

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Németh-Durkó Emilia

Debrecen
2021

DEBRECENI EGYETEM
GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYI KAR

IHRIG KÁROLY GAZDÁLKODÁS- ÉS SZERVEZÉSTUDOMÁNYOK
DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető: **Prof. Dr. Balogh Péter** egyetemi tanár, DSc

KÖRNYEZET, NÖVEKEDÉS, PÉNZÜGYEK.
A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE HIPOTÉZIS
EMPIRIKUS TESZTELÉSE

Készítette:

Németh-Durkó Emilia

Témavezető:

Dr. Huzsvai László

egyetemi docens

DEBRECEN

2021

A doktori értekezés betétlapja

KÖRNYEZET, NÖVEKEDÉS, PÉNZÜGYEK.

A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE HIPOTÉZIS EMPIRIKUS TESZTELÉSE

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
a Gazdálkodás és Szervezéstudományok tudományágban

Írta: Németh-Durkó Emilia okleveles közgazdász

Készült a Debreceni Egyetem Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok
doktori iskolája keretében

Témavezető: Dr. Huzsvai László

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr.
tagok: Dr.
Dr.

A doktori szigorlat időpontja: 20...

Az értekezés bírálói:

Dr.
Dr.
Dr.

A bírálóbizottság:

elnök: Dr.
tagok: Dr.
Dr.
Dr.
Dr.

Az értekezés védésének időpontja: 20...

NYILATKOZAT

Alulírott, Németh-Durkó Emilia (szül.: Ózd, 1988.10.23.) büntetőjogi és fegyelemi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy a doktori (Ph.D) fokozat megszerzése céljából benyújtott értekezésem kizárólag saját, önálló munkám.

Nyilatkozom továbbá, hogy:

- az Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola szabályzatát megismertem, és az abban foglaltak megtartását magamra nézve kötelezően elismerem;
- a felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem, a disszertációra vonatkozó jogszabályokat és rendelkezéseket betartottam;
- a disszertációban található másoktól származó, nyilvánosságra hozott vagy közzé nem tett gondolatok és adatok eredeti leőhelyét a hivatkozásokban, az irodalomjegyzékben, illetve a felhasznált források között hiánytalanul feltüntettem a mindenkori szerzői jogvédelem figyelembevételével;
- a benyújtott értekezéssel azonos, vagy részben azonos tartalmú értekezést más egyetemen, illetve doktori iskolában nem nyújtottam be tudományos fokozat megszerzése céljából.

Debrecen, 2021.03.05.

Németh-Durkó Emilia

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	7
1. Témafelvetés és célkitűzés	9
2. Közgazdaságtani alapok.....	14
2.1. Az energia szerepe a közgazdaságban.....	14
2.2. A klímaváltozás közgazdaságtana.....	20
2.2.1. A növekvő átlaghőmérséklet Solow-modellje	20
2.2.2. A szén-dioxid-kibocsátás Green-Solow modellje	23
2.2.3. Endogén növekedési modellek és a fenntarthatóság koncepciója.....	27
3. Növekedés és szennyezés kölcsönhatásai: A környezeti kuznets-görbe (EKC) hipotézis...	31
3.1. Mitől környezeti a Kuznets-görbe?.....	31
3.2. A környezeti Kuznets-görbe alakjai, avagy a szennyezés szükségszerű.....	36
3.3. A környezeti Kuznets-görbe modelljének kritikái	37
4. A szén-dioxid-kibocsátást befolyásoló tényezők szakirodalma	41
4.1. Egy gazdaság teljes károsanyag-kibocsátásában szerepet játszó tényezők	41
4.2. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményei Európából és Magyarországról	45
4.3. Háztartások károsanyag-kibocsátásának tényezői	48
4.3.1. Életkor és nagyság-hatás.....	49
4.3.2. Urbanizációs-hatás.....	50
4.3.3. Jövedelmi-hatás	53
4.4. Egy új mutató, a pénzügyi fejlettség és gazdasági szerepe	56
4.4.1. Lehetséges mérőszámok	57
4.4.2. Fejlett pénzügyi rendszerek hatása a természeti környezet állapotára	60
5. Az empirikus vizsgálat, a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésének módszertana	64
5.1. Hipotézisek és az értekezés céljainak ismertetése	64
5.2. Adatok és változók.....	67
5.3. A környezeti Kuznets-görbe ARDL modelljei	72

5.4. A modellezés lépései	75
5.4.1. Az ARDL-módszer alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata.....	75
5.4.2. Kointegráció tesztelése az ARDL határtesztelés módszerrel (ARDL bounds testing approach)	77
5.4.3. A modell megbízhatóságának és stabilitásának vizsgálata	79
5.4.4. Granger-oksági kapcsolatok Toda-Yamamoto módszerével	79
6. Vizsgálati eredmények és azok értékelése	81
6.1. Az ARDL-modellezés alkalmazhatósági feltételeinek teljesülése.....	82
6.2. Kointegrációs eredmények, hosszú távú kapcsolatok a vizsgált folyamatok között.....	85
6.3. Lineáris, négyzetes és köbös alapmodellek a környezeti Kuznets-görbével	89
6.4. A környezeti Kuznets-görbe makrofolyamatokkal bővített modelljei	94
6.5. A környezeti Kuznets-görbe modellek összehasonlítása.....	103
6.6. A választott ARDL-modell stabilitásának vizuális ellenőrzése	107
6.7. Oksági kapcsolatok.....	108
6.8. Sokkok a modellben: a szén-dioxid-kibocsátás impulzus válasz függvényei és a variancia-dekompozíció	112
7. Következtetések, javaslatok.....	115
8. Az értekezés fontosabb megállapításai, új illetve újszerű eredményei	124
Összefoglalás	126
Summary	128
Mellékletek	130
Irodalomjegyzék	137
Saját publikációk jegyzéke	160
Táblázatjegyzék	163
Ábrajegyzék.....	164
Köszönetnyilvánítás	165

„... aki véges rendszerben végtelen növekedést képzel el, az őrült, vagy közgazdász.” (BOULDING, 1950).

BEVEZETÉS

A technológiai fejlődés felgyorsulásával és a gazdasági mechanizmusok javulásával az ipari forradalom óta a döntéshozók elsődleges céljai között szerepel a termelés fokozása. Az ipar fellendülése és ennek kedvező hatásai, például az életszínvonal és a jólét növekedése mellett az ágazatok energiaigényes termelési folyamatai révén a természeti környezetünk egyre nagyobb veszélynek van kitéve. Bár az energiaigényes ipari és termelési folyamatok térnyerése egy stabil, fejlődő nemzetgazdaság alapjait teremti meg, negatív hatásai a természeti környezet állapotában és szennyezésében mérhetők.

A vitathatatlan fejlődéssel súlyosbodtak a környezeti problémák, a 20. század végére soha nem látott méreteket öltött a környezetszennyezés. Az intenzív ipari tevékenység, a gazdasági növekedés és a háztartások életszínvonalának emelkedése nyomot hagy bolygónk felszínén. Az energia szerepe kettős ebben a kétszereplős kapcsolatban, azaz a gazdasági növekedés és a szennyezés kapcsolatában: egyrészt az energia a gazdasági tevékenységek alapvető forrása, másrészt felhasznált mennyisége alapvetően meghatározza a szennyezőanyag-kibocsátást.

A szennyezés mértékénél csak annak időszakról időszakra történő emelkedése az ijesztőbb. A légkörbe kerülő üvegházhatású gázok koncentrációjának emelkedése, mint tudjuk, a globális felmelegedés folyamatában visszafordíthatatlan következményeket okoz már csak néhány fokos átlaghőmérséklet-emelkedés indukálásával is. Hogy az átlaghőmérséklet megemelkedését visszatartsák, a légkör üvegházhatású gázainak, különösen a szén-dioxid tartalmát befolyásoló tényezőknek a vizsgálata az egyik legnépszerűbb kutatási területté nőtte ki magát; noha néhány évtizeddel ezelőtt még csak számításba sem vették az energiát vagy a károsanyag-kibocsátást a közgazdaságtani modellekben.

Manapság nincs relevanciája annak, hogy csak a gazdasági növekedést és a jólétet helyezzük szem elé, hiszen a tudatos stratégiai tervezés megköveteli a fenntarthatóságot – környezeti értelemben is. A környezet állapotának – legalább – a megtartásában, de javításában is a gazdasági-és a környezeti célok összehangolása elengedhetetlen, főleg azokban a fejlődő országokban, ahol a gazdasági növekedés szorosan összefügg az energiatermelő tevékenységek intenzitásával. Hazánk, Magyarország, egyike ezeknek az országoknak.

A nemzetközi környezetvédelmi szervezetek folyamatos erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy a termelésben a gazdasági növekedési és a károsanyag-kibocsátási szempontok együttes figyelembe vételére ösztönözzék a gazdasági szereplőket. Számos kutatás igazolja, hogy e két folyamat nem választható el egymástól, és a kapcsolat kétirányú természete sem vitatott. Nemcsak a gazdasági növekedés hat a környezet állapotára, hanem a környezeti mutatók is befolyásolhatják egy gazdaság növekedését, hiszen a megfelelő célértékek elérése elképzelhető, hogy csak a gazdaság visszafogott teljesítménye mellett mehet végbe. Ezért nemcsak a környezetvédőknek, hanem mindkét folyamat „élharcosainak” érdeke, hogy a növekedés és szennyezés egymással való kapcsolatát megértsék, faktorait azonosítsák, és intézkedéseikben a gazdasági célok mellett szem előtt tartsák a természeti környezeti prioritásait is.

A környezeti Kuznets-görbe (Environmental Kuznets curve: EKC) segítheti a gazdasági növekedés és környezetszennyezés összefüggéseinek feltárását, miután alkalmas az egy főre eső nemzeti jövedelem és egy környezeti indikátor – általában a szén-dioxid-kibocsátás – kapcsolatának vizsgálatára. Míg az eredeti Kuznets-görbe (1955) egy jól ismert makroökonómiai elméletben gyökerezik, és a jóléttel előidézett jövedelmi egyenlőtlenségeket kutatja, addig GROSSMAN és KRUEGER (1995) környezeti állapotot modellező megközelítésével az úgynevezett környezeti Kuznets-görbe a jólét környezeti hatását elemzi.

A környezeti Kuznets-görbe eredményei új megvilágításba helyezhetik egy ország fejlődési szakaszának és nemzeti jövedelmi szintjének kapcsolatát a károsanyag-kibocsátás, különösen a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésével kapcsolatos hosszú távú döntésekben. Valamennyi nemzetnek célja túljutni a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének jövedelmi fordulópontján, mert annak elérése a gazdasági növekedés hozadékaként empirikus kutatások szerint javulást hoz magával a természeti környezetben.

1. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A környezeti Kuznets-görbe szerint a nemzeti jövedelem és a károsanyag-kibocsátás között minden gazdaságban feltételezhető valamilyen összefüggés. De vajon ez azt jelenti, hogy kedvezőbb gazdasági környezetben, magasabb jövedelem mellett túlköltekezünk és a kényelem ára a növekvő energiafelhasználás és környezetszennyezés? Vagy éppen kevesebb energia fogy, a korszerűbb, energiatakarékos eszközök beszerzésével? Vajon van ennek térbeli vetülete is, különbözik a városban és a vidéken élők energiafogyasztása és károsanyag-kibocsátása? Hogyan hat most, és hogyan fognak ezek az összefüggések hatni hosszú távon a környezetre?

A fentiekre, és ehhez hasonló kérdésekre kapunk válaszokat a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének vizsgálatával, amely a gazdasági-társadalmi-környezeti kölcsönhatások mérőeszköze. Kuznets görbéjének környezeti hatásvizsgálattal kapcsolatos kiterjesztése úttörő kutatásnak számított, melyben a jövedelem nagyságának diverzifikáló szerepét azonosították a környezet állapotára: a gazdaság fejlődésével csak kezdetben nő a környezetszennyezés, majd egy kellően magas nemzeti jövedelem mellett megáll, visszaesik, és a további gazdasági növekedéssel egyidejűleg csökken.

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis kimondja, hogy minden gazdaságnak van egy olyan optimális „állapota” a jövedelmi fordulópont bekövetkezésével, amelyben a növekvő termelés csökkenő károsanyag-kibocsátás mellett megy végbe. A kérdés az, mikor éri el a gazdaság ezt a jövedelmi szintet, hiszen ezzel egy bizonyos szintű gazdasági növekedés megteremti a feltételeit a környezetbarát(abb) termelésnek, azaz közvetlenül a termelés és a gazdasági növekedés visszafogása nélkül teljesíthetők a környezeti célok.

A nemzeti jövedelmi szint emelkedése és a károsanyag-kibocsátás között a környezeti Kuznets-görbe hipotézisében a szakirodalom által fordított U-alakúnak nevezett kapcsolat tehát azt jelenti, hogy a magasabb jövedelem hosszú távon képes csökkenteni a károsanyag-kibocsátást. Az egy főre jutó nemzeti jövedelem növekedésével kezdetét veszi egy olyan új termelési szakasz, amely a korábbinál intenzívebb energiafelhasználással, ezáltal a korszerűtlen, elavult technológia túlfutásával nagyobb környezetszennyezéssel is jár. Később, egy bizonyos jövedelmi szint elérésével a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás folyamata szétválik egymástól, amikor a termelés a technológiai-és hatékonyság javulásnak köszönhetően egyre csökkenő károsanyag-kibocsátás mellett nőhet. Az első, intenzív energiatermelő és környezetszennyező szakaszt a környezeti Kuznets-görbe hipotézis első, skálahatás szakaszának nevezzük, míg a második a szakasz a technológiai hatás szakasza, ahol a gazdasági növekedés és a szennyezés ellentétes irányba futnak.

Ahhoz, hogy egy gazdaság a környezetet előtérbe helyező, gazdasági növekedést támogató pályán mozogjon, a gazdaságnak el kell jutnia az érett szakaszba, fel kell nőnie ahhoz, hogy a termelés és a jólét fokozása a környezeti javak figyelembevétele mellett történjen. A gazdaságoknak célja a környezeti Kuznets-görbe hipotézisnek minél hamarabbi teljesülése, hiszen a görbe fordított U-alakú felfutása arra is utal, hogy a növekedés költséges, és ezt a költséget a környezet pusztulásával fizetjük meg. Azaz a gazdasági növekedés kedvező, mérséklő hatásának elérése kezdetben csak és kizárólag a környezet kárára történhet, ezért valamennyi gazdaság érdeke, stratégiai elvárása és a döntéshozók célja a környezeti Kuznets-görbe fordulópontján átlendülni. Meglepő, de korántsem általános a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülése még napjainkban sem, hiszen a fejlett Európai Unióban a tagállamoknak is csak alig kétharmadának sikerült a környezeti Kuznets-görbe csökkenő ágába átjutni.

A környezeti Kuznets-görbével a makrogazdasági folyamatok kölcsönhatásairól és akár ok-okozati összefüggéseiről is információt kaphatunk. Nemcsak a nemzeti jövedelem és a gazdasági növekedés károsanyag-kibocsátásra gyakorolt hatásának a felderítésére szolgál, hanem a szennyezésben részt vevő, egyéb makrogazdasági folyamatok hatása is azonosíthatóvá válnak a környezeti Kuznets-görbe növekedés-szennyezés modelljének bővítésével. A károsanyag-kibocsátásban játszott szerepéről képet kapunk például az energiahatékonysági intézkedéseknek az eredményességéről, az urbanizáció hatásáról és a városok térnyerésének emissziós következményeiről, vagy éppen a beruházások és fejlesztések mozgatórugójának, elsősorban a banki hiteleknek a hozzáférhetőségét mérő pénzügyi fejlettség környezeti degradációt mérséklő vagy éppen elősegítő szerepéről. Egyszóval minden olyan folyamat hatása azonosítható a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésével, amely közvetlen vagy közvetett módon befolyásolhatja a természeti környezet állapotát.

Miután a növekedés és szennyezés kapcsolatának irányának feltárására magyarországi viszonylatban kevesen tettek kísérletet, és azok csak a szűk modellezési keretben történtek, és nem kifejezetten hazánkra, hanem panel adatokból építkezve például EU-s tagállamokra együttesen vagy OECD országokra koncentráltak, így még nem ismerjük pontosan az itteni kapcsolat irányát, és az energia-növekedés-károsanyag-kibocsátás közti ok-okozati viszonyokat.

Jelen értekezés célja a magyarországi környezeti Kuznets-görbe modellezésével a gazdasági növekedés és károsanyag-kibocsátás közötti kapcsolat igazolása a leghosszabb elérhető időintervallumra, az 1982-2016 közötti időszakra vonatkozóan a folyamatban résztvevő valamennyi makrofolyamat hatásainak beazonosításával. Az értekezés elsőként vizsgálja a

környezeti Kuznets-görbe hipotézisének csak és kizárólag magyarországi teljesülését. A gazdasági növekedés és szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatának megismerése hozzájárulhat az előrejelzések pontosításához a változók közötti ok-okozati kapcsolatok számolásával. A környezeti Kuznets-görbe magyarországi viszonyai között nemcsak a növekedés és szennyezés kapott helyet, hanem egyedülként a villamosenergia-felhasználás, a pénzügyi fejlettség, és az urbanizáció szerepe is meghatározásra került. Módszertani és egyben szakmai újítása is az értekezésnek, hogy nagy hangsúlyt tesz a magyarországi urbanizációs sajátosságok figyelembe vételére, ezért az urbanizáció hatását a nemzetközi szakirodalmaktól eltérően, a városok számának alakulásával méri.

Jelen értekezésben a környezeti Kuznets-görbe felfedi, hogy (1) Magyarországon a gazdasági növekedés célok elérése a környezeti állapot javulását vagy rombolását hozták-e magukkal az elmúlt évtizedekben, és (2) megtörtént-e már az érett gazdaságba átlendítő fordulópontra elérése. Miután minden gazdaság komplex rendszerben működik, ez esetben sem hagyhatók figyelmen kívül más társadalmi-gazdasági és környezeti folyamatok hatásai, ezért a szakirodalmak ajánlását figyelembe véve a hipotézis bővített tesztelésével a fejlettség legelterjedtebb mérőszámának, a (3) villamosenergia-felhasználásnak, a finanszírozás biztosításával összefüggően a (4) pénzügyi fejlettségnek, valamint a városok fenntarthatóságban betöltött szerepének mérésével az (5) urbanizáció funkcióját is azonosítom a szén-dioxid-kibocsátás több évtizedes trendjeiben.

Az öt általános célkitűzéshez az alábbi specifikus célokat rendeltem:

- a károsanyag-kibocsátást befolyásoló tényezők hatásának, a hatások nagyságának az összehasonlítása,
- a károsanyag-kibocsátást befolyásoló tényezőkben (gazdasági növekedés, villamosenergia-felhasználás, urbanizáció, pénzügyi fejlettség) bekövetkező sokkok hatásának vizsgálata a károsanyag-kibocsátásra,
- a villamosenergia-fogyasztás és gazdasági növekedés kapcsolatának vizsgálata a környezeti Kuznets-görbe hipotézis igazolásához,
- a villamosenergia-fogyasztás illetve a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés ok-okozati kapcsolatát befolyásoló tényezők azonosítása,
- a pénzügyi fejlettség környezetszennyezésben lévő szerepének mérése,
- az urbanizáció károsanyag-kibocsátásban betöltött szerepének azonosítása.

A stratégiai és általános célokból jelen értekezésben az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

- H1a: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H1b: Makrofolyamatok figyelembevételével mellett az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.
- H3: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között oksági kapcsolat van Magyarországon. Az okság iránya a gazdasági növekedéstől mutat a szén-dioxid-kibocsátás felé.
- H4: A szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe a gazdasági növekedésnek és a pénzügyi fejlettségnek van.
- H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.
- H6: A villamosenergia-felhasználás csökkenése előre jelezheti a gazdasági növekedés hanyatlását.
- H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.
- H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdéi megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

Az értekezés első felében szakirodalmi összefoglaló olvasható. A második fejezetben a környezeti Kuznets-görbe alapját, az energiatermelés és a klímaváltozás közgazdaságtani szerepét és modellezési lehetőségeit ismertetem, különös tekintettel a szén-dioxid-kibocsátás környezeti Kuznets-görbével összefüggő makroökonómiai modelljeire. A harmadik fejezetben rátérek a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás kapcsolatának szakirodalmi feldolgozására, főképpen a környezeti Kuznets-görbe bemutatására és a hipotézisének környezetgazdaságtani térhódítására. A negyedik fejezet a szén-dioxid-kibocsátást befolyásoló gazdasági és háztartási szintű tényezőit veszi górcső alá korábbi empirikus tanulmányok alapján

az európai és magyarországi eredményekre koncentrálva. Az urbanizáció, a nemzeti jövedelem, vagy éppen az egy háztartásban élők átlagos életkorán vagy vásárlási szokásain túl a negyedik fejezet egy új mutató, a pénzügyi fejlettség emissziós szerepének elméleti és gyakorlati elgondolásait fejti ki.

