 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12208560>
- Gates, B. (2020). COVID-19 is awful. Climate change could be worse. <https://www.gatesnotes.com/Energy/Climate-and-COVID-19>
- González-Hernández, D. L., Meijles, E. W., & Hoven, B. (2023). Level of Congruence between Household Perspectives and Mexican Climate Policies on the Issue of Climate Change. *Modern Geografía, 18*(3), 1–19. <https://doi.org/10.15170/MG.2023.18.03.01>
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2006). *GISS Surface Temperature Analysis. Global Temperature Trends: 2005 Summation*. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute.

- Hudrliková, L. (2013). Composite Indicators as a Useful Tool for International Comparison: The Europe 2020 Example. *Prague Economic Papers*, 4, 459–473. <https://doi.org/10.18267/j.pep.462>
- Hughes, L. (2020). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56–61. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01764-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01764-4)
- Innovációs és Technológiai Minisztérium. (2018). *A 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/6bcb816077f795960249fcc31c699245299be2da/letoltes>
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge University Press.
- Jentsch, A., & Beierkuhnlein, C. (2008). Research frontiers in climate change. Effects of extreme meteorological events on ecosystems. *Comptes Rendus Geoscience*, 340(9–10), 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2008.07.002>
- Jin, S. (2020). COVID-19, Climate Change, and Renewable Energy Research: We Are All in This Together, and the Time to Act Is Now. *ACS Energy Letters*, 5, 1709–1711. <https://doi.org/10.1021/acsenergylett.0c00910>
- Klenert, D., Funke, F., Mattauch, L., & O’Callaghan, B. (2020). Five Lessons from COVID-19 for Advancing Climate Change Mitigation. *Environmental and Resource Economics*, 76, 751–778. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00453-w>
- Kozma, D. E., Molnárné Barna, K., & Molnár, T. (2021). Rangsoroljunk vagy nem? – A körforgásos gazdaság mérési lehetőségei és azok összehasonlítása az EU-tagországokban. *Vezetéstudomány*, 52(8–9), 63–77. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2021.09.05>
- Kozma, D. E., Molnár, T., & Molnárné Barna, K. (2022). The indicators-based measurement of the circular economy in the countries of the European Union. *Tér és Társadalom*, 36(2), 49–69. <https://doi.org/10.17649/TET.36.2.3374>
- Kulcsár, L. (2013). A klímaváltozás társadalmi-gazdasági hatása. In J. T. Karlovitz (Ed.), *Társadalomtudományi gondolatok a harmadik évezred elején* (pp. 7–13). International Research Institute.
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J. P., Abernethy, S., Andrew, R. M., De-Gol, A. J., Willis, D. R., Shan, Y., Canadell, J. G., Friedlingstein, P., Creutzig, F., & Peters, G. P. (2020). Temporary reduction in daily global CO<sub>2</sub> emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10, 647–653. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
- Lemke, C., & Bastini, K. (2020). Embracing multiple perspectives of sustainable development in a composite measure: The Multilevel Sustainable Development Index. *Journal of Cleaner Production*, 246, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118884>
- Li, T., Zhang, H-C., & Liu, Z-C. (2012). PCA Based Method for Construction of Composite Sustainability Indicators. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(5), 593–603.



