

OTDK-dolgozat

2023

BUDAPEST CORVINUS EGYETEM
VÁLLALKOZÁSFEJLESZTÉSI INTÉZET



EURÓPA, A ZÖLD KONTINENS?
AZ EURÓPAI UNIÓ ÉGHAJLATVÉDELMI TÖREKVÉSEINEK
ÉRTÉKELÉSE A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE ELTÉRŐ
MEGKÖZELÍTÉSEINEK ALKALMAZÁSÁVAL

EUROPE, THE GREEN CONTINENT?
EVALUATION OF THE EUROPEAN UNION'S CLIMATE
PROTECTION EFFORTS USING DIFFERENT APPROACHES OF THE
ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE

Málits Péter

Konzulens: Madari Zoltán

Kézirat lezárásának dátuma: 2022. 04. 18.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	1
2.	A dolgozat elméleti háttere.....	5
2.1.	A gazdasági fejlődés és a környezeti degradáció kapcsolatának eltérő megközelítései.....	5
2.2.	A környezeti Kuznets-görbe-hipotézis	7
2.2.1.	Elméleti keret	7
2.2.2.	Empirikus eredmények.....	9
2.2.3.	Kritikák.....	12
2.3.	Nemzetközi kereskedelmi aspektusok a környezeti Kuznets-görbe vonatkozásában	13
3.	Az Európai Unió éghajlatvédelmi politikája	16
3.1.	Az EU klímapolitikájának alakulása az 1980-as évektől 2008-ig.....	16
3.2.	A 2020-as és 2030-as kibocsátáscsökkentési keretrendszer.....	17
3.3.	Útban a 2050-es karbonsemlegesség felé: az Európai Zöld Megállapodás és a 2030-as célok felülvizsgálata.....	18
3.4.	A kibocsátáskereskedelmi rendszer (ETS) és az importkarbonvám-javaslat (CBAM) jellemzői	20
4.	Adatbázis	22
4.1.	A modellezéshez felhasznált változók.....	22
4.2.	A kulcsváltozók jellemzése	23
5.	Modellezés.....	29
5.1.	Modellezési stratégia	29
5.2.	Módszertan	29
5.3.	Eredmények.....	31
5.3.1.	Az Európai Unió egészének elemzése.....	31
5.3.2.	A nettó karbonimportőr tagállamok csoportjának elemzése	33
6.	Értékelés.....	35
6.1.	Következtetések és éghajlatpolitikai implikációk	35
6.2.	Limitációk és további kutatási irányok.....	37
	Hivatkozásjegyzék.....	I
	Mellékletek.....	VIII

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Európai főkusszal készített tanulmányok összefoglaló táblázata.....	11
2. táblázat: Az EU – jelenleg hatályban lévő – kibocsátáscsökkentési célszámai (2020, 2030).....	17
3. táblázat: Az EU jelenleg hatályos közvetlen kibocsátáscsökkentési célszámai az egyes komponensekben	18
4. táblázat: A vizsgált változók köre	22
5. táblázat: A Hausman-tesztek eredményei	31
6. táblázat: Az EU27 CBA és PBA fix hatású modell eredményei.....	31
7. táblázat: A CBA-kibocsátás modelljének eredményei a teljes EU-ban és a nettó karbonimportőr tagállamokban	34
8. táblázat: A PBA-kibocsátás modelljének eredményei a teljes EU-ban és a nettó karbonimportőr tagállamokban	34
11. táblázat: A modellezéshez felhasznált változók leíró statisztikái.....	IX
12. táblázat: Gazdasági nyitottság (átlagos érték a GDP százalékában, 1995–2018).....	X
13. táblázat: Egy főre jutó energiafogyasztás (átlagos érték, 1995–2018).....	X
14. táblázat: Alacsony karbonintenzitású energiaforrások részaránya a primerenergia-felhasználásban (átlagos érték, 1995–2018)	XI
15. táblázat: Energiafüggőség az EU országokban (átlagos érték, 1995–2018).....	XI
16. táblázat: Az urbanizáció foka az EU országokban (átlagos érték, 1995–2018)	XII

Ábrajegyzék

1. ábra: A környezeti Kuznets-görbe sematikus ábrája	8
2. ábra: A világ országainak kereskedelmi hatásokkal korrigált CO ₂ -egyenlege (import-export, millió tonna, 2015).....	14
3. ábra: A "Fit for 55!" intézkedéscsomag fő intézkedési területei	19
4. ábra: Az EU aggregált CBA és PBA szerinti szén-dioxid-kibocsátásának alakulása (1995–2018)..	24
5. ábra: Az aggregált CBA- és PBA-kibocsátás hányadosának alakulása az EU-ban (1995–2018).....	24
6. ábra: A CBA- és PBA-kibocsátás átlagos értéke az EU tagállamaiban (1995–2018).....	25
7. ábra: A CBA- és PBA-kibocsátás átlagos aránya az Unió tagállamaiban (1995–2018)	26
8. ábra: Az EU aggregált GDP-jének alakulása (1995–2018).....	27
9. ábra: A gazdasági növekedés éves átlagos üteme az EU tagállamaiban (1995–2018).....	27
10. ábra: Egy főre jutó GDP az EU tagállamaiban.....	28

1. Bevezetés

Az elmúlt években a környezeti kihívásokhoz kapcsolódó kérdések világszerte a politikai-gazdasági diskurzus részévé, választások kimenetelét és fajsúlyos gazdasági-társadalmi döntéseket befolyásoló tényezővé váltak. Egyre gyakrabban vetődik fel a kérdés, hogy a jelenlegi gazdasági gyakorlat, a folyamatos növekedésre törekvés meddig folytatható anélkül, hogy bizonyos környezeti jellegű korlátok visszafordíthatatlanul átlépésre kerüljenek. Ezen szempontokra irányítja rá a figyelmet a fenntartható fejlődés koncepciója is.

Grossman és Krueger (1991) az előbbieken felvázolt kérdést vizsgálva arra a konklúzióra jutottak, hogy létezik a gazdasági fejlettségnek egy szintje, amit meghaladva az adott ország környezeti terhelése nem nő a korábbi ütemben. Ezen megállapítás *környezeti Kuznets-görbe* hipotézis néven került be a környezetgazdaságtani diskurzusba. A hipotézis létezését az elmúlt három évtizedben kutatók tucatjai vizsgálták különböző időszakokban és területeken, eltérő módszertanokkal és sokszínű modellspecifikációban, ennek megfelelően igen változatos eredményekkel.

Teljes egyetértés a környezeti terhelést megtestesítő mérőszám kiválasztásában sincsen, ám a legtöbb kutató a szén-dioxid kibocsátását választja. Ennek oka abban keresendő, hogy a természettudományos konszenzus¹ szerint az üvegházhatású gázok közül ezen molekula tehető a legnagyobb mértékben felelőssé a napjainkban megfigyelhető, antropogén eredetű globális éghajlatváltozás előidézésében, ami a környezeti problémák közül kiemelt figyelmet élvez. A kiemelt figyelem háttérében az áll, hogy – amint arra vonatkozóan az ENSZ égisze alatt működő Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) három évtizede a legfrissebb kutatási eredmények szintetizálásán keresztül figyelmeztet – az éghajlatváltozás belátható időn belül jelentős valószínűséggel a bioszféra egészére kiható változásokat idézhet elő. A testület legújabb, hatodik értékelő jelentése drasztikus megfogalmazással hívja fel a döntéshozók figyelmét arra, hogy időben korlátozott, gyorsan szűkülő időablak áll rendelkezésre az éghajlatváltozás lassítására irányuló (mitigációs) tevékenységek területén ahhoz, hogy „biztosítsa az élhető és fenntartható jövőt mindenki számára” (Pörtner és szerzőtársai (2022), p. 37).

¹ Lynas és szerzőtársai (2021) tanulmányukban 88125, az elmúlt 10 évben az éghajlatváltozással összefüggésben készített kutatás empirikus elemzésén keresztül arra a következtetésre jutott, hogy a tanulmányok több, mint 99 százaléka elfogadja a tételt, miszerint a jelenlegi éghajlatváltozás antropogén eredetű.

A kihívás súlyosságához mérten egy globális intézményrendszer is kiépült a probléma kezeléséhez. Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményének (UNFCCC)² szerződő felei (197 ország és területi egység) évente rendezendő konferencián³ igyekeznek alakítani és összehangolni éghajlatvédelmi erőfeszítéseiket. Ezen platformon az Európai Unió tagállamai egységesen képviseltetik magukat, és törekednek arra, hogy demonstrálják: amellett, hogy a világgazdaság egyik központjának számítanak, az éghajlatvédelmi törekvések területén is meghatározó szerepet töltenek be. Ezt az irányultságot leginkább az a cél reprezentálja, miszerint az Európai Unió a világon elsőként 2050-re karbonsemleges lesz, tehát nem bocsát ki több szén-dioxidot annál, mint amennyit a természetes és mesterséges nyelők semlegesíteni tudnak. Ezen cél kitűzése egy több évtizedre visszanyúló jogszabályi és intézményi fejlődés eredménye, amely a 3. fejezetben részletesen is bemutatásra kerül.

A nemzetközi egyezmények és a szén-dioxid-kibocsátási számvitel fontos jellemzője, hogy a kibocsátást területiális (PBA⁴), tehát az adott ország vagy területi egység határain belül zajló folyamatok eredményeként előálló szén-dioxid-emisszió alapján számszerűsítik. Ebben az elszámolásban az EU eredményes klímapolitikát folytat: nettó kibocsátása 2020-ra az 1990-es szinthez képest 34 százalékkal csökkent, meghaladva az évre előirányozott 20 százalékos célt (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2021). Figyelembe véve a tényt, hogy globális szén-dioxid-kibocsátás ezzel szemben dinamikusan növekszik, és 2021-ben történelmi rekordot ért el (IEA, 2022), felvetődik a kérdés, hogy a deklarált kibocsátáscsökkentési célok (dolgozatomban az EU vonatkozásában) mennyire tekinthetők valós előrelépésnek, és milyen mértékben áll a jelenség mögött a szennyező tevékenységek gyengébb környezetvédelmi szabályozással rendelkező harmadik országba történő kiszervezése (ún. *szénszivárgás*).

A kérdés megválaszolásához az adott gazdaság által felhasznált, tehát a területiális kibocsátási érték nemzetközi kereskedelemben részt vevő javak előállítása és szállítása során felmerült (beágyazott) kibocsátással korrigált fogyasztásalapú szén-dioxid-emisszió (CBA)⁵ nyújthat segítséget, mely számítási módjából adódóan az egyes nemzetgazdaságok polgárainak életmódjára, fogyasztási szerkezetére világít rá. A megközelítés relevanciája, hogy a Világbank adatai szerint 1970 és 2019 között a nemzetközi kereskedelemben résztvevő javak GDP-hez

² United Nations Framework Convention on Climate Change

³ Conference of Parties (COP)

⁴ Production-based accounting, a dolgozatban következetesen területiális kibocsátásként hivatkozom rá.

⁵ Consumption-based accounting, a dolgozatban fogyasztásalapú vagy fogyasztásközpontú névvel illetem.

viszonyított értéke 40 százalékról 92 százalékra nőtt az EU-ban (Világbank, 2022a), ami megerősíti a kérdéskör vizsgálatának relevanciáját.

A szén-dioxid-elszámolás két megközelítése közötti eltérés jelentőségére az éghajlatváltozás elleni fellépés szempontjából az mutat rá, hogy bár a területi kibocsátást a szennyező tevékenységek kiszervezésével lehetséges visszaszorítani, ez nemzetközi szinten nem fog az emisszió csökkenésével járni. Egy világméretű, multigenerációs externális jelenség (Stern, 2006) esetében ennek kiemelt jelentősége van, hiszen a probléma ezzel nem oldódik meg, csak térben áthelyezésre kerül.

Dolgozatomban mindezek alapján az a célom, hogy panelökonometriai módszerekkel teszteljem a környezeti Kuznets-görbe hipotézisét az Európai Unió és tagállamainak vonatkozásában, 1995–2018 közötti időszoron, területi és fogyasztásközpontú megközelítésben egyaránt. Az időintervallum megválasztása azért célszerű, mert megjelenik benne a zöld technológiai forradalom első időszaka és lefedi az emissziókereskedelmi rendszer (ETS) működésének döntő részét. A hipotézis tesztelése mellett a két megközelítés összehasonlítása bizonyos szinten képet adhat a szénszivárgás jelenségének létezéséről az EU-ban. Mindez új megvilágításba helyezheti az európai integráció klímavédelmi törekvéseinek sikerességét.

Kutatási kérdéseim mindezek alapján az alábbiak:

1. Igazolható-e a környezeti Kuznets-görbe létezése az EU tagállamaiban és uniós szinten az 1995–2018 közötti időszakot alapul véve a szén-dioxid-kibocsátás területi és/vagy fogyasztásközpontú megközelítésében?
2. Mely tényezők befolyásolják a szén-dioxid-kibocsátás alakulását a vizsgált időszakban?

Kutatásomnak további relevanciát kölcsönöz, hogy eddig nem készült olyan tanulmány, amely az uniós kibocsátás két megközelítését úgy vetette össze a környezeti Kuznets-görbe alkalmazása esetén, hogy a szén-dioxid-kibocsátás alakulásának modellezésekor a gazdasági fejlettségen kívül más (kontroll)változót is bevont a modellbe. Ez a megközelítés hozzájárulhat ahhoz, hogy a regressziós becslést kevésbé befolyásolják a modellből kihagyott változók. A kutatás eredményei az EU éghajlatpolitikájának releváns implikációira világíthatnak rá.

A dolgozat felépítése a következő: a második fejezetben áttekintem a tématerület releváns szakirodalmát, koncepcionális hátterét, illetve témában készített empirikus tanulmányok eredményeit. A harmadik fejezetben az Európai Unió klímapolitikájának legfontosabb elemeit

veszem górcső alá. A negyedik fejezetben bemutatom a felhasznált adatbázist, indoklást adok bevont kontrollváltozóim kiválasztásáról és adatvizualizációs eszközökkel jellemzem ezen változókat. Az ötödik részben bemutatom az alkalmazott ökonometriai módszertant és a modellezés eredményeit. Az hatodik, záró fejezetben prezentálom az eredményekből levonható következtetéseket, döntéshozói implikációkat, illetve kitérek kutatásom limitációira és a témában rejlő további lehetséges kutatási irányokra.

2. A dolgozat elméleti háttere

Jelen fejezetben elsőként áttekintem a gazdasági fejlődés és a környezeti terhelés összefüggését vizsgáló legfontosabb elméleti megközelítéseket, ezzel kijelölve kutatásom elméleti kereteit. Az elméleti megközelítések közül dolgozatom szempontjából kiemelkedik a környezeti Kuznets-görbe hipotézise, amit három lépésben vizsgállok: először bemutatom a hipotézis elméleti hátterét, ezt követően a hipotézis vizsgálatára irányuló empirikus kutatások eredményeit, végül pedig a koncepciót ért kritikákat. Ez utóbbihoz kapcsolódnak a nemzetközi kereskedelem szén-dioxid-kibocsátás szempontjából releváns aspektusai és a szénszivárgás jelensége, amit a fejezet utolsó tartalmi egységében veszek górcső alá.

2.1. A gazdasági fejlődés és a környezeti degradáció kapcsolatának eltérő megközelítései

A gazdasági növekedés és a környezeti degradáció mértéke közötti kapcsolat kérdése hosszú ideje foglalkoztatja a közgazdászokat és a társadalomtudomány képviselőit. Ahogy De Steiguer (1995) a környezettel kapcsolatos közgazdasági gondolkodás alakulását áttekintő tanulmányában rámutatott, már a klasszikus gazdaságelmélet korszakában (XVIII–XIX. század) is felmerült meghatározó gondolkodók körében a növekedés korlátosságának gondolata (lásd például: Malthus (1798); Mill (1848)). Malthus (1798) korszakalkotó művében mellett érvelt, hogy a mezőgazdasági termelés volumene nem képes lépést tartani a népesség növekedésével, ami a mezőgazdasági termékek árnyövekedésén keresztül vezet el a gazdasági teljesítmény, majd később a népességszám hanyatlásához. Mill (1848) egy kíváncsi egyensúlyi állapot elérését szorgalmazta a végtelen növekedés elérhetetlensége miatt, ami olvasatában a fogyasztás és a népességszám korlátozásán keresztül érhető el. De Steiguer (1995) megjegyzi, hogy a szerzők jelentős hatást gyakoroltak két, napjainkban is befolyással rendelkező mű megszületésére: a Malthus-i iskola nyomai *A növekedés határai* című tanulmányban (Meadows és szerzőtársai, 1972), Mill gondolatai pedig a *Brundtland-jelentésben* (World Commission on Environment and Development, 1987) érhetőek tetten.

A Római Klub gondozásában megjelent *A növekedés határai* (Meadows és szerzőtársai, 1972) abban a tekintetben volt korszakalkotó, hogy a szerzők számítógépes modellezés eredményeként jutottak arra az eredményre, hogy a népességnövekedés, iparosodás, erőforrásfelhasználás és szennyezés akkori trendjét alapul véve egy évszázadon belül elérésre kerül a növekedés ökológiai tényezők jelentette korlátja, hirtelen csökkenést okozva ezzel az ipari teljesítményben és a népességszámban egyaránt. A szerzők szerint ezen forgatókönyv

elkerüléséhez egy gazdasági és ökológiai szempontból is fenntartható egyensúlyi modell létrehozására van szükség. A tanulmány rövid időn belül kritikák kereszttüzébe került (lásd például Cole és szerzőtársai (1973)), azonban Herrington (2020) az eredeti tanulmány adatbázisának frissítésével végrehajtott modellezésének eredményeire támaszkodva megállapította, hogy Meadows és szerzőtársai (1972) konklúziója továbbra is helytálló, és a modell által legvalószínűbbnek ítélt forgatókönyvek jelentős kérdéseket vetnek fel azzal kapcsolatban, hogy helyes-e a folyamatos gazdasági növekedés mint globális cél követése a XXI. században.

A Brundtland-jelentés (World Commission on Environment and Development, 1987) a fenntartható fejlődés koncepcióját alapozta meg, és több szálon kapcsolódik az előbbieken bemutatott tanulmányokhoz. Definíció szerint a fenntartható fejlődés jellemzője, hogy a jelenkor igényei anélkül kerülnek kielégítésre, hogy ezzel veszélybe kerülnének a következő generációk igénykielégítési törekvései. A jelentésben a fenntarthatóság három, egymástól elválaszthatatlan, társadalmi, környezeti és gazdasági dimenzióban jelenik meg. Ezen elválaszthatatlanság kapcsolatba hozható Daly (1991) erős fenntarthatóság koncepciójával, miszerint a természeti tőke nem helyettesíthető az emberi tevékenység által előállított tőkével.