A magyarországi környezeti Kuznets-görbe alakjának felderítése érdekében készült modellváltozatok és a gazdasági növekedés-szén-dioxid-kibocsátás közötti kapcsolat kointegrációs és oksági tesztelése, impulzus válasz függvényei, valamint variancia-dekompozíciós elemzése olvasható az értekezés ötödik fejezetében. A hatodik fejezetben sor kerül a környezeti Kuznets-görbe hipotézis empirikus tesztelésére, modelljeinek bemutatására és az eredmények értékelésére, míg a hetedik fejezet az eredményekből és a szakirodalmi feldolgozásból levonható következtetéseket és javaslatokat tartalmazza. A nyolcadik fejezet az értekezés fontosabb új és újszerű eredményeit közli.

2. KÖZGAZDASÁGTANI ALAPOK

Ebben a fejezetben a közgazdaságtan intézményének néhány – szorosan a dolgozat témájához köthető – állomását és kihívásait mutatom be, olyan nemzetközileg kiemelkedő szerzők tollából, akik kutatása a közgazdaságtan alternatív irányzatait is érintette. Az ismert közgazdasági gondolkodók és irányzatok csak olyan mértékben szerepelnek rendszerezésemben, amennyiben azok meghatározót alkottak a természeti környezet, az energia és a gazdaság hármában.

2.1. Az energia szerepe a közgazdaságtanban

Az energia és a károsanyag-kibocsátás makroökonómiai szerepének azonosítása nehéz a közgazdasági modellekben. A mainstream közgazdaságtan és a neoklasszikus irányzatok egyszerűen nem számoltak energiával és károsanyag-kibocsátással, sem inputként sem outputként. Éles kritikák illetik a közgazdasági modelleket, mert a munka és a tőke termelési tényezők mellett nem kapott helyet az energia, vagy ha mégis, akkor helytelenül kezelték (DALGAARD és STRULIK, 2008; KEEN, 2019; LEHMANN, 2019).

A mainstream irányzatok számára a természeti környezet „pusztán a gazdaság kitermelő és hulladéklerakó szektora”, amely feladata a gazdaság erőforrásokkal való ellátása. A természeti erőforrások ezen irányzatok számára értéktelenek, hiszen mennyiségük végtelen, korlátok nélkül rendelkezésre állnak és kitermelhetők, sőt, helyettesíthetők is (DALY, 2001, 8.o.). Az energia sem kapott sokkal nagyobb figyelmet, mivel akárcsak a természet, olcsó input, alig észrevehető a teljes termelési költségben, és akár ingyenesen is rendelkezésre áll, mint például a levegő (KÜMMEL et al., 2010).

A klasszikusok szemléletének középpontjában minimálisan jelent meg a gazdasági növekedés társadalmi, gazdasági és természeti bázisának feltételeinek figyelembevétele. Felismerték ugyan, hogy a javak hiánya a természeti erőforrások ellátottságával összefügg, de az árazásban nem érvényesítették a természeti erőforrások kimerülésének kockázatát (BARBIER, 1989). A klasszikus közgazdaságtan képviselői a hosszú távú gazdasági problémák megoldására koncentráltak, ám a neoklasszikusok a gazdaság egésze helyett az egyénre, mint gazdálkodó alanyra tekintettek, és a termelés által termelt javak profitorientált szemléletű lefölözésére (MÁTYÁS, 1993; CHRISTENSEN, 1989; PEARCE és TURNER, 1990; KOCSIS, 1999). A neoklasszikusok az erőforrás viszonyokra kitértek ugyan, de azokat adottnak és fenntarthatónak tekintették. Szerintük a természet egyfajta szolgáltató, amely anyagot és energiát biztosít a

gazdaság számára, ezért sem a társadalmi, sem a környezeti rendszer nem indokolja ellentételezést. A közgazdaságtanban kritikái ellenére a neoklasszikus iskola dominanciája mindmáig jellemző (KOZENKOW, 2018; KOCSIS, 1999).

A klasszikus közgazdasági gondolkodás (Adam Smith, Ricardo, Say, Malthus és Mill) továbbfejlődése kétirányú volt. Az egyik irányt a neoklasszikus felfogásként azonosítjuk, a másikat pedig az intézményi közgazdaságtanként. Az egyensúlyi irányzatok és az intézményi iskola megközelítése között a „marginalista forradalom” után egyre mélyült a szakadék. Az intézményi közgazdaságtan képviselői a társadalmat osztályokra bontották, a piacot mint kollektív döntéshozatalra épülő szabályegyüttesek intézményét határozták meg, szemben a neoklasszikus iskolával, amely az egyéni döntéshozatalra fókuszált. A modern intézményi gondolkodás megalapítójának leginkább Ronald Coase tekinthető (KOLOZSI, 2018).

„Az új intézményi közgazdaságtan a környezeti externáliákat a közjószág-problémán keresztül közelítette meg. A természeti értékek, környezeti javak, közjószágok, ill. szabad jószágok, hiszen fogyasztásukból senki nem rekeszthető ki függetlenül attól, hogy az egyes aktorok hozzájárulnak-e a megtermelésükhöz. Piaci kudarc abban az esetben keletkezik, amennyiben mikro szinten nem éri meg ezen jószágoknak az előállítását, nem jelenik meg sem a fogyasztók haszonmaximalizálási sem a vállalatok profitmaximalizálási kritériumai között.” (FEIERABEND, 2020, 29.o.)

A piaci kudarc feloldására különböző megközelítéseket olvashatunk a közgazdasági szakirodalomban. FEIERABEND (2020) összefoglalójából kiderül, hogy DEMSETZ (1967) a tulajdonjogok rögzítésében látja a közlegelő tragédiájának megoldását. Az externáliák internalizálására COASE (1960) a piaci eszközökben, a piaci alkufolyamatban látja, ami ellentmond PIGOU (1920) megközelítésének, aki a termelés szennyezés-alapú megadóztatását képzeleli el.

Coase a vállalat közgazdaságtani definícióját kereste. Megközelítése szerint a kapitalizmusnak nem a versenyre, hanem az együttműködésre kell épülnie. A Coase-tétel kimondja, hogy tranzakciós költségek nélkül az érintett felek minden konfliktust el tudnak hárítani az együttműködési szándékkal (MIKE, 2014), más szóval az állami beavatkozás szükségtelen, miután a piac a felek együttműködésével eléri a társadalmi optimumot (KEREKES, 2014). Ezzel előre vetíti a tökéletlen alternatívák közüli választást, és a tételből a környezetgazdaságtan is tudott építkezni, hiszen Coase nem mást állít, mintsem az externáliák piaci mechanizmusokkal való sikeres kezelését.

Az externális hatások egyik közgazdasági következménye az energia termeléséhez köthető. A szennyezés optimális gazdasági szintjét kutatva, a környezetgazdaságtan a flow típusú szennyezéssel foglalkozik, és példának hozza a rossz hatásfokú energia-felhasználás következtében fellépő környezetszennyezést (KEREKES, 2014). Pigou az adó kivetésében látja az externáliák internalizálására megoldást, a szennyezést/ veszteséget okozóknak meg kell fizetnie a kárt, a vállalatokat egy gazdaságilag optimális szennyezési szint elérésére készítetve (KUTASI és PERGER, 2014).

Coase-nak komoly fenntartásai voltak az externális hatások Pigou-féle megoldásával. Úgy vélte, nem mindig a szennyezőt kell adóval büntetni, hanem a károsultak fizessenek a szennyezőnek a szennyezés csökkentéséért. A megegyezés a szennyezők és a károsultak között Coase szerint működőképes alternatíva, és a tárgyalás a fizetés mértékére is kiterjedne (KEREKES (2014). MIKE (2014) hozzáteszi, hogy Coase rávilágít, ha az együttműködésnek költsége nulla (ahogyan Pigou is teszi), akkor nincs externális hatás, hiszen az érintett felek minden ilyen hatást megbeszélnek és elhárítanak egymás között- költségek nélkül.

Ha valóságos közegben gondolkodunk, és elfogadjuk, hogy a felek közötti együttműködésnek költsége van, akkor nem tudjuk, Pigou vagy Coase megoldása hozza-e a jobb alternatívát. „A kormányzati szabályozás éppúgy költséges, mint a magánszerződések. Tudnunk kéne az együttműködés e két rendszerének relatív költségét, amiről Pigou elmélete (és a jóléti közgazdaságtan) nem mond semmit.” (MIKE, 2014, 321.o.) Coase megoldása is vitatható, elég, ha az emberek hajlandóságára gondolunk egy-egy alkuval kapcsolatban, vagy az érintettek körére- amely ritkán csupán kétszereplős.

A téma másik megközelítése a növekedés-elméletben keresendő. A legismertebb növekedés-elméletet Robert Solow dolgozta ki egy egyszektorú modell keretben, habár a gazdasági növekedés elmélete nem csak az ő nevéhez fűződik. A Solow–Swan model a logaritmus kibocsátás növekedésének rátáját a tőke, a munkaerő és az idő elaszticitásából vezette le, azaz csak két független termelési tényezőtől függött, mégpedig a munkaerőtől és a tőkéből. Ayres és Warr élesen kritizálta Solow modelljét, mert a termelés csupán e két tényezője nem tudta megmagyarázni az amerikai gazdaság 1909 és 1949 közötti időszakában megfigyelt output-növekedését, és a megmagyarázhatatlan rész, az ún Solow-maradék a növekmény több mint 85% -át tette ki. A munka és a tőke felhalmozódásának exogén hajtóereje, a technológiai fejlődés volt az egyetlen változó a Solow-modellben, valamint annak augmentált változataiban. A neoklasszikus elmélet fizikai termelésének eredete megmagyarázhatatlan maradt (STREIMIKIENE és KASPEROWICZ, 2016).

Később Solow, a Hotelling-szabály felhasználásával a növekedési elméletébe integrálta a kimeríthető erőforrásokat (SOLOW, 1974), azonban következtetése nem változtatta meg alapvetően szemléletét: a növekedés fő mozgatóját továbbra is a tőkefelhalmozásban látja. Az újítás az, hogy kiegészítésében bevezeti a tőke és az erőforrások közti helyettesítési rugalmasságot, állítása, hogy az optimális erőforrás-felhasználás az ehhez szükséges tőkekészlet újbóli előállításával valósulhat meg.

Solow módosított modelljének alapja az az 1970-es években előkerült Hotelling-tanulmány, amely a természeti erőforrások beárazását javasolja. Hotelling – eredetileg évtizedekkel korábban írt – munkájában kimondja a természeti erőforrások értékét, és úgy véli, hogy amennyiben túlhasználnánk azokat, ezen értékes tulajdonságuknak a piaci árakban meg kell jelennie. Az ún. Hotelling-szabály az árazást egy társadalmi diszkontrátával képzelel el. Az ár határozza meg az erőforrás kitermelésének ütemét, a határbevétel pedig az árat. A természeti erőforrások minden generáció számára egyformán kell, hogy értékesek legyenek, és a generációnkénti azonos hasznosságot az garantálja, hogy az árak a „társadalmi diszkontrátával”, azaz a kamatlábnak megfelelően növekednie kell (HOTELLING, 1931).

Más közgazdászok (SOLOW, 1974; STIGLITZ, 1974; DALGAARD és STRULIK, 2008; KÜMMEL et al., 2010; KÜMMEL et al., 2015) azt az utat választották, hogy az energia a munka és a tőke mellett, harmadik termelési tényezőként foglaljon helyet a modellekben. Ebből KEEN (2019) szerint tévesen az következik, hogy az energia önmagában, a munkaerőt és a tőke kihagyásával szerepeltethető a termelési folyamatban. Ha ez így lenne, akkor az energia helyettesíthető lenne a tőkével, miközben a tőke előállítása is energiával történik (DALGAARD és STRULIK, 2008). Másrészt, az energia mutatójával kiterjesztett Cobb-Douglas vagy CES függvény technikailag képes nem-nulla outputot számítani nulla energia inputtal, ami hibás konstrukció (KEEN, 2019; LEHMANN; 2019).

A neoklasszikus gazdasági modellel ellentétben azonban egy valós, létező gazdaság a munkaerő- és tőkeinputok mellett a fizikai energia inputjától is függ. A gazdaság egy olyan komplex rendszer, amely energia felhasználásával a nyersanyagokat késztermékekké és szolgáltatásokká alakítja át, így az energia alapvető szerepet játszik a gazdasági növekedési folyamatában (STREIMIKIENE és KASPEROWICZ, 2016.). Ezen felismerés ellenére, az energia-és a gazdasági növekedés kapcsolatának a vizsgálata csak az elmúlt évtizedekben vált közkezdvelt és értékes kutatási területté.

Az energia és a károsanyag-kibocsátás gazdaságra gyakorolt hatásáról szóló irodalmak „előszobája” csupán az 1980-90-es évekre tehető, amikor a környezetgazdaságtan és az ökológiai gazdaságtan létrejötté datálható. Mindkét irányzat a fenntarthatóság elve mentén értelmezi az erőforrások használatát. SZÉP (2013) összefoglalásából kiderül, hogy az ökológiai gazdaságtan képviselői elsődleges szerepet tulajdonítanak a gazdasági növekedésben az energiának, illetve az energiafelhasználásnak. A gazdasági növekedésben CLEVELAND (2003) az energia elérhetőségét, MURPHY et al. (2011) az energiafelhasználás alakulását értékeli fontosnak.

A gazdasági növekedés végtelenségig tartó, folytonos növekedése is megkérdőjeleződött az 1970-es években, főleg a környezetgazdaságtan és az ökológiai gazdaságtan képviselői között. A környezetgazdaságtan alapelveiben megengedőbb ugyan a gazdasági növekedés fenntarthatóságával, de az ökológiai közgazdászok alapvetően vonták kétségbe a fenntartható növekedés paradigmáját (MÁLOVICS és BAJMÓCY, 2009), és kialakult a nemnövekedés elmélete (zerogrowth, degrowth). CSATH (2020) kifejti, hogy egy véges rendszerben, ahol a természeti erőforrások rendelkezésre állására is véges, nem lehetséges végtelen növekedési pálya már csak azért sem, mert az állandóan növekvő termelés teljesen elhasználja az energia- és nyersanyagkészleteket, károsítva a természeti környezet állapotát, a növény- és állatvilág biodiverzitását.

A nemnövekedés irányzatának atyja Daly, aki elsőként kidolgozta a növekedés nélküli, növekvő jólétet biztosító gazdasági modellt, de Roegen is az irányzat képviselői közé sorolható. Ha a gazdaság állandósult állapota (steady state) egy gazdaság céljaként értelmezendő, akkor a nemnövekedés koncepciója az ehhez vezető utat jelenthetné. A lényege, hogy létre kell hozni egy olyan, nem növekvő gazdasági keretet, különben a környezeti-és társadalmi katasztrófa elkerülhetetlen. Ugyanakkor hozzá kell tenni, hogy a nemnövekedés gyakorlati megvalósíthatósága is legalább annyira megkérdőjelezhető, mint a végtelen növekedésé. A fő kérdés, hogy „a technológiai változás képes lesz-e a természeti környezet ember általi gyors ütemű és nagy léptékű megváltoztatásából fakadó alkalmazkodási kihívásokra választ adni?” (DOMBI és MÁLOVICS, 2015,18.o.).

Megjegyzem, hogy a degrowth teória nem összekeverendő napjaink ismert elméletével, a green growth azaz zöld növekedés elméletével. A zöld növekedés domináns megoldásnak tűnik a környezeti fenntarthatóság szempontjából, míg a degrowth „marginális vállalkozás” maradt. A zöld növekedés elsősorban a technológiai és piaci innovációkra támaszkodik, hogy javítsa a termelés hatékonyságát, és így elválasztja a természeti erőforrások felhasználását és a

környezeti hatásokat a folyamatos gazdasági növekedéstől (UNEP, 2011). A kutatások azonban azt mutatják, hogy a zöld növekedés usztán önmagában nagy valószínűséggel nem képes megállítani a környezetromlást (SANDBERG et al., 2019).

A gazdaság és környezet kapcsolatát jobban megértjük, ha megismerjük a termodinamika törvényeit. A termodinamikai törvényszerűségek gazdasági jelentőségét Georgescu-Roegen az elsők között ismerte fel. Az első főtétel szerint a gazdaság ugyanakkora mértékben szennyezi hulladékkal a környezetet, mint amennyi anyagot és energiát felhasznál a termeléshez (BARBIER, 1989). A második főtétel ugyancsak megerősíti a környezetszennyezés jelenségét: míg a gazdasági folyamatokba alacsony entrópiájú formában jelenik meg az energia (mechanikus munka), addig onnan magas entrópiájú (például hulladékhő és egyéb szennyezések) formában távozik (KOCSIS, 1999).

Szép (2013) azt is megemlíti, hogy olyan alternatív irányzattal is találkozunk, amely az energiafelhasználást a gazdasági fejlődés kizárólagos indikátorának tekinti, például Duncan R. Olduvai-elmélete. Az energia felhasználás növekedése csak részben gazdasági szükségszerűség, inkább a fejlődés indikátora lehet, hiszen energiára van szükség ahhoz is, hogy védekezni tudjunk a természeti, illetve társadalmi gazdasági „katasztrófák ellen, a civilizáció létkérdése az energia. A folyók szabályozása vagy a mezőgazdaság iparosodása is energia szükségletet igényel (MOLNÁR, 2000). Duncan érvelése egybeesik a termodinamika fő állításaival, azzal, hogy energiára mindenhez, így a gazdasági tevékenységekhez, termelési folyamatokhoz is szükség van (SZÉP, 2013).

LEHMANN (2019) interjújából kiderül, hogy a közgazdaságtan energia-mellőzését kritizáló KEEN (2019) szerint az energiát be lehet és be is kell építeni a modellekbe, de nem úgy, ahogyan azt a neoklasszikusok próbálták. KEEN (2019) úgy véli, hogy „A munkaerő energia nélkül egy holttest, a tőke energia nélkül egy szobor”. Az energia a munkaerő és a tőke inputja, ami hozzájárul a hasznos munkabefektetéshez. A termelési modell megfelelő formáját ezért a következőképpen írja fel:

$$Y = F(K, L) \text{ vagy } Y = F(K, L, E) \text{ helyett } Y = F(K(E), L(E)) \quad (1)$$

ahol Y a kibocsátás (output), K a tőke, L a munkaerő, E pedig az energia.

Mint láthattuk, az energia sokáig a közgazdasági modellek terén kívül helyezkedett el, más természeti erőforrásokkal együtt, melyeket a mainstream irányzatok a társadalom szolgálatába állítottak értéküket és kimeríthetőségüket mellőzve. Csúpan az olajválságot követően figyeltek

fel szerepére. Ma már tudjuk, hogy az energia jelentősége megkérdőjelezhetetlen egy gazdaságban- erre hívta fel a figyelmet két Nobel-díjas közgazdász, Richard Smalley a kémia, és William Nordhaus a közgazdaságtan területén jutalmaztak. Mindketten az energia és a környezetszennyezés gazdasági értékelésében alkottak maradandót. A következő fejezetekben azt mutatom be, hogyan képzeltek el és milyen próbálkozásokat tettek a közgazdászok a klímaváltozás modellbeli megragadására.

2.2. A klímaváltozás közgazdaságtana

Az üvegházhatású gázok kibocsátása externália, amelyek a világ legnagyobb piaci kudarcát jelentik (STERN, 2003). A jelenlegi generáció anélkül élvezi a fosszilis tüzelőanyagok használatát, hogy figyelembe venné ezek externális költségeit. Ez vezet a klímaváltozáshoz, amit a közgazdászok csak egyfajta negatív externáliának hívnak (TSIGARIS és WOOD, 2016). A klímaváltozással kapcsolatos neoklasszikus munkákat ugyan KEEN (2019) gyenge próbálkozásoknak találja, noha a Solow-modell (1956) felépítése nincs ellentétben az alapvető fizikai alapelvekkel, mint például az energiamegtakarítás (DALGAARD és STRULIK, 2008; LEHMANN, 2019). Nincs elméleti akadálya annak, hogy az energia helyet kapjon a közgazdasági modellekben. Hogy mit is jelent a klímaváltozás és a károsanyag-kibocsátás a közgazdaságtanban, és milyen összefüggésben állhat a gazdasági folyamatokkal, azt több modell kereteiben mutatom be.

2.2.1. A növekvő átlaghőmérséklet Solow-modellje

Ha az energia megfelelően szerepel a közgazdasági modellekben, nem feledkezhetünk meg arról, hogy a kimerülő, nem megújuló energia-és erőforrások véges mennyiségűek. Nem alapozható csak és kizárólag ezekre az energiatermelés hosszú távon, és ezt a közgazdaságtannak is fel kell ismernie. Teljes kiaknázásuk „a bennük rejlő energiához való hozzáférés céljából megváltoztatja a bolygó globális energia-egyensúlyát” és globális felmelegedéshez vezet (VIRÁG, 2019, 7.o.).

Az éghajlatváltozás hatásának értékelésére az egyik leggyakoribb megközelítés az integrált értékelési modell (IAM) használata. Az IAM gazdasági kérdéseket vizsgál a globális éghajlati rendszer ábrázolásával, és értékeli az ezen összetett rendszerekről készült, eltérő forgatókönyveket. Nem csak elméleti munkák, hanem gyakorlati jelentőségük is van, például

eredményeiket a kormányok használják az éghajlat-politikák hatásának felmérésére (például a szén társadalmi költségeinek becslésekor) (SCHWANITZ, 2013).