- Londoño Pineda, A. A., Vélez Rojas, O. A., Jonathan, M. P., & Sujitha, S. B. (2019). Evaluation of climate change adaptation in the energy generation sector in Colombia via a composite index — A monitoring tool for government policies and actions. *Journal of Environmental Management*, 250, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109453>
- Lovejoy, T. E. (2021). Nature, COVID-19, disease prevention and climate change. In Primack, R. B., Bates, A., & Duarte, C. (Eds.), *Conservation and ecological impacts of the COVID-19 pandemic*. Biological Conservation.
- Mahato, S., Pal, S., & Ghosh, K. G. (2020). Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity of Delhi, India. *Science of the Total Environment*, 730, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139086>
- Marazziti, D., Cianconi, P., Mucci, F., Foresi, L., Chiarantini, I., & Della Vecchia, A. (2021). Climate change, environment pollution, COVID-19 pandemic and mental health. *Science of the Total Environment*, 773, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145182>
- Marzi, S. (2019). *Role and development of composite indicatorss for climate change and sustainable development policies and practices* [Doktori értekezés, Università Ca’Foscari Venezia]. <http://dspace.unive.it/handle/10579/14967>
- Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. (2017). *Le Plan National D’Adaptation au Changement Climatique*. PNACC2. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire.
- Ministry for Resources and Rural Affairs. (2012). *National Climate Change Adaptation Strategy*. Ministry for Resources and Rural Affairs.
- Mohsin, M., Rasheed, A. K., Sun, H., Zhang, J., Iram, R., Iqbal, N., & Abbas, Q. (2019). Developing low carbon economies: An aggregated composite index based on carbon emissions. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 35, 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.08.003>
- Molnár, T. (2015). *Empirikus területi kutatások*. Akadémiai Kiadó.
- Molnár, T. (2018). *Társadalmi, gazdasági struktúrák regionális jellemzői. A Nyugat-Dunántúlon*. Omni Scriptum Scriptum–GlobeEdit.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). *Tools for Composite Indicators Building*. Institute for the Protection and Security of the Citizen Econometrics and Statistical Support to Antifraud Unit.
- Nazim, G., Czigány, Sz., Pirkhoffer, E., & Kiss, K. (2023). Modelling the Impact of Climate Change on the Flow Regime and Channel Planform Evolution of the Lower Drava River. *Modern Geográfia*, 18(2), 47–76. <https://doi.org/10.15170/MG.2023.18.02.04>
- Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (2007): Rapport au Premier Ministre et au Parlement Changements climatiques et risques sanitaires en France. [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/42/040/42040005.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/040/42040005.pdf)



- Patocskai, M. (2011). A fenntartható fejlődés mérhetőségének egyik lehetősége a karbon-lábnyom. *Modern Geográfia*, 6(1), 1–21.
- Salvati, L., & Carlucci, M. (2014). A composite index of sustainable development at the local scale: Italy as a case study. *Ecological Indicators*, 43, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.021>
- Sands, P. (1992). The United Nations Framework Convention on Climate Change. *Framework for Climate Change*, 1(3), 270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9388.1992.tb00046.x>
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2007). Development of composite sustainability performance index for steel industry. *Ecological Indicators*, 7, 565–588. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.06.004>
- Talukder, B., Wipfel, K. W., & van Loon, G. W. (2017). Developing Composite Indicators for Agricultural Sustainability Assessment: Effect of Normalization and Aggregation Techniques. *Resources*, 6(4), 1–27. <https://doi.org/10.3390/resources6040066>
- Trenberth, K. E. (2012). Framing the way to relate climate extremes to climate change. *Climate Change*, 115, 283–290. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0441-5>
- Trisos, C. H., Merow, C., & Pigot, A. L. (2020). The projected timing of abrupt ecological disruption from climate change. *Nature*, 580, 496–501. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11814633>
- Umweltbundesamt. (2015). *Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel*. Umweltbundesamt.
- Valkó, G., Kovács, I., & Farkasné Fekete, M. (2018). A fenntartható mezőgazdaság kompozit indikátorai. *Statisztikai Szemle*, 96(8–9), 862–891.
- Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2007). A mathematical programming approach to constructing composite indicators. *Ecological Economics*, 62, 291–297. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.12.020>
- Žikić, M., & Rabi-Žikić, T. (2018). Meteoropathy and meteorosensitive persons. *Medicinski pregled*, 71(3–4), 131–135. <https://doi.org/10.2298/MPNS1804131Z>

Ez a mű a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Ne változtasd! 4.0 nemzetközi licence-feltételeinek megfelelően felhasználható. (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

This open access article may be used under the international license terms of Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