A folyamatos gazdasági növekedés megvalósíthatóságának és a tőkeformák helyettesíthetőségének kérdése alkalmas átvezetést jelent az eddigiekben áttekintett irodalom összevetésére a jelenlegi közgazdaságtanban domináns és témám szempontjából releváns neoklasszikus alapelvekkel. A megközelítésbeli különbség szemléltetésére alkalmas eszköz a Solow-modell (Solow, 1956), melynek fontos jellegzetessége, hogy a technológia folyamatos fejlődésével elméletileg korlátlan fejlődés érhető el. A tőkeformák kérdésében pedig Ekins és szerzőtársai (2003) mutatnak rá, hogy a neoklasszikus termelési függvényben termelési tényezőként a munkaerő mellett az ember által előállított tőke szerepel, természeti tőke nem jelenik meg benne. Goodland és Ledec (1987) arra figyelmeztetnek, hogy mérhetőségi okoknál fogva a természet által biztosított szolgáltatások (és a hozzá kapcsolódó potenciális kockázatforrások) módszeresen alul vannak becsülve a neoklasszikus költség-haszon-elemzésekben.

Az előzőekben bemutatott két véglet természetesen nem fedi le a gazdaságelmélet egészét. A környezetgazdaságtan képviselői (lásd pl. Pigou (1933)) a neoklasszikus elemzési keret felhasználásával igyekeznek a természeti környezet aspektusait integrálni kalkulációikba. Brock és Taylor (2010) a Solow-model „zöld” kiegészítésére tesznek kísérletet, és a neoklasszikus irány egyik legfontosabb környezeti témájú kiegészítésének tekinthető a

kutatásom középpontjában álló környezeti Kuznets-görbe hipotézise is. A következő alfejezetben ezen hipotézis elméleti kereteit, a bizonyítására irányuló empirikus tanulmányok eredményeit, illetve a koncepcióval szemben felhozott kritikákat ismertetem.

2.2. A környezeti Kuznets-görbe-hipotézis

2.2.1. Elméleti keret

A környezeti Kuznets-görbe koncepciójának áttekintését indokolt Simon Kuznets (1955) közgazdasági Nobel-díjjal kitüntetett elméletének rövid bemutatásával kezdeni. Tanulmányában Kuznets amerikai adatok felhasználásával arra mutatott rá, hogy a jólét növekedésével a gazdasági egyenlőtlenség egy pontig növekszik, ezt a pontot elérve pedig csökkenni kezd, tehát a fejlettség további növekedése csökkenti az egyenlőtlenséget. Mindezt az egy főre eső jövedelem és egyenlőtlenség tengelyek között ábrázolva fordított U-alak adódik eredményül.

A Kuznets-görbe első környezetgazdaságtani alkalmazása Grossman és Krueger (1991) nevéhez fűződik: a NAFTA⁶ szabadkereskedelmi megállapodás várható környezeti hatásainak elemzéséről írt tanulmányuk első fejezetében ismertették a légszennyezettség és gazdasági fejlettség kapcsolatára vonatkozó eredményeiket, ami szerint a gazdasági fejlettségnek van egy olyan szintje, ami után a további növekedés nem jár a levegőminőség folytatódó romlásával. Az általuk használt modell az alábbi módon formalizálható:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + u$$

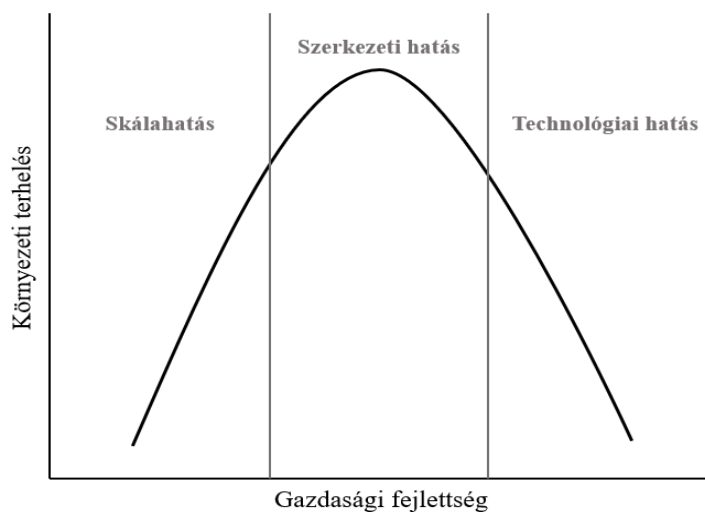
ahol Y a környezeti degradáció mértéke, β_i a magyarázó változókhoz tartozó együttható, X és X^2 az egy főre jutó jövedelem és annak négyzete, u pedig a hibatermék. A kiterjesztett modell emellett tartalmazhatja a jövedelem köbös alakját, illetve egyéb kontrollváltozókat is. A Kuznets-görbe alakja a jövedelem β paramétereinek előjelétől és szignifikanciájától függ. Amennyiben a jövedelem és annak négyzete szerepelnek a modellben, a hipotézis akkor igazolódik, ha teljesülnek azon feltételek, hogy $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, valamint a $-\frac{\beta_1}{2\beta_2}$ az átlagos GDP/fő értékhez képest relatív alacsony, értelmezhető értéket vesz fel (López-Menéndez és szerzőtársai, 2014).

Grossman és Krueger (1995) egy későbbi tanulmányukban négy környezeti indikátor (városi légszennyezés és három, az élővizek szennyezettségéhez kapcsolódó változó) alakulását

⁶ North American Free Trade Agreement

vizsgálták a gazdasági fejlettség függvényében panelökonometriai módszertan alkalmazásával. Élesen megfogalmazott konklúziójuk, hogy „ellentétben egyes környezetvédő csoportok riasztó kiáltásaival” (Grossman és Krueger, 1995, pp. 370), nincs bizonyíték arra, hogy a gazdasági fejlődés természetrombolással járna, hanem éppen ellenkezőleg, egy bizonyos fejlettségi szintet meghaladva csökkenő tendencia figyelhető meg ebben az aspektusban. Ez a szint a szerzők által használt változók, területi adatok, módszertan és választott időintervallum esetében 8000 dollárra tehető (1985-ös árfolyamon).

Grossman (1995) a környezeti Kuznets-görbe elméletéről készített tanulmányában a gazdasági fejlődéssel összefüggésben három olyan hatást azonosít, mely olvasatában magyarázatot ad a függvény fordított U-alakjára. Az első a skálahatás, amely a gazdaság kezdeti növekedésére jellemző. Ebben a periódusban a növekedés erőforrásintenzív, főként a primer és szekunder szektorok tevékenységére alapul, ami a környezeti degradáció szintjének emelkedését eredményezi. A második, szerkezeti hatás időszakában a gazdaság eléri azt a fejlettségi szintet, ahol az ipari termelés éretté válik és egyre inkább környezetkímélő technológiákat alkalmaz, ami a környezeti lábnyom növekedési ütemének lassulását eredményezi. Ahogy Sarkodie és Strezov (2018) megjegyzik, ebben a szakaszban jelentkezik, ha a fejlett országok a legszennyezőbb ipari tevékenységeiket kiszervezik kevésbé szigorú környezetvédelmi szabályokkal rendelkező, fejlődő országokba. A technológiai hatás időszakában a fejlődés hatására a gazdaság tudásintenzív alapra helyeződik át, ami tovább erősíti az alacsony károsanyag-kibocsátással járó technológiák terjedését, így a környezet minősége javulásnak indul. A környezeti Kuznets-görbe általánosított, sematikus ábrázolását mutatja be az 1. ábra.



1. ábra: A környezeti Kuznets-görbe sematikus ábrája
Forrás: Grossman és Krueger (1991) alapján saját szerkesztés

Panayoutou (1997) hasonló konklúzióra jutott. Tanulmányában a környezeti terhelés alakulását vizsgálta, és a hatást három különálló komponensre bontotta fel: az egységnyi területre jutó GDP-ből képzett skálahatás, a gazdasági teljesítmény összetételét reprezentáló strukturális hatás és a (szennyezés)csökkentési hatás, amelynek mögöttes feltételezése, hogy növekvő jövedelemszint mellett az egyéb szükségletek egyre inkább kielégítésre kerülnek és ez lehetővé teszi azt, hogy a jövedelem mind nagyobb részét fordítsák környezetvédelemre. Az egyes hatásokat *ceteris paribus* vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy a skálahatás révén a környezeti terhelés monoton nő a jövedelem növekedésével, a szennyezéscsökkentési hatás monoton csökkenő terhelést eredményez, míg a strukturális hatás leírja a fordított U-alakot a szerkezetváltás eredményeképpen.

2.2.2. Empirikus eredmények

Abból adódóan, hogy a Grossman és Krueger által megalapozott koncepció mentes volt modellspecifikációra vonatkozó korlátozó tényezőktől, az elmúlt közel három évtizedben a hipotézis tesztelésére irányuló publikációk sok szempontból változatosak: az eredményváltozó szerepét betöltő környezeti indikátor, a modellbe bevont kontrollváltozók köre, a vizsgálat fókuszában álló ország(ok) és időtáv, valamint az alkalmazott módszertan kérdése egyaránt igen diverz képet mutat. Az alfejezetben ezen szempontok mentén mutatom be a korábbi kutatások eredményeit.

A kutatások többségében a (territoriális) szén-dioxid-kibocsátás (PBA) szerepel a környezeti degradáció mérőszámaként (pl. Iwata és szerzőtársai (2010), Németh-Durkó (2020), Kasman és Duman (2015)). Ezen tanulmányok dolgozatok szempontjából azért bírnak fokozott relevanciával, mert a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének tesztelése mellett implicit vagy explicit módon megjelenik bennük a szén-dioxid-emisszió alakulására ható tényezők azonosítása is (különös tekintettel azon kutatásokra, melyek a GDP/fő mellett más kontrollváltozókat is bevonnak a modellbe). A szén-dioxid-kibocsátás alakulását vizsgáló kutatási eredményeket rendszerezi Shahbaz és Sinha (2019). Példa egyéb környezeti degradációt mérő, a modellekben eredményváltozóként szereplő indikátorra a kén-dioxid (List és Gallet, 1999), a légszennyezés meghatározó molekulái, így nitrogén-oxidok, szén-monoxid és szállópor (Selden és Song, 1994), az energiafogyasztás (York, 2007), illetve összetett mutatószámok, mint az ökológiai lábnyom (Dogan és szerzőtársai, 2019).

A kontrollváltozók kérdése szintén releváns a téma kutatói körében. Ikonen (2012) arra hívja fel a figyelmet, hogy az energiafelhasználás mint magyarázó változó szerepeltetése torzíthatja

a modellt, alulbecsülve azt a jövedelemszintet, amit meghaladva a környezeti terhelés csökkenni kezd (feltételezve, hogy a CO₂ tölti be az eredményváltozó szerepét). Ennek ellenére a kutatások igen széles köre támaszkodik különböző kontrollváltozókra, köztük az energiafelhasználást leíró mérőszámokra is. Shahbaz és Sinha (2019) 171 empirikus tanulmányt tekintettek át, ezek közül 105 esetben szerepelt a gazdasági nyitottság (pl. Hill és Magnani, 2002), a fosszilis tüzelőanyagokra alapuló energiatermelés (pl. Lee és szerzőtársai, 2009) és/vagy a megújuló energiaforrásokra épülő energiaelőállítás (pl. Lorente és Álvarez-Herranz, 2016) aránya vagy mennyisége kontrollváltozóként. York (2007) emellett a népességszámot és az urbanizáció fokát, Abid (2017) pénzügyi jellegű változókat (pl. külföldi közvetlen működőtőke-befektetések mértékét), Iwata és szerzőtársai (2010) pedig a nukleáris energia részarányát szerepeltették modelljükben.

A vizsgált terület és idő megválasztása is sokszínű. Yaduma és szerzőtársai (2015) globális fókusszal 154 országot vizsgáltak, Mehrara és Ali Rezaei (2013) regionális megközelítésben a BRICS-országcsoporthoz írt tanulmányt. Németh-Durkó (2020) nemzetgazdasági szinten, Magyarország tekintetében elemezte – és igazolta – a környezeti Kuznets-görbe létezését, míg Wang és szerzőtársai (2017) tartományi szinten vizsgáldtak, melynek keretében 30 kínai közigazgatási egységet elemeztek a 2000–2013 időtávon. A legtöbb kutatás legkésőbb a 2010-es évek közepéig tartó időszakot vizsgál, így a megújuló energiaforrások hasznosításának elmúlt néhány évben tapasztalható dinamikus növekedése jellemzően kívül esik ezen tanulmányok fókuszán.

Az alkalmazott módszertan kérdése szintén kritikus fontosságú, hiszen nagy mértékben befolyásolhatja az elemzés kimenetelét. A téma kutatásában visszatérő megközelítés az idősokelemzés (pl. VAR, ARDL, kointegrációs modellek, lásd például Németh-Durkó (2020), Frodyma és szerzőtársai (2022)) vagy a panelökonometria alkalmazása (pl. pooled OLS, fix hatású vagy random hatású modell, lásd például López-Menéndez és szerzőtársai (2014), Kacprzyk és Kuchta (2020) tanulmányát). Stern (2004) négy területet azonosít, ahol a környezeti Kuznets-görbe vizsgálatát leggyakrabban ökonometriai eredetű kritikák érik: heteroszkedaszticitás, szimultaneitás, kihagyott változó okozta torzítás és kointegrációs kérdések. Stern (2004) konklúziója, hogy az ezen szempontokat fokozottan figyelembe vevő kutatások rendre magasabbra becsülik azt a fejlettségi szintet, ahol a környezeti degradáció mértéke csökkenésnek indul (ez konzisztens Ikonen (2012) eredményével). A szerző emiatt olyan kontrollváltozók bevonása mellett érvel, amelyek képesek megragadni az

eredményváltozónak megválasztott környezeti indikátor változásának hátterében fennálló okokat.

A sokszínű megközelítésből következően az eredmények tekintetében sincsen homogenitás a szakirodalomban. López-Menéndez és szerzőtársai (2014) monoton csökkenő, Richmond és Kaufmann (2006) monoton növekvő lineáris függvény meglétét igazolták. A másodfokú függvények közül Halkos és Tzeremes (2009) U-alakú, Holtz-Eakin és Selden (1995) fordított U-alakú kapcsolatra találtak empirikus bizonyítékot. A kiterjesztett környezeti Kuznets-görbe vizsgálói közül Hill és Magnani (2002) N-alakú, Dogan és Ozturk (2017) pedig fordított N-alakú függvényformára találtak alátámasztást.

Az alábbi, összegző táblázatban összefoglalom azon tanulmányokat, melyek az EU-tagállamokra fókuszálnak (minden tagállam vagy 10 országnál nagyobb országcsoporthoz), illetve eredményváltozójuk a szén-dioxid. A kiemelés oka, hogy ezen kutatások eredményei közeli összehasonlítást tesznek lehetővé dolgozatom eredményeivel.

Szerző	Vizsgálat fókusza	Bevont magyarázó változók	Eredmény
Frodyma és szerzőtársai (2022)	EU-27 (1970-2017)	- GDP, GDP ² , GDP ³ (egy főre vetítve)	Változatos eredmények; fordított U-alak nem bizonyított, fogyasztásközpontú megközelítésben lineáris kapcsolat
López-Menéndez és szerzőtársai (2014)	EU-27 (1996-2010)	- GDP, GDP ² , GDP ³ (egy főre vetítve); - megújuló energia részarányára vonatkozó kategóriaváltozó	1) a 20% alatti megújulóenergia-részaránnyal rendelkező tagállamok: N-alak 2) a 20% feletti megújulóenergia-részaránnyal rendelkező tagállamok: fordított U-alak
Józwik és szerzőtársai (2021)	11 közép-európai EU tagállam (1995-2016)	- GDP, GDP ² (egy főre vetítve) - gazdasági nyitottság (kereskedelmi volumen a GDP arányában (%)) - egy főre eső energiafelhasználás	Lengyelország esetében EKC teljesül (fordított U-alak), a többi tagállam esetében nem teljesül
Kasman és Duman (2015)	15 EU-tagállam (1992-2010)	- GDP, GDP ² (egy főre vetítve) - egy főre eső energiafelhasználás - gazdasági nyitottság (kereskedelmi volumen a GDP arányában (%)) - urbanizáció foka (%)	1) EKC teljesül - fordított U-alak 2) feltárt kauzalitások és irányuk: - energiafogyasztás, gazdasági nyitottság, urbanizáció foka -> CO ₂ -kibocsátás
Ahmed és szerzőtársai. (2016)	24 európai ország (1980-2010)	- GDP, GDP ² (egy főre vetítve)	EKC teljesül - fordított U-alak

1. táblázat: Európai fókusszal készített tanulmányok összefoglaló táblázata

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatban feltüntetett kutatások jól mutatják, hogy bár a hipotézis három évtizedes múltra nyúlik vissza, a terület társadalmi-gazdasági relevanciája miatt az elmúlt években is visszatérő

kutatási témát szolgáltat a környezetgazdaságtan képviselői számára. Frodyma és szerzőtársai (2022) ARDL-modell segítségével vizsgálták az EU tagállamaiban a környezeti Kuznets-görbe létezését, néhány esettől eltekintve sikertelenül. A kutatás relevanciáját az adta, hogy a szerzők voltak az elsők, akik a fogyasztásalapú és területiális megközelítést egyaránt vizsgálták az EU 27 tagállamában. Józwik és szerzőtársai (2021) 11 kelet-közép-európai uniós tagállamot vizsgáltak 1995–2016 között, szintén az ARDL kointegrációs modelljének segítségével. Eredményeik alapján a hipotézis csak Lengyelországban igazolható a régióban, következtetésük szerint a közép-európai környezeti degradáció csökkentéséhez az EU éghajlatpolitikáját jobban a tagállami adottságokhoz kellene igazítani.

2.2.3. Kritikák

Ahhoz, hogy a környezeti Kuznets-görbe elméletéről teljes képet lehessen alkotni, szükségesnek tartom röviden kitérni a koncepciót ért kritikákra. Arrow és szerzőtársai (1995) legjelentősebb fenntartása a hipotézissel szemben, hogy annak implicit alapfeltételezése, hogy a környezeti terhelés szintje nem hat a GDP alakulására, tehát a jövedelem mint exogén változó szerepel a modellekben. Ezen egyirányú kapcsolat azt sugallja, hogy a gazdaság mindenképp fenntartható keretek között működik, nem okoz semmilyen visszafordíthatatlan negatív hatást a környezetben (Stern, 2004). Stern (2004) emellett arra is felhívja a figyelmet, hogy minden gazdasági tevékenység szükségszerűen okoz valamilyen szintű környezeti diszkontinuitást, így egy kiválasztott negatív környezeti hatás csökkentése magában hordozza a kockázatot arra nézve, hogy egy másik indikátorban egyidejűleg romlást idéz elő – releváns szempontnak tartom azonban figyelembe venni a döntési alternatívákhoz tartozó társadalmi és gazdasági költség-haszon egyenleget is.