TSIGARIS és WOOD (2016) a közgazdaságtani alapmodellbe, a Solow-modellbe építették be a klímaváltozást, a hőmérséklet emelkedő értékein és a szén-dioxid-kibocsátáson keresztül, előbbit NORDHAUS (2007) valamint FANKHAUSER és TOL (2005) munkájához hasonló módon.

A környezet-és erőforrás-gazdaságtan elfogadja a neoklasszikus közgazdaságtan általános nézetét, és a környezeti aggodalmakat a szélesebb körű gazdasági kérdések egyik aspektusának tekinti, melyekre a racionalitás, a marginalizmus és a hatékonyság megközelítései megfelelő módon alkalmazhatók (EKINS et al., 2020). A Solow-modellben az output a munka (L_t), a tőke (K_t), és a technológia (A_t) kombinációjaként jelenik meg Cobb-Douglas termelési függvény (Y_t) formájában (TSIGARIS és WOOD, 2016, 67.o.):

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \quad (2)$$

amely definíció szerint egy munkavállalóra jutó formában:

$$y_t = A_t k_t^\alpha \quad (3)$$

A növekvő átlaghőmérsékletet beépítve a következőre változik a Cobb-Douglas egy főre eső termelési függvény (TSIGARIS és WOOD, 2016, 67.o.):

$$y_t = D_t A_t k_t^\alpha \quad (4)$$

ahol $D_t = \frac{1}{1+\vartheta_1 T_t^{\vartheta_2}} \leq 1$ a szennyezési függvény és T_t a hőmérsékleti anomália t évben. A termelési függvény tehát ugyanolyan, mint a szokásos Cobb-Douglas termelési függvény, azzal a különbséggel, hogy a munkavállalónkénti teljesítményt a megnövekedett hőmérséklet csökkenti, azaz minél magasabb a T_t , annál alacsonyabb az y_t ceteris paribus.

Az átlaghőmérséklet emelkedése a növekedésre a teljes tényező termelékenységen (TFP-n) keresztül hat (DIETZ és STERN, 2015). A teljes tényező termelékenységen növekedési ütemét negatívan befolyásolhatja az erőforrások éghajlatváltozás miatti megváltozott felhasználása, és a környezeti katasztrófák miatti újjáépítéseket fedező tőke reallokációja. Ezen kívül az időegységre jutó termelés csökkenhet, ha az inputok előállításával a megváltozott éghajlati viszonyok között több időbe telik azonos kibocsátási szint elérése. Sőt, a

munkavállalói termelékenység csökkenéséhez akár még az is hozzájárulhat, hogy a melegebb éghajlat növeli az emberi konfliktusok valószínűségét (DELL et al., 2012).

A megtakarítási ráta s állandó, a tőke δ_k állandó ütemben csökken. A teljes népességre és a munkaerőre is – az ENSZ előrejelzéseit alapul véve – csökkenő mértékű növekedés jellemző. A modell átmeneti dinamikája a következő egyenlettel írható fel (TSIGARIS és WOOD, 2016, 67.o.):

$$k_{t+1} - k_t = sy_t - (\delta_k + g_{L,t})k_t \quad (5)$$

ahol $g_{L,t} = g_{L,0}/(1 + \delta_L)^t$, ahol $\delta_L < 0$ azaz a populáció növekedésének mértéke ($g_{L,t}$) csökken.

A konvergencia az előbbiekből felírható az egyensúlyi növekedés stabil egyensúlyi állapotú (steady-state) tőke-munka arányával egy adott t időszakra:

$$k_{ss,t} = (sA_t D_t)/(\delta_k + g_{n,t})^{1/(1-\alpha)} \quad (6)$$

A népességnövekedés mérséklődése és a technológia fejlődése miatt az egyensúlyi növekedés egyensúlyi állapotában a tőke-munka arány idővel növekszik. Ebben a kiegyensúlyozott növekedési pályán az egy munkavállalóra eső termelés a következőképpen alakul (TSIGARIS és WOOD, 2016, 67.o.):

$$y_{ss,t} = D_t A_t k_{ss,t}^\alpha \quad (7)$$

azaz az egy munkavállalóra eső termelés növekedése függ a hőmérséklet változásától, a teljes tényező termelékenységtől (amely csökkenő ütemben nő) és a tőke jövedelmi részesedésével, α -val súlyozott tőke/munka arány növekedési ütemétől. Belátható, hogy y_t (az egy munkavállalóra eső termelés) gyorsabban növekszik éghajlati károk hiányában (azaz $D_t = 1$ esetén).

A klímaváltozás, mint a modellből kifejezésre került, generációk közti probléma, amely elsősorban a jövő nemzedékeit érinti. Érdekes, de a többi IAM modellel egybehangzó következtetés, hogy a jövőbeli generációk a klímaváltozás ellenére jobban, gazdagabban élnek majd. Most az történik, hogy egy viszonylag szegényebb, jelenlegi generáció kárt okoz a viszonylag gazdagabb jövő generációi számára. A megállapítás persze csak a modell alapelvén igaz, és a szennyezési függvényjelentős megváltozása a következő generációk szegényedéséhez

is vezethet. Fontos következtetés az is, hogy a növekvő átlaghőmérséklet változása mint a klímaváltozás egyik indikátora, a jövedelem jelenbeli növekedését visszaveti.

A klímaváltozás közgazdaságtanának Nobel-díjas modellje, NORDHAUS (2018) Dynamic Integrated Climate Economics (DICE) modellje, egyike az IAM modelleknek, amely Ramsey növekedési modelljén alapul. William Nordhaus közgazdaságtani Nobel díját a klímaváltozás és a gazdaság közötti kölcsönhatás kutatási eredményeiért kapta. Nem azt vizsgálta, amit a legtöbben, hogy a gazdaság hogyan hat a környezetre és a klímára, hanem épp az ellenkezőjét: a klímaváltozás hogyan változtatja meg a gazdaságot, azaz a termelési ciklusokat és termelési tényezőket. Költség-haszon elemzésében a klímaváltozás gazdaságtanát építette be a hosszútávú gazdaságelemzések kereteibe. Azt találta, hogy hosszú távon a 6 Celsius fokos átlaghőmérséklet-emelkedés legalább 50%-os teljesítményvesztést eredményezhet (NORDHAUS, 2018). A következő fejezet a klímaváltozás és a nemzeti jövedelem kapcsolatát kutatja a közgazdaságtanban.

2.2.2. A szén-dioxid-kibocsátás Green-Solow modellje

A károsanyag-kibocsátás mennyiségi alakulása a klímaváltozás második (a globális átlaghőmérséklet-emelkedés mellett), ha nem a legnépszerűbb indikátora. A közgazdaságtannak csak két kései irányzata, a környezetgazdaságtan és az ökológiai gazdaságtan foglalkozott a károsanyag-kibocsátással, azok sem értettek maradéktalanul egyet, milyen árat és mi alapján fizessen a szennyező. A közgazdaságtanban igazán csak a 2010-es Green-Solow modellel ragadja meg a károsanyag-kibocsátást, melynek lefutását a környezeti Kuznets-görbével modellezi.

A környezetgazdaságtan szerint a társadalom a gazdasági tevékenységekkel szennyezheti a környezetet, ha figyel arra, hogy költség-haszon szempontjából jól árassa be a szennyezést, annak optimális mértékét keresve. Az ökológiai gazdaságtan a szennyezés az erőforrás-kimerítést jelenti, és az optimalizálást, az utólagos büntetés kifizetését elégtelennek ítéli. A megoldás a megelőzés, az, hogy pénzügyi erőfeszítéseket tegyenek a környezetszennyezés megelőzése és környezetünk megóvása érdekében (KOCSIS, 1999).

„Amennyiben a természettudomány helyesen felételezi a szén-dioxid-kibocsátás és a felmelegedés kapcsolatát, úgy közgazdaságilag az intenzív szén-dioxid-kibocsátással járó gazdasági tevékenységek nem kívánt kedvezőtlen mellékhatásai (negatív externáliái). Ez

esetben az externália internalizására a Pigou-féle megközelítés a széndioxidadó (más néven zöladó) bevezetése, míg a Coase-féle megközelítés a széndioxidkvóta.” (KUTASI-PERGER, 2014, 16.o.)

A közgazdaságtan a károsanyag-kibocsátás modellezését a Solow-modellbe építve képzei el. A Solow-modell és a környezeti Kuznets-görbe hasonlítanak egymáshoz a csökkenő hozadék elvében és a technológiai növekedést támogató szerepében (BROCK és TAYLOR, 2010), melyet a kutatók kihasználtak, és a Kuznets-görbe hipotézisek bizonyítására egyszerűen a Solow-modellből indultak ki (EKINS et al., 2020; BROCK és TAYLOR, 2010; TSIGARIS és WOOD, 2016).

BROCK és TAYLOR (2010) fejlesztése az ún. Green-Solow modell, ahol az exogén technológiai fejlődés mind az áruk előállításában, mind a károsanyag-kibocsátás csökkentésének területén, folyamatos gazdasági növekedés és növekvő környezeti minőség mellett megy végbe. A Green-Solow modell egyszerű keretben ad magyarázatot a jövedelemszinteknek a környezeti minőséggel kapcsolatos empirikus bizonyítékainak nagy részére.

Annak ellenére, hogy a csökkentés intenzitása rögzített, és nincsenek kompozíciós hatások, vagy megoldandó politikai-gazdaságossági kérdések vagy generációk közötti konfliktus, a Green-Solow modell az egy főre eső jövedelem és a környezeti minőség kapcsolatát hozza létre, amelyet nyomon követ a környezeti Kuznets-görbe (BROCK és TAYLOR, 2010). A szerzők COPELAND és TAYLOR (1994), STOKEY (1998) valamint AGHION és HOWITT (1998) modelljét vették alapul, melyben egységnyi gazdasági tevékenységre egységnyi szennyezés jut. A megtakarítási rátát rögzítették, így a csökkentés intenzitásának változásai nem játszhatnak szerepet a környezeti Kuznets-görbe alakulásában.

Más modellek (TSIGARIS és WOOD, 2016; STERN, 2003) is felhasználták a környezeti Kuznets-görbe tulajdonságait, de a hangsúlyt a generációk közötti átváltásra helyezték az üvegházhatású gázok tartós légköri fennmaradása miatt. Úgy gondolták, hogy a jelenlegi generációnak le kellene mondania bizonyos szintű jövedelemről (gazdasági növekedésről) a környezet védelme érdekében, mivel jelen generáció környezetszennyezése externális költségeket ró a jövő generációira. A károk nagysága, és a gazdasági növekedés visszafogása a diszkontrátától függ. (TSIGARIS és WOOD, 2016). Normál diszkontrátával számolva jelentéktelen, mi történik 100 vagy 200 év múlva, ugyanakkor egy nagyon alacsony

diszkontráta, mint például a Stern-Jelentésben használt (STERN, 2003) ráta sokkal nagyobb súlyt fektet a jövőbeli károkra.

TSIGARIS és WOOD (2016) elképzelése szerint a szén-dioxid-kibocsátás a termelési folyamat következménye, és nagysága megmutatja, mennyire tiszta is a termelés technológiája t -ben (TSIGARIS és WOOD, 2016, 70.o.):

$$E_t = \sigma_t Y_t \quad (8)$$

ahol E_t a szén-dioxid-kibocsátás (tonnában), amely a technológia karbonintenzitásától σ_t -tól függ t -ben, Y_t pedig a jövedelem. A kibocsátási intenzitást meghatározza, hogy mekkora az egységnyi jövedelemre eső kibocsátás. A t -edik év szén-dioxid-kibocsátását egyszerűen úgy számítjuk ki, hogy t -edik év kibocsátási intenzitását megszorozzuk a t -edik év jövedelmével.

A leggyorsabban fejlődő ágazatok, mint például az információs technológia vagy az orvostudomány, általában kevésbé energiaigényesek, mint azok a szektorok, amelyek lassabban növekednek vagy stagnálnak. A technológia fejlődése javítja a termelés hatékonyságát, így feltehetően ma kevesebb energiát igényel egy termék előállítása, mint régebben. Általános az eltolódás az energiaforrások összetételében a széntől a földgázig, a nukleáristól a vízerőművekig és más természeti erőforrások felé. A kibocsátás-intenzitás jövőbeni csökkenése a következő összefüggésben állhat az egyes paraméterek között (TSIGARIS és WOOD, 2016, 70.o.):

$$g_{\sigma,t} = g_{\sigma,t-1}/(1 + \delta_\sigma) \quad (9)$$

ahol $g_{\sigma,t-1} < 0$ a kibocsátási intenzitás növekedési üteme t és $t-1$ periódusok között, és $\delta_\sigma < 0$. A kibocsátási intenzitás t évben kiszámítható az alábbiak szerint, feltéve, ha az intenzitás – az előrejelzéseknek megfelelően, azaz egyre nagyobb mértékben csökken:

$$\sigma_t = \sigma_{t-1}(1 + g_{\sigma,t}) \quad (10)$$

A bázisévre vonatkoztatva így az összefüggés következő:

$$\sigma_0 = \sigma_0 \prod_{i=1}^{n-t} [1 + g_{\sigma,0}/(1 + \delta_\sigma)^i] \quad (11)$$

A modell által előre jelzett szén-dioxid-kibocsátás a környezeti Kuznets-görbe hipotézissel összhangban fordított U-alakú függvényt mutat. Azaz, minél gazdagabbak leszünk, annál jobban szennyezzük a környezetet, de csak egy bizonyos jövedelem eléréséig, ugyanis onnantól

kezdve a további jövedelem-növekedés a környezetvédelem szolgálatába állhat és csökkentheti a környezetszennyezést. A változók ezen összefüggése az IPAT egyenlettel is felírható. Az IPAT formulát az IPCC használja a jövőbeli kibocsátási célok meghatározására, melyben a környezeti hatások (I), a népesség (P), az erőforrások (A) és a technológia (T) kapcsolatában az összefüggés a következő (TSIGARIS és WOOD, 2016, 70.o.):

$$E_t \equiv P_t \frac{Y_t E_t}{P_t Y_t} \quad (12)$$

A szén-dioxid kibocsátás t időpontban (vagyis E_t) arányos a népesség és a jólét (a t időpontban meglévő egy főre jutó termelés), illetve a technológia (a termelésből származó minden egyes dollárra jutó szén-dioxid kibocsátással mérik) szorzatával. A modell szerint a jövedelem növekedési üteme felírható:

$$g_{E,t} \equiv g_{\sigma,t} + g_{Y,t} \quad (13)$$

A Solow-modell szerint az output növekedése jóléti növekedésen alapul, és ez a népesség, a teljes tényező termelékenység illetve az egy dolgozóra jutó tőke növekedésének a következménye, amelyet ellensúlyoz az idővel egyre növekvő károknak (kiadásoknak) a növekedésre gyakorolt hatása. Ennél fogva, a növekedés ütemének IPAT egyenlete a Solow-modell hosszútávú konvergencia tulajdonságaiból következik (TSIGARIS és WOOD, 2016; BROCK és TAYLOR (2010), és ez megmagyarázza, hogy a fordított U-alakú kibocsátási pályát az idő előre haladtával.

A fordított U-alak a jövedelem és környezetminőség összefüggésében ábrázolódik, és benne két közgazdaságtani irányzat keveredik. Egyrészt igazodik a környezetgazdaságtan nézetéhez, ugyanakkor ellentétes az ökológiai gazdaságtan szemléletével. Az előbbi hajlamos a növekedést semlegesnek vagy akár pozitívnak tekinteni a környezetre nézve, mivel a technológiai innováció és a méretgazdaságosság növeli az erőforrások felhasználásának hatékonyságát, és ezért képes csökkenti a környezetszennyezést (EKINS et al., 2020). Az utóbbi a népességet a természeti erőforrások „fogyasztó egységének” tekinti, és a népesség, a gazdagság és a technológia együttes növekedése pedig a hatások felerősítésével negatív hatást gyakorolhat a környezetre (VENKATACHALAM, 2007). Ezt a fordított U-alakot nevezi a szakirodalom környezeti Kuznets-görbének.

A fejezetből kiderült, hogy környezetgazdaságtan egyik legfontosabb empirikus eredménye - a környezeti Kuznets-görbe, és a modern makroökonómia alapmodellje - a Solow-modell-szorosan összefüggenek. A technológiai fejlődést beépítő Solow-modell képes olyan hatásokat

megragadni, amelyek a környezetszennyezés csökkentését eredményezik, az így kapott környezeti Kuznets-görbe pedig a „fenntartható növekedési pályához való konvergencia szükséges mellékterméke” (BROCK és TAYLOR, 2004, 1.o.), amely a következő főfejezet, és egyben jelen dolgozat fő kutatási irányát adja.

2.2.3. Endogén növekedési modellek és a fenntarthatóság koncepciója

A modern gazdasági növekedés elméletében az utóbbi időben előtérbe került a schumpeteri megközelítés. AGHION és HOWITT (1992) széles körben ismert írása kulcsfontosságú volt ennek a szemléletnek a kialakításában és továbbgondolásában, munkájuknak köszönhetően vált ismertté a természeti erőforrások és környezeti korlátok növekedési modellekbe építése.

A szakirodalmak nagy része azt állítja, hogy a természeti környezet és a környezeti javak fenntarthatóságának megóvása nem veti vissza a termelékenységet és a jólétet, de a gazdasági növekedésre és egy gazdaság fejlődési szakaszaira azonban hatással van (STENGOS és FATOUROS, 2020). Ilyen értelemben a környezeti korlátokkal járó gazdasági növekedésről szóló felvetés összekapcsolódik a környezeti Kuznets-görbe koncepciójával, és a környezeti korlátokkal rendelkező endogén növekedési modell következtetése, hogy a környezet minősége érzékenyen reagál a gazdasági szabályozó intézkedésekre.

A neoklasszikus növekedési modellekben a gazdaság hosszú távú növekedési pályán értelmezendő, amely pályát a technológiai fejlődés üteme határozza meg. Egy gazdaságot a tőkeállomány alacsonyabb vagy magasabb egyensúlyi szintje térítheti el csak és kizárólag erről a pályáról. A modell a technológiai fejlődést exogénnek tekinti, tehát implicite az országok között nincs különbség ebben a tekintetben. Míg az endogén növekedéselméletben a technológiai fejlődés racionális gazdasági szereplők döntésének és tevékenységének az eredménye (VALENTINYI, 1995). Az endogén növekedési modell fő gondolata az, hogy a gazdasági növekedést endogén módon generálja a technológiai fejlődés, amelyet innovációk vezérelnek, monopolisztikus versenystruktúra keretben. Az innováció pedig technikai fejlődéshez és ez által gazdasági növekedéshez vezet. A gazdasági növekedés üteme véletlenszerű, az átlagos növekedési ráta állandó és pozitívan korrelál az ágazatban foglalkoztatott tudósok számával (STENGOS és FATOUROS, 2020).

SOUMYANANDA (2002) a növekedési modellekre koncentrálnak összefoglalja a környezeti Kuznets-görbe elméleti alapjait. Írásában olvashatjuk, hogy LOPEZ (1994) valamint SELDEN és SONG (1995) úgy vélték, hogy az exogén technológiai változást és a környezetszennyezést

a termelés okozza. A környezetszennyezés és a jövedelemszint közötti kapcsolatot ők is vizsgálták, megközelítésükben a szennyezés nagysága az áruk helyettesítésének rugalmasságától és a háztartás kockázati preferenciájától függ (LOPEZ, 1994). Ekkoriban más kutatókat is elkezdett foglalkoztatni a téma, például JOHN és PECCHENINO (1994) egy olyan együttélő generációs modellt (overlapping generations: OLG) dolgoztak ki, ahol a szennyezést az előzőekkel ellentétben nem a termelés, hanem a fogyasztás okozza.

A növekedési modellben STOKEY (1998) megengedi az endogén technológiai változást, LIEB (2002) pedig általánosítja Stokey modelljét és kiegészíti, hogy a környezeti Kuznets-görbe létezéséhez a fogyasztás telítettsége szükséges. ANDREONI és LEVINSON (2001) megmutatják, hogy a méretgazdaságosság szükséges feltétele a görbének, melyet közvetlenül a kívánatos termék fogyasztásából és a nemkívánatos melléktermék csökkentése közötti technológiai kapcsolatból vezetnek le. Felismerik, hogy a kiadások csökkentésének szerepe kulcsfontosságú a termelési oldali szennyezés csökkentésében, azonban SELDEN és SONG (1994) szerint, a környezetszennyezés mérséklődése csak akkor kezdődhet, amikor jelentős tőkeállományt érünk el (SOUMYANANDA, 2002).

A szakirodalomban olyan példát is találunk, amikor a gazdasági növekedés környezetszennyezéssel bővített modellje lehetővé teszi az emisszió és a tőke egymással való helyettesítését: a szennyezés endogén tényező, és a környezetromlás ellenőrzésében a csökkentésre irányuló tevékenységek a meghatározók (TAHVONEN és KUULUVAINEN, 1993). ACEMOGLU et al. (2012) olyan optimális politikákat próbálnak levezetni, amelyek a fenntartható gazdasági növekedést támogatják. Figyelembe veszik, hogy a technológiák károsak lehetnek a környezetre, és modellezésük több későbbi tanulmány alapját adta. SOUMYANANDA (2002) a következőképpen vezeti le a szennyezés és jövedelem kapcsolatát a központi tervező problémájaként.