A szakirodalmi kritikai felvetések harmadik csoportjának tanulságai kulcsfontosságúak kutatásom szempontjából. Ezek a korábban már említett szénzivárgás környezeti Kuznets-görbére gyakorolt hatását elemzik. Abból indulnak ki, hogy az a fejlettségi szint, ahol egyes gazdaságok elérik a fordulópontot a környezetre gyakorolt negatív hatásuk tekintetében, egy olyan szintet jelenít meg, ahol elkezdenek a tudásintenzív tevékenységekre specializálódni, míg a szennyező tevékenységeiket kiszervezik a fejlődő országokba, melyek a munkaerő- és tőkeigényes ágazatokra specializálódnak a Heckscher-Ohlin-modell elvét követve (Stern, 2004). Copeland és Taylor (2004) pedig arra mutattak rá, hogy ezt a folyamatot az is ösztönzi, ha két ország relációjában az egyikben szigorúbb környezetvédelmi szabályozások lépnek életbe. A fejezet következő, záró alfejezetében ezen gondolatmenetre építve áttekintem a

nemzetközi kereskedelem környezeti Kuznets-görbe szempontjából releváns elméleti keretét és kapcsolódó empirikus eredményeket.

2.3. Nemzetközi kereskedelmi aspektusok a környezeti Kuznets-görbe vonatkozásában

A globalizáció, a nemzetközi értékláncok kialakulásának eredményeképpen napjainkra minden korábbinál jobban elvált egymástól a termelés és fogyasztás lokációja. A nemzetközi kereskedelem ilyen mértékű kiterjedése ráirányította a kutatók figyelmét a jelenség környezeti aspektusainak vizsgálatára is. Pearce és Warford (1993) rámutattak, hogy teljes mértékben lehetővé vált (különösen a fejlett) országok számára, hogy megteremtsék saját fenntartható fejlődésüket azáltal, hogy a nem fenntartható tevékenységüket kiszervezik egy másik országba, ahol ezt a tevékenységet alacsonyabb költséggel folytathatják.

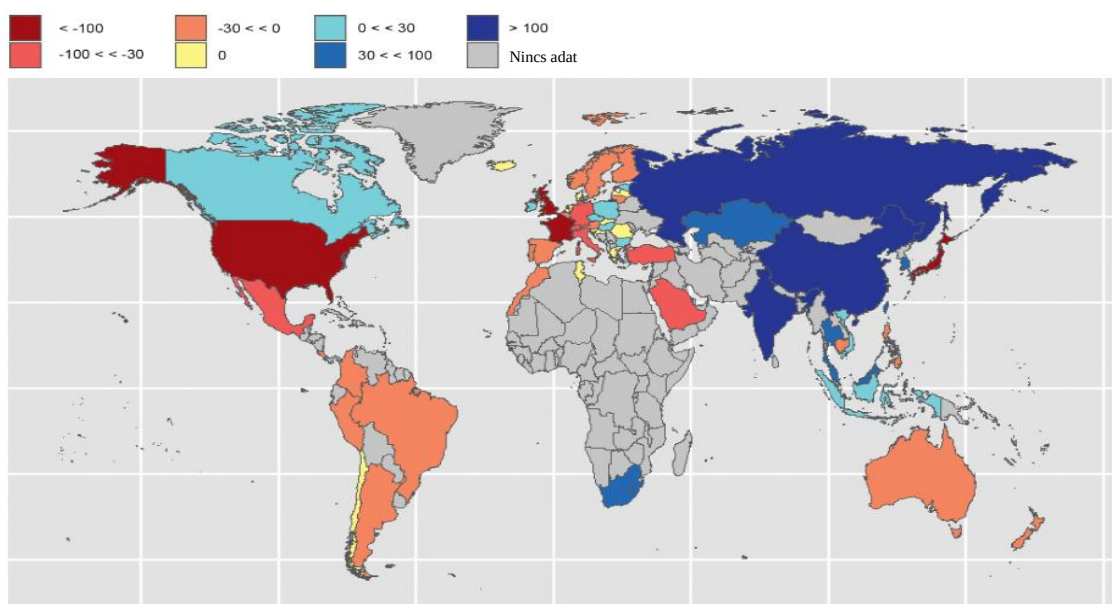
A szénzivatás előbbiekben bemutatott jelenségére épül a „szennyezési mennyország” (*pollution haven*) hipotézis, amely az elmúlt évtizedekben visszatérő tárgyat képezte empirikus kutatásoknak, melyekben vegyesen találunk példát a hipotézis elfogadására és elutasítására is.⁷ A szennyezési mennyország elmélete a szénzivatás létezését a környezetvédelmi szabályozások eltérő szigorúságára vezeti vissza. Hanna (2010) amerikai székhelyű multinacionális vállalatok külföldi befektetési döntéseit vizsgálta egy, a környezetvédelmi előírásokat jelentősen szigorító törvénykiegészítés elfogadását követően. Arra a konklúzióra jutott, hogy az elemzett vállalatok külföldi eszközei és külföldi teljesítményük is nőtt a jogszabály hatályba lépését követően, ami a hipotézis elfogadása mellett szól. Hasonló eredményre jutott egyebek mellett Levinson és Taylor (2008), illetve Kellenberg (2009) is. Brunnermeier és Levinson (2004) USA-ra fókuszáló kutatása elvetette a hipotézist, míg Cave és Blomquist (2008) az EU vonatkozásában részleges bizonyítékot talált: az energaintenzív iparágak esetében kimutatható az összefüggés, de a mérgezőanyag-intenzív iparágak esetében nem.

Bár kutatásom célja nem a *szennyezési mennyország* hipotézis tesztelése, implikációi a környezeti Kuznets-görbe szempontjából is relevánsak, hiszen az EU fejlett éghajlatvédelmi szabályokkal rendelkezik. Ahogy erre már az első, bevezető fejezetben utaltam, a dolgozatom középpontjában álló szén-dioxid-kibocsátás kapcsán a jelenségre a szén-dioxid-elszámolás területiális és fogyasztásalapú megközelítése közötti elméleti különbség világíthat rá. Szintén

⁷ Ebben jelentős szerepe lehet a módszertani aspektusnak: milyen proxy-változóval érdemes megjeleníteni a környezetvédelmi szabályozás szigorúságát? A különböző megközelítéseket tekinti át Poelhekke és Van der Ploeg (2014)

említésre került, hogy a nemzetközi szerződések és az egyes országok által megfogalmazott kibocsátáscsökkentési célok jellemzően a területi, tehát adott területi egység határain belül a különböző tüzelő-, fűtő- és üzemanyagok elégetéséből származó emisszióra vonatkoznak, míg a fogyasztásközpontú elszámolás (amit sokszor karbonlábnyomnak neveznek) a területi kibocsátás értékét korrigálja az importált és exportált javak előállítása során realizálódó (beágyazott) kibocsátás nettósított értékével (Yamano és Guilhoto, 2020).

A beágyazott kibocsátások jelentőségére Cezar és Polge (2020) mutatnak rá: a teljes globális kibocsátás negyede beágyazott emisszió (tehát a nemzetközi külkereskedelemben részt vevő javak előállításához és szállításához kapcsolódik), összvolumene 2005 óta 10 százalékkal nőtt. A fogyasztásközpontú megközelítés így módon jelentősen képes árnyalni azt a képet, amit a UNFCCC felé az országok adatszolgáltatás keretében kommunikálni kötelesek. A szerzők ezt a világ két legnagyobb kibocsátója, az USA és Kína példáján keresztül szemléltetik: előbbi területi alapon 5,1 milliárd tonna szén-dioxidot bocsátott ki 2015-ben, nettó kibocsátás-importőr lévén a fogyasztásalapú megközelítésben kalkulálva karbonlábnyoma 5,8 milliárd tonna. Kína esetében fordított a kapcsolat: területi alapon 9,1 milliárd tonna volt a kibocsátás mennyisége, azonban ebből nettó 1,1 milliárd tonna exportált termékeiben van beágyazva, így az ázsiai ország karbonlábnyoma 8 milliárd tonna volt 2015-ben. A 2. ábra szemlélteti az egyes országok nettó külkereskedelmi pozícióját karbonemisszió szempontjából (a negatív érték jelöli, ha az adott ország nettó karbonimportőr).



2. ábra: A világ országainak kereskedelmi hatásokkal korrigált CO₂-egyenlege (import-export, millió tonna, 2015)

Forrás: Cezar & Polge (2020)

A környezeti Kuznets-görbe kutatói közül kevesen dolgoztak a fogyasztásalapú megközelítéssel. Dong és szerzőtársai (2016) 189 országot vizsgáltak, és arra az eredményre jutottak, hogy a fogyasztásközpontú kibocsátás a gazdasági fejlettség pozitív függvénye, így ebben az esetben nem teljesül a környezeti Kuznets-görbe fordított U-alakjának hipotézise. De Bruyn és Opschoor (1997), Suri és Chapman (1998), Khan és szerzőtársai (2020a) és Khan és szerzőtársai (2020b) szintén pozitív kapcsolatot találtak a jövedelem és a fogyasztásalapú széndioxid-kibocsátás alakulása között, továbbá Frodyma és szerzőtársai (2022) is hasonló konklúzióra jutottak több európai ország esetében is.

Mindezen eredmények azt sugallják, hogy azáltal, hogy a karbonlábnyomot a területiális megközelítéssel szemben nem lehet a kibocsátás külföldre szervezésével csökkenteni, a fogyasztásalapú megközelítés jobb képet alkot egy-egy ország hozzájárulásáról a légköri széndioxid-koncentráció növekedéséhez és ezáltal a globális felmelegedéshez, hiszen végső soron minden termék előállítására azért kerül sor, mert arra fogyasztói igény van. Rothman (1998) hasonló megfontolásból fogyasztásközpontú indikátorok alkalmazását javasolja. Barrett és szerzőtársai (2013) pedig arra hívják fel a figyelmet, hogy a döntéshozatalban indokolt lenne a területiális és fogyasztásalapú kibocsátások együttes alkalmazása, mert ez teljesebb képet alkotna adott országok haladásáról az éghajlatvédelmi célok megvalósítása felé, valamint hatékonyabb, a fogyasztásközpontú megközelítésben számított kibocsátást csökkentő szabályozások bevezetéséhez (pl. importáruk karbonintenzitását ellensúlyozó mechanizmusok, erőforrás-hatékonysági stratégiák) biztosíthatna alapot.

A következő fejezetben áttekintem az Európai Unió éghajlatpolitikáját, kiemelt figyelemmel a fogyasztásközpontú kibocsátásokra vonatkozó területekre.

3. Az Európai Unió éghajlatvédelmi politikája

Jelen fejezet középpontjában az Európai Unió klímapolitikájának alakulása áll, kiemelt figyelemmel azon intézkedésekre, melyek a területi szén-dioxid-kibocsátás csökkentése mellett a nemzetközi kereskedelemben résztvevő javak beágyazott emisszióját is érintik. Az európai éghajlatpolitika tárgyalására azért tartom relevánsnak kiemelt figyelmet fordítani, mert dolgozatomban céljai között fontos prioritásként szerepel az EU ezen irányú intézkedéseinek értékelése.

3.1. Az EU klímapolitikájának alakulása az 1980-as évektől 2008-ig

Az Unió politikai színterén a klímaváltozás kérdése először az 1980-as évek második felében jelent meg érdemben, a nemzetközi kezdeményezések térnyerésével párhuzamosan (pl. az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) megalakulása, torontói konferencia (1988)). Az Európai Tanács 1990-ben vette először napirendre az éghajlatváltozás kérdését, az ekkor megfogalmazott cél az üvegházhatású gázok 2000. évre vonatkozó kibocsátási szintjének rögzítése volt az 1990-es szinten. Ez főként az EGK éghajlatváltozás elleni fellépés melletti elkötelezettségének nemzetközi közösség felé irányuló kinyilvánításaként értékelhető⁸, mert a célkitűzés megvalósításának módjáról és az egyes tagállamok ezzel kapcsolatos kötelezettségéről nem rendelkeztek a döntéshozók (Jordan és Rayner, 2010).

1997 decemberében az EU is aláírta a Kiotói Jegyzőkönyvet, melynek aláírói magukra nézve üvegházhatásúgáz⁹-kibocsátási célokat fogadtak el – az EU egészét nézve ez 8%-os csökkentést jelentett a 2008–2012-es első kötelezettségi időszakra, melyet tagállami szintre a tehermegosztás elvét követve bontottak le. A cél elérésének érdekében 2000-ben elindult az Európai Klímaváltozási Program (ECCP), ami szektorokon átívelő intézkedéseket honosított meg, például az EU Kibocsátáskereskedelmi Rendszerének (a továbbiakban EU ETS) alapjait is ez a program rögzítette (Európai Bizottság, 2022a)

⁸ Ebben az időszakban alakultak ki az első nagyobb törések a világ legnagyobb gazdaságai között azzal kapcsolatban, hogy szükséges-e a légköri szén-dioxid-koncentráció emelkedésével szemben fellépni (az akkoriban legnagyobb kibocsátónak számító USA ellenezte az erre irányuló törekvéseket), így a '90-es évek elején az EGK értékválasztása megalapozta máig jellemző pozícióját, mint az éghajlatváltozás elleni fellépés egyik élharcosa (Bodansky, 2001).

⁹ A dolgozatban az üvegházhatású gázokat (ÜHG) és a szén-dioxid-kibocsátást egymással felcserélhető kifejezésként használom. Ennek oka, hogy bár üvegházhatású gázok a szén-dioxid mellett egyebek mellett a metán, nitrogén-oxidok is, az emberi tevékenység eredményeképp a Föld légkörében jelenlévő üvegházhatású gázok háromnegyede szén-dioxid (IPCC, 2014), ezért minden üvegházhatású gáz szén-dioxid-ekvivalensben kerül kifejezésre a legtöbb kalkulációban.

3.2. A 2020-as és 2030-as kibocsátáscsökkentési keretrendszer

Az uniós klímapolitika következő fontos szakasza a 2020 Klíma- és Energiacsomag elfogadásával kezdődött meg (Európai Bizottság, 2008). A jogszabálysomag első ízben helyezte az üvegházhatású gázkibocsátásra vonatkozó célkitűzéseket három pillérre, és ezen felépítés jellemzi a 2030-as célt is. A három pillér az alábbi, a vonatkozó célszámokat a 2. táblázat tartalmazza:

- az üvegházhatású gázok kibocsátásának „közvetlen” csökkentése – megvalósult, 34 százalékkal csökkent a kibocsátás;
- a megújuló energiaforrások energiafelhasználásban betöltött részarányának növelése, amely 2020-ban 21,3 százalékos szintet ért el;
- az energiahatékonyság javítása (mérőszáma az energiafogyasztás, melyben a végső energiafogyasztást tekintve 23 százalékos csökkenés realizálódott az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (2021) adatai szerint).

	ÜHG-kibocsátás csökkentése (bázis: 1990)	A megújuló energiák energiafelhasználásban betöltött arányának növelése	Energiahatékonyság javítása¹⁰
2020	20 százalékkal	20 százalékra	20 százalékkal
2030	40 százalékkal*	32 százalékra*	32,5 százalékkal

2. táblázat: Az EU – jelenleg hatályban lévő – kibocsátáscsökkentési célszámait (2020, 2030)

Forrás: saját szerkesztés

* Megjegyzés: a jelölt célszámok jelenleg felülvizsgálat tárgyát képezik, ennek részletei a következő alfejezetben kerülnek bemutatásra.

A három célkitűzés egymással kapcsolatban áll, hiszen az átfogó cél az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése (például egy épület esetén a jobb szigetelés vagy a megújuló energiaforrások használata csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást azáltal, hogy kevesebb fosszilis tüzelőanyagokon alapuló fűtésre van szükség). Dolgozatom szempontjából mindhárom tényező releváns, azonban az üvegházhatású gázok (territoriális megközelítésű) kibocsátásának közvetlen csökkentésére irányuló célkitűzés megkülönböztetett figyelmet indokol, mert ezen célt a kötelezettek – elméleti síkon – szénzitivárgáson keresztül, tehát a termelő tevékenységek EU-n kívülre szervezésével, majd a késztermék behozatalával is el tudják érni. A következőkben ezért ezen célkitűzés alkotóelemeit tekintem át.

¹⁰ Az éves energiafogyasztás 2007-ben az adott évre becsült értékéhez képest.

A 2020-ra vonatkozó cél teljesítését az EU két fő eszközzel igyekezett elérni, melyek a részletszabályok kisebb módosításával, de a 2030-as célok esetében (Európai Bizottság 2022b) is érvényesek:

- az uniós kibocsátás 45 százalékáért felelős ágazatok (energia- és hőtermelés, energiaintenzív iparágak, kereskedelmi légit közlekedés) az Európai Kibocsátáskereskedelmi Rendszer (EU ETS¹¹) keretében (részletesen bemutatásra kerül a 3.4. alfejezetben)
- az uniós kibocsátás 55 százalékáért felelős egyéb ágazatok (az ETS hatályán kívül eső iparágak, lakóépületek, mezőgazdaság, hulladékkezelés és a közlekedés (a repülést leszámítva) emissziócsökkentése az ún. erőfeszítés-megosztási irányelv (Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2009) alapján, amely az egyes tagállamoknak gazdasági teljesítmény alapján határozott meg kötelezően teljesítendő kibocsátás-csökkentési célokat. A két területen jelenleg hatályos kibocsátáscsökkentési célszámokat a 3. táblázat tartalmazza.

Bázisév: 2005*	EU ETS	Közös kötelezettségvállalás
Csökkentési célérték (2020)	21 százalék	10 százalék
Csökkentési célérték (2030)	43 százalék**	30 százalék**

3. táblázat: Az EU jelenleg hatályos közvetlen kibocsátáscsökkentési célszámait az egyes komponensekben
Forrás: saját szerkesztés

*A 2. táblázatban szereplő „ÜHG-kibocsátás csökkentése” komponenssel szemben a két részterület kibocsátáscsökkentési célszámait a megfelelő adatok rendelkezésre állásának biztosítása érdekében 2005-ös bázison értelmezendők.

** A 2030-as „ÜHG-kibocsátás csökkentése” cél jelenleg felülvizsgálat tárgyát képezi, emiatt az egyes részcélokban is változás várható.