Tekintsünk egy zárt gazdaságot, amelyben a környezetet mint stock változót értelmezzük, és befolyásolja a termelési szintet, és a reprezentatív ágens hasznosságát. Ez a gazdaság egyetlen gazdasági szereplőből áll, ami termelőként és fogyasztóként is működik (központi tervező problémája). A képviselő ügynök maximalizálja jelenlegi hasznossági értékét (vagy a társadalom jólétét) (SOUMYANANDA, 2002, 5.o.):

$$\max W = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} U(C(t), E(t)) dt; U_C, U_E > 0; U_{CC}, U_{EE} < 0; U_{CE} > 0 \quad (14)$$

ahol C, E és a $\rho (> 0)$ a fogyasztás, a környezet (természeti erőforrások), melyek összetett fogyasztási mutatók, időpreferenciával. A gazdaság termelési függvénye:

Az 1. ábrán látható, hogy a környezetromlás árán zajló gazdasági fejlődés hosszú ideig folytatódhat (WS mentén), vagy idővel az E és a K egyaránt csökkenhet (ld 1. görbe) vagy emelkedhet (ld 3. görbe). A kezdeti W ponttól indulva a gazdaság követheti az optimális tőkeallokációt a WS mentén (ld. 7.), amely az „S” egyensúlyi pont felé halad, tehát a környezetromlás mértéke a WS mentén rögzített. Így az E optimális útja monoton csökken a K növekedésével és stabilizálódik S-nél. A jelenség viselkedését empirikus bizonyítékok is alátámasztják, például a települési hulladék és a szén-dioxid-kibocsátás monoton módon képes növekedni a K-val. Az X pontban a környezeti készlet nettó változása nulla ($E = 0$), de a tőkeállomány továbbra is növekszik, ami elengedhetetlen a folyamatos gazdasági növekedéshez és az $E = 0$ fenntartásához.

A fejezet a környezeti Kuznets-görbe endogén növekedési modell felőli megközelítését mutatta meg. A kevésbé fejlett gazdaságok tőkekészletükkel a termelés révén szennyezést generálnak, ami károsítja meglévő környezeti minőséget, „környezeti készleteiket”. SOUMYANANDA (2002) modelljéből kiderült, hogy a tőke egy részét a környezetszennyezés csökkentésére célszerű fordítani. A környezetromlás a kezdeti növekedési szakaszban csak akkor folytatódik, ha a csökkentési tevékenységhez nincs elegendő befektetés, a későbbi szakaszban azonban az optimális tőkeallokáció (elegendő beruházás) megakadályozza a környezet minőségének további romlását.

3. NÖVEKEDÉS ÉS SZENNYEZÉS KÖLCSÖNHATÁSAI: A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE (EKC) HIPOTÉZIS

Ebben a fejezetben a közgazdaságtani modellekről áttérek a környezeti Kuznets-görbére és a hipotézis elméletére, valamint részletesen bemutatom a hozzá kötődő szakirodalmat, ökonometriai specifikációkat és hazai, valamint nemzetközi empirikus eredményeket. Az empirikus eredmények között olvashatunk a legújabb modellezési irányokról, a környezeti Kuznets-görbe hipotézisében fellelhető változókról, de a modell kritikáiról is.

3.1. Mitől környezeti a Kuznets-görbe?

Az „eredeti” Kuznets-görbe Simon KUZNETS (1955) hipotéziséen alapszik. A gazdasági egyenlőtlenségek okait kutatva azt találta, hogy a fejletlen iparral rendelkező gazdaságokban a fejlett iparosodás útjára térve ugyan többlet jövedelem generálódik, de a jövedelem egyenlőtlenül oszlik el a társadalom rétegei között. Ezért a növekedés és fejlődés jövedelmi egyenlőtlenségek kialakulásához vezet. Később ezek az egyenlőtlenségek mérséklődni fognak, azaz egy fordított U-alakkal ábrázolható, ahogyan a jövedelem emelkedése és a jövedelmi egyenlőtlenségek alakulnak.

Valamennyi nemzetnek célja, hogy átlendüljön azon a ponton, amelyen túl a jövedelmi egyenlőtlenségek csökkennek. A probléma még napjaink gazdaságaiban is aktuális. Joseph Eugene STIGLITZ (2012), Nobel-díjas közgazdász könyvében, a „The Price of Inequality”-ben az egyenlőtlenségi folyamatokat elemzi, és megállapítja, hogy a magas egyenlőtlenségek a jövedelemben a gazdasági hatékonyság romlását és a termelékenység csökkenését idézhetik elő. A fordulópont egy olyan jövedelmi küszöbértéket takar, amelyen túl a további gazdasági növekedés az egyenlőtlenségeket megállítja és csökkenését hozza magával. TÓTH és BENKŐ (2018) összefoglalásában Kuznets elméletében a növekedésből fakadó haszon, azaz a technológiai előny egy szűkebb körben koncentrálódik. Az egyenlőtlenségek lassulása és feloldása a termelékenység javulásával, a foglalkoztatásra és a bérekre gyakorolt hatással magyarázható. Így a szegényebb jövedelműekhez is eljut az anyagi előny, és csökken a jövedelmi egyenlőtlenség.

A jövedelmi egyenlőtlenségek kutatásában nem KUZNETS (1955) volt az egyetlen. A modern közgazdaságtudomány képviselői a jövedelemeloszlás elemzésébe a Lorenz-görbével kezdtek (KOVÁCS, 2010, 298.o). A görbe két szélsőséges esetet modellez. Az egyik, az egyenletes

eloszlása a jövedelemnek, amikor a Lorenz-görbe azonos lenne a négyzet átlójával. A másik szélsőséges eset az „abszolút egyenlőtlenség”, amikor egyetlen fogyasztó birtokolná az összes jövedelmet. A valóságban a jövedelemeloszlásnak a két szélsőséges eset közé kell esnie (KOVÁCS, 2010).

Lorenz után, a Lorenz-görbére építve nem sokkal később, Corrado Gini is kidolgozott egy újabb jövedelemegyenlőtlenségi mutatót, amelyet a Gini-index vagy Gini-féle koncentrációarány néven ismerünk. Ezek mellett az Éltető Frigyes index-szel is találkozhatunk vagy éppen a Robin Hood index is elterjedt mutató. A Robin Hood-index azt mutatja meg, hogy a jövedelmi decilisek jövedelme milyen messze van az egyenletes jövedelemeloszlástól. Azt méri, hogy hány százaléknyi jövedelmet kellene átcsoportosítani a leggazdagabb jövedelmi 10%-tól a legszegényebb jövedelmi 10% felé az egyenletes jövedelmi eloszlás eléréséhez (KOVÁCS, 2010).

Visszatérve Simon KUZNETS munkásságára, KUZNETS (1955) szerint a gazdasági növekedés úgy valósulhat meg, hogy a posztindusztriális agrárgazdaságok ipari gazdaságokká formálódnak. A termelési szerkezet átalakul a mezőgazdasági termeléstől a nehézipar irányába, a magasabb energia-és erőforrás igényű nehézipari szektorok felé fordul. Itt tetőzik a szennyezettség. Később megjelennek a szolgáltatások és a könnyű iparágak a gazdaságban, talán túlsúlyba is kerülnek, és így végül csökkenni fog a károsanyag-kibocsátás. Közben fejlődik annyit a technológia, és a társadalom szemlélete, hogy ez szintén a károsanyag-kibocsátás mérséklése felé irányítja a termelést (KEREKES et al., 2018).

A fordított U-alakú görbe környezetgazdaságtani értelmezését először GROSSMAN és KRUEGER (1995) publikálta. Kutatásukban 42 országban vizsgálták, hogy a jövedelem emelkedése hogyan befolyásolta a károsanyag-kibocsátást. Megállapításaik a jövedelmi szinttől függték: az emelkedő jövedelem mellett az alapvetően alacsony jövedelmű országokban a levegő kén-dioxid és a füst tartalma megnőtt, míg a magasabb jövedelmi kategóriába tartozó országokban csökkent a légszennyezés. A termelés a mezőgazdaságtól a nehézipar felé eltolódva a szegényebb gazdaságokban növelte az emissziót. A magasabb jövedelmű országokban a jövedelem emelkedésével nagyobb aránnyal jelennek meg a szolgáltatások, és a modernebb gyártástechnológia alacsonyabb kibocsátással bír.

A környezetszennyezés megragadása többféle mutatóval lehetséges, azonban a környezeti Kuznets-görbe hipotézist tesztelő szakirodalmak nagy része a légszennyezéssel állítja

párhuzamba a jövedelmi szint gyarapodását, és a levegő minőségét mérő indikátorok közül is a szén-dioxid-kibocsátás fordul elő leggyakrabban a kutatásokban (ld. 4. fejezet).

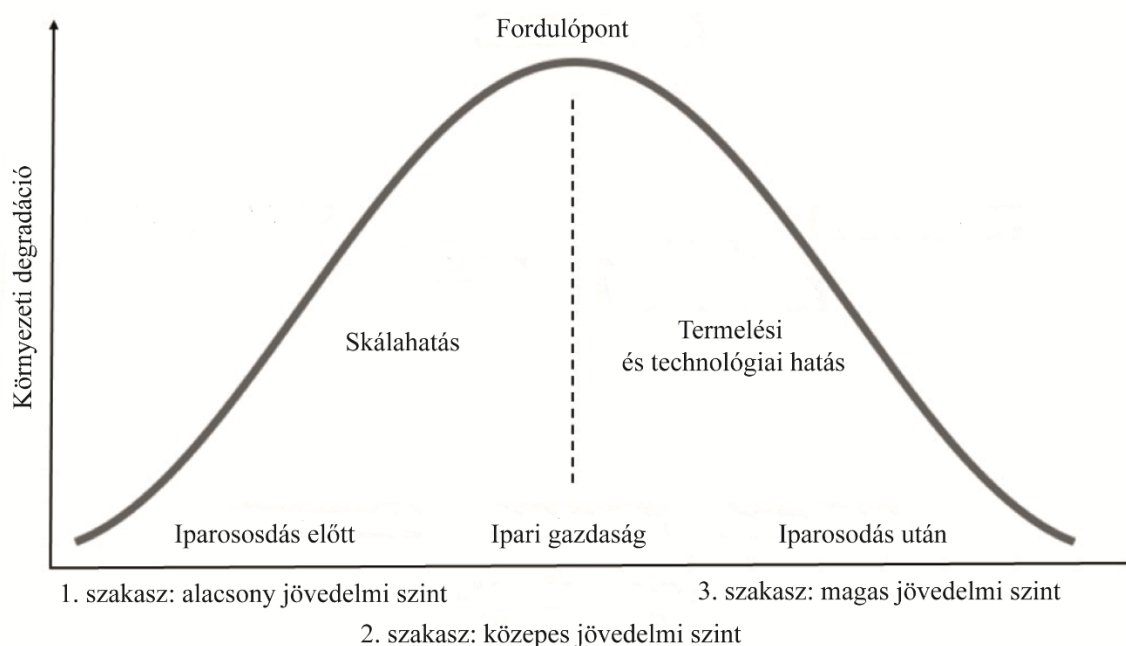
Az üvegházhatású gázok kibocsátása 6 fő vegyületet foglal magában: a szén-dioxidot, a dinitrogén-oxidot, a metánt, a perfluor-szénhidrogéneket, a kén-hexafluoridot és a hidrofluor-szénhidrogéneket, amelyek közvetlenül befolyásolják az éghajlatváltozást. A szén-dioxid-kibocsátást általában az energia, a mezőgazdaság, az erdészet és a földhasználat, valamint az ipari folyamatok ágazataiból becsülik, habár lehetnek eltérések az egyes országok statisztikáiban (SARKODIE és STREZOV, 2019).

A másik csoportba a földhasználati mutatók tartoznak, amelyek kiterjednek a földhasználat változására, a talajromlásra, az elsivatagosodás által érintett területekre, a szántó és az állandó termőterületre, a műtrágyahasználat hatékonyságára, a mezőgazdasági peszticidek használatára, az ökológiai gazdálkodás alatt álló területre, de az erdővel borított terület arányára. Az erdőterületek folyamatos csökkenése és a lombhullás mértéke információkat szolgáltat a fenntarthatatlan erdőgazdálkodási gyakorlatokról és az erdő egészségi állapotáról, és utal a természeti erőforrások pusztulására és a biológiai sokféleség állapotára (DISANO, 2002).

A vízi élővilág és az édesvíz készletek is helyet kapnak a környezeti Kuznets-görbe bővelkedő modellezési területei között. A tengerparti területeken élő lakosság aránya, a rekreációs területek, a halállományok alakulása vagy éppen a korallzátonyok ökoszisztémáinak területe is jó indikátora a vízi élővilág állapotának és információt nyújt a part menti ökoszisztémák terhelésének mozgatórugóiról, például a szennyezőanyag-terheltségről vagy a talaj borításáról. Egy ilyen mutató az emberek számára is fontos, hiszen a rekreációs vízminőségi előírások nemteljesülése egészségügyi és gazdasági kockázatokat jelent a part menti lakosok és a turizmus számára (HE et al, 2014.). Míg az édesvíz indikátorok felölelik a teljes vízkészlet felhasználásának paramétereit, a vízhasználat intenzitását gazdasági tevékenységenként, a széklet coliformok jelenlétét az édesvízben, a biológiai oxigénigényt és a szennyvíztisztítást is (DISANO, 2002).

A környezeti Kuznets-görbe szakaszokba rendezi a gazdaság működését (2. ábra). A gazdasági fejlődés háromféle hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra, melyek a skálahatás, a termelési szerkezet és a technológia-hatás egymást követő szakaszai. Az egyes szakaszokban a jövedelem növekedése másként csapódik le a környezeti állapotban, amely betudható a technológiai fejlődésnek. Ha a gazdasági szektorok a jövedelem növekedése mellett nem alakulnának át, a gazdasági növekedés a környezetszennyezés arányos növekedését okozná (STERN, 2003).

STERN (2003) érvelése, hogy a gazdasági fejlődésre és a környezetminőségre egyszerre nem lehet törekedni, a skálahatásból az adódik, hogy egyik folyamat csak a másik kárára érhet cél. Az alacsonyabb jövedelmi szinten, az iparosodás előtt álló gazdaságok fejlődésének exponenciális növekedése során nő a környezetet szennyező anyagok légköri koncentrációja. A skálahatás érvényesülésekor a jövedelem 1% -os növekedése 1%-os növekedést eredményez a környezetszennyezésben is, ha az input-output arány nem változik, és a technológiában a növekedés és szennyezés kapcsolata lineáris (STERN, 2003; ANDREONI és LEVINSON, 2001). A skálahatás akkor jelentkezik, ha a termelési folyamatban több erőforrás használatával az emisszió szintje magasabbra emelkedik (DINDA, 2004; BORGHESI, 2001).



2. ábra: A környezeti Kuznets-görbe illusztrációja

Forrás: Saját szerkesztés Sarkodie és Strezov (2018) és Mitić et al. (2019) alapján

A környezeti Kuznets-görbe következő kettő szakaszában áll meg a szennyezés és veszi kezdetét a gazdasági növekedéssel egyidejűen az emisszió csökkenése. Ezt a termelési vagy kompozíciós hatás szakaszának nevezzük, ahol a magas jövedelem, a gazdasági növekedés gyakorlatilag képes javítani a környezet állapotán a paradigmaváltással. A hagyományos és a szennyezés-intenzív technológiától való áttéréssel, a modern technológiák alkalmazásával a környezeti minőség romlása megáll, javulni kezd, miközben a gazdasági fejlődés sem esik vissza. A környezetszennyezés korábban növekvő tendenciái akkor kezdenek esni, amikor a technológiai változás bekövetkezik, vagyis a gazdaság átáll az energiaigényestől a szolgáltatási vagy tudásalapú/technológia-alapú működésre (GROSSMAN és KRUEGER, 1995).

A görbe szakaszai azonban megtévesztők is lehetnek, manipulálhatóságukra SARKODIE és STREZOV (2018) hívja fel a figyelmet. A közepes jövedelmű gazdaságok olyan természeti erőforrásokat használnak, amelyekből komparatív előnyökkel rendelkeznek a szomszédos országokkal szemben. Ezek a szomszédos országok jellemzően fejletlenebbek, és gyenge környezetvédelmi politikájuk, szabályzásuk van. Előfordul, hogy a fejlett országok a rendkívül szennyező termelési ágazatokat olyan országokba helyezik át, ahol az övéknél gyengébb vagy rugalmasabb a környezetvédelmi politika (SARKODIE és STREZOV, 2018), így „látszólag” csökken a szennyezést kihelyező országokban az emisszió. A fejlett gazdaságok csökkentik a környezetvédelmi előírásokhoz való alkalmazkodás költségeit, és profitálnak az olcsó munkaerőből (MERT és CAGLAR, 2020). Ezt a fejlődő országokat sújtó jelenséget Pollution Haven Hypothesis-nek („szennyezési menedék”-nek) nevezik. FARHANI és OZTURK (2015) kutatásában a hipotézis teljesülését Tunéziára igazolta, míg HE és YAO (2017) Kína 29 tartományára támasztotta alá. Az is kiderült, hogy a külföldi tőke beáramlása ront a környezet állapotán, amely a Pollution Haven hipotézis teljesülésének a jele lehet, és főként a fejlődő országokban teljesül.

Van egy másik, hasonló elnevezésű hipotézis is, amely a Pollution Halo Hypothesis nevet kapta. Azt állítja, hogy a beruházó, fejlett országok vállalatai hozzájárulnak a fogadó ország kibocsátásának csökkentéséhez, mert termelési szerkezetük nagyban zöld technológiára épül, ellentétben a fogadó ország meglévő termelési strukturájával. A két hipotézist gyakran együtt tesztelik, és a külföldi működőtőke-beruházások pozitív vagy negatív emisszióra gyakorolt hatása dönti el teljesülésüket (MERT és CAGLAR, 2020), de az energiahatékonyság és energiamegtakarítás területén is kapcsolódnak kutatások a témához (CHEN et al., 2020).

Általánosságban kijelenthető, hogy a környezeti Kuznets-görbe fordított U-alakja az alapvető formája a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás összefüggésének. A jövedelmi fordulópont csak akkor érhető el, ha a gazdaságos és környezetbarát termelést szükségszerűen megelőzi egy olyan átmeneti szakasz, amelyben – még ha csak ideiglenesen is – a természeti környezet állapota romlik. BECKERMAN (1992) ismerte fel ennek jelentőségét legkorábban, azzal érvelt, hogy a gazdasági növekedés sürgetése a leggyorsabb útja annak, hogy a gazdasági fejlődés a környezet javára váljon.

A környezeti Kuznets-görbének a bemutatott szakaszai követik egymást, és az ipari gazdaság megteremtésével, a technológia eszközeivel sikerülhet egy országnak új termelési szintre lépnie. Egy olyan szintre, ahol megvalósultak a környezeti szempontok, még ha az eredeti cél nem is a környezetvédelmi, hanem sokkal inkább a gazdasági fejlődés volt.

3.2. A környezeti Kuznets-görbe alakjai, avagy a szennyezés szükségszerű

Egy ország fejlettségi állapotától, és a termelés környezeti hatásaitól függően több alakot felvehet a görbe, melyek mindegyike másik alhipotézis teljesülésére utal. Négy ország példáján keresztül mutatom be a görbe alakjait SARKODIE és STREZOV (2018) kutatására építve, a fejezet későbbi részében pedig több kutatást ismertetek röviden a környezeti Kuznets-görbe változatos alakjainak felleléséről. A környezeti Kuznets-görbe valamennyi alakjáról részletesebben SARKODIE és STREZOV (2018) tanulmányában olvashatunk.

Ausztrália az egyik olyan ország, amelyre teljesül a fordított U-alakú hipotézis. 50 ezer dolláros GDP-nél a gazdaság átkerült a nem környezetkárosító, hatékony termelés szakaszába. Ausztrália némileg paradigmaváltással és gazdasági-strukturális változásokkal az energiaigényes iparágakról áttért egy másik szegmensre, a szolgáltatásokra és az IT iparágakra. A változás révén előtérbe került környezettudatosság, a technológiai fejlődés, amely megteremtette alapjait a szigorú környezetvédelmi előírások betartásának. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátása mérséklődött.

Az U-alakot PANAYOTOU (1997) és DINDA (2004) azonosítják, ami a környezetszennyezés újbóli felélékülésére utal az emelkedő jövedelem hatására. A fordított U-alak ennél gyakoribb, Magyarországot is ezek közé sorolják a szakirodalmak (ARMENAU, 2018; ATICI, 2009; KASMAN és DUMAN, 2015; LAZĀR et al., 2019), de például Franciaországra (IWATA et al., 2010), Tajvanra (CHEN, 2011), Pakisztánra (NASIR és REHMAN, 2011), vagy épp Ausztráliára (MOOSA, 2017) is az U-alakú kapcsolatot találták.

Ghána monoton növekvő görbéje megakadályozza a hipotézis teljesülését, vagyis az ország még a fejlett iparosodási szakasz előszobájában van. Ekkor a gazdasági növekedés szinte lineárisan hozza magával a környezetszennyezést. Monoton növekvő kapcsolatot talált ROCA (2003) illetve PERMAN és STERN (2003) is Ghána esetében, ahol a gazdasági növekedés emelkedése fokozottan szennyezte a környezetet. Ezzel ellentétes, monoton csökkenő kapcsolatot írnak le GALE és MENDEZ (1998), amely elsősorban nem a környezeti mutatók javulására, hanem az ipar hanyatlására utalhat.

Az Egyesült Államokban nemcsak az U-alak, hanem a sima és a fordított N-alakok azonosítására is tettek kísérletet, és az eredmény igazolta is az N-alak létezését (SARKODIE és STREZOV, 2018). A gazdasági növekedés elérte a célját, és csökkent a környezetszennyezés, azonban egy gazdasági sokk, a jövedelem fellendülése a második szakaszban a szén-dioxid-kibocsátás és a jövedelem együtt nő. A szennyezés újbóli

mege erősödése az amerikai gazdaság kezdeti és második szakasza között a technológiai fejlődés lassulásával és az innováció terjedésének megtorpanásával magyarázható, de egy ilyen esetben a környezetszennyezési rendeletek és szabályok enyhítése is közrejátszhatott (ÖZOKCU és ÖZDEMİR, 2017). Az N-alakok kiterjesztésével a környezeti Kuznets-görbe teljes alakjának vizsgálatára nem sokan, többek között TORRAS és BOYCE (1998), COLE és ELLIOT (2003), valamint HARBAUGH et al. (2002) hoztak eredményeket.

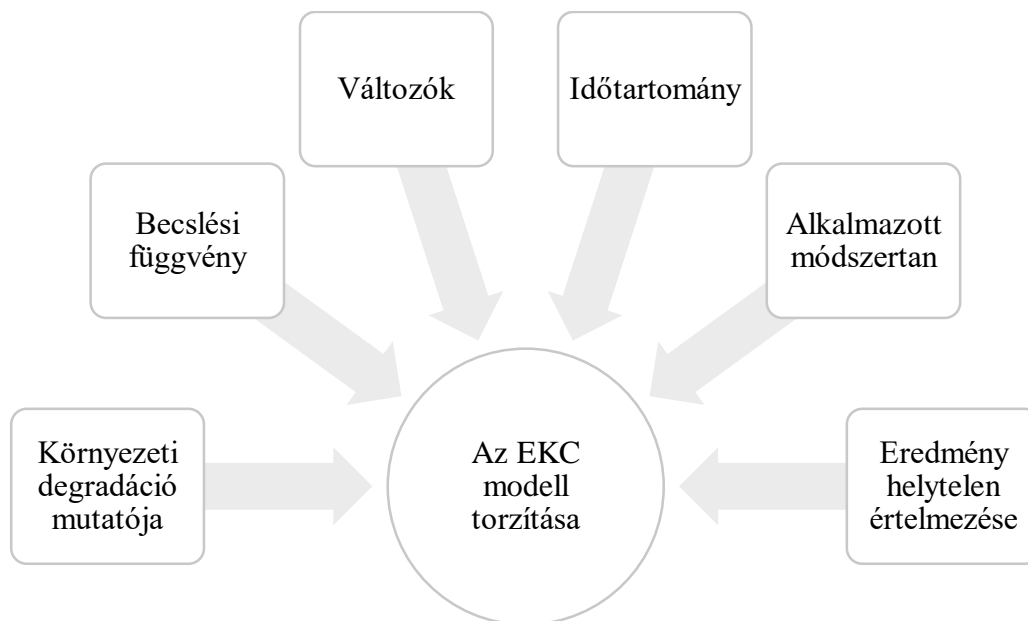
Mint láthattuk, a környezeti Kuznets-görbe hipotézis fordított U-alakú értelmezése csak egy lehetséges út a gazdasági növekedés és a környezetszennyezés összefüggésében. A szakirodalomban olvashatunk változatos alakokról, például a monoton növekvő vagy csökkenő, a klasszikus U-alakú és fordított U-alakú, valamint az N-és fordított N-alakról is. A kapcsolat feltárása fontos lehet a gazdasági és környezeti szakpolitikák és hosszú távú, stratégiai irányok kialakításához. Fontos a környezeti Kuznets-görbe eredményével tisztában lenni, hiszen sokszor még ma is sokkal magasabb a kibocsátás, mint ami egy ország fejlettségi állapota szempontjából kívánatos lenne (KEREKES et al., 2018).

3.3. A környezeti Kuznets-görbe modelljének kritikái

A széles körű empirikus bizonyítékok ellenére az EKC hipotézisének számos kihívással kell szembesülnie, ha az elméletet gyakorlati alkalmazhatóság céljából igazoljuk, például, mint a környezet-növekedés összefüggésekre. A modell pontatlanságai több tényező függvénye. CHOWDHURY és MORAN (2012) a környezeti Kuznets-görbe hipotézis modellezésének hibáit hat pontban foglalják össze, melyek a 3. ábrán láthatók: (1) a környezeti degradáció indikátorára kiválasztott mutató megválasztása, (2) a Kuznets-görbe függvényének becslési módja, (3) az alkalmazott változók kiválasztása, (4) a megfigyelt fejlődési tartomány/időbeli periódusa, (5) a keresztmetszeti vizsgálatok és idősor-elemzés kiválasztása, és (6) az ok-okozati magyarázatok helytelen értelmezése.

A környezeti problémák összetettsége és sokféle dimenziója miatt valódi kihívás a degradáció különféle mutatói közül a megfelelő választása. A levegő minősége, a tiszta vízhez való hozzáférés, az erdőkészletek és az erdőtakaró helyreállítási aránya, a biológiai sokféleség szintje és a szén-dioxid-kibocsátás a környezeti minőség néhány, leggyakrabban használt indikátora (CHOWDHURY és MORAN, 2012). Véleményem szerint, amennyiben az első mutatóval nem érünk el eredményt, érdemes tovább próbálkozni, és megalapozott szakirodalmi

háttérű mutatót alkalmazni a környezeti Kuznets-görbe igazolásához, ahogy SHAFIK és BANDHOPADHYAY (1992) 149 ország 1960 és 1990 közötti elemzésében tette (3. ábra).



3. ábra: Az EKC-modell kritikái

Forrás: Saját szerkesztés Chowdhury és Moran (2012) alapján

DIJKGRAAF és VOLLEBERGH (2005) az EKC használatában azért kételkedett, mert a fosszilis tüzelőanyagok használatát és árát figyelmen kívül hagyják a modellek, pedig szerintük a gazdasági növekedés energiaigényességének mérésére a fosszilis tüzelőanyag-felhasználás az igazán alkalmas mutató (HANNESSON, 2009; MAZUR et al., 2015). AROURI et al. (2012) más kivétlnivalót talált, szerintük a fordulópontok gyakran vagy nagyon alacsony, vagy irreálisan magas jövedelemnél mérhetők.

A tanulmányok nagy része az elmélet közeli aspektusaira összpontosítanak, a fejlettségi és környezeti állapotindexek közötti összefüggések becslésére/tesztelésére a jövedelem és a szennyezés szintjét közvetlenül összekötő, csökkentett formájú ún. alap modellek felhasználásával (pl. GROSSMAN és KRUEGER, 1994). Ahelyett, hogy strukturális egyenletmodellekkel dolgoznának, és több folyamat/változó (pl. technológia, szabályozás, a fejlesztési szakasz ágazati összetétele) azonosítanának, amelyek összekapcsolják a környezeti eredményeket a fejlődési folyamattal. A redukált formamodellek előnye, hogy egyszerűbbek és kiküszöbölik a több változóra vonatkozó további adatgyűjtés szükségességét, ugyanakkor korlátozottan alkalmazhatók az átmeneti mechanizmusok azonosításában vagy a többféle oksági folyamat szétválasztásában (CHOWDHURY és MORAN, 2012).

A modellezés helyességét, és csak az alapmodellek alkalmazását többen is kritizálták. Az EKC kapcsolatok modellezése és elemzése magas szintű statisztikai ismereteket kíván, és ezekben az elemzésekben könnyű téveszteni. A korai tanulmányok egyértelműen hibáznak, mert alacsony színvonalú statisztika van mögöttük (STERN, 2003). Az EKC becslése érzékeny a térbeli és időbeli viszonyokra mintavételi tartomány. Például a megfigyelések száma és az országos lefedettség az évek során változhat, változásokhoz vezethet az együttható becslések, szignifikancia szintek és változó specifikációk a keresztmetszeti regressziókban (CHOWDHURY és MORAN, 2012). A szerzők gyakran nem fordítanak kellő figyelmet az idősorok közötti autokorreláció vizsgálatára, de a sztochasztikus trendekkel sem törődnek túlzottan. Megfelelnek arról, hogy ha kevés változóval dolgoznak, akkor a kihagyott változók torzíthatják az eredményeket (STERN, 2003; MAZUR et al., 2015).

A legtöbb tanulmány elfelejt kritizálni, és a modellek korlátjairól is megfelelnek, amint teljesülni látják a görbe alakokat igazoló, előjeles elvárásokat. A diagnosztikai tesztek futtatása elmarad, és nem gondolnak a hamis regressziókra, pedig az álösszefüggések felderítése is az elemzési munka része (STERN, 2003). Minden, számukra kedvező eredményt elfogadnak a téma kutatói, azt viszont nem akarják elfogadni, hogy „a fejlődő országok egyszerűen túl szegények zöldnek lenni” (STERN, 2003, 10.o.). A gyorsan növekvő, közepes jövedelmű országokban a szennyeződésen felülkerekedik az időhatás. A gazdag országokban van lehetőség a növekedés megfontoltabb, lassabb tervezésére, és a szennyezés csökkentésére irányuló törekvések képesek leküzdeni a skálahatást (DASGUPTA et al., 2004; STERN, 2003).

Módszertani észrevétel, hogy megbízható, hosszú távú paneladatok hiányában a legtöbb Kuznets-vizsgálat keresztmetszeti elemzéseket alkalmaz. Így ahelyett, hogy egy nemzet környezeti állapotát követné nyomon idővel, mint fejlődik (az egy főre jutó jövedelmek emelkedésével), a vizsgálatok jellemzően a környezeti és gazdasági körülményeket elemzik és az országok (a gazdasági fejlődés különböző szakaszait képviselik) egy adott időpontban vagy egy szűk időtartamon belül.

Az EKC szakpolitikai relevanciáját korlátozza, hogy a görbe különböző szakaszaiban különféle társadalmi és környezeti visszajelzések jöhetnek szóba (CHOWDHURY és MORAN, 2012). Például CROPPER és GRIFFITHS (1994) elismerik azt a „nyugtalanító” eredményt, hogy az erdőirtás csúcsa olyan szinten történt, hogy a legtöbb megfigyelés a csúcs bal oldalán történt. A megfigyelések köre egyértelműen meghatározza, hogy egy Kuznets-görbe még bizonyítható-e; a fordított U-görbe hiánya azt jelezheti, hogy a Kuznets-átmenet nem létezik, de azt is jelentheti, hogy az inflexiós pontot még nem közelítették meg. A tudósok alternatív elméleteket

javasoltak, például egy N-alakú görbe feltevését, ahol a lefutás kezdetben a fordított U-alakú mintát követi, de a jövedelem növekedésével újra növekszik, mivel az erőforrás-felhasználás technológiai hatékonysága, csökkentése vagy politikai-szabályozási lehetőségei kimerülnek.

Mivel a társadalmi, generációs és eljárási egyenlőtlenségek a különböző társadalmi csoportok fejlődési folyamatának eltérő eredményeihez vezetnek, az EKC-megközelítéseknek vissza kellene térniük Simon KUZNETS eredeti, az egyenlőtlenséggel kapcsolatos hangsúlyára. A környezet helyreállítására összpontosítva, arra, hogy kritikusan megvizsgálják a környezet kialakulóban lévő mintázatait, valamint a társadalmi-ökológiai sebezhetőséget a környezeti változás ok-okozati pályáiban. Összhangot teremtve a különböző ágazatok közös, de differenciált felelősségének megvitatására (CHOWDHURY és MORAN, 2012).

Napjainkban már magas módszertani igényességű kutatások eredményeiről olvashatunk, színvonalas lapokban (MITIĆ et al., 2019). A kezdeti hiányosságokat idővel sikerült a statisztika eszköztárának köszönhetően kibővíteni, finomítani. Azonban ettől még a fent leírt értelmezési, elemzési kritikák fenn állnak, ezért úgy vélem, törekedni kell a körültekintő elemzésre, és (1) megválasztani a vizsgálni kívánt ország/ területi egység statisztikai adottságainak leginkább megfelelő módszertant, (2) a torzítást okozó tényezők szűrésének elkerülésére minél több szén-dioxid-kibocsátás alakulásában közre játszó hatást kiszűrni, (3) törekedni az eredmény ellenőrzésére és körültekintő értelmezésére.

4. A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK SZAKIRODALMA

A szakirodalomban számos tanulmány foglalkozik az energiagazdálkodás kihívásaival és annak gazdasági növekedésre gyakorolt hatásával. Ezen a területen több mint 15 ezer tudományos cikk született 1978 óta, amely a növekedés és szennyezés kölcsönhatására, vagy az energiafelhasználásra gyakorolt hatásokra keresi a választ, és az ok-okozati viszonyokat. (SANCHES-PEREIRA et al., 2016). A károsanyag-kibocsátás alakulását befolyásoló tényezőket két csoportba osztva mutatom be. Először a makrogazdasági tényezőket veszem sorra, másodsor azon folyamatokat tárgyalom, amelyek egy-egy háztartás károsanyag-kibocsátására, főképp energiafelhasználására gyakorolnak hatást, legyen szó egyéni (pszichológiai, viselkedésgazdaságtani), vagy közösségi (több ember együttéléséből származó) hatásról.

4.1. Egy gazdaság teljes károsanyag-kibocsátásában szerepet játszó tényezők

A klasszikus energia-emisszió-növekedés kapcsolatát ma már csak kevés tanulmány vizsgálja (BELKE et al., 2011; SZÉP, 2014; CARAIANI et al., 2015). Napjainkban, a globalizált világban nagyobb hangsúlyt fektetnek a részletes modellek használatára, amelyben a lehető legtöbb mikrogazdasági folyamat szennyezésbeni betöltött szerepét azonosítják. Az elemzések figyelembe veszik például a gazdasági és demográfiai hatásokat (SHAHBAZ et al., 2014; AJMI et al., 2015; SAIDI és HAMMAMI, 2015; DOGAN és SEKER, 2016), az urbanizáció szerepét (SHARMA, 2011; SHAHBAZ et al., 2014; SAIDI és HAMMAMI, 2015; ZHOU et al., 2019; MUNOZ et al., 2020), a pénzügyi fejlettség jelentőségét (DOGAN és SEKER, 2016; SAIDI és HAMMAMI, 2015; PATA, 2018; JIANG és MA, 2019) vagy éppen a kereskedelmi kapcsolatokat (SHAHBAZ et al., 2019; ZMAMI és BEN-SALHA, 2020).

Az empirikus eredmények megerősítik az urbanizáció felelősségét a károsanyag-kibocsátásban és az energiafelhasználásban. A városok szerepe kétségtelenül fontos a károsanyag-kibocsátás mérséklésében, és a karbonsemlegesség elérésében. SALVIA et al. (2021) szerint az európai városok nincsenek jó úton a Párizsi Megállapodás eléréséhez: nagyjából meg kell duplázniuk ambícióikat és erőfeszítéseiket. Továbbá a teendők felosztásában szignifikáns hatása van a városméretnek, a városméret a legerősebb előrejelzője a karbonsemlegességnek, miközben az éghajlati hálózat (ok) tagsága, az alkalmazkodást és az enyhítést egyetlen stratégiába ötvözve, valamint a helyi motiváció is szerepet játszik.

A klímaváltozással kapcsolatos területi (városi) alkalmazkodóképességi fogalmak jelentek meg az elmúlt években. A klímaváltozás hatásai erősen lokalizálódnak, ezért decentralizációs, ún. „helyspecifikus” megoldások szükségesek a globális megállapodások keretrendszerében. Fontos, hogy ezen megoldások lehetőségek feltérképezésekor kellő rugalmasságot biztosítson a fejlesztési és beavatkozási megoldásokhoz, hogy egy külső sokk esetén is visszatérhessen nyugalmi állapotba a fenntartható működés. Ezt hivatottak segíteni a városi klímaadaptációs reziliencia-stratégiák (BUZÁSI és SZALMÁNÉ CSETE, 2018). Magyarországon sajnálatos módon a nagyvárosokban (megyeszékhelyeken) tervezett adaptációs célok, a kapcsolódó ágazatok és akciók jelentősen alulképviseltek a tervdokumentumokban (BUZÁSI és SZALMÁNÉ CSETE, 2020), ezért is tartom fontosnak az urbanizáció hatásainak azonosítását a kutatásomban.

A városok számának növekedése és a városlakók arányának folyamatos emelkedése fokozza a gazdaság növekedését és az energiafelhasználást (LARIVIERE és LAFRANCE, 1999; POUMANYVONG és KANEKO, 2010; YANG et al., 2019), sőt, a károsanyag-kibocsátást is növeli (GUPTA és GREGG, 2018; YANG et al., 2019). Azonban vannak tanulmányok, amelyek kétségbe vonják ezt az álláspontot, és éppen az ellenkezőjére jutottak. Többben (SHAMMIN et al., 2010; POUMANYVONG és KANEKO, 2010; YANG et al., 2019) úgy vélik, hogy a méretgazdaságossággal magyarázható a városok alacsonyabb egy főre eső energiafelhasználása és emissziója a vidéki településekhez képest. (LENZEN et al., 2004; SHAMMIN et al., 2010; YE et al., 2017). Ezáltal az urbanizáció terjedése ezekben a főként „emerging” országokban, gazdaságokban a környezetvédelem kulcsa lehet.

A szakirodalomban országcsoportokra és országokra is kutatják a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teljesülését. Számos eredményt találunk homogén országcsoportokra, például OECD és fejlett országokra (2006; IWATA et al., 2011; DOGAN-SEKER, 2016; JEBLI et al., 2016; SHAHBAZ et al., 2017), vagy akár csak öt ázsiai országból álló csoportra (HEIDARI et al., 2015), 43 fejlődő országra (NARAYAN és NARAYAN, 2010), 17 afrikai országra (SARKODIE, 2018), 6 közép-afrikai országra (APERGIS és PAYNE, 2009), vagy éppen heterogén bontásban, random módon kiválasztott országokat vizsgálva, mint York et al. (2003) 142 országra, GALEOTTI et al. (2006) tanulmányában 173 országra, vagy KAIS és SAMI (2016) 58 országra, és ANTONAKAKIS et al. (2017) 106 országra készült környezeti Kuznets-görbe elemzésében.

Az eredmények változók (1. táblázat), találunk olyan eseteket is, amikor semmilyen kapcsolat nem áll fenn a növekedés-energia-emisszió kapcsolatában (például Vietnámra (AL-MULALI

et al., 2015) vagy Albániára és Bulgáriára (OZTURK és ACARAVCI, 2010). Nem léteznek egzakt szabályok arra, hogy a görbének milyen alakja lehet érvényes, habár általában az rajzolódik ki az elemzésekből, hogy a fejlődő gazdaságok hátrányban vannak. A fejlődő gazdaságok sokszor kompromisszumos megoldásokat keresnek a gazdasági növekedés és a környezet állapotának romlása között, és – mint a Pollution Haven Hypothesisnél bemutattam – a fejlettebb gazdaságok hajlamosak kihasználni a fejlődő országok gyenge szabályozási rendszerét a környezetvédelmi politikában (HORVATH et al., 2018).

Nemcsak a gazdaságok fejlettségi szintje szerint húzódnak két pólusra az eredmények, hanem a valamilyen szempont alapján homogénként kezelt országcsoportokon belül is meglepő lehet a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás közötti kapcsolat (VASSILEVA és CAMPILLO, 2014; CAYLA et al., 2011). Meglepő, de még a fejlettnak számító Európai Uniónak sem minden tagállama jutott túl a környezeti Kuznets-görbe első szakaszán (ARMENAU et al., 2018; PABLO-ROMERO és SÁNCHEZ-BRAZA, 2017; KASMAN és DUMAN, 2015; MAZUR et al., 2015; LÓPEZ-MENÉNDEZ et al., 2014).

PABLO-ROMERO és SÁNCHEZ-BRAZA (2017) megállapította, hogy az Európai Unió országai közül csak négy tagállamnak sikerült a gazdasági növekedéssel elérnie a károsanyag-kibocsátás csökkenését. Mind a négy tagállam régebbi, alapító államai az Európai Uniónak, és magasabb jövedelmű európai országok közé tartoznak. További jövedelmi egyenlőtlenségek jelenlétére enged következtetni, hogy szélesebb határok között változnak az értékek az alacsonyabb jövedelmű EU-tagoknál. LÓPEZ-MENÉNDEZ et al. (2014) szerint a környezeti Kuznets-görbe hipotézis alig teljesül európai országokra. Ciprus, Görögország, Szlovénia és Spanyolország egy főre eső gazdasági növekedése már elérte azt a kritikus szintet, amely mellett csökkenni kezdett a szén-dioxid-kibocsátás. A többi 23 ország esetén, köztük Magyarországon a gazdasági növekedéstől a szerzők szerint nem hoz emisszió-csökkentő hatást a gazdasági növekedés. A szakirodalmi összefoglaló az 1. táblázatban látható.