3.3. Útban a 2050-es karbonsemlegesség felé: az Európai Zöld Megállapodás és a 2030-as célok felülvizsgálata

Az elmúlt néhány évben a természettudomány felől további figyelmeztetések érkeztek a döntéshozók és a társadalom irányába. Az IPCC különjelentésben nyomatékosította, hogy a Párizsi Klímaegyezményben (UNFCCC, 2015) a világ országai által vállalt „legfeljebb 2°C, törekedve a 1,5°C maximált felmelegedésre” cél nem elegendő, ugyanis már 1,5°C felmelegedés felett súlyos következményekkel kell szembenéznie az emberiségnek (IPCC, 2018). A szerzők aláhúzták, hogy ahhoz, hogy a célt 66 százalékos valószínűséggel el lehessen érni, 2030-ig a globális kibocsátásnak a jelenlegi szint felére kell csökkennie. Erre alapozva olyan éghajlatpolitikai döntéseket javasolnak, melyek a jelenlegi tevékenységeket a lehető leghamarabb alacsony kibocsátású pályára helyezik.

¹¹ Emission Trading Scheme

A jelentéssel egyidejűleg és részben az európai társadalom egyre jelentősebb nyomására az uniós klímapolitika is új arculatot kapott, amit az Ursula von der Leyen vezette Európai Bizottság az Európai Zöld Megállapodásban foglalt stratégiai formába. Az Európai Zöld Megállapodás célja, hogy „a mostani és a jövőbeni generációk életminőségét javítva az EU-t modern, erőforrás-hatékony és versenyképes gazdasággal rendelkező méltányos és virágzó társadalommá alakítsa át, ahol 2050-re megszűnik a nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátás, és a gazdaság növekedése nem erőforrásfüggő” (Európai Bizottság, 2019). A gazdasági-társadalmi szerkezet számos területére kiterjedő stratégia 8 területet nevesít, melyből az első *Az EU 2030-ra és 2050-re vonatkozó éghajlatvédelmi törekvéseinek fokozása* nevet viseli, és kutatásom szempontjából a legrelevánsabb. Ennek részeként az Európai Bizottság 2021. július 14-én előterjesztette a „Fit for 55!” jogszabálycsomagot, melynek célja, hogy a 2030-ra vonatkozó, eredetileg 40 százalékos kibocsátáscsökkentést előíró cél (2. táblázat) helyett elérhető legyen az 55 százalékos kibocsátáscsökkentés az Unióban (Európai Bizottság, 2021a). A jogszabályjavaslatok gazdasági ágazatok széles körét érintik, az energiaipartól a mezőgazdaságon, feldolgozóiparon át az építőiparig és a közlekedésig (3. ábra).



3. ábra: A "Fit for 55!" intézkedéscsomag fő intézkedési területei
Forrás: Európai Tanács (2021)

A csomag fontos részét képezi az emissziókereskedelem (ETS) reformja, és ennek kiegészítőjeként bizonyos termékek esetében import-karbonvám (CBAM) bevezetését is előterjesztette a Bizottság. Ezen intézkedésjavaslatok olyan területeket érintenek, melyek a szénszivárgás kockázatának csökkentésén keresztül kiemelten relevánsak dolgozatom

szempontjából is. A következő alfejezetben ezért áttekintem a kibocsátáskereskedelmi rendszer alapvető jellemzőit, illetve az importkarbonvám-javaslat alkotóelemeit.

3.4. A kibocsátáskereskedelmi rendszer (ETS) és az importkarbonvám-javaslat (CBAM¹²) jellemzői

Az ETS az EU deklaráltan legfontosabb eszköze az alacsony karbonintenzitású gazdasági szerkezet megvalósításában. Jellemét tekintve az ETS egy összkvótás kereskedelmi rendszer, melynek lényege, hogy meghatározásra kerül egy maximális megengedett kibocsátási mennyiség, amin belül a rendszer hatálya alá tartozó gazdasági szereplők kereskedhetnek a rendelkezésre álló – ingyenesen kapott vagy aukció keretében vásárolt – kibocsátási egységekkel (EUA). A rendszer egyik legfontosabb előnye, hogy amellet, hogy meghatározza az ÜHG-kibocsátás maximális szintjét, magas szintű költséghatékonyságot tesz lehetővé a vállalkozások számára, mert azok az EUA árának (euró/tonna) függvényében eldönthetik, hogy alacsony karbonintenzitású alternatívákba fektetnek, hogy a jövőben kevesebb egységet kelljen vásárolniuk, vagy elhalasztják beruházásaikat és inkább kibocsátási egységeket vásárolnak (Európai Bizottság, 2022c). A rendszer kereskedési fázisokban működik, a jelenleg zajló negyedik időszak a 2021–2030 közötti intervallumot fedi le. Az ETS kutatásom szempontjából legfontosabb jellemzője, hogy azon iparágak esetében, melyeknél fennáll a szénszivárgás kockázata, ingyenes kvótaallokációra ad lehetőséget, tehát ezen iparágak képviselői mentesülnek az EUA-vásárlási kötelezettség alól. Az érintett iparágak körét egy részletes módszertan segítségével állapítják meg minden kereskedési időszak esetében (Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2019).

Az ETS ingyenes allokációs rendszerének szénszivárgás elleni hatékonysága visszatérő kérdése empirikus kutatásoknak. Verde (2020) az első és második kereskedési időszakra (2005-2012) fókuszáló tanulmányok eredményeinek áttekintése során arra a következtetésre jutott, hogy a szakirodalomban nincsen szignifikáns bizonyíték az ETS által előidézett szénszivárgásra, tehát nincsen evidencia arra, hogy az uniós vállalatok a „szennyezési mennyországokba” szerveznék ki tevékenységeiket. A szerző általános konszenzusként hivatkozik arra a konklúzióra, miszerint ennek oka a karbonkvóták relatíve alacsony ára, illetve az ingyenes allokáció túlzott bőkezűsége, mindazonáltal felhívja a figyelmet arra, hogy az ökonometriai elemzések „késleltetettsége”, tehát a vizsgálat végrehajtásának ideje és a vizsgált jelenség időhorizontja

¹² Carbon Border Adjustment Mechanism

közötti jelentős eltérés miatt jelenleg nincs lehetőség empirikus tanulmányokra támaszkodva érdemben áttekinteni az előző néhány év folyamatait az uniós karbonpiacon.

A CBAM – hivatalos fordításban *importárak karbonintenzitását ellensúlyozó mechanizmus* (Európai Bizottság, 2021b) – éppen az ingyenes allokációnak fokozatos kiváltását hivatott megvalósítani – finomhangolva ezzel az ETS-t – egyéb megfontolások mellett. A mechanizmus lényege, hogy 2026-tól azon nyersanyagok és termékek¹³ esetében, melyek különösen nagy szén-dioxid lábnyommal rendelkeznek és fennáll esetükben a szénszivárgás kockázata, az Unióba történő behozatalkor importőreik azon összeg megfizetésére kötelezettek (CBAM-tanúsítványok megvásárlásán keresztül), mely akkor terhelte volna őket, ha termékeiket az EU határain belül állították volna elő és ezáltal az Európai Kibocsátáskereskedelmi Rendszer (EU ETS) érintettjeként a tevékenység szén-dioxid kibocsátásának megfelelő kvótát kellett volna megvásárolniuk. Amennyiben egy importőr igazolni tudja, hogy az előállítás országában ő már fizetett karbonadó jellegű tételt, abban az esetben ennek összege a CBAM tanúsítványokért fizetendő összegből levonásra kerül. Ily módon a mechanizmus bevezetésével az EU a nemzetközi éghajlatvédelmi erőfeszítéseket is ösztönözni kívánja, és elemzők szerint ez egy reális célkitűzés lehet (lásd Pongratz, 2021). Bár a „Fit for 55!” csomag több eleméhez hasonlóan várhatóan a CBAM is jelentős változásokon fog keresztül menni, mielőtt bevezetésre kerül, az uniós gazdasági miniszterek 2022. március közepén egyezsége jutottak a javaslat legfontosabb pontjait illetően (Európai Unió Tanácsa, 2022), ami fontos mérföldkőként értékelhető a javaslat jogerőre lépése szempontjából.

A mechanizmus tehát a beágyazott kibocsátások csökkentésére irányul azáltal, hogy az érintett termékkategóriák esetében az Unión belül a kibocsátáskereskedelmi rendszerben alkalmazott karbonárazást kiterjeszti az importált termékekre is. Az empirikus elemzésem tárgyát képező EU klímapolitikájának fő jellemzőinek áttekintésére építve dolgozatom következő fejezetében bemutatom az empirikus elemzéshez felhasznált adatbázisokat, változókat, ezt követően pedig az elemzés módszertanát és eredményeit ismertetem.

¹³ Ezen termékek a Bizottság előterjesztése szerint: cement, villamos energia, trágyázószerek, vas és acél, alumínium.

4. Adatbázis

4.1. A modellezéshez felhasznált változók

Elemzésem középpontjában a korábban elmondottaknak megfelelően a szén-dioxid-kibocsátás területi és fogyasztásalapú megközelítésű elszámolásának összehasonlítása és az alakulásukat befolyásoló tényezők feltárása áll az Európai Unió 27 tagállamában, az 1995–2018 közötti időszakot alapul véve.

Ehhez a környezeti Kuznets-görbe sajátosságából adódóan az egy főre eső bruttó nemzeti össztermék a kiemelt figyelmet élvező magyarázó változó, hiszen a kibocsátás és a jövedelem közötti kapcsolat jellemzőinek feltárása kutatásom egyik központi célja. Mellette egyrészt módszertani okból, másrészt pedig második kutatási kérdésem megválaszolása érdekében más kontrollváltozók is bekerülnek a modellbe.

Változó neve	Változó leírása	Mértékegység	Forrás
CO2_CBAPc	Egy főre jutó fogyasztásalapú szén-dioxid-kibocsátás	tonna/fő	Global Carbon Project (2021)
CO2_PBApc	Egy főre jutó területi szén-dioxid-kibocsátás	tonna/fő	Global Carbon Project (2021)
GDPpc	Egy főre jutó GDP (USD 2015 értéken)	USD (2015)/fő	Világbank (2022b)
TR	Gazdasági nyitottság (az export és import összegének GDP-hez viszonyított aránya)	%	Világbank (2022a)
ECpc	Egy főre jutó primerenergia-felhasználás	tonna olaj-ekvivalens/fő	Eurostat (2021a) Eurostat (2021b)
LCE	Alacsony karbonintenzitású energiaforrások (megújuló és atomenergia) aránya a teljes primerenergia-felhasználás százalékában ¹⁴	%	Ritchie és Roser (2021) Világbank (2022c)
EnDep	Energiafüggőség (az importált energia aránya a teljes rendelkezésre álló energia százalékában)	%	Eurostat (2022)
UrbPop	A városi lakosság aránya a teljes népesség százalékában	%	Világbank (2022d)

4. táblázat: A vizsgált változók köre

Forrás: saját szerkesztés

A 4. táblázat tartalmazza a modellezéshez felhasznált változókat és azok forrását. A fogyasztásalapú (CO2_CBAPc) és területi (CO2_PBApc) szén-dioxid-kibocsátás változói

¹⁴ Málta esetében ezen adat kizárólag végsőenergia-felhasználás tekintetében érhető el, ezért a modellezés során ezt vettem figyelembe.

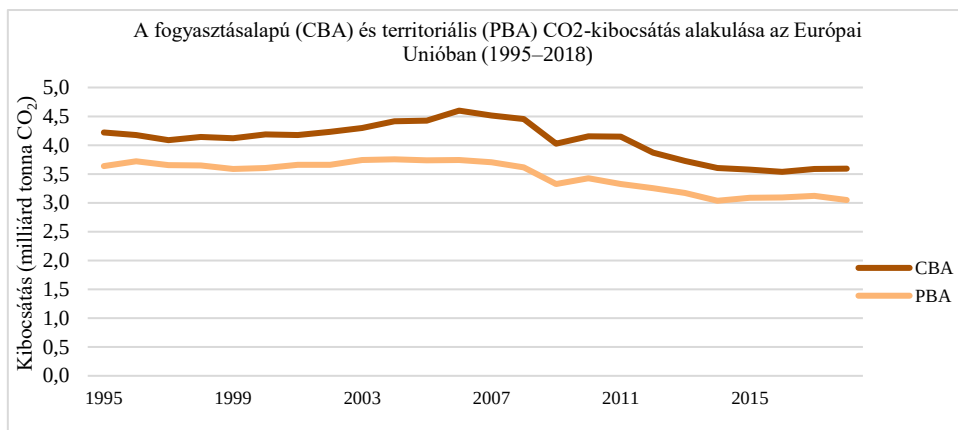
az eredményváltozó szerepét töltik be a megfelelő modellben. Az egy főre jutó GDP (GDPpc) a környezeti Kuznets-görbe-hipotézis legfontosabb magyarázó változója, a függvény alakjának teszteléséhez a változó négyzetét (GDPpc²) is szerepeltetem a modellekben. Shahbaz és Sinha (2019) átfogó, 171 tanulmányt vizsgáló kutatásának megállapítása alapján szerepeltetem kontrollváltozóim körében a gazdasági nyitottság (TR), egy főre jutó energiafogyasztás (ECpc) és alacsony karbonintenzitású energia-résarány (LCE) változókat a modellben. Az urbanizáció foka (UrbPop) szintén gyakran alkalmazott kontrollváltozó (lásd pl. Kasman és Duman, 2015). Az energiafüggőség (EnDep) változót intuícióm alapján vonom be a regressziós modellbe, hiszen azáltal, hogy egy tagállam jellemzően magas karbontartalmú energiát importál vagy exportál, ezzel hatással lehet egyik vagy másik elszámolásban a szén-dioxid-kibocsátás alakulására.

Az egyes változók vizsgálata előtt fontosnak tartom kitérni arra, hogy azáltal, hogy felhasznált adataimnak egyaránt van keresztmetszeti és idősor-dimenziója is, lényegretörő vizualizációjuk körütekintést igényel. Az egyes tagállamok összehasonlításakor az ábrázolás során az idősor-dimenziót az adott ország adott változó szerinti értékeinek átlagolásával eliminálom. A környezeti Kuznets-görbét közvetlenül alkotó szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági fejlettség változók áttekintésére a következő alfejezetben kerül sor, míg a többi magyarázó változók leíró statisztikai és adatvizualizációja a Mellékletben található.

4.2. A kulcsváltozók jellemzése

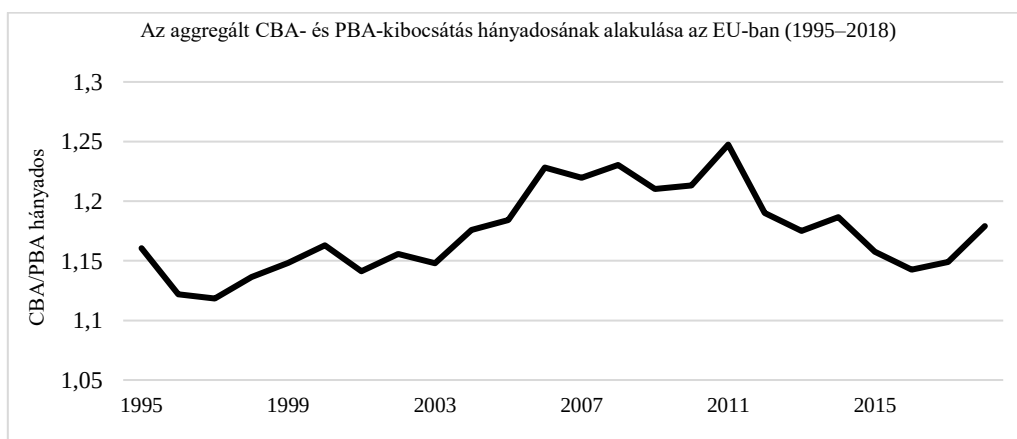
A változók közül a fogyasztásalapú szén-dioxid-elszámolás (CBA) szerinti adatok előállításának módszertana külön említést igényel. Ezen változó az egyes országok iparágainak kereskedelmi kapcsolatait tartalmazó, multiregionális input-output táblázatok és a különböző forrásból hozzájuk rendelt karbonintenzitási adatok összeillesztéséből jön létre. Az ily módon létrehozott mátrix felhasználásával ezt követően lehetőség nyílik a területiális emisszió korrigálására az export és import karbontartalmával, és ez eredményezi a fogyasztásalapú adatokat (a módszertan részletes leírását tartalmazza Peters és szerzőtársai (2012) tanulmánya).

A 4. ábra az Unió aggregált kibocsátásának alakulását szemlélteti területiális és fogyasztásalapú megközelítésben egyaránt.



4. ábra: Az EU aggregált CBA és PBA szerinti szén-dioxid-kibocsátásának alakulása (1995–2018)
 Forrás: Global Carbon Project (2021) alapján saját szerkesztés

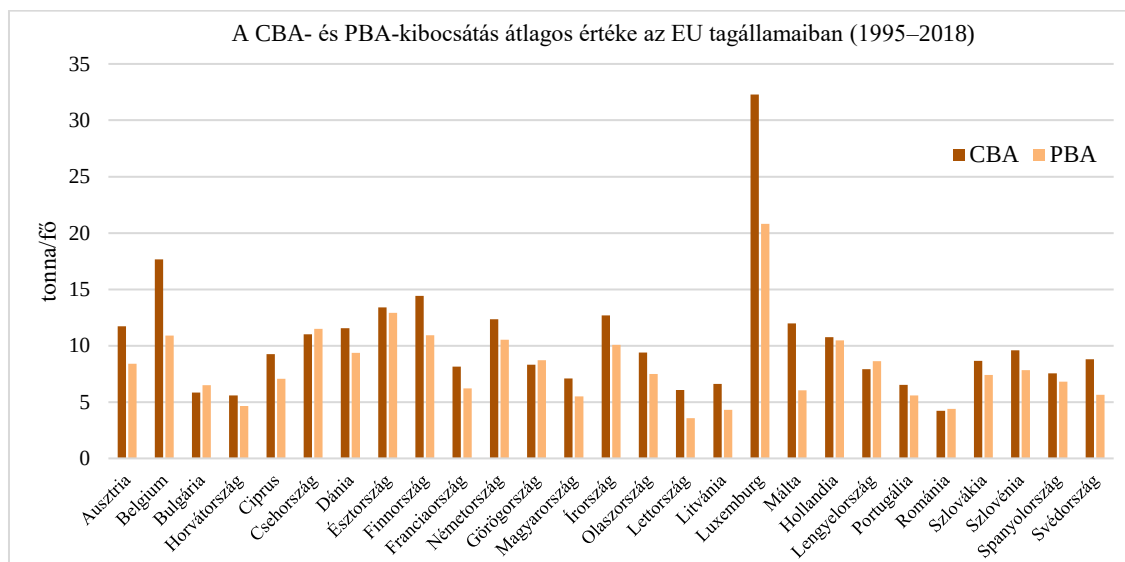
Az ábra három fontos üzenetet hordoz. Egyrészt a kibocsátások mindkét megközelítést alapul véve csökkentek a vizsgált időszakban, de a csökkenés nem monoton. Másrészt, a két idősor hozzávetőlegesen azonos irányú és mértékű mozgást mutat, nem nőtt a különbség a kétféle kibocsátás között, tehát a vizualizáció alapján a szénszivárgás időszaki jelenlétére nincs evidencia. Harmadrészt a CBA-kibocsátások végig a PBA-kibocsátásokat meghaladó szintet érnek el, tehát az EU aggregáltan nettó karbonimportőr. Ennek mértékének és alakulásának szemléltetésére alkalmas eszköz a két kibocsátási érték hányadosából képzett mutatószám (5. ábra).



5. ábra: Az aggregált CBA- és PBA-kibocsátás hányadosának alakulása az EU-ban (1995–2018)
 Forrás: Global Carbon Project (2021) adatai alapján saját szerkesztés

Az ábráról leolvasható legfontosabb tanulság, hogy bár az 1995. és 2018. évre jellemző érték gyakorlatilag nem tér egymástól, a 2005–2012 időtávon a mutatószám magasabb értéket vett fel (>1,2), és ezt követően tért vissza az 1,15-1,2 közötti sávba.

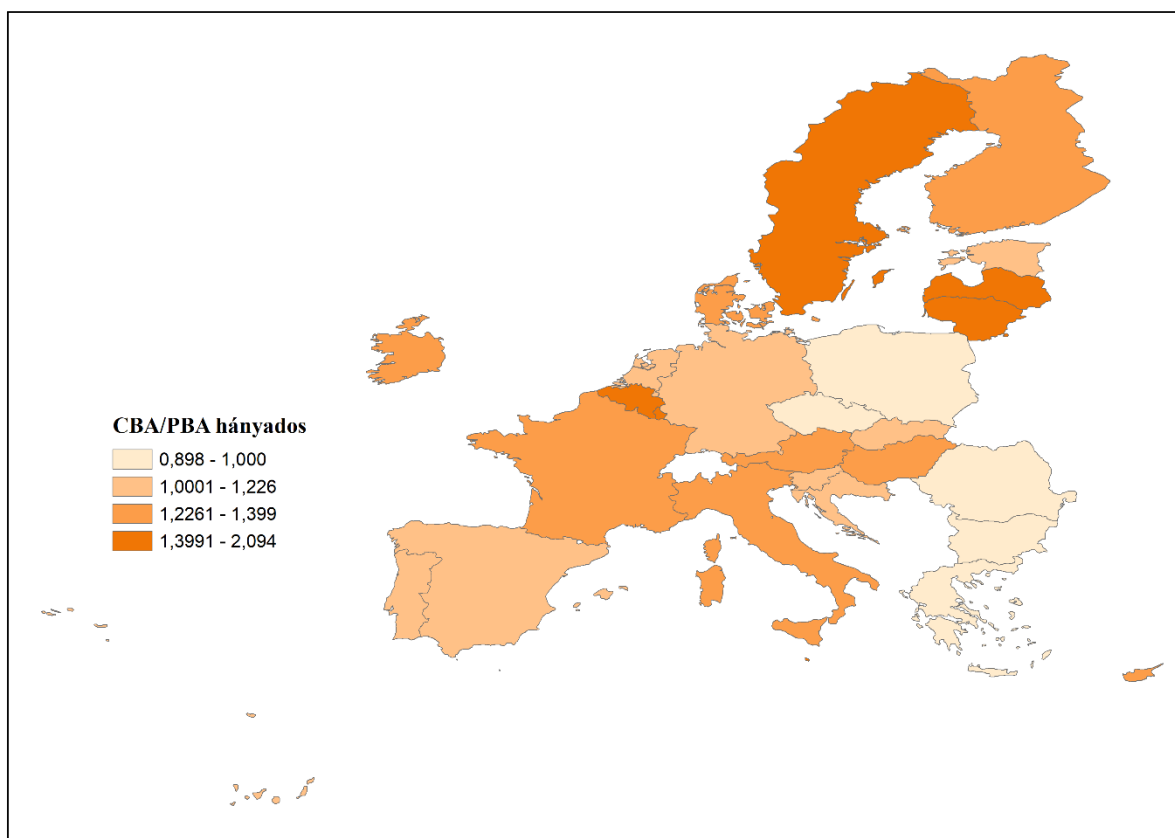
Az egyes tagállamok 1995–2018 közötti kibocsátási értékeinek átlagát tekintve látható, hogy Bulgária, Csehország, Görögország, Lengyelország és Románia kivételével az EU országokban a CBA-kibocsátások mértéke a nagyobb. Kiugró értéket Luxemburg esetében tapasztalhatunk, ennek oka, hogy a viszonylag magas kibocsátás relatíve alacsony népességszámmal párosul. A legalacsonyabb átlagos CBA-értékkal Románia rendelkezik, a legalacsonyabb PBA-érték pedig Lettországra jellemző (6. ábra).



6. ábra: A CBA- és PBA-kibocsátás átlagos értéke az EU tagállamaiban (1995–2018)

Forrás: Global Carbon Project (2021) adatai alapján saját szerkesztés

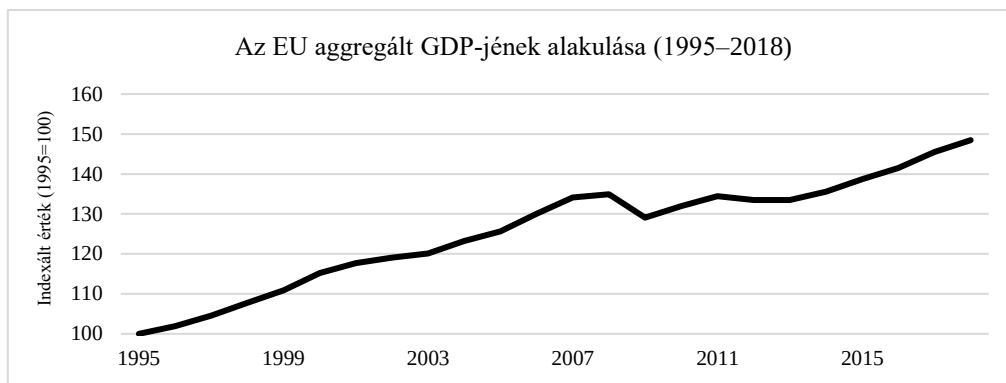
A tagállamok kibocsátásának vizsgálatakor további releváns tanulságok levonását teszi lehetővé annak vizsgálata, hogy esetükben hogyan aránylik egymáshoz a fogyasztásalapú és területi kibocsátás (7. ábra).



7. ábra: A CBA- és PBA-kibocsátás átlagos aránya az Unió tagállamaiban (1995–2018)
 Forrás: Global Carbon Project (2021) adatai alapján saját szerkesztés

A számítás módjából adódóan 1 alatti értéket kapunk azon tagállamoknál, melyeknél a PBA-kibocsátás mértéke a nagyobb (világosabb színnel jelölve), míg ellenkező esetben a sötétebb árnyalatok jellemzik az adott ország kibocsátásának arányait. Az ábráról leolvasható az a következtetés, hogy azon országok, melyekben a területi kibocsátás mértéke nagyobb a fogyasztásközpontúnál, a hajdani keleti blokk országai közül kerülnek ki, míg Észak- és Nyugat-Európában a fogyasztásalapú kibocsátás dominál, tehát karbonimportőr országokról lehet beszélni – Magyarországra szintén ez jellemző. A karbonimportőr-karbonexportőr megkülönböztetés modellezési stratégiám fontos eleme, ezt a következő fejezetben részletesen is bemutatom.

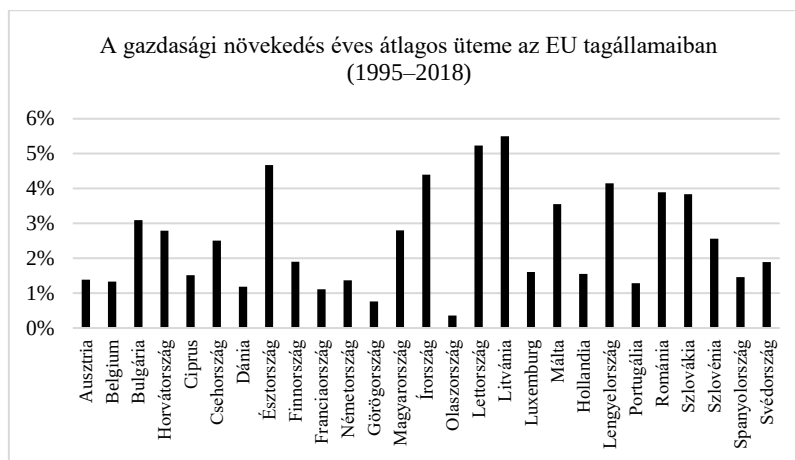
A gazdasági fejlettség alakulását az előbbiekhöz hasonló logikai menetben vizsgálom: elsőként az Uniót aggregáltan, majd pedig az egyes tagállamokat külön-külön. Amint az az aggregált gazdasági teljesítményt szemléltető 8. ábrán látható, az időszakra növekvő trend jellemző, a 2018-as érték 48,5 százalékkal haladta meg az 1995. évi értéket. A trendet legnagyobb mértékben 2008–2009 válsága törte meg, illetve 2012 és 2013 esetében mondható el az, hogy az adott évi aggregált GDP kisebb volt, mint az egy évvel korábbi.



8. ábra: Az EU aggregált GDP-jének alakulása (1995–2018)

Forrás: Világbank (2022b) adatai alapján saját szerkesztés

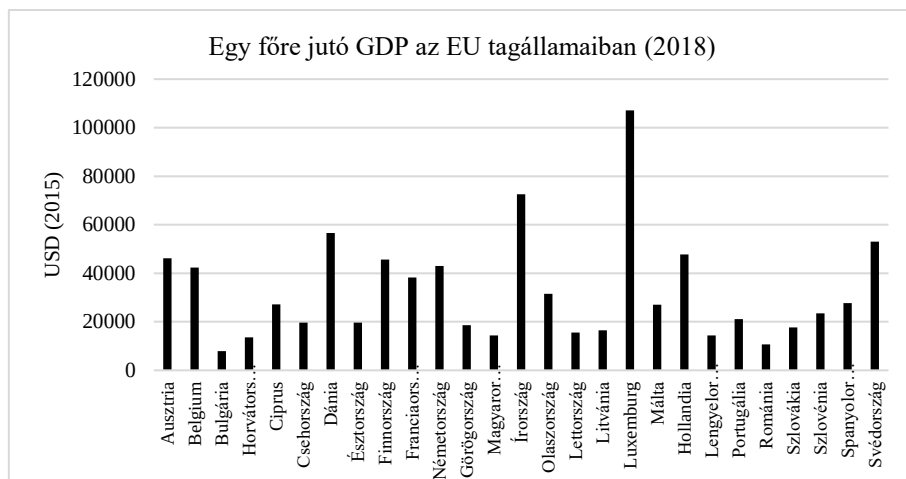
Tagállami szinten vizsgálódva a gazdasági teljesítmény alakulásánál két aspektust veszek figyelembe: a fejlődést és a fejlettséget. Előbbi esetében a GDP éves átlagos növekedési ütemét mutatja be a 9. ábra. A legdinamikusabb, 4 százalék feletti átlagos fejlődési ütemmel a vizsgált időszakban Litvánia, Lettország, Észtország, Írország és Lengyelország rendelkezett, míg Görögország és Olaszország 1 százalék alatti átlagos növekedési teljesítményt tudott felmutatni. Negatív átlagos növekedés egy országban sem volt tapasztalható az időszakban.



9. ábra: A gazdasági növekedés éves átlagos üteme az EU tagállamaiban (1995–2018)

Forrás: Világbank (2022b) adatai alapján saját szerkesztés

A gazdasági fejlettség indikátoraként a záró év (2018) egy főre jutó GDP-értékét szerepeltetem (10. ábra). Ebben a kontextusban Luxemburg és Írország pozitív értelemben, Bulgária és Románia pedig negatív értelemben emelkedik ki az uniós tagállamok köréből.



10. ábra: Egy főre jutó GDP az EU tagállamaiban
 Forrás: Világbank (2022b) adatai alapján saját szerkesztés

A két kulcsváltozó leíró statisztikai alapján levonható a következtetés, hogy az uniós tagállamok döntő többsége, ezáltal pedig az EU aggregáltan is nettó karbonimportőr a vizsgált időszak egészében. A szén-dioxid-kibocsátás mindkét megközelítés szerint csökkent 1995–2018 között, a GDP pedig növekedett. Tagállami szinten vizsgálódva látható, hogy az 5 nettó karbonexportőr tagállam (melyek mindegyike Kelet-Közép-Európában található) közül három (Románia, Bulgária és Lengyelország) az EU 4 legalacsonyabb egy főre jutó jövedelmű tagállamából kerül ki, és Csehország, illetve Görögország is a rangsor második felében helyezkedett el 2018-ban. A következő fejezetben a modellezési stratégiát, módszertant, illetve a modellezés eredményeit ismertetem.

5. Modellezés

5.1. Modellezési stratégia

Kutatási célkitűzéseimet, így a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének tesztelését, illetve a szén-dioxid-kibocsátásra ható tényezők azonosítását egy két lépésből álló modellezési stratégián keresztül valósítom meg. Először a 27 tagállamra vonatkozó adatok felhasználásával azt vizsgálom, hogy uniós szinten igazolható-e a hipotézis territoriális vagy fogyasztásalapú szén-dioxid-kibocsátás vonatkozásában. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredeti formája az egy főre jutó jövedelem négyzetét szerepelteti a modellben, míg a kiterjesztett formula a változó harmadik hatványát is beépíti a magyarázó változók közé, tesztelve ezzel azt, hogy fennáll-e olyan helyzet, melyben a jövedelem és kibocsátás kapcsolata a jövedelem két szintjénél is irányt változtat (N- és fordított N-alak). Kutatásomban a hagyományos hipotézist tesztelem, tehát harmadik hatványt nem építek be a modellbe. Mindezt módszertani tényezők, így a modell túlillesztésének elkerülésére irányuló törekvéseim is indokolják.

Második lépésként a hipotézis vizsgálatát elvégzem a karbonimportőr tagállamok csoportján. Mivel karbonexportőr országból mindössze 5 van az EU-ban, ez nem teszi lehetővé azok módszertanilag helyes vizsgálatát. Az empirikus elemzéshez panelökonometriai módszertanra van szükség, mert az elemzés tárgyát egyszerre képezi a keresztmetszeti és idősor-dimenzió. Ennek leírása a következő alfejezetben olvasható.

5.2. Módszertan

Az elemzéshez választott modellezési filozófiám, hogy statikus megközelítést alkalmazok. Ily módon a keresztmetszetben 27, idősorban 24 dimenziót tartalmazó EU-szintű elemzésben a statikus panelökonometriai módszertanok közül választok. Wooldridge (2012) három olyan módszertant tárgyal, melyek közül kikerülhet az elemzési célhoz leginkább illeszkedő megközelítés.

Az első lehetőség a pooled független keresztmetszeti módszertan. Ez gyakorlatilag egy hagyományos legkisebb négyzetek módszerére (OLS) épülő keresztmetszeti becslési eljárás, ahol az adott megfigyelés időpontja (jelen esetben év) magyarázó változóként bevonásra kerül a modellbe. A modell előnye az egyszerűség, azonban amellett, hogy a kihagyott változó okozta torzítás problémája fennáll az esetében, azzal a feltételezéssel él, hogy a vizsgált alanyokat véletlen mintavételi eljárással választjuk ki a sokaságból a releváns időpontokban. Ez kutatásom esetében nem teljesül, hiszen minden időpontban ugyanazon megfigyelési egységeket, az uniós tagállamokat vizsgálom.

A „klasszikus” panel (vagy longitudinális) módszertanok abban különböznek leginkább a pooled OLS-től, hogy azokban a keresztszeti megfigyelési egységek időben nem változnak. Empirikus kutatásokban gyakran kerül alkalmazásra a random hatású modell. Ennek mögöttes feltételezése, hogy a nem megfigyelt és ezáltal a modellbe be nem vont hatások nem korrelálnak egyik magyarázó változóval sem, tehát a meg nem figyelt hatások és a magyarázó változók között fennáll a $cor(\alpha_i, x_{itj}) = 0$ összefüggés (ahol α_i a nem megfigyelt hatás, x_{itj} pedig az i-edik magyarázó változó j-adik megfigyelési egységhez tartozó realizációja t időpontban). Úgy gondolom, hogy kutatásom esetén ez a feltevés nem teljesül, mert vannak olyan hatások, melyek befolyással lehetnek a szén-dioxid-kibocsátás alakulására, de nem számszerűsíthetők közvetlenül (pl. fogyasztási szokásokat befolyásoló kulturális hatások, vagy az egymással szomszédos országok kereskedelmi kapcsolatainak struktúrája, mely a kibocsátás alakulására is hatással lehet, főként fogyasztásközpontú megközelítésben).

Az előbbieken bemutatott probléma kiküszöböléséhez megfelelő eszköz lehet a fix hatású modell alkalmazása. A modell jellegzetessége, hogy képes arra, hogy az *időben állandó*, de nem megfigyelhető (tehát fix) hatásokat kiküszöbölje a modellből, hozzájárulva ezzel ahhoz, hogy ne (vagy csak kisebb mértékben) sérüljön az OLS regressziós modellek szigorú exogenitási feltevése. A fix hatású modell matematikai háttere a következő:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + u_{it}, \text{ ahol } t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

mely egyenletben a β az x magyarázó változókhoz tartozó koefficiens, α az időben állandó, nem megfigyelt hatás, u pedig a hibatag. A modell innovációja, hogy amennyiben az (1) egyenlet minden változójából levonjuk az átlagát (ún. *within* transzformációval), akkor azáltal, hogy az α hatás értékei időben állandók, a művelet eredményeképpen ezen hatások eltűnnek a modellből. Az időben kiátlagolt paramétereket tartalmazó

$$\ddot{y}_{it} = \beta_1 \ddot{x}_{it1} + \beta_2 \ddot{x}_{it2} + \dots + \beta_k \ddot{x}_{itk} + \ddot{u}_{it}, \text{ ahol } t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

egyenlet, melynek megbecslése pooled OLS eljárással történik azon kikötés mellett, hogy az $\ddot{u}_{it}$ idioszinkratikus hibatagoknak korrelálatlannak kell lenniük minden eredményváltozóval, minden időpontban (Wooldridge, 2012).