PABLO-ROMERO és SÁNCHEZ-BRAZA (2017) eredménye egybeesik OZTURK és ACARAVCI (2010a) konklúziójával, miszerint az energiafelhasználás növekedésével együtt nő a károsanyag-kibocsátás, tehát az energiahatékonyság javulása átlagosan nem csökkentette a károsanyag-kibocsátást. ATICI (2008) szerint elképzelhető, hogy Európában a gazdasági növekedés lehet a környezeti erőfeszítések ára, azonban előtte egy magasabb jövedelmi szintet el kell érnie a gazdaságoknak. Azaz, át kell lendülniük a környezeti Kuznets-görbe kritikus pontján.

1. táblázat: Szakirodalmi összefoglalás az európai és magyarországi EKC-eredményekről

Szerző(k)	Országcsoport	Időszak	Módszer	Változók	Oksági kapcsolat
<i>Európai (csoportos) eredmények</i>					
1	Stolyarova (2010)	Kelet-Európa	1960–2008	WITHIN, SYS GMM	GDP, CO2, POP, EC, GDP → CO2
2	Ciarreta és Zarraga (2010)	12 európai ország	1970–2007	GMM, VECM	GDP, EC, energiaárak EC → GDP EP ↔ GDP EP ↔ EC
3	Atici (2008)	Kelet-Közép Európa	1980–2002	RE, FE	GDP, CO2, EC, T -
4	Ozturk és Acaravci (2010)b	EU-19	1980–2006	ARDL, VECM	GDP, EC, ENC GDP → ENC CO2 → ENC
5	Gardiner és Hajek (2019)	EU-23	1990–2015	Granger-okság	GDP, EC, CO2 FD, EMP GDP ↔ CO2 GDP ↔ EC EC ↔ CO2
6	Mazur et al. (2015)	EU-28	1992–2010	FE-RE OLS panel data	GDP, CO2 -
7	Sadorsky (2009)	18 “emerging economies”	1994–2003	panel kointegráció	GDP, RES GDP → RES
8	Stjepanovic (2018)	30 európai ország	1994–2016	panel regresszió	GDP, EC EC → GDP
9	Lazar et al. (2019)	EU-28	1995–2015	FMOLS	GDP, CO2 -
10	Menegaki (2011)	EU-27	1997–2007	Granger-okság	GDP, RES, UNEMP, GHG -
<i>Magyarország</i>					
1	Piaggio és Padilla (2012)	31 ország	1950–2006	NLLS, kointegráció	CO2, GDP -
2	Narayan és Narayan (2010)	30 OECD ország	1960–2002		GDP, EN GDP → ENC
3	Ozturk és Acaravci (2010)b	EU-19	1965–2005	ARDL, Granger-okság	CO2, EN, GDP -
4	Ozturk és Acaravci (2010)	Magyarország, Albánia, Bulgária, Románia	1980–2006	ARDL, VEC, Granger-okság	GDP, EN, ENC GDP ↔ ENC
5	Caraiani et al. (2015)	Magyarország, Lengyelország, Bulgária, Románia	1980–2013	Granger-okság	GDP, EN GDP → ENC
6	Gazi et al. (2016)	EU-24	1980–2010	ARDL, GMM	CO2, GDP, Technológia, Biomassza BIO → CO2
7	Szép (2014)	Visegrádi Négyek	1990–2009	panel OLS	GDP, EN EN → GDP
8	Vavrek és Chovancova (2016)	Visegrádi Négyek	1991–2012	“decoupling”	CO2, GDP -
9	Ronald et al (2014)	Magyarország, Albánia, Bulgária, Románia	1994–2009	ARDL TY okság	GDP, EC GDP → ENC
10	Streimikiene és Kasperowicz (2016)	Visegrádi Négyek	1995–2012	FMOLS, DOLS	GDP, EC -
11	Lazar et al. (2019)	EU-28	1995–2015	FMOLS	GDP, CO2 -
12	Zachariadis és Kouvaritakis (2003)	Kelet-Közép Európa	2000–2030	előrejelzés	GDP, T -
13	Karmellos et al. (2016)	EU-28	2000–2012	dekompozíció, LMDI	GDP, EC, T -

Megjegyzés: CO₂: szén-dioxid-kibocsátás, EN: energiafelhasználás, ENC: villamosenergia-felhasználás, GDP: gazdasági növekedés, T: közlekedés, RES: megújulóenergia-felhasználás, FD: pénzügyi fejlettség, EMP: foglalkoztatottság, BIO: biomassza-felhasználás.

→ ↔ az okság irányát jelölik, egyirányú vagy kétirányú oksági kapcsolatokat

Forrás: Saját összeállítás

LAZAR et al. (2019) számításai szerint Közép-Kelet Európában az országok átlendültek ezen a kritikus GDP-n, és a gazdasági növekedés ma már a károsanyag-kibocsátás csökkenését hozza magával. CIARRETA és ZARRAGA (2010) vitatják, mert szerintük 1980 óta a gazdasági növekedés csak az energiafelhasználás fokozásával érhető el, ezért nem fog csökkenni a teljes károsanyag-kibocsátás, még akkor sem, ha fajlagosan alacsonyabbra esik, hiszen az energiafelhasználás a gazdasági növekedés “motorja”.

Összességében azt látjuk a nemzetközi szakirodalmakban, hogy a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás egymással szignifikánsan összefüggő folyamatok, habár nagyon keveset tudunk Közép-Kelet Európáról és főként Magyarországról.

4.2. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményei Európából és Magyarországról

Csak néhány tanulmány említ eredményeket Magyarországról (2. táblázat). A legtöbb empirikus eredmény Magyarországot érintőlegesen vizsgálja az energia-növekedés-szennyezés hármában, például mint egy tagállama az Európai Uniónak (OZTURK és ACARAVCI 2010b; KARMELOS et al., 2016; GAZI et al., 2016; LAZAR et al., 2019), vagy egy „emerging economy” (OZTURK és ACARAVCI 2010a; RONALD et al., 2014), vagy a Visegrádi Négyek egyike (STREIMIKIENE és KASPEROWICZ, 2016; VAVREK és CHOVANCOVA, 2016). A 2. táblázatban foglaltam össze a szakirodalmak Magyarországra is kitérő eredményeit, melyből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a környezeti Kuznets-görbe hipotézis nem teljesült minden európai országban. Magyarország gazdasági és környezeti folyamataira a fordított U-alakú görbe illeszkedik (ARMENAU et al., 2018; ATICI, 2009; KASMAN és DUMAN, 2015; LAZÁR et al., 2019).

Az első környezeti Kuznets-görbe-elemzés Közép-Kelet-Európára készült (ATICI, 2009). Egyben ez a kutatás az első tanulmányok egyike, amelyben Magyarországra is említenek eredményeket. Az 1980-2002 közötti időszakot vizsgálva ATICI (2009) bizonyította, hogy a hipotézis fordulópontját több ország elérte, például Törökország, Románia, és Bulgária is. Magyarország szintén azok közé az országok közé tartozik, ahonnan már a gazdasági

növekedés csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást. A környezetszennyezésben az energiafogyasztás szerepét emelték ki, míg a kereskedelem hatása a 2000-es évek elejéig alacsonynak bizonyult.

A közép-kelet-európai országokra vonatkozóan a környezeti Kuznets-görbe leszálló ágába tartozása a gazdaság szerkezetátalakulásával magyarázható. A vizsgált periódus 1995 után kezdődik, amikor a tervgazdálkodást folytató, volt szocialista országok piacgazdasággá alakulása évekkal a kezdő időpont előtt megkezdődött. Intenzív gazdasági növekedés mellett a hanyatló iparral együtt a károsanyag-kibocsátás visszaesett, és ez kedvező jelenség a környezeti Kuznets-görbe hipotézis szempontjából. Ahol pedig erősödött az ipar szerepe, a technológiai- és hatékonyságjavulással, de akár a tiszta technológiák terjedésével is elősegíthette a görbe leszálló ágába kerülést-habár ez nem tipikus jelenség a balkáni országoknál.

2. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményei Európáról és Magyarországról

Ország-csoport	EKC teljesülése	Változók	Időtáv	Szerző(k)
EU27	4 országban Magyarország: nem	CO ₂ , GDP, EC, URB, FD	1996–2010	López-Menéndez et al. (2014)
EU28	Igen	EC, GDP, SO ₂ , ÜHG	1990–2014	Armeanu et al. (2018)
KKE4	Igen	CO ₂ , GDP, EC, TO	1980–2002	Atici (2009)
AL, BG, HUN, RO	–	EC, GDP	1980–2006	Ozturk és Acaravci (2010)
KKE11	Igen: 6 ország Magyarország: igen	CO ₂ , GDP, EC, FDI	1996–2015	Lazár et al. (2019)
EU16	Igen	COE, EC, GDP, URB, TO	1992–2010	Kasman és Duman (2015)
EU28	Igen: 16 ország Magyarország: nem	CO ₂ , GDP	1992–2010	Mazur et al. (2015)
EU28	Igen: 4 ország Magyarország: nem	CO ₂ , GDP, RES, EC, URB	1990–2013	Pablo-Romer és Sánchez-Braza (2017)

Megjegyzés. EKC (environmental Kuznets curve): környezeti Kuznets-görbe fordulópontja; KKE4 (Közép-Kelet-Európa): Magyarország, Bulgária, Románia, Törökország; KKE11: Magyarország, Bulgária, Románia, Horvátország, Csehország, Lengyelország, Szlovákia, Lettország, Litvánia, Észtország, Szlovénia; SZÉN-DIOXID: szén-dioxid-kibocsátás; EC: energiafelhasználás; URB: urbanizáció; SO₂: kén-dioxid-kibocsátás; FD (financial development): pénzügyi fejlettség; FDI (foreign direct investment): közvetlen külföldi tőkeberuházás; ÜHG: üvegházhatásúgáz-kibocsátás; TO: kereskedelmi nyitottság; FD külföldi közvetlen beruházások; ResEC: lakossági energiafogyasztás.

Forrás: Saját szerkesztés

OZTURK és ACARAVCI (2009) néhány évvel később záródó adatbázisból nem tudta bizonyítani a hipotézis magyarországi fennállását. Albánia, Bulgária, és Románia ismétettek előkerülnek, de nem találtak szorosabb (oksági) kapcsolatot a gazdasági növekedés és az energiafelhasználás változók között. Csak Magyarország esetében volt igazolható az ok-okozati kapcsolat hosszú távon, de a hipotézis ígysen teljesült. Közel 10 évvel később kerül elő újra Magyarország, mégpedig az U-alakú görbe igazolásával a gazdasági növekedés és a károsanyag-kibocsátás között (LAZÁR et al., 2019). LÓPEZ-MENÉNDEZ et al. (2014) eredményeire ismét rációfognak.

A szakirodalmak kifejtik, hogy a bővített N-alakú görbe teljesülésének vizsgálata is indokolt, mert a gazdasági fejlődés nem áll meg, és a szennyezés irányt válthat, újra növekedésnek indulhat. LAZÁR et al. (2019) kiterjesztették elemzésüket, a közvetlen külföldi tőkeberuházásokat és villamosenergia-felhasználást is bevonták a modellbe. Magyarországra az N-alak létezését elvetették (LAZÁR et al., 2019). Erre vonatkozóan NÉMETH–DURKÓ (2019) (korábbi tanulmányomban) bővebb irodalmi gyűjteményt állított össze.

LAZÁR et al. (2019) kiemeli, hogy a homogénnek vélt országsoportokon belül annyira eltérő eredményeket kapott egy-egy nemzetre, hogy a döntéshozóknak nem érdemes közös környezetpolitikai irányelveket és szabályokat alkalmazni, hanem országspecifikus megalkotásuk lehet a kulcs. Kelet-Közép Európa országai 19 ezer dollár körül lépték át a környezeti Kuznets-görbe fordulópontját, de nagyon szóródnak az értékek, mint ahogy a gazdasági növekedés-energiafelhasználás kapcsolatának eredményei is különböznek. PABLO-ROMERO és SÁNCHEZ-BRAZA (2017) egyetértenek, más reformokat javasolnak a Kelet-Európai országok energiapolitikájához, mint Ciprus, Málta, Portugália és Görögország esetére.

Horvátországban, Észtországban bizonyították az N-alakú görbét, míg Lengyelországban és Szlovákiában a fordított N-alakút találták. Magyarországra és Csehországra a fordított U-alak feltételei teljesültek. Románia és Szlovénia görbéjéről az eredmények inszignifikanciája miatt nincsen eredmény, míg Litvániában a monoton növekvő összefüggésből távoli fordulóra lehet következtetni. Az alapmodelleket érdemes bővíteni, hogy az egymásra ható folyamatokat jobban megértsük (LAZÁR et al., 2019). MAZUR et al. (2015) sem megcáfolni, sem megerősíteni nem tudták minden kétséget kizáróan a környezeti Kuznets-görbe hipotézist 1992-2010 között, mert csak grafikus ábrázolásban ismerték fel az U-alakú görbét és a fordulópontokat, számítással nem sikerült bizonyítani.

Az irodalmi összefoglalásból kiderült, hogy a környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményét, úgy mint a görbe alakját is, számos faktor befolyásolja, amelyek a szakirodalmi eredmények heterogenitását eredményezik (BERLINGER és LOVAS, 2015), a szerzők így is buzdítanak a színesebb modellekre. Többen (HOVE és TURSOY, 2019; SADORSKY, 2010; ÇOBAN és TOPCU, 2013; ABID, 2017; SHAHBAZ et al., 2018) a pénzügyi fejlettség szerepét vizsgálják, és javasolják ezt különösen azokra az országokra, amelyek a feltörekvő gazdaságok. Ezekben az országokban a pénzügyi fejlettség magas energiafogyasztást gerjeszthet (SADORSKY, 2010; ÇOBAN és TOPCU, 2013), ezáltal a pénzügyi szektor fejlődésében ott van a veszély, hogy akár egy egész országsoportnál kedvezőtlen hatást gyakoroljon a környezeti értékekre.

Magyarországon négyből három tanulmány szerint még nem lépte át a görbe fordulópontját, amelyek vizsgálták, csak kevés változó bevonásával tették, és nem számoltak sem az urbanizációval sem a pénzügyi fejlettség hatásával. A bankrendszer meghatározó szereplője lehet a károsanyag-kibocsátásnak, és a finanszírozási lehetőségek bővülésével előkerül a tőzsde szerepe is. Az energiafelhasználást, a károsanyag-kibocsátást, de a gazdasági növekedést is indukálhatja a pénzügyi fejlettség, ezért jelen értekezés empirikus modelljében mérem (a szokásos változókon kívül) a pénzügyi fejlettség emissziós szerepét is.

A következő fejezet a háztartások károsanyag-kibocsátásának, főként energiafelhasználásának befolyásoló tényezőit foglalja össze.

4.3. Háztartások károsanyag-kibocsátásának tényezői

A szén-dioxid-kibocsátásnak jelentős részéért az energiaelőállítás szektorai a felelősek (IEA, 2015; KSH, 2020), ezért a szakirodalmak – mint az előző fejezetben láthattuk – nagy hangsúlyt fektetnek az energiafogyasztás emissziós hatásának vizsgálatára. A háztartások reprezentálják az energiafogyasztók legfőbb csoportját, főleg a villamosenergia-felhasználásban (IEA, 2017), és a háztartások működése, életmódja és fogyasztási szokásaik fontos témája a károsanyag-kibocsátást kutató munkáknak. A lakosság hozzáállására, úgy, mint a háztartások környezettudatos viselkedésére általában jellemző, hogy támogatóak, ugyanakkor keveset tesznek azért, hogy a fenntarthatóság a mindennapjaikban is megjelenjen (ÁSVÁNYI et al., 2020). A legtöbb szakirodalom közvetett módon vizsgálja a károsanyag-kibocsátást és az energiafogyasztásból következteti ki, de találunk olyanokat is, amelyek közvetlenül a károsanyag-kibocsátást mérik. Ebben a fejezetben a háztartások energiafogyasztását befolyásoló tényezőket mutatom be.

4.3.1. Életkor és nagyság-hatás

Egy család, ahogyan egy háztartás energiafogyasztásában is több tényező játszik szerepet, a lakás fizikai állapotától az ott élők életkorán keresztül a háztartás tagjainak viselkedésén, vásárlási szokásain, vagy épp a jövedelmén át. A szakirodalmak többféle megközelítést alkalmaznak, melyekben sokféle csoportosítással találkozunk. Az irodalmak két hatás mentén vizsgálódnak: az egyik életmódbeli (BROUNEN et al., 2012; SWAN és UGURSAL, 2009), a másik pedig a jövedelmi-vásárlási (BEDIR et al., 2013; KAVOUSIAN et al., 2013) hatás.

Egy ország energiafogyasztásának nagy része közvetlenül vagy közvetve a háztartások döntéseinek eredménye. Az Egyesült Királyságban a háztartások energiafogyasztása a háztartások teljes közvetlen és közvetett szén-dioxid-kibocsátásának körülbelül 20–25% -át teszi ki (pl. DRUCKMAN és JACKSON, 2009). Ennél fogva az energiafogyasztás háztartási szintű csökkentése nagyban hozzájárulhat az ország szén-dioxid-kibocsátásának csökkentéséhez (GATERSLEBEN et al., 2002).

BEDIR et al. (2013) és KAVOUSIAN et al. (2012) szerint leginkább a háztartás nagyságán múlik az energiafelhasználás, azon, hány fő él együtt egy háztartásban. Ebből pedig számítható, hogy egy további fő megjelenése milyen irányú és nagyságú változást okoz az energiafelhasználásban. Azonban fontos megállapítása, hogy az összefüggés linearitása megkérdőjelezhető, mellyel a legtöbb tanulmány egyet ért: az energiafogyasztás és a háztartás mérete (együtt élők száma) közötti kapcsolat nemlineáris. Azt találták, hogy a háztartásban élők számának megduplázódásával a villamosenergia-felhasználás csak kevésbé nő. Ennek oka lehet, hogy az ételek elkészítésekor közösen főzünk, ruhákat együtt mossuk, nem pedig minden családtag külön-külön saját magát látja el. Többen használunk egy televíziót, mosógépet, vagy a lámpafényt is több családtag élvezi esténként (LENZEN, 2004).

A háztartások összetételének és mérete is fontos, több háztartásonként több személy és főleg több gyermek eredményez alacsonyabb egy főre jutó energiafogyasztást. Ez a hatás elsősorban az élelmiszerek és más termékek, a lakás területének és a rezszi felosztásából fakad, korántsem a háztartás tagjainak eltérő fogyasztási mintázatából. Amikor azonban az egyik családtag elhagyja a háztartást, az áramfogyasztás csak kissé csökken (LENZEN, 2004; WIEDERHOFER et al., 2013).

Mások (BROUNEN et al., 2012; GRAM-HANSEN et al., 2004; THØGERSEN és GRØNHØJ, 2010) a háztartások nagyságának szerepét önmagában kétségbe vonják, és a háztartás tagjainak az életkorát tartják meghatározónak. Érdeemes a gyermekek számát figyelni,

mert életkor szerint a kamaszok több használati tárgyukkal több energiát fogyasztanak, ezért egy háztartásban az ő számuknak a növekedése növeli a villamosenergia-felhasználást (BROUNEN et al., 2012; GRAM-HANSSEN et al., 2004; THØGERSEN és GRØNHØJ, 2010). Habár, ha a gyermekek nincsenek kamaszokban, akkor a gyermekek számának növekedése alacsonyabb egy főre jutó energiafogyasztást idéz elő (LENZEN, 2004).

Nemcsak a gyerekek, hanem az idős korosztály villamosenergia-felhasználási szokásait is vizsgálták. Az idős háztartásaikban általában kevesebb energiát fogyasztanak (BROUNEN et al. 2012), mint a fiatalok. Véleményem szerint azért meglepő az eredmény, mert az idősök több időt töltenek otthon, de úgy tűnik, kevesebb olyan készülékük van a fiatalabb háztartásokhoz képest, amely árammal működne. Az eltérés nagyon kevés és hibahatáron belüli: idős háztartásokban 2–4% -kal kevesebb energia fogy, mint a középkorúak háztartásaiban. A legtöbb energiát egyébként a középkorú, gyermekes házaspárok háztartásaiban fogyasztják, többet tehát, mint a csak fiatalabb vagy idősebb emberekből álló háztartásokban (ESTIRI és ZAGHENI, 2019).

A háztartások összetételét és nagyságát vizsgálva megállapítható, hogy az energiafogyasztásnak meghatározó tényezője az egy háztartásban élők létszáma és életkora. A gyermekek általában kevesebb, a kamaszok több, az idősök pedig kevesebb energiát fogyasztanak. Ha egy háztartás létszáma megváltozik, az energiafogyasztás nem feltétlenül változik lineárisan.