A modellek közötti döntést több paneldiagnosztikai teszt segíti. Kutatásomban a random és a fix hatású modell közötti döntést a Hausman-teszt alapján hozom meg. A teszt nullhipotézise, hogy a random hatású modell konzisztens. Az 5. táblázat a tesztek eredményét és a döntést foglalja össze a négy kérdéses modell esetében (CBA és PBA eredményváltozóval a teljes EU-

t, illetve a karbonimportőr országokat tartalmazó modell vonatkozásában). Ahogy az 5. táblázatban látható, a teszt alapján minden esetben a nullhipotézis elvetése és a fix hatású modell mellett döntök a választott 5 százalékos szignifikanciaszinten.

Modell	Nullhipotézis	p-érték	Döntés
CBA, EU27	A random hatású modell konzisztens	0,0000	A random hatású modell inkonzisztens, a fix hatású modell használata indokolt
PBA, EU27		0,0002	
CBA, karbonimportőr országok		0,0000	
PBA, karbonimportőr országok		0,0000	

5. táblázat: A Hausman-teszt eredményei

Forrás: saját szerkesztés

5.3. Eredmények

Az 5. táblázat eredményeinek megfelelően a négy vizsgált esetben a fix hatású panelökonometriai modell mellett döntöttem. A modellezéshez az R programcsomagot alkalmaztam. Releváns modellezési kérdés, hogy adataimat mintaként vagy sokaságként kezeljem-e, hiszen a keresztmetszeti dimenzióban a 27 tagállam az EU egészét lefedi, az idősor-dimenzióban kiválasztott 23 év azonban mintajelleget kölcsönöz az adatoknak. Emiatt a fejezetben az adatokat mintaként kezeltem és így módon az egyes paraméterek p-értékét is értelmezem, hasonlóan egyebek mellett López-Menéndez és szerzőtársai (2014) megközelítéséhez.

5.3.1. Az Európai Unió egészének elemzése

Elsőként az EU 27 tagállamát együttesen vizsgálom mindkét elszámolásban. Az első modellbe minden, a 4. táblázatban feltüntetett magyarázó változót, illetve a GDP négyzetét építettem be. A két modellfuttatás eredményét a 6. táblázat foglalja össze (a szignifikáns változók dőlttel láthatók).

EU27 - CBA				EU27 - PBA		
Változók	Koefficiens	Standard hiba	p érték	Koefficiens	Standard hiba	p érték
GDPpc	-0,0003	0,0000	0,0000	-0,00005	0,0000	0,0000
GDPpc ²	0,0044	0,0004	0,0000	0,00005	0,00006	0,3804
TR	0,0230	0,0063	0,0003	-0,0056	0,0011	0,0000
ECpc	1,6803	0,3132	0,0000	2,9237	0,0538	0,0000
LCE	-0,1389	0,0226	0,0000	-0,0776	0,0039	0,0000
EnDep	-0,0102	0,0124	0,4135	-0,0031	0,0021	0,1472
UrbPop	-0,0353	0,0535	0,5088	0,0057	0,0092	0,5338
R ²	32,85%			89,51%		

6. táblázat: Az EU27 CBA és PBA fix hatású modell eredményei

Forrás: saját szerkesztés

Ahogy az a táblázatban olvasható, az Európai Unió tagállamait egységesen vizsgálva sem fogyasztásalapú megközelítésben, sem területiális elszámolásban sem teljesül a környezeti

Kuznets-görbe hipotézise. Ami a fogyasztásalapú kibocsátást illeti, a GDP_{pc} és GDP_{pc}^2 változók együttthatói egyaránt szignifikánsak, előjelük alapján ebben az esetben „hagyományos”, tehát nem fordított U-alak érvényesül. A függvény minimumpontja a $-\frac{\beta_1}{2\beta_2}$ összefüggés alapján nullától alig különböző értéket ad, ami alapján levonható az a következtetés, hogy a jövedelemre vonatkoztatott $[0, \infty[$ értelmezési tartományon belül a fogyasztásalapú szén-dioxid-kibocsátás a jövedelem változó meredekségű, de pozitív függvénye. Ez konzisztens Dong és szerzőtársai (2016) eredményével. Ami a többi változót illeti, a gazdasági nyitottság és az egy főre jutó energiafogyasztás növekedése a szén-dioxid-emisszió növekedésével jár együtt ceteris paribus, ami megfelel előfeltevéseimnek. A gazdasági nyitottság (TR) pozitív előjelének egy lehetséges interpretációja lehet, hogy fogyasztásalapú megközelítésben a nemzetközi kereskedelem nagyobb volumene azzal a következménnyel jár, hogy karbonintenzív javak kerülnek be a nemzetgazdaságba, ami elfogyasztva növeli az adott gazdasághoz allokált kibocsátás mértékét. Ezt a lehetőséget erősíti a tény, hogy az EU mint egység, illetve a tagállamok túlnyomó többsége is nettó karbonimportőr. Ezen hipotézis bizonyításához további, a kereskedelmi kapcsolatokat jobban számításba vevő kutatások szükségesek.

Szintén megfelel az intuíciónak, hogy a megújuló energiaforrások energiamixben betöltött részarányának (LCE) növekedése negatívan befolyásolja a kibocsátás mértékét – ez megerősíti az energiaszektor dekarbonizációjára irányuló erőfeszítések létjogosultságát. Az energiafüggőség (EnDep) és a városi lakosság (UrbPop) aránya nem bizonyult szignifikánsnak 5 százalékos szinten. A jövedelem négyzetes tagját is tartalmazó modell magyarázó ereje 32,85 százalékos, ami elfogadhatónak számít annak fényében, hogy a nemzetgazdaságok fogyasztási szokásaira nem állt rendelkezésre elemezhető adat. A modell ilyen változókkal történő bővítése továbbfejlesztési lehetőséget jelent.

A területiális megközelítés panelökonometriai modelljének összefoglalója a 6. táblázat jobboldalán olvasható. A legfontosabb eredmény ezen modell kapcsán, hogy az egy főre jutó jövedelem négyzete nem bizonyult szignifikánsnak egy szokásos szignifikanciaszinten sem. A GDP_{pc} változó előjele negatív, ami arra utal, hogy az EU tagállamainak az 1995-2018 közötti mintáját alapul véve a gazdasági fejlődés a szén-dioxid-kibocsátás csökkenését eredményezi. A modell alapján azonban ez a hatás szignifikáns mivolta ellenére gyengének mondható, ugyanis a jövedelem 10000 dolláros ceteris paribus növekedése 0,5 tonna kibocsátáscsökkenést idéz elő. Ezen eredményhez hasonló negatív kapcsolatot azonosított tanulmányában Gale és

Mendez (1998), esetükben a környezeti degradációt megjelenítő eredményváltozó szerepét a kén-dioxid töltötte be. Véleményem szerint az azonosított kapcsolat jellege fokozott óvatosságra int az eredmények interpretálása során, az eredményt a tagállamok közötti heterogenitás fokozottabb figyelembe vételével lehetne validálni.

A területiális szén-dioxid-kibocsátásra felépített modellben a kontrollváltozók azonos köre szignifikáns, mint a fogyasztásalapú megközelítésben. A kereskedelmi nyitottság (TR) előjele azonban ez esetben negatív, tehát ha egy gazdaság nyitottabb, az tendenciaszerűen minden egyéb tényező változatlansága mellett a kibocsátási szint csökkenését idézi elő. Ennek lehetséges oka, hogy a kereskedelmi kapcsolatok ezt a típusú kibocsátási elszámolást nem befolyásolják. Az egy főre jutó energiafelhasználás (ECpc) egy tonna olaj-ekvivalens mértékű növekedése minden egyéb tényező változatlansága mellett közel 3 tonna/fő növekedést eredményez a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában, ami jelentősen magasabb érték, mint a fogyasztásközpontú esetben. A jelenség magyarázata lehet, hogy a területiális kibocsátás definíció szerint a különböző tüzelő-, fűtő- és üzemanyagok elégetéséből származó emisszióra vonatkoznak, melyek közeli kapcsolatban állnak az energiatermeléssel és -fogyasztással. Az alacsony karbonintenzitású energiaforrások részarányának növelése az energiafelhasználásban ebben az esetben is *ceteris paribus* a kibocsátás csökkenésével jár együtt. A területiális modell 89,51 százalékos magyarázóereje kiemelkedően jónak mondható. A modellek magyarázó ereje közötti különbséget indokolhatja, hogy a fogyasztásalapú megközelítésben vett szén-dioxid-kibocsátás szintje olyan, a fogyasztási szerkezetben rejlő mintázatoktól is függ, melyeket felhasznált változóimmal nem lehetséges teljeskörűen leírni.

5.3.2. A nettó karbonimportőr tagállamok csoportjának elemzése

Az EU egységként történő elemzése mellett relevánsnak tartom egy homogénebb csoport, a karbonimportőrnek bizonyuló tagállamok külön vizsgálatát is elvégezni. Bár az általam alkalmazott statikus panelökonometria módszeren önmagában nem alkalmas a szénszivárgás tényének megállapítására, a karbonimportőr országcsoportra felírt fogyasztásközpontú és területiális modell összehasonlítása a teljes EU vizsgálata során kapott eredményekkel lehetővé teheti óvatos következtetések megfogalmazását.

A 7. táblázat foglalja össze az Unió egészére és nettó karbonimportőr országokra épített modell eredményeit a fogyasztásalapú szemléletben.

EU27 – CBA				Nettó karbonimportőr tagállamok - CBA		
Változók	Koefficiens	Standard hiba	p érték	Koefficiens	Standard hiba	p érték
GDPpc	-0,0003	0,0000	0,0000	-0,0004	0,0001	0,0000
GDPpc ²	0,0044	0,0004	0,0000	0,0046	0,0004	0,0000
TR	0,0230	0,0063	0,0003	0,0231	0,0076	0,0025
ECpc	1,6803	0,3132	0,0000	1,63	0,3561	0,0000
LCE	-0,1389	0,0226	0,0000	-0,1537	0,0271	0,0000
EnDep	-0,0102	0,0124	0,4135	-0,169	0,0153	0,2708
UrbPop	-0,0353	0,0535	0,5088	0,0106	0,0642	0,8687
R ²	32,85%			33,42%		

7. táblázat: A CBA-kibocsátás modelljének eredményei a teljes EU-ban és a nettó karbonimportőr tagállamokban

Forrás: saját szerkesztés

Ahogy a táblázatból is leolvasható, számottevő különbség nincsen a két modell között. A jövedelmi változók koefficienseinek előjele megegyezik, értékei közel azonosak, tehát ebben az esetben is U-alakú függvényformára következtethetünk az eredmények alapján. A kontrollváltozók ugyanazon köre szignifikáns a nettó karbonimportőr tagállamok esetében, mint a teljes Uniót vizsgáló modellben. A gazdasági nyitottság marginális hatása gyakorlatilag megegyezik a két modellben, valamint a tonna olaj-ekvivalensben kifejezett egy főre jutó energiafogyasztás (ECpc) és a nem fosszilis energiaforrások részaránya (LCE) két modellben felvett paraméter-értékei között sincsen szignifikáns különbség. A kontrollváltozók a szűkebb modellben 0,6 százalékponttal nagyobb mértékben magyarázzák a CBA-kibocsátás alakulásának varianciáját, mint az EU27-re felírt modellben. A területiális kibocsátás modelljeit a 8. táblázatban hasonlítom össze.

EU27 – PBA				Nettó karbonimportőr tagállamok - PBA		
Változók	Koefficiens	Standard hiba	p érték	Koefficiens	Standard hiba	p érték
GDPpc	-0,00005	0,0000	0,0000	-0,00006	0,0000	0,0000
GDPpc ²	0,0000	0,0004	0,3804	0,0001	0,0001	0,0632
TR	-0,0056	0,0011	0,0000	-0,0056	0,0012	0,0000
ECpc	2,9237	0,0538	0,0000	2,9033	0,0579	0,0000
LCE	-0,0776	0,0039	0,0000	-0,0776	0,0044	0,0000
EnDep	-0,0031	0,0021	0,1472	-0,0018	0,0025	0,4599
UrbPop	0,0057	0,0092	0,5338	0,0044	0,0104	0,6719
R ²	89,51%			89,99%		

8. táblázat: A PBA-kibocsátás modelljének eredményei a teljes EU-ban és a nettó karbonimportőr tagállamokban

Forrás: saját szerkesztés

A 8. táblázat alapján területiális esetben a teljes EU és a nettó karbonimportőr tagállamok csoportja között még kisebb a különbség, mint a fogyasztásalapú megközelítésben, tehát a modell alapján a szén-dioxid-kibocsátás a jövedelem monoton negatív függvénye. A leglényegesebbnek eltérésnek a GDPpc² változó empirikus szignifikanciaszintjét tartom. A

6,32 százalékos érték ugyanis azt mutatja, hogy bár választott 5 százalékos szignifikanciaszinten ez a változó nem szignifikáns, ebben az esetben már nem igaz az az állítás, hogy a változó koefficiensét minden szokásos szignifikanciaszinten nullától nem különbözőnek értékelném. 10 százalékos választott döntési szinten a változó együtthatója ugyanis szignifikánsan különbözne nullától, ami az együtthatók előjele alapján U-alakú görbét feltételezne az emisszió és a jövedelem viszonylatában. A szűk modell magyarázóereje fél százalékponttal nagyobb, mint a bővebb modellben.

6. Értékelés

6.1. Következtetések és éghajlatpolitikai implikációk

Empirikus kutatásom kettős célt követett. Egyrészt törekedtem arra, hogy összehasonlítsam a magát éghajlatpolitikai úttörőként pozicionáló és fejlett klímapolitikai jogszabályi környezettel rendelkező EU fogyasztásalapú és területiális elszámolású szén-dioxid-kibocsátásának alakulását a környezeti Kuznets-görbe szellemiségében, tehát a jövedelem függvényében. Azáltal, hogy mindezt egyéb kontrollváltozók bevonásával tettem, lehetőségem nyílt annak áttekintésére is, hogy mely tényezők hogyan befolyásolják a szén-dioxid-kibocsátás alakulását az Unióban. Ehhez egy két lépésből álló modellezési stratégiát követtem, melynek végrehajtásához a fix hatású panelökonometriai modellt használtam, ahol az idősor-dimenziót az 1995–2018 időszak képezte. Első lépésben az EU összes jelenlegi tagállamát beépítettem a modellbe, ezután a nettó karbonimportőr tagállamok csoportja képezte az elemzés tárgyát.

A fogyasztásalapú megközelítés teljes EU-t és a karbonimportőr országokat tartalmazó modelljében az együtthatók szignifikanciája és előjele alapján arra lehet következtetni, hogy a jövedelem és a szén-dioxid-kibocsátás között U-alakú kapcsolat van, tehát a környezeti Kuznets-görbe hipotézise nem igazolható. A függvény inflexiós pontja nem interpretálható érdemben, az azonban elmondható róla, hogy a közgazdaságilag releváns értelmezési tartományon a függvény értéke monoton nő, tehát valamilyen szintű pozitív kapcsolat feltételezhető a jövedelem és a kibocsátás között. Segít megvilágítani első kutatási célokat, a kétféle szén-dioxid-kibocsátási elszámolás közötti eltérést, ha ezen a ponton áttekintem a területiális kibocsátásra kapott eredményeket is. Ebben az esetben ugyanis a jövedelmet leíró változók regressziós koefficienseinek szignifikanciája és előjele arra enged következtetni, hogy az emisszió bár nullától alig különböző mértékben, de csökken a jövedelem növekedésével párhuzamosan. Az tehát látszik, hogy a kétfajta kibocsátás alakulása eredményeim alapján gyakorlatilag ellentétes pályát ír le a jövedelem függvényében, és valamilyen szinten utal arra,

hogy az EU jelenlegi, a kibocsátást főleg territoriális szempontok szerint csökkenteni hivatott stratégiai megközelítése tendenciájában felveti annak kockázatát, hogy a jelentős beágyazott kibocsátással rendelkező termékek importálásán keresztül az Unió globális kibocsátáscsökkentéshez való hozzájárulása nem olyan mértékű, mint amit a territoriális megközelítés alapján feltételezni lehet.

Az első kutatási kérdésekre kapott válaszok rávilágítanak annak szükségességére, hogy a meghozott éghajlatpolitikai törekvések tartalmazzanak fogyasztásalapú kibocsátáscsökkentésre irányuló intézkedéseket, tehát praktikusán az importált áruk karbontartalmát is célozzák. Ahogy ezt a 3. fejezetben bemutattam, jogszabályjavaslati szinten a társjogalkotók előtt van az importárúk karbonintenzitását ellensúlyozó mechanizmus (CBAM), amely a leginkább karbonintenzív termékek esetében terjesztené ki az uniós karbonárazást az importtermékekre, a tervezet pedig kifejezetten úgy került megalkotásra, hogy ösztönözze az Unió kereskedelmi partnereit arra, hogy saját területükön is érvényesítsék a „szennyező fizet” alapelvet. Mindez egy politikailag is elfogadható alternatívája lehet az univerzális karbonárazásnak, mely számos közgazdász, egyebek mellett Weitzman (2014) olvasatában a leghatékonyabb módja a szén-dioxid-kibocsátás mint externália internalizálásának és ezáltal az éghajlatváltozás elleni küzdelemnek. Ameddig nincsen ehhez szükséges globális szintű politikai akarat, véleményem szerint az Uniónak a fejlődő országokkal megkötendő kereskedelmi megállapodásaiban is célszerű lehet az éghajlatvédelmi aspektusok figyelembe vétele, például modern, karbonsemleges termelési technológiák megosztása révén. Ezzel csökkenne a jelenleg megfigyelhető fejlett-fejlődő országok közötti technológiai szakadék, valamint lehetőség nyílik a kibocsátáscsökkentés globális csökkentésére a szennyező tevékenységek külföldre szervezése helyett.

Második kutatási célom a szén-dioxid-kibocsátás alakulására ható tényezők feltárása volt. Eredményeim megerősítették azon, a területen jártas szakemberek által tényként kezelt állítást, miszerint az alacsony karbonintenzitású energiaforrások részarányának növelése, illetve az energiafelhasználás csökkentése (pl. az energiahatékonyság javítása révén) eredményes eszközök a kibocsátáscsökkentésben. Azáltal, hogy modelljeimben az erre vonatkozó változók szignifikánsnak bizonyultak és az elvártaknak megfelelő előjellel rendelkeznek, az megerősíti annak létjogosultságát, hogy az EU (3. fejezetben részletesen is bemutatott) klímavédelmi intézkedéseinek jogosan képezi sarkalatos pontját a megújuló energia részarányának növelésére és az energiahatékonyság javítására vonatkozó célkitűzés.

6.2. Limitációk és további kutatási irányok

Dolgozatom zárásaként kitérek azon területekre, ahol meglátásom szerint kutatásommal szemben a leginkább kritikák merülhetnek fel. Ezek egy része koncepcionális, másik része pedig módszertani. A koncepcionális korlátok között fontosnak tartom megemlíteni azon tudatos döntésemet, miszerint a kiterjesztett, tehát a jövedelem változó harmadik hatványát is tartalmazó környezeti Kuznets-görbe létezését feltételező hipotézis vizsgálatát nem végeztem el. Ennek okára a módszertani fejezetben utaltam.

Módszertani eredetű limitációnak tartom továbbá, hogy az általam választott statikus panelökonometriai módszertan csak erősen korlátozottan képes arra, hogy az országok közötti heterogenitást vagy az idősorban bekövetkező strukturális töréseket figyelembe vegye. Ezt dinamikus panel vagy panel-vektor-autoregresszív modellekkel lehet orvosolni. Másrészt önmagában az a tény is bizonyos fokú limitációt jelent, hogy elemzésem makroszinten készült. Ezen tényezők miatt eredményeim interpretálása kapcsán fokozott óvatosság indokolt.

További kutatási lehetőségnek tartom addicionális, a szén-dioxid-kibocsátás alakulására ható változók bevonását, kiemelten a fogyasztásalapú megközelítés esetében, ahol modellem magyarázóereje közepesnél gyengébbnek bizonyult. Ezzel összefüggésben a kereskedelmi kapcsolatok kibocsátási szemléletű vizsgálata is potenciálisan előremutató tanulságok levonását teszi lehetővé. Mindezek összességében hozzájárulhatnak ahhoz, hogy pontos képet lehessen alkotni az éghajlatváltozást előidéző gázok kibocsátásának alakulására ható tényezőkről, a kutatások eredményei pedig fontos eszközei lehetnek a döntéshozók kezében ahhoz, hogy tényekre alapuló, érdemi és előremutató döntések révén vezessék a társadalmakat a korunk egyik legnagyobb kihívásával való szembenézés útján.

Hivatkozásjegyzék

- Abid, M. (2017). *Does economic, financial and institutional developments matter for environmental quality? A comparative analysis of EU and MEA countries*. Journal of Environmental Management 188, pp. 183–194.
- Ahmed, A. és szerzőtársai (2016). *Biomass energy, technological progress and the environmental Kuznets curve: Evidence from selected European countries*. Biomass and Bioenergy 90, pp. 202–208.
- Arrow, K. és szerzőtársai (1995). *Economic growth, carrying capacity, and the environment*. Ecological Economics 15(2), pp. 91–95.
- Az Európai Unió Hivatalos Lapja (2009). *Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020*. OJ L 140, pp. 136–148. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009D0406> letöltve 2022. 03. 19.
- Az Európai Unió Hivatalos Lapja (2019). *Commission Delegated Decision (EU) 2019/708 of 15 February 2019 supplementing Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council concerning the determination of sectors and subsectors deemed at risk of carbon leakage for the period 2021 to 2030*. OJ L 120, 8.5.2019, p. 20–26. [Online]. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2019.120.01.0020.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2019%3A120%3AFULL letöltve 2022. 03. 19.
- Barrett, J. és szerzőtársai (2013). *Consumption-based GHG emission accounting: a UK case study*. Climate Policy, 13(4), 451–470.
- Bodansky, D. (2001). *The history of the global climate regime*. In: Luterbacher, U. & Sprinz, D. (2001). *International Relations and Global Climate Change*, pp. 23–40. MIT Press, Massachusetts: US.
- Brock, W. A. – Taylor, M. S. (2010). *The Green Solow model*. Journal of Economic Growth 15, pp. 127–153.
- Brunnermeier, S. B. – Levinson, A. (2004). *Examining the Evidence on Environmental Regulations and Industry Location*. Journal of Environmental Development 13(1), pp. 6–41.
- Cave, L.A. – Blomquist, G.C. (2008). *Environmental policy in the European Union: Fostering the development of pollution havens?* Ecological Economics 65, pp. 253–261.
- Cezar, F. – Polge, T. (2020). *CO₂ emissions embodied in international trade*. Bulletin de la Banque de France 228/1. Banque de France, Paris: FR.
- Cole, H. S. D. és szerzőtársai (1973). *Models of Doom: a Critique of The Limits To Growth*. Universe Books, New York: US.
- Copeland, B. R. – Taylor, M. S. (2004). *Trade, growth and the environment*. Journal of Economic Literature 42, pp. 7–71.

- Daly, H. E. (1991). *Elements of environmental macroeconomics*. In: R. Costanza (Ed.). (1991). *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press, New York: US.
- De Bruyn, S. M. – Opschoor, J. B. (1997). *Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations*. *Ecological Economics* 20(3), pp. 255–268.
- De Steiguer, J. E. (1995). *Three Theories from Economics about the Environment*. *BioScience* Vol. 45, No. 8, pp. 552–557.
- Dogan, E. – Ozturk, I. (2017). *The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO₂ emissions in the USA: evidence from structural break tests*. *Environmental Science and Pollution Research* 24, pp. 10846–10854.
- Dogan, E. és szerzőtársai (2019). *Determinants of ecological footprint in MINT countries*. *Energy & Environment* 30, pp. 1065 – 1086.
- Dong, B. és szerzőtársai (2016). *The global EKC*s. *International Review of Economics & Finance* 43, pp. 210–221.
- Ekins, P. és szerzőtársai (2003). *A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability*. *Ecological Economics* 44 (2–3), pp. 165–185.
- Európai Bizottság (2008). *20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity*. European Commission, Brussels, Belgium. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52008DC0030&from=EN> letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2019). *Communication from the Commission – The European Green Deal*. COM(2019) 640 final. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=HU> letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2021a). *'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*. COM(2021) 550 final. European Commission, Brussels, Belgium. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550> letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2021b). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism*. COM/2021/564 final. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0564> letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2022a). *European Climate Change Programme*. [Online]. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-climate-change-programme_hu#ecl-inpage-1694 letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2022b). *2030 climate & energy framework*. [Online]. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Bizottság (2022c). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. [Online]. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_hu letöltve 2022. 03. 19.

- Európai Környezetvédelmi Ügynökség (2021). *EU achieves 20-20-20 climate targets, 55 % emissions cut by 2030 reachable with more efforts and policies*. [Online]. <https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-achieves-20-20-20> letöltve 2022. 03. 12.
- Európai Tanács (2021). *Infographic - How the EU delivers the green transition*. [Online]. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-how-the-eu-delivers-the-green-transition/> letöltve 2022. 03. 19.
- Európai Unió Tanácsa (2022). *Draft regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism - General approach*. 2021/0214(COD). Council of the European Union, Brussels: Belgium.
- Eurostat (2021a). *Energy efficiency*. [Online]. [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=sdg_7_3_1) letöltve 2022. 03. 21.
- Eurostat (2021b). *Population change - Demographic balance and crude rates at national level*. [Online]. [Statistics | Eurostat \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=sdg_8_4_1) letöltve 2022. 03. 21.
- Eurostat (2022). *Energy dependence*. [Online]. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rd320/default/table?lang=en letöltve 2022. 03. 21.
- Frodyma, K. és szerzőtársai (2022). *Revisiting the Environmental Kuznets Curve in the European Union countries*. *Energy* 241. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221031480#bib36> letöltve 2021. 03.16.
- Gale, L. R. – Mendez, J. A. (1998). *The empirical relationship between trade, growth and the environment*. *International Review of Economics & Finance* 7(1), pp. 53–61.
- Global Carbon Project (2021). *Supplemental data of Global Carbon Budget 2021 (Version 1.0) [Data set]*. [Online]. <https://doi.org/10.18160/gcp-2021> letöltve 2022. 03. 21.
- Goodland, R. – Ledec, G. (1987). *Neoclassical economics and principles of sustainable development*. *Ecological Modelling* 38 (1–2), pp. 19–46.
- Grossman, G. M. – Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement*. NBER Working Paper #3914.
- Grossman, G.M. (1995). *Pollution and growth: what do we know?* In: Goldin, I. and Winters, L.A. (Eds). *The Economics of Sustainable Development*, pp. 19–45. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Halkos, G.E. – Tzeremes, N.G. (2009). *Exploring the existence of Kuznets curve in countries' environmental efficiency using DEA window analysis*. *Ecological Economics* 68(7), pp. 2168–2176.
- Hanna, R. (2010). *US Environmental Regulation and FDI: Evidence from a Panel of US-Based Multinational Firms*. *American Economic Journal: Applied Economics* 2, pp. 158–189.
- Herrington, G. (2020). *Update to Limits to Growth: Comparing the World3 model with empirical data*. *Journal of Industrial Ecology* 25 (3), pp. 614–626. Yale University, New Haven: US.

- Hill, R.J. – Magnani, E. (2002). *An exploration of the conceptual and empirical basis of the environmental Kuznets curve*. Australian Economic Papers 41(2), pp. 239-254.
- Holtz-Eakin, D. – Selden, T.M. (1995). *Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth*. Journal of Public Economics 57(1), pp. 85-101.
- IEA (2022). *Global CO₂ emissions rebounded to their highest level in history in 2021*. [Online]. <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021> letöltve 2022. 03. 12.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2018). *Summary for Policymakers*. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V. et.al.]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp
- Itkonen, J. V. A. (2012). *Problems estimating the carbon Kuznets curve*. Energy 39(1), pp. 274–280.
- Iwata, H. és szerzőtársai (2010). *Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO₂ in France: The role of nuclear energy*. Energy Policy 38(8), pp. 4057–4063.
- Jordan, A. – Rayner, T. (2010). *The evolution of climate policy in the European Union: an historical overview*. In: Jordan, A. és szerzőtársai (eds). *Climate Change Policy in the European Union - Confronting the Dilemmas of Mitigation and Adaptation?* Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Jóźwik, B. és szerzőtársai (2021). *Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Case of Central Europe*. Energies 14(12), 3415. [Online]. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/12/3415/pdf> letöltve 2021. 03. 16.
- Kacprzyk, A. – Kuchta, Z. (2020). *Shining a new light on the environmental Kuznets curve for CO₂ emissions*. Energy Economics 87, Article 104704. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320300438?via%3Dihub#bb0315> letöltve 2022. 04. 16.
- Kasman, A. – Duman, Y. S. (2015). *CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis*. Economic Modelling 44, pp. 97–103.
- Kellenberg, D. (2009). *An empirical investigation of the pollution haven effect with strategic environment and trade policy*. Journal of International Economics 78, pp. 242–255.
- Khan, Z. és szerzőtársai (2020a). *Consumption-based carbon emissions and international trade in G7 countries: The role of environmental innovation and renewable energy*. Science of The Total Environment 138945. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720324621?via%3Dihub> letöltve 2022. 03. 17.

- Khan, Z. és szerzőtársai (2020b). *Consumption-based carbon emissions and trade nexus: Evidence from nine oil exporting countries*. Energy Economics 104806. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320301468?via%3Dihub> letöltve 2022. 03. 17.
- Kuznets, S. (1955). *Economic growth and income inequality*. The American Economic Review 45 (1), pp. 1–28.
- Lee, C.C. és szerzőtársai (2009). *Does one size fit all? A reexamination of the environmental Kuznets curve using the dynamic panel data approach*. Applied Economic Perspectives and Policy 31(4), pp. 751–778.
- Levinson, A. – Taylor, M.S. (2008). *Unmasking the Pollution Haven Effect*. International Economic Review 49(1), pp. 223–254.
- List, J.A. – Gallet, C.A. (1999). *The environmental Kuznets curve: does one size fit all?* Ecological Economics 31, pp. 409–423.
- López-Menéndez, A.J. és szerzőtársai (2014). *Environmental costs and renewable energy: Re-visiting the Environmental Kuznets Curve*. Journal of Environmental Management 145, pp. 368–373.
- Lorente, D.B. – Álvarez-Herranz, A. (2016). *Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve*. Environmental Science and Pollution Research 23(16), pp. 16478–16494.
- Lynas, M. és szerzőtársai (2021). *Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature*. Environmental Research Letters 16 (2021).
- Malthus, T. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. History of Economic Thought Books, McMaster University Archive for the History of Economic Thought.
- Meadows, D. H. és szerzőtársai (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books, New York: US.
- Mehrara, M. – Ali Rezaei, A. (2013). *A Panel Estimation of the Relationship Between Trade Liberalization, Economic Growth and CO₂ Emissions in BRICS Countries*. Hyperion Economic Journal 4(1), pp. 3-27.
- Mill, J. S. (1848). *Principles of Political Economy* (Ashley ed.). Longmans, Green, and Company.
- Németh-Durkó, E. (2020). *A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatának vizsgálata a környezeti Kuznets-görbével*. Statisztikai Szemle 98(12), pp. 1366–1397.
- Panayotou, T. (1997). *Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool*. Environment and Development Economics 2(4), pp. 465–484.
- Pearce, D.W. – Warford, J.J. (1993). *World without End: Economics, Environment and Sustainable Development*. Oxford University Press, New York.
- Peters, G. P. és szerzőtársai (2012). *A synthesis of carbon in international trade*. Biogeosciences 9(8), pp. 3247–3276.

Pigou, A. C. (1933). *The Economics of Welfare*. The Economic Journal 43 (170), pp. 329–330.

Poelhekke, S. – van der Ploeg, F. (2014). *Green Havens and Pollution Havens*. The World Economy 38(7), pp. 1159–1178.

Pongratz, B. (2021). *EU-China climate policy – balancing cooperation and pressure*. Mercator Institute for China Studies (MERICS). [Online]. <https://merics.org/en/short-analysis/eu-china-climate-policy-balancing-cooperation-and-pressure> letöltve 2022. 03. 19.

Pörtner, H-O. és szerzőtársai (2022). *Summary for Policymakers*. In: Pörtner, H-O. és szerzőtársai (2022): *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.

Richmond, A.K. – Kaufmann, R.K. és szerzőtársai (2006). *Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions?* Ecological Economics 56(2), pp. 176–189.

Ritchie, H. – Roser, M. (2021). *Energy*. Our World in Data. [Online]. <https://ourworldindata.org/energy> letöltve 2022. 03. 21.

Rothman, D. S. (1998). *Environmental Kuznets curves—real progress or passing the buck?* Ecological Economics 25(2), pp. 177–194.

Sarkodie, S. A. – Strezov, V. (2018). *Empirical study of the Environmental Kuznets curve and Environmental Sustainability curve hypothesis for Australia, China, Ghana and USA*. Journal of Cleaner Production Vol. 201, pp. 98–110.

Selden, T. M. – Song, D. (1994). *Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?* Journal of Environmental Economics and Management 27(2), pp. 147–162.

Shahbaz, M. – Sinha, A. (2019). *Environmental Kuznets Curve for CO₂ emission: A survey of empirical literature*. MPRA Paper No. 100257. Ludwig-Maximilians-Universität, München, DE.

Solow, R. M. (1956). *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. The Quarterly Journal of Economics 70 (1), pp. 65–94. MIT Press, Massachusetts: US.

Stern, D. I. (2004). *The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve*. World Development 32(8), pp. 1419–1439.

Stern, N. (2006). *What is the Economics of Climate Change?* World Economics 7(2), pp 1–10.

Suri, V. – & Chapman, D. (1998). *Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve*. Ecological Economics 25(2), pp. 195–208.

The World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford: UK.

UNFCCC (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. Paris, France. [Online] <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf> letöltve 2022. 03. 19.

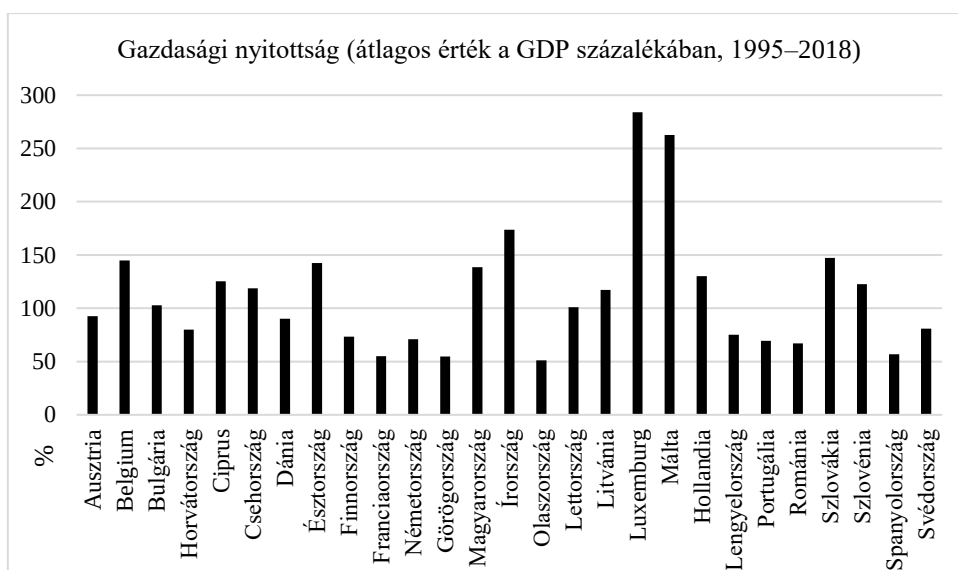
- Verde, S. (2020). *The Impact of the EU Emissions Trading System on Competitiveness and Carbon Leakage: The Econometric Evidence*. Journal of Economic Surveys, 34: 320-343.
- Világbank (2022a). *Trade (% of GDP) - European Union*. [Online]. <https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS?locations=EU> letöltve 2022. 03. 17.
- Világbank (2022b). *GDP per capita (constant 2015 US\$)*. [Online]. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD> letöltve 2022. 03. 21.
- Világbank (2022c). *Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)*. [Online]. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS> letöltve 2022. 03. 21.
- Világbank (2022d). *Urban population (% of total population) - European Union*. [Online]. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=EU> letöltve 2022. 03. 21.
- Wang, Y. és szerzőtársai (2017). *A disaggregated analysis of the Environmental Kuznets Curve for industrial CO₂ emissions in China*. Applied Energy 190, pp. 172-180.
- Weitzman, M. L. (2014). *Can Negotiating a Uniform Carbon Price Help to Internalize the Global Warming Externality?* Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 1(1/2), 29-49.
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics: A Modern Approach – Fifth Edition*. South-Western, Cengage Learning.
- Yaduma, N. és szerzőtársai (2015). *The environmental Kuznets curve at different levels of economic development: a counterfactual quantile regression analysis for CO₂ emissions*. Journal of Environmental Economics and Policy 4(3), pp. 278-303.
- Yamano, N. – Guilhoto, J. (2020). *CO₂ emissions embodied in international trade and domestic final demand: Methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 2020/11. OECD Publishing, Paris: FR.
- York, R. (2007). *Demographic trends and energy consumption in European Union Nations, 1960–2025*. Social Science Research 36(3), pp. 855–872