4.3.2. Urbanizációs-hatás

A városi-hatást elemző kutatásokat két csoportra oszthatjuk. Az egyik csoport az urbanizáció villamosenergia-felhasználásra gyakorolt hatását a lakóhely típusával méri, a másik demográfiai mutatóval, például a népsűrűséggel. Alapvetően két kategóriát különböztetnek meg, amely nem más, mint adott település besorolása, azaz város vagy falu (vidék). Mivel városok és falvak kategóriájukon belül is lényegesen különbözhetnek, olyan tanulmányokat is olvashatunk, amelyek a településeken élő háztartásokat népsűrűség szerint csoportosítják, és az alacsony illetve a magas népsűrűségű területeken élő háztartások fogyasztását vizsgálják.

A városi területek arányát gyakran a népesség energia- vagy villamosenergia-hálózathoz való hozzáféréseinek arányaként tekintik, így, az ilyen hozzáféréssel rendelkező és feltehetően magasabb jövedelmű emberek több energiát és villamosenergiát fogyasztanak (LIDDLE-LUNG, 2014). A városi életforma egy magasabb jövedelmi szintet feltételez, és az ebből eredő

életszínvonalbeli változás a fogyasztás növekedésével azonosítható. Az urbanizáció járulékos előnyeiként a munkahelyek a városi területekre összpontosultak, és az itt élők könnyedén hozzáférnek szórakoztató-kényelmi funkciókat ellátó háztartási gépekhez, berendezésekhez, amelyek elektromos árammal működnek, és összességében magasabb áramfogyasztást eredményeznek, mint a nehezebben megközelíthető területek háztartásai.

A városok népességét gyakran tekintik a növekvő energiafelhasználás (POUMAYONG és KANEKO, 2010; YANG et al., 2019; LARIVIÉRE és LAFRANCE, 1999) vagy a káros anyagok kibocsátásának (YANG et al. 2019; GUPTA és GREGG (2018) fő okának is. Így egyes tanulmányok szerint az urbanizáció fokozhatja a lakosság villamosenergia-fogyasztásának igényét (SHAMMIN et al., 2010; POUMAYONG és KANEKO, 2010; YANG et al., 2019). Az ugyanolyan lakástípusokban lakóhelyenként eltérő átlagos háztartási fogyasztást mértek. A városi lakások és családi házak villamosenergia-felhasználása magasabb volt, mint a vidéken található családi házaké vagy lakásoké, tehát erre rációfol LENZEN et al. (2004), SHAMMIN et al. (2010), YANG et al. (2019), és LARIVIÉRE és LAFRANCE (1999) következtetésére.

Mások szerint éppen a vidéki háztartások villamosenergia-fogyasztása a magasabb, meghaladja a városi háztartásokét (YANG et al., 2019; POUMAYONG és KANEKO, 2010). A városi településforma kedvező hatása mellett szólhat, hogy a külvárosi és a vidéki lakosság villamosenergia-fogyasztása akár 10% -kal is nagyobb lehet, mint a városi lakosság fogyasztása (LENZEN et al., 2004; SHAMMIN et al., 2010). Így a városok számának terjedése kedvezően befolyásolhatja az áramfogyasztást. WANG (2014) megállapította, hogy a méretgazdaságosság előnyei a technológiai haladással enyhítik az egy főre eső lakossági fogyasztásra gyakorolt kedvezőtlen urbanizációs hatást.

A kutatások másik csoportjának a lakosság népsűrűségét használják a település típusa helyett, tehát nemcsak a városok és falvak, hanem város és város között is különbséget tesznek. (LARSON-YEZER, 2015; LARIVIÉRE és LAFRANCE, 1999; GAIGNE et al. 2012). A népsűrűségi adatok az egyik legfontosabb tényezők, amellyel felfedezhető a különbség egy város és egy vidéki településen élők teljes energiafelhasználására és az üvegházhatást okozó gázok mennyiségére vonatkozóan. A magasabb népsűrűségű városokban LARIVIÉRE és LAFRANCE (1999) és GAIGNE et al. (2012) szerint kevesebb az egy főre eső villamosenergia-felhasználás, mint az alacsonyabb népsűrűségűekben. Vizsgálatukat alátámasztandó, hogy modelljükben a lakosság megháromszorozása az egy főre eső villamosenergia-fogyasztás csak 7%-kal csökkentette (LARIVIÉRE és LAFRANCE, 1999).

A hatás létező, szignifikáns, tehát a növekvő népsűrűségnek van, azonban LARIVIÉRE és LAFRANCE (1999) szerint csak kis hatása az áramfogyasztásra. Ha a populáció népsűrűsége $10\text{ fő}/\text{km}^2$ -rel nő, az áramfogyasztás mindössze 5 kWh-val csökken. A villamosenergia kismértékű reagálása a népsűrűség növekedésére azzal magyarázható, hogy az energiamegtakarítás sajnos könnyen elvész: a nagyvárosokban a szolgáltatások bőséges kínálata megszüntetheti a sűrűn lakott területek energia nyereségét (LARIVIÉRE és LAFRANCE, 1999). Ezt a jelenséget visszapattanó hatásnak nevezzük.

LARSON és YEZER (2015) szerzőpárosnak azonban nem sikerült bizonyítania, hogy a népsűrűség képes lenne hatást gyakorolni a villamosenergia-felhasználásra. LARIVIÉRE és LAFRANCE (1999) kutatásával szemben arra találtak bizonyítékot, hogy az egy főre eső energiafogyasztás közel állandó a kis- és nagyvárosokban, függetlenül tehát a település típusától.

A szakirodalmakban ellentétes eredményekről olvashatunk, csak az a biztos, hogy a sűrűséghatárok befolyásolják az energiafelhasználást, és a népsűrűség szerinti kategorizálás alkalmas a városi és vidékies életforma energia-felhasználásbeli eltéréseinek magyarázatára. A fejezet bemutatta, hogy a háztartások energiafelhasználása szignifikánsan különbözik városban és vidéken. A szolgáltatások elérhetősége és az infrastrukturális energiaigény lehet a magyarázat, azonban nincs egységes álláspont a szakirodalomban, hogy az egy főre eső (villamos)energia-felhasználás csökkenése vagy növekedése várható-e a városok terjedésével.

A szakirodalmak között kevesebb olyat találunk, amelyben a szén-dioxid-kibocsátás alakulását jellemeznék a településformákkal, ennek oka, hogy nehezebb mérni a település szintű károsanyag-kibocsátást, és a kisvárosok, falvak rendszerint kiesnek az elemzésekben adatok híján. Kína, India, vagy Amerikai városkategóriák tárgyát képező településekből lehet leginkább információkat kapni, azonban megjegyzem, hogy az ottani kisváros vagy vidék megjelölés félrevezető lehet, hiszen az európai besorolás szerint nagyvárosokkal versenyző lakosság számú településekről van szó, tehát valójában inkább a városi forma (urban form) hatását tesztelik a kutatások, mintsem a települési formáét (city/village). Ezért is találtam érdekesnek megvizsgálni, hogy Magyarországon a városok számának változása képes-e hatást gyakorolni a károsanyag-kibocsátásra.

SHI et al. (2020) úgy vélik, hogy a városok gyarapodása és a városias forma kialakulása nemzeti szinten csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást. Elemzésük a nagyvárosokban a makrofolyamatok közül a városi forma besorolásának tulajdonította a legnagyobb emissziós hatást, de a 264 kínai

várost vizsgáló kutatásukban a különböző lakosság szám szerinti városkategóriák szén-dioxid-kibocsátása is szignifikánsan különbözött. Míg a háztartási energiafogyasztásból és a közlekedésből számított szén-dioxid-kibocsátás alakulásában (GLAESER és KAHN, 2010) nem talált különbséget a kis-és nagyvárosok között. WANG et al. (2018) arra is rámutatott, hogy a földterületek urbanizációja kifejezetten pozitívan befolyásolta (emelte) a szén-dioxid-kibocsátást, és ezt a vidéki területek városi területekre való átalakulásával magyarázták.

SHI et al. (2020) némileg óva intenek az urbanizációs eredményektől, szerintük a tanulmányok nagyja főként egyetlen szempontra (pl. közlekedési hálózatokra, lakásformára, kereskedelmi tevékenységekre vagy népsűrűsége) koncentrálnak, és így elmulasztják a különböző szektorok közötti potenciális kölcsönhatások mérését, amelyeket a városi forma okozhat. Ezért ők úgy vélik, több adatfelvétel, főleg térbeli adatokkal modellezhető igazán jól a városi forma hatása. Több tanulmány is feltárta a városi formák (beleértve a városméretet, egyenletlenséget, tömörséget és szóródást) és a szén-dioxid-kibocsátás közötti összefüggéseket, térbeli perspektívából. Példának WANG és et al. (2017b) kutatását hozza, akiknek megállapításuk, hogy a központosítottabb és kompaktabb városi forma kisebb szén-dioxid-kibocsátással jár együtt, és ezt a jótékony hatást csak tovább erősíti a szabályozott földhasználat (BEREITSCHAFT és DEBBAGE, 2013).

A településszerkezet megváltozása, az urbanizációs folyamatok erősödése bizonyítottan hatást gyakorol más gazdasági és környezeti folyamatokra. A villamosenergia-felhasználással gyakran állítják párhuzamba, de a kutatások szerint a károsanyag-kibocsátással is összefüggésben áll. Pozitívum, hogy a világszerte nagymértékben tapasztalt urbanizációs folyamatok hatása egyáltalán nem biztos, hogy a környezetet károsítja az infrastrukturális fejlettség javulása és az energiahatékonysági intézkedések, vagy éppen a méretgazdaságosság okán.

4.3.3. Jövedelmi-hatás

A jövedelem számos tanulmányban jelentős tényezője a villamosenergia-felhasználásnak, amely bizonyítottan befolyásolja is a villamosenergia-felhasználást (WIEDENHOFER et al., 2013; SANTAMOURIS et al., 2007; HUSSAIN és ASAD, 2012; YE et al., 2017; BROUNEN et al., 2012; BOROZAN és BOROZAN, 2017; CONTRERAS et al., 2009; GOMEZ et al., 2013). A jövedelem villamosenergia-fogyasztásra gyakorolt hatásának iránya és mértéke azonban a tanulmányok szerint nagyban eltér. A jövedelem 1% -os növekedése akár 11% -kal

is megnövelheti a villamosenergia-felhasználást (BROUNEN et al., 2012), de ugyanez a növekedés jelentős csökkenést is okozhat a fogyasztásban (BOROZAN és BOROZAN, 2017).

BARTIAUX és GRAM-HANSSEN (2005) azt találták, hogy a jövedelem jobb előre jelzője a villamosenergia-felhasználásnak, mint egy lakás alapterülete. Miután a jövedelem pozitívan korrelál a villamosenergia-felhasználással, ezért felhívják a figyelmet, hogy a jövedelem, a lakásjellemzők, és a családtagok száma közti magas korrelációs együttható módszertani problémákhoz, például a multikollinearitáshoz vezethet az ilyen tanulmányokban (SWAN és UGURSAL, 2009).

A jövedelem kapcsán nemcsak a gazdag és a szegény társadalmi csoportok fogyasztása különbözik egymástól (HUSSAIN és ASAD, 2012), hanem az egyes jövedelmű decilisek között is lehetnek eltérések a fogyasztásban (ROSAS et al., 2010; SZÉP, 2013). SANTAMOURIS et al. (2007) eredménye, hogy a magasabb jövedelmű háztartások több villamosenergiát fogyasztanak, azonban CREMER et al. (2015) tanulmányában az ellenkezőjére talál bizonyítékot: a jövedelem növekedésével a háztartások áramfogyasztása alacsonyabb. Az ő munkájukat alátámasztja CURTIS és PENTECOST (2015) számítása, akik szintén fordított kapcsolatot azonosítottak a fogyasztók jövedelme és villamosenergia-kiadása között. Érdekes felfedezés az is, hogy a szegény emberek növekvő száma nem csökkenti vagy befolyásolja jelentősen a teljes villamosenergia-felhasználást, míg a gazdagabbaknál az egy háztartásban élők száma érzékeny mutatója a fajlagos energia-felhasználásnak (BOROZAN és BOROZAN 2017; ROSAS et al., 2010).

A villamos energia jövedelem-rugalmatlanságára utal, hogy ugyan egy termék ára meghatározó szerepet tölt be annak keresletében, a villamos energia árának változásai nem befolyásolják jelentősen a fogyasztást (YANG et al. 2019; WANG et al. 2019). A villamosenergia-kiadások után fennmaradó jövedelem (GOMEZ et al. 2013) valamint az energiakiadások aránya már igen (ROSAS et al., 2010). SANTAMOURIS et al. (2007) megvizsgálta az éves villamosenergia-kiadások és a jövedelem kapcsolatát, és megállapította, hogy a gazdagabb háztartások közel 38% -kal többet villamos energiát használtak fel, mint a szegényebbek.

ROSAS et al. (2010) szerint a jövedelmi csoportok közötti energiafelhasználás-egyenlőtlenségek nagyon jelentősnek. 2006-ban a legmagasabb jövedelmi decilis 6,7-szer több háztartási energiát fogyasztott, mint az első decilis háztartásai. Ennek oka az alacsony jövedelmű decilisek szolgáltatásainak hiánya (például a legszegényebb háztartások 80% -ában nincs hűtőszekrény) és a szolgáltatások túltelítettsége a magasabb jövedelmű csoportokban (például a leggazdagabb háztartásokban átlagosan négy televízió van, és az elektromos

készülékek kiváltották a gáz használatát). Másrésztől véleményem szerint a visszapattanó-hatás ad magyarázatot a gazdagabb háztartások magas energiafelhasználására.

A visszapattanó-hatás, másnéven Jevons-paradoxon, gyakorta előkerül az irodalmakban az energiatakarékosság előnyének megcáfolására. A készülékenkénti energiafogyasztás ugyan alacsonyabb a gazdagabb háztartásoknál, hiszen új, modern energiatakarékos készülékeket használnak, azonban a készülékek növekvő száma miatt ez az előny elvész, és összességében magasabb fogyasztást eredményez. Az ilyen háztartások egy főre eső hatékonyság javulást tehát többlet energiaigénnyel érik el. A visszapattanó-hatást ellentételezheti, ha a növekvő hatékonyság olyan költségekkel társul, mint például a szén-dioxid adók és kvóták (BLAKE, 2005).

ROSAS et al. (2010) tanulmánya egyedülálló, mert megbecsüli a szén-dioxid-kibocsátásbeli különbségeket is. Mint láthattuk, az eddig említett munkák az energiafelhasználást magyarázták. Az eredmények nagyobb egyenlőtleniséget mutatnak a szén-dioxid-kibocsátásban, mint az energiafelhasználásban. A leggazdagabb háztartások átlagosan 8,3-szor több szén-dioxidot termelnek, mint a legszegényebb háztartások-míg az energiafelhasználásban 6,7-szeres a különbség. Habár a készülékek modernebbek és energiatakarékosak, láthatjuk, mégis többlet jelentkezik a károsanyag-kibocsátásban.

Az eredmény érdekes, mert épp az ellenkezőjét várnánk a villamosenergia-fogyasztás hatékonyságának javulása miatt. A szerzők az LPG, a földgáz, és a villamosenergia használat drasztikus különbözőségével magyarázzák a szén-dioxid-kibocsátásban okozott jelentős különbséget. A legszegényebb háztartások kisebb mértékben gyarapodtak LPG-t és a földgázt használó készülékekkel, náluk a vidéki fakályhák használata maradt jelentős (nulla szén-dioxid-kibocsátással becsülve). A villamosenergia-felhasználás esetében a tévékészülékek a legmagasabb telítettségű készülékek minden jövedelmi csoportban. A legszegényebb tízedben 43%-os, a leggazdagabb tízedben 151%-os volt a jellemző televíziók egy háztartásra eső száma, de a 9. és a 10. decilisben akár 250-400%-os telítettségi szintet is találunk.

ROSAS et al. (2010) tehát azt találta, hogy a leggazdagabb jövedelmi decilisek szén-dioxid-kibocsátása a legnagyobb. Az eltérés nemcsak a decilisek első és utolsó, hanem az első hat jövedelmi decilis szén-dioxid-kibocsátási különbségei is magasak lettek. A vizsgált tíz éves időszakban az átlagos, teljes háztartási szén-dioxid-kibocsátás viszont csökkent, melyre magyarázatot a magasabb hatékonyságú gázkészülékek és a villamosenergia-kibocsátási tényező csökkenése adhat.

A fogyasztói magatartás megértése, és a háztartások döntéseinek meghozatala az energiafelhasználásról, nemcsak a kutatók, a szakemberek, hanem a döntéshozók számára is fontosak lehetnek a különböző energia, a károsanyag-kibocsátás-csökkentési-és a gazdaságpolitikai programok és intézkedések révén, amelyek a hatékony és fenntartható energiafelhasználás ösztönzésére és előmozdítására irányulnak. A következő fejezet a széndioxid-kibocsátás egy újabb tényezőjét mutatja be, ami a pénzügyi fejlettség és a hitelezés szerepe.

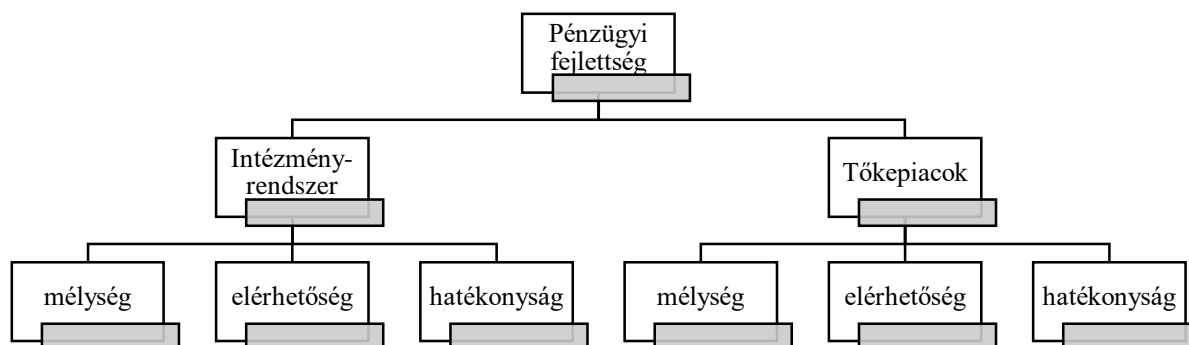
4.4. Egy új mutató, a pénzügyi fejlettség és gazdasági szerepe

A természeti erőforrások közgazdasági értékelése és pénzügyi beárazása felértékelődött az elmúlt évtizedben. Az értékelés alapját főleg a teljes gazdasági érték adta, de napjainkban az ökoszisztéma szolgáltatások koncepció keretében tesznek törekvéseket arra, hogy a természeti javak pénzbeli értékét kifejezzék (MARJAINÉ SZERÉNYI és KOVÁCS, 2018). Számítások szerint a nemcselekvés ára, azaz szigorítások nélkül a jelenlegi helyzet fenntartása háromszor akkora költséggel fog járni, mint amekkora költsége a természeti katasztrófák helyreállításának lenne (IPCC, 2014). A környezeti károk finanszírozása kihívás elé állítja a pénzügyi szektort. Jelen fejezetben bemutatom a pénzügyi szektor és annak fejlettségi szintje, a pénzügyi szolgáltatások és a banki hitelezés kapacitásán keresztül szerepét a természeti környezet állapotának megőrzésében.

A pénzügyi fejlettség a pénzintézetek tőkeáramlását, a tőkepiacokon elérhető szolgáltatások mennyiségét és színvonalát, valamint a közvetlen külföldi tőkebefektetéseket foglalja magában (ZHANG, 2011). A pénzügyi fejlettség szintjéből következtethetünk a gazdaságok azon finanszírozási képességére, hogy pénzügyileg képesek-e biztosítani az alacsony karbonintenzitású gazdaságra történő átállást, amely törekvés egyike a Párizsi Egyezmény 2050-es céljainak. A fejlett pénzügyi rendszerű országok a könnyebb és átláthatóbb hitelezési folyamatokkal és alacsony kamatokkal fellendíthetik a környezettudatos technológiák elterjedését. A pénzügyi fejlettség a tőzsde működését is magában foglalja: egy fejlett gazdaságban aktívabb a tőzsdei működés, egyre nagyobb teret adva a portfóliókban a környezettudatos befektetési célok finanszírozásának. A tőzsdei cégek pedig reputációs célokból erősíthetik környezeti elköteleződésüket.

A pénzügyi fejlettség indexe az intézményrendszerek és a tőkepiacok jellemzőiből épül fel (4. ábra). Az eszközméret, a mélység, és a hatékonyság mind-mind olyan mérhető paraméterek

a finanszírozásban, amelyek a pénzügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférésről, a szerződések megbízhatóságáról és minőségéről nyújtanak információt. Az IMF (2020) kiegészíti a felsoroltakat még egy, a stabilitás dimenziójával is.