Mellékletek

	CO2_CBAPc				CO2_PBApc				GDPpc				TR			
	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max
Ausztria	11,72	0,74	10,47	13,06	8,39	0,61	7,45	9,58	41305,65	3619,31	33776,90	46170,39	92,52	11,96	68,26	107,88
Belgium	17,67	2,39	15,00	21,16	10,90	1,63	8,63	12,72	37889,90	3573,67	31317,29	42376,21	144,75	16,40	116,38	166,31
Bulgária	5,84	2,01	5,10	7,07	6,50	0,64	5,68	7,36	5556,45	7653,58	3537,11	7859,68	102,65	25,68	55,26	130,29
Ciprus	9,26	2,04	6,34	12,02	7,08	1,02	5,75	8,06	23882,72	3758,35	19383,94	27447,24	125,40	13,88	102,79	148,85
Csehország	11,01	1,48	9,62	12,29	11,49	1,80	9,83	13,04	15113,87	4048,61	11219,15	19685,49	118,83	26,47	81,10	157,57
Dánia	11,54	1,50	8,83	13,91	9,36	2,00	6,03	14,24	50744,52	9208,89	43310,25	56563,49	90,26	21,01	68,47	106,97
Észtország	13,40	1,76	10,90	15,76	12,93	2,26	10,84	14,96	13851,11	12554,99	7134,66	19669,76	142,37	18,19	116,76	170,76
Finnország	14,41	1,65	11,59	17,85	10,94	1,69	8,05	13,90	40734,76	7495,37	29900,87	46339,98	73,43	21,62	64,07	86,18
Franciaország	8,13	1,26	6,67	8,99	6,21	0,84	4,96	7,08	34767,13	3747,23	29734,05	38276,47	55,00	8,06	43,65	64,44
Görögország	8,32	1,31	5,54	10,16	8,72	0,89	6,72	10,30	19591,02	8015,73	15940,48	24063,32	54,81	14,21	37,11	80,15
Hollandia	10,75	2,09	8,74	14,09	10,47	3,07	9,32	11,66	42260,53	9171,47	33683,20	47807,59	129,99	90,82	107,82	158,82
Horvátország	5,57	1,96	4,15	7,34	4,65	1,20	3,64	5,70	10819,43	4308,06	7263,57	13519,56	79,83	25,00	62,59	99,85
Írország	12,69	3,14	8,72	17,10	10,06	2,01	7,98	12,39	47133,85	12025,51	27987,56	72578,44	173,60	24,22	136,10	227,40
Lengyelország	7,92	0,79	7,34	8,53	8,64	0,65	7,97	9,80	9547,10	18059,96	5638,14	14332,92	75,28	43,11	43,72	107,42
Lettország	6,08	0,82	4,97	7,70	3,57	0,68	2,97	4,08	10286,20	6778,31	4968,69	15552,02	101,09	20,09	73,87	128,23
Litvánia	6,61	0,76	5,01	8,11	4,30	0,40	3,39	4,89	10237,75	3445,57	4934,04	16436,97	117,20	23,57	74,82	155,89
Luxemburg	32,28	13,79	17,69	53,49	20,81	5,42	15,65	26,40	98624,01	25580,87	74865,98	112372,68	283,86	57,11	189,54	360,13
Magyarország	7,09	2,31	6,29	8,24	5,49	2,02	4,43	6,10	10807,53	7845,84	7677,99	14379,44	138,43	18,09	78,38	168,34
Málta	11,98	5,80	8,88	17,97	6,05	2,24	3,22	7,43	19190,85	18445,27	12344,77	27090,93	262,76	41,33	212,65	322,68
Németország	12,34	1,36	10,37	13,99	10,54	0,81	9,07	11,79	36976,86	10365,39	31615,44	42956,01	71,03	18,13	43,58	88,43
Olaszország	9,40	1,99	7,50	10,82	7,48	1,89	5,76	8,66	31695,34	11036,91	29253,32	34067,39	51,09	14,01	42,88	60,30
Portugália	6,53	0,96	5,25	8,17	5,59	0,95	4,60	6,72	18877,86	1449,46	15782,63	21049,15	69,57	10,85	59,91	86,43
Románia	4,23	0,58	3,49	5,51	4,40	0,55	3,71	5,59	6884,53	3442,63	4433,60	10714,02	67,05	12,63	48,52	87,14
Spanyolország	7,53	1,16	5,88	9,64	6,81	0,90	5,39	8,40	24823,64	2075,95	19994,03	27714,66	56,79	34,08	44,78	67,61
Svédország	8,79	1,27	7,11	10,08	5,64	0,72	4,22	7,15	45356,78	7636,89	34648,12	52983,01	80,99	7,91	66,54	92,56
Szlovákia	8,65	0,38	8,10	9,62	7,39	0,67	6,19	8,22	12455,73	3123,53	7539,08	17723,02	147,28	32,07	97,48	190,70
Szlovénia	9,58	0,87	8,71	11,31	7,84	0,69	6,55	9,02	18862,42	2701,63	13270,74	23466,93	122,63	26,90	92,54	161,19

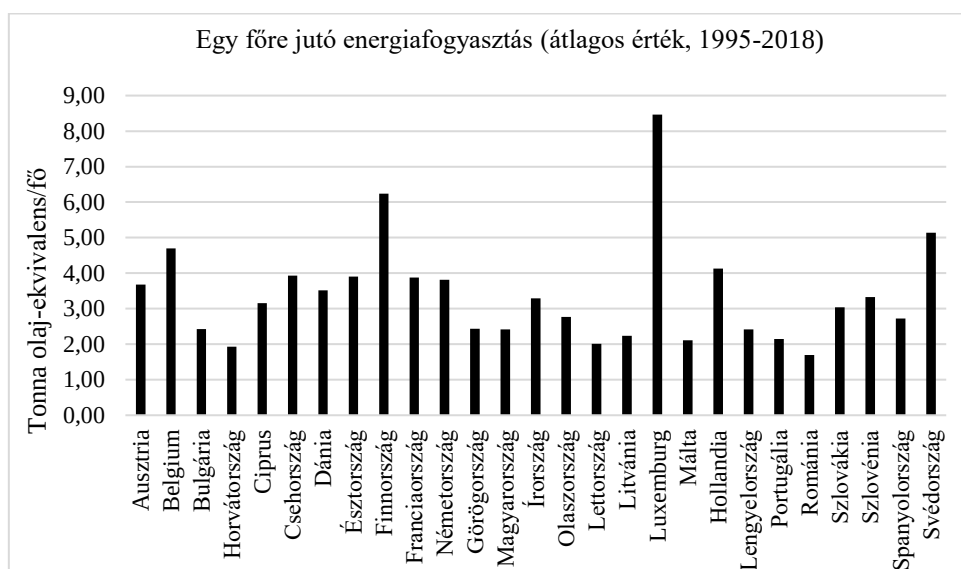
Ország	ECpc				LCEpc				Változók				UrbPop			
	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max	Átlag	Szórás	Min	Max
Ausztria	3,677	0,1986	3,26	3,98	30,21	2,8319	23,9	34,8	66,6928	3,49066	60,371	72,257	58,89	1,4488	57,12	61,6
Belgium	4,7	0,4234	4,04	5,15	18,14	3,2062	15,6	20,7	78,9393	3,64355	75,257	84,146	97,45	7,9949	96,78	98
Bulgária	2,43	0,3638	2,12	2,63	25,02	2,9656	20	29,4	44,9368	9,96312	35,172	57,318	71,17	5,9154	67,78	75,01
Ciprus	3,154	0,4461	2,53	3,63	1,001	6,1625	0	3,56	97,2929	12,8627	92,263	102,508	67,84	3,1959	66,81	68,77
Csehország	3,934	0,3348	3,6	4,25	14,94	5,2414	8,37	21,1	27,2562	19,3557	20,454	37,162	73,71	1,9892	73,19	74,64
Dánia	3,514	0,3216	2,96	4,23	12,88	7,0954	2	27,8	-9,01496	27,1354	-50,618	33,547	86,22	3,6055	84,98	87,87
Észtország	3,902	0,427	3,26	4,58	2,177	7,4892	0,02	7,85	23,4175	9,0687	1,229	37,701	68,86	5,3943	67,97	70,3
Finnország	6,24	0,6541	5,5	6,99	36,06	8,893	29	44,2	52,0302	14,4147	43,941	59,095	83,33	4,2555	80,96	85,38
Franciaország	3,876	0,5777	3,56	4,15	45,57	2,0281	42,3	50,2	49,368	2,21647	45,933	51,677	77,54	2,7356	74,91	80,44
Görögország	2,432	0,4274	2,11	2,76	5,933	5,6969	2,13	12,4	68,6636	3,01229	61,75	72,915	75,15	2,0594	72,12	79,06
Hollandia	4,131	1,1814	3,7	4,46	3,256	2,239	1,24	6,43	34,7581	34,6432	17,764	59,495	83,17	8,4045	72,81	91,49
Horvátország	1,935	0,5525	1,53	2,19	19	9,4951	11,7	26,8	48,2566	22,6407	36,248	54,75	54,57	6,1689	52,28	56,95
Írország	3,287	0,3823	2,84	3,78	5,305	4,9581	1,52	13,7	83,6357	9,66233	66,882	91,62	60,67	3,3587	57,95	63,17
Lengyelország	2,417	0,7154	2,22	2,74	2,424	2,0167	0,49	5,89	21,3652	15,9939	-0,191	43,505	61,1	13,682	60,06	61,79
Lettország	2,008	0,2283	1,6	2,43	19,55	2,9053	12,6	28,7	57,9435	9,08189	40,592	73,982	68,06	0,6897	67,8	68,75
Litvánia	2,241	0,2282	1,87	2,58	23,96	13,751	3,63	42,6	60,9402	13,092	40,61	79,045	67	0,389	66,64	67,68
Luxemburg	8,468	1,9972	7,13	10,3	1,565	2,1076	0,6	3,68	97,4941	7,0587	95,183	99,598	86,94	5,9233	82,78	90,98
Magyarország	2,421	0,2962	2,23	2,61	15,61	5,9822	10,8	19,8	56,2105	7,92506	47,796	62,645	67,47	4,2623	64,58	71,35
Málta	2,108	1,0869	1,56	2,48	1,87	2,645	0	9,25	100,599	2,66819	97,296	109,475	93,35	1,2082	90,95	94,61
Németország	3,818	0,6729	3,52	4,04	16,35	7,1897	12,5	20,9	60,8229	3,55017	56,749	63,959	76,05	2,0666	73,92	77,31
Olaszország	2,767	0,4736	2,35	3,12	9,829	5,8292	5,96	18,5	81,3162	8,28012	75,811	86,523	68,16	0,888	66,92	70,44
Portugália	2,147	0,1912	1,85	2,37	17,6	6,7205	7,5	29,1	81,0082	9,16015	70,234	88,561	58,35	4,1018	51,11	65,21
Románia	1,696	0,1785	1,51	2,05	16,82	5,3052	8,4	25,5	24,7624	11,4287	16,663	32,662	53,52	2,4235	52,78	54
Spanyolország	2,722	0,2818	2,37	3,12	21,05	5,8976	15,1	28,4	75,5694	9,30729	69,985	81,603	77,75	7,9048	75,86	80,32
Svédország	5,139	0,9265	4,47	5,61	63,25	12,819	57,3	68,6	35,9633	12,5774	26,658	43,679	84,98	1,7308	83,82	87,43
Szlovákia	3,039	0,1473	2,74	3,24	26,48	2,9119	20,4	31,1	65,6167	4,62182	60,102	73,197	55,21	1,3366	53,73	56,54
Szlovénia	3,324	0,2745	3	3,82	31,49	3,7893	28,5	40,6	50,9256	4,99106	45,187	55,969	52,09	5,0055	50,62	54,54

9. táblázat: A modellezéshez felhasznált változók leíró statisztikái



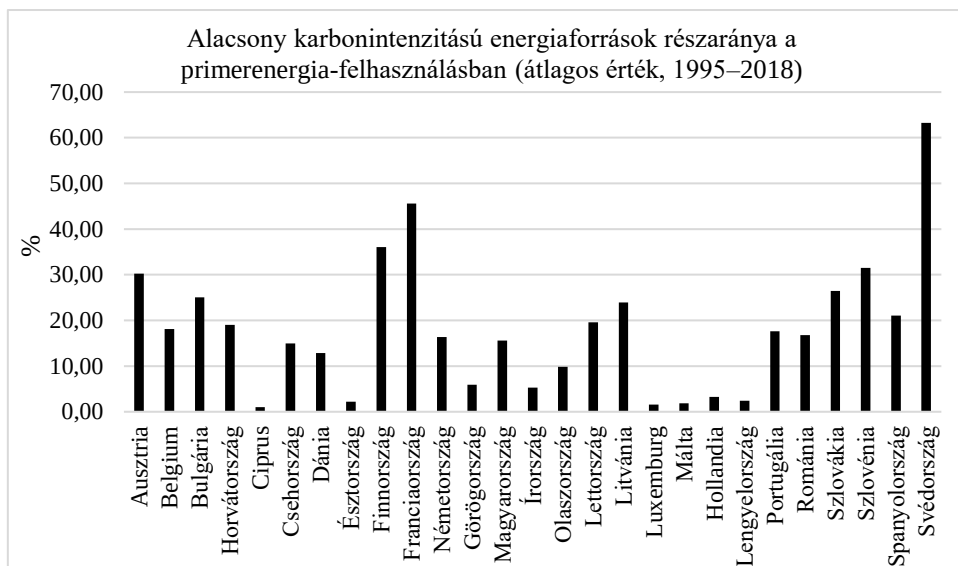
10. táblázat: Gazdasági nyitottság (átlagos érték a GDP százalékában, 1995–2018)

Forrás: Világbank (2022a) alapján saját szerkesztés



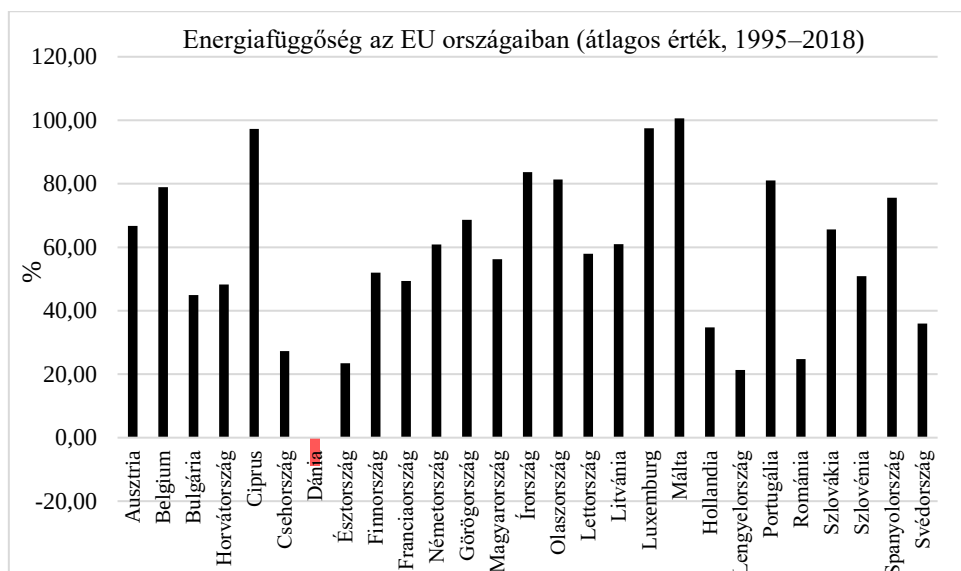
11. táblázat: Egy főre jutó energiafogyasztás (átlagos érték, 1995–2018)

Forrás: Eurostat (2021a) és Eurostat (2021b) alapján saját szerkesztés



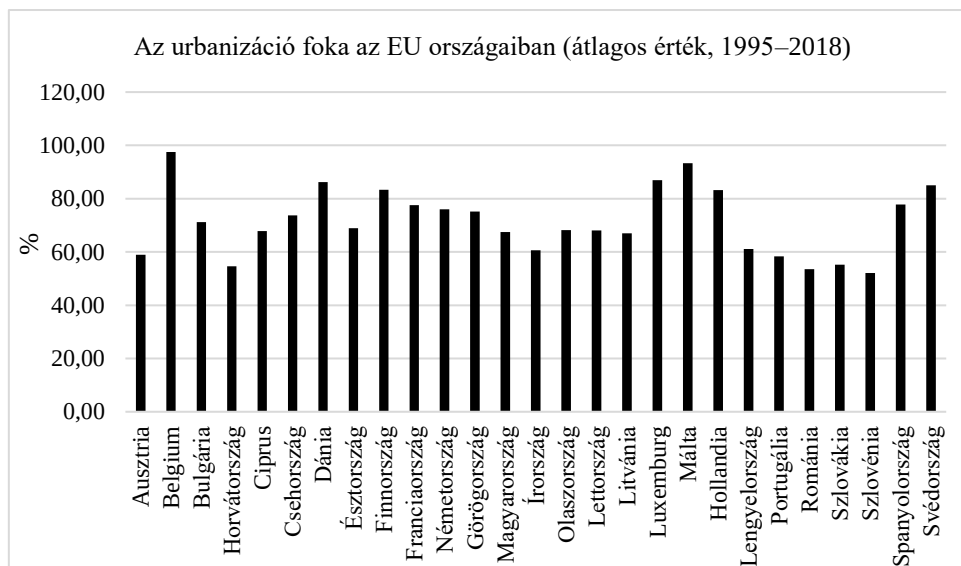
12. táblázat: Alacsony karbonintenzitású energiaforrások részaránya a primerenergia-felhasználásban (átlagos érték, 1995–2018)

Forrás: Ritchie & Roser (2021) és Világbank (2022c) alapján saját szerkesztés



13. táblázat: Energiafüggőség az EU országokban (átlagos érték, 1995–2018)

Forrás: Eurostat (2022) alapján saját szerkesztés



14. táblázat: Az urbanizáció foka az EU országokban (átlagos érték, 1995–2018)

Forrás: Világbank (2022d) alapján saját szerkesztés