4. ábra: A pénzügyi fejlettséget meghatározó tényezők

Forrás: Saját szerkesztés IMF (2019) alapján

Számos kutató talált kapcsolatot a gazdasági növekedés és a pénzügyi fejlettség között. A tanulmányokban vizsgálták az alacsony és a magas jövedelmű országok gazdasági növekedését és a pénzügyi fejlettség kapcsolatát, és mindkét, szélsőséges jövedelmű gazdaságokban is találtak összefüggést (GUISO et al., 2005; CHRISTOPOULOS és TSIONAS, 2004; CALDERÓN és LIU, 2003). Az eredmények szerint a bankszektor bővülése, és a pénzügyi fejlettség szintjének emelkedése a hitelezési lehetőségek szélesedésével fokozza a gazdasági növekedést (GIOVANNI et al., 2013), ezért úgy vélem, kiemelten fontos szerepe van egy gazdaságban és a környezeti degradációban ennek a katalizátor mutatónak az alakulásának.

A pénzügyi fejlettséggel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy nemcsak a gazdasági növekedés előmozdítását szolgálja, hanem a jövedelem egyenletesebb elosztását is. STIGLITZ (2012) egyik megállapítása, hogy a magas egyenlőtlenség visszavetheti a gazdasági hatékonyságot és a termelékenységet. BAIARDI-MORANA (2016) szerint a jövedelem egyenletesebb elosztása érdekében támogatandó a pénzügyi rendszerek fejlődése, de mindenképpen a figyelemmel kísérése.

4.4.1. Lehetséges mérőszámok

A pénzügyi szektor fejlődésének értékeléséhez, és gazdasági növekedésben betöltött szerepének méréséhez a pénzügyi fejlettség mutatója alkalmazható. A szakirodalom-kutatásból

kiderül, hogy a tanulmányokban és a szakmai kiadványokban nem alakult ki egységesen elfogadott mutató/ módszer a pénzügyi fejlettség mérésére. A nehézséget az okozza, hogy ahogyan korábban bemutattam, a pénzügyi fejlettség több dimenzióval rendelkezik, és megoszlanak a vélemények arról, melyik részterülete mennyire hangsúlyos egy gazdaságban, és ezáltal milyen mértékben szerepeljen a mutatóban. A 3. táblázat foglalja össze a pénzügyi fejlettség mérésének lehetőségeit.

3. táblázat: A pénzügyi fejlettség mutatói

Komplex mutatók	
Komponensek	Szerző(k)
Banki hitelek a GDP százalékában, a magánszektor hitelei a GDP százalékában, pénzkínálat a GDP százalékában, a kereskedelmi banki eszközök a központi banki eszközök és a kereskedelmi banki eszközök arányában, likvid kötelezettségek a GDP százalékában.	Katircioğlu és Taşpinar (2017)
Korrigált nettó nemzeti jövedelem, bruttó állóeszköz-felhalmozás, bruttó állóeszköz-aktiválás, a magánszektorban nyújtott belföldi hitelek, közvetlen külföldi befektetések.	Hayat et al. (2018)
Bankindex= banki letéti pénzeszközök a GDP arányában, a pénzügyi rendszer letéti pénzeszköze a GDP arányában, likvid kötelezettségek a GDP arányában, magánszektor hitelei a GDP arányában, banki általános költségek, nettó kamatmarzs, koncentrációarány, ROA, ROE, bevétel-költség arány. tőzsdeindex= tőzsdei forgalom, a tőzsdei kapitalizáció a GDP százalékában, a tőzsdén jegyzett társaságok száma 10 000 emberre vetítve.	Çoban és Topcu (2013) Beck és Demirguc-Kunt (2009)
Az intézményrendszer és a tőkepiacok mélysége stabilitása, hatékonysága és eszközei.	Worldbank (2012) Stolyarova (2013)
Több független mutató	
GDP arányos tőzsdei kapitalizáció, GDP arányos tőzsdei érték, tőzsdei hozamok.	Sadorsky (2010)
GDP arányos eladósodottság, magánszektor hitelei a GDP százalékában, tőzsdei kapitalizáció a GDP százalékában, tőzsdei hozamok a GDP százalékában.	Abbasi és Riaz (2016) Zhang (2011)
A magánszektor hitelei a GDP százalékában, egy főre jutó közvetlen külföldi befektetések.	Shahbaz et al. (2013)
Egy mutató	
A magánszektor hitelei a GDP százalékában.	Ozturk és Acaravci (2013) Pata (2018) López-Menéndez et al. (2014) Hove és Tursoy (2019) Abid (2017)

Forrás: Saját adatgyűjtés

A szakirodalmak alapján három kategóriába sorolom a pénzügyi fejlettség mérésére szolgáló módszereket, ezek alapján komplex mutatókkal, több független mutatóval, és egy mutatóval történhet a pénzügyi fejlettség mérése. A komplex mutatók a legátfogóbb megközelítést adják,

hiszen valamennyi pénzügyi terület dimenziójának jellemzőit tömörítik. KATIRCIOĞLU és TAŞPINAR (2017), HAYAT et al. (2018), ÇOBAN és TOPCU (2013), BECK és DEMIRGUC-KUNT (2009), WORLDBANK (2012) és STOLYAROVA (2013) statisztikai módszerekkel képeznek egy mutatót több, nemzetgazdasági szintű jövedelmi, finanszírozási és tőzsdei komponensből, például a banki hitelezés kihelyezett összege, a banki és a tőzsdei forgalom is helyet kapott a mutatókban. KATIRCIOĞLU és TAŞPINAR (2017) komplex mutatója a GDP-arányos banki hitelezéssel és többek között a likvid kötelezettségekkel mérte a pénzügyi fejlettséget. Szignifikáns eredményeket kapott. A komplex mutatókhoz a pénzügyi rendszerek alapos feltérképezésére van szükség, melynek korlátja lehet a rendelkezésre álló adatbázisok elérhetősége az elemzéshez szükséges időtáv megfelelő hossza.

Az adatok elérhetősége és a jellemzően rövidebb időtávra gyűjtött adatok miatt a komplex mutatóknál elterjedtebb módszer a tőzsde szerepével csak részben, vagy egyáltalán nem kalkuláló indexek. SADORSKY (2010), ABBASI és RIAZ (2016), ZHANG (2011), és SHAHBAZ et al. (2013) választása több mutatóra esett a pénzügyi fejlettség megragadására lehetővé téve, hogy egy-egy dimenziójának a közvetlen szerepe és mérhetővé váljon a károsanyag-kibocsátásra. A magánszektor hitelállománya a felsorolt szerzőknél is szerepel az elemzésekben, emellett pedig a tőzsdei kapitalizációval és a tőzsdei hozamokkal mérték a tőzsde szerepét és jelentőségét.

SADORSKY (2010) az első szerzők egyike, aki a tőzsde szerepét három külön mutatóval ragadja meg: a GDP arányos tőzsdei kapitalizációval, a GDP arányos kereskedett tőzsdei értékkel és a tőzsdei hozamokkal végzi az elemzést. Ez a megoldás nem igazán nyújtott szignifikáns eredményeket a tőzsde gazdasági szerepére és a károsanyag-kibocsátásra sem. Más szerzők (COBAN és TOPCU, 2013; ABBASI és RIAZ, 2016) rációzva az eredményre, és úgy vélik, a tőzsdék jelentős hatással vannak a gazdasági tevékenységekre, az energiafogyasztásra és a szén-dioxid-kibocsátásra is.

A legtöbb empirikus tanulmányban mindössze egyetlen egy mutatóval mérik a pénzügyi fejlettség hatását, a lakosságnak nyújtott hitelállomány nagyságával, amelyet a GDP százalékában adnak meg. A kihelyezett hitelállomány az indikátora egyben a lakosság vásárlási hajlandóságának is (OZTURK és ACARAVCI, 2013; PATA, 2018; HOVE és TURSOY, 2019; ABID, 2017; LÓPEZ-MENÉNDEZ et al. (2014)). Egy gazdaság pénzügyi szektorának több pénzügyi intézménye és piaca van, azonban a pénzügyifejlettség egy dimenziós mutatója csak a lakossági hitelezés és a lakossági finanszírozási lehetőséget tartalmazza. Alkalmazásuk mellett szól a lakosság jelentős szerepe a környezeti állapotban, és az adat könnyű és hosszú

távra szóló elérhetősége. A világ legtöbb gazdaságáról ez a pénzügyi adatsor szolgáltat kellő hosszúságú idősort az elemzésekhez, ezért Magyarország esetén én is a lakossági hitelezés GDP-arányos mutatóját fogom használni.

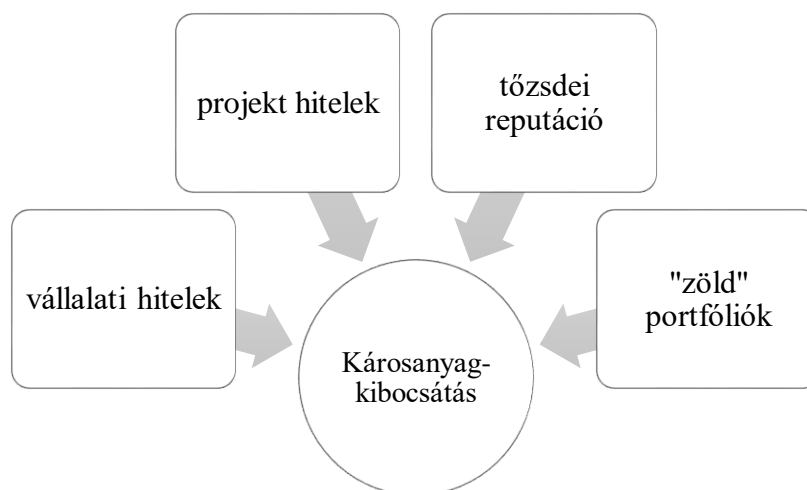
4.4.2. Fejlett pénzügyi rendszerek hatása a természeti környezet állapotára

A pénzügyi fejlettség kétféle módon befolyásolhatja a környezetünket. Jelen fejezet ismerteti, milyen kétféle, ellentétes hatást nyújthat a pénzügyi fejlettség, és kifejti ezen álláspontokat, majd végül pénzügyi-környezetgazdaságtani tanulmányok empirikus eredményeire tér ki.

A pénzügyi fejlettség a pénzintézetek tőkeáramlása, a tőkepiacok, és a közvetlen külföldi befektetések mértékével függ össze, és ezen három területen keresztül fejti ki hatását a környezet állapotára (ZHANG, 2011). Jelenleg két álláspont különböztethető meg a pénzügyi fejlettség energiafogyasztásra és károsanyag-kibocsátásra gyakorolt hatásáról. Az egyik álláspont szerint a háztartások és a vállalkozások ösztönözve vannak a könnyen elérhető, alacsony kamatozású hitelekkel gépparkjuk bővítésére. A gépek, berendezések terjedelmes állománya pedig magasabb energiafogyasztással jár, a növekvő energiafogyasztás pedig a többlet energiatermelés szükségén keresztül a szén-dioxid-kibocsátást emeli (CHANG, 2015). A másik álláspont az új termékekre mint környezetbarát és energiatakarékos eszközökre tekint, és hangsúlyozza, hogy a régi, korszerűtlen berendezések cseréjével az új, modern eszközök beszerzését segítik a könnyen hozzáférhető hitelek. Az új, modernebb gépek és berendezések alacsonyabb energiafogyasztása az energiatermelésben kevesebb károsanyag-kibocsátást indukál.

A szakirodalmak a pénzügyi fejlettség környezeti hatásának mindkét álláspontját igazolják. A környezeti hatásának bizonyításához a vállalati hiteleket, a projekt hiteleket és a tőzsdei jelenlét szerepét vizsgálom meg (5. ábra). Akárcsak a gazdasági növekedés környezeti hatásának felderítésekor, jelen esetben is fontos a vizsgált gazdaság jövedelmi szintje, mert az alacsony és a magas jövedelmű országokban más-más összefüggéseket találtak a pénzügyi fejlettség bővülésével. A fejlődő gazdaságok gyakran kompromisszumra kényszerülnek a gazdasági növekedés és a környezetromlás között, a kevésbé fejlett országok gyenge környezetvédelmi politikáját a fejlettebb gazdaságok hajlamosak kihasználni (HORVATH et al., 2018). Egyes kutatók (SHAHZBAZ et al., 2013; CLAESSENS és FEIJEN, 2007; HALICIOGLU, 2009) szerint a pénzügyi fejlődés a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez járul hozzá, amely a

hitelekkel magyarázható, mert a környezetkímélő szerep pozitív hozzávéka a vállalati hiteleknek.



5. ábra: A pénzügyi fejlettség csatornái a károsanyag-kibocsátás befolyásolására

Forrás: Saját szerkesztés az ismertett szakirodalmak alapján

A termelés hatékonyságának javítása, a költségek csökkentése és a versenyképesség javítása motiválja a vállalati szereplőket, a felújítások és a gépparkok modernizációjának finanszírozási háttérét pedig jórészt hitelből biztosítják. CLAESSENS és FEIJEN (2007) és HALICIOGLU (2009) szerint egy fejlett pénzügyi rendszerű gazdaság zöld, környezetbarát projektekkel mikro-és makroszinten is támogathatja a beruházásokat, fejlesztéseket, hozzájárulva az energiaköltségek (és az energia mennyiségének is) csökkentéséhez, közvetett módon pedig az emisszió mérsékléséhez.

A bankok hitelezése nemcsak a mikroszereplőket, hanem a kormányokat is segítheti a környezet degradációjának visszaszorításában. A tiszta energiát vagy más környezettudatos megoldást népszerűsítő zöld projektek megvalósuláshoz elengedhetetlen a bankok szerepe. A megfelelő szakpolitikai megállapodás alapján a pénzügyi intézmények biztosíthatnák a szükséges forrásokat a projektek vagy programok működtetéséhez, amelyek hozzájárulnak az energetikai infrastruktúra javításához és végül a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez (JIANG és MA, 2019).

A károsanyag-kibocsátás csökkentésének egyik, de nem kizárólagos módja a hatékonyság javítása. Emisszió-csökkentés új, alternatív energiatermelő rendszerekre történő átállással is elérhető. A megújuló energia ágazatnak nyújtott hitelezés fontos eleme lehet egy fejlett pénzügyi rendszerű gazdaságnak, amely a zöldenergia projektek elterjedéséhez is hozzájárulhat

akár hitelezéssel akár tőkefinanszírozással (DASGUPTA et al., 2004). Továbbá olyan technológiai innovációkat is támogatnak, amelyek tovább csökkenthetik az energiafelhasználást (BECK et al., 2000; ALFARO et al., 2006) illetve a fosszilis üzemanyagokról tiszta energiára való áttérést (BERLINGER és LOVAS, 2015).

A tőzsdei aktivitás egyik alkotóeleme a pénzügyi fejlettség összetett mutatójának. A tőzsdei cégek a hírnevük javítása és a társadalmi felelősségvállalási érdekeltségük miatt előnyben részesítik a környezetbarát befektetéseket (LANOIE et al., 1997; PARAMATI et al., 2016). Ezek a pénzügyi instrumentumok kibocsátó vállalatai a termelésben, működésben is alkalmaznak olyan környezetbarát technológiákat, amellyel a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésének finanszírozása a céljuk.

A környezeti (Environmental), társadalmi (Social) és kormányzati (Governance) faktorok, azaz az ESG szempontok szerepe egyre erősödik a pénzügyi világban és a pénzügyi döntéshozatalban (NAFFA és DUDÁS, 2020). „A nemzetközi zöldpénzügyi (green finance) szegmens negyedévről negyedévre rekordokat dönt, és már nemcsak kis, etikus mellékszereplők foglalkoznak vele, hanem a fejlett pénzügyi piacokon egyre inkább a fő irányvá válik. A világ vezetői bankjai között ma már nem igazán találunk olyat, amely ne rendelkezne kifejezetten zöldhitelek-portfólióval, társadalmilag felelős (ESG-alapú) vagyonkezeléssel vagy éppen általa kibocsátott zöldkötvénnyel” (GYURA, 2019, 1.o.).

Más kutatások úgy vélik, hogy a pénzügyi fejlettség környezetszennyező, és a gazdasági növekedés indikáló szerepe miatt csak fokozza a szennyezést. A hitelezés egy ösztönzőrendszer része, amely olyan gépek és berendezések beszerzésére motivál, amelyek növelik a lakossági energiafelhasználást. A jól működő pénzügyi rendszer ismérve, hogy képes az információs aszimmetriát feloldani és kiszélesíteni a finanszírozási csatornákat. A lakosság otthonai modernizálásához, a vállalkozások beruházásaikhoz juthatnak jóval alacsonyabb költségek mellett hitelhez. A hitelek könnyű elérhetőségével bővül a termékkereslet, megnövekszik az energiafogyasztás, ami növeli a szén-dioxid-kibocsátást. Legalább az energiafogyasztás bizonyosan emelkedik (OZTURK és ACARAVCI, 2013). A pénzügyi szektor fejlődése jobb és hatékonyabb szolgáltatást nyújt a háztartások fogyasztási hiteleihez, megkönnyítve a háztartások időben eltolódó fogyasztásának előrehozását, és további áruk, például ingatlanok, gépjárművek és egyéb elektromos készülékek vásárlására ösztönzi őket. Hosszú távon a társadalmi fogyasztás bővülését vetíti elő (JIANG és MA, 2019).

A tőzsde szerepe a gazdasági növekedés indukálásával fokozza a környezetszennyezést. A tőzsde a gazdaság fontos barométereként jelzi a gazdaság növekedését, fejlettsége általános társadalmi jólétet eredményez (FAIN és NAFFA, 2019; JIANG és MA, 2019). A tőzsde a jólét fogyasztás-serkentő hatása révén nagymértékben növeli a vállalkozások és a fogyasztók beszerzéseit is, de a vállalkozásoknak az energiafogyasztás és a szén-dioxid-kibocsátás növekedéséhez vezet az üzleti tevékenységük fokozása (SADORSKY, 2010; SADORSKY, 2011). A szakirodalmak szerint ugyan javul a géppark hatékonyságának színvonala, de oly mértékben bővül, hogy a visszapattanó hatás érvényesül: a környezetbarát technológiák hasznát (emisszió-megtakarítását) felülmúlja az eszközök együttes, többlet-emissziója.

Összességében két hatás érvényesülését igazolják a szakirodalmak: a pénzügyi fejlettség ösztönözheti a megnövekedett energiaigény helyettesítését (csökkentve az energiafogyasztást és a károsanyag-kibocsátást), ugyanakkor biztosítja az energiaipar hitelezési tőkét (növelve az energiafogyasztást és a károsanyag-kibocsátást). A tőzsde a portfólióban megjelenő vállalatok környezettudatos magatartását kétféle módon erősítheti, egyrészt saját működésük és fogyasztásuk átalakításával, másrészt a tőzsdén kereskedett ESG alapok vagy zöld portfóliók terjedésével járulhat hozzá a károsanyag-kibocsátás csökkentéséhez.

5. AZ EMPIRIKUS VIZSGÁLAT, A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE HIPOTÉZIS TESZTELÉSÉNEK MÓDSZERTANA

Az értekezés célja, hogy a szén-dioxid-kibocsátásra vonatkozó környezeti Kuznets-görbe hipotézist tesztelje Magyarországon 1982-2016 között. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésében figyelembe vettem a makrofolyamatok jelenlétét, és a villamosenergia-felhasználás, a pénzügyi fejlettség, és az urbanizáció is szerepel a bővített modellekben. A számításhoz az idősorok tulajdonságai (ld. 6.1. fejezet) és a modellben részt vevő folyamatok várhatóan időben később jelentkező hatása miatt autoregresszív osztott késleltetésű (ARDL) modellt alkalmaztam az elemzéshez.

Az ARDL-modellek kointegrációs tesztelése után, vektor hibakorrekciós (VECM) modellel kerestem az oksági kapcsolatokat, és impulzusválasz függvényekkel valamint variancia dekompozícióval mértem a szén-dioxid-kibocsátásban közre játszó tényezők hatásának nagyságát és a váratlan sokkokra adott reakciójukat. Ebben a fejezetben bemutatom a vizsgálatban felhasznált adatokat, és az alkalmazott módszertant.

5.1. Hipotézisek és az értekezés céljainak ismertetése

Az értekezés célja a magyarországi környezeti Kuznets-görbe modellezésével a gazdasági növekedés és károsanyag-kibocsátás közötti kapcsolat ismertetése az 1982-2016 közötti időszakra vonatkozóan, a környezeti Kuznets-görbe alakjának meghatározásával, és az azt befolyásoló makrofolyamatok hatásainak vizsgálatával. Hazánkra vonatkozóan a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésével nemcsak a növekedés és szennyezés kapcsolatát, hanem a villamosenergia-felhasználás, a pénzügyi fejlettség, és az urbanizáció szerepét is azonosítom.

A környezeti Kuznets-görbe alakjának beazonosítása, és a változók közötti kapcsolatok elemzése felfedi, hogy (1) Magyarországon a gazdasági növekedés célok elérése a környezeti állapot javulását vagy rombolását hozták-e magukkal az elmúlt évtizedekben, és (2) megtörtént-e már az érett gazdaságba átlendítő fordulópontra elérése. A társadalmi-gazdasági és környezeti folyamatok kapcsolatában – a szakirodalmak ajánlásai alapján – a hipotézis bővített tesztelésével a fejlettség legelterjedtebb mérőszámának, a (3) villamosenergia-felhasználásnak, a finanszírozás biztosításával összefüggően a (4) pénzügyi fejlettségnek, valamint a városok fenntarthatóságban betöltött szerepének mérésével az (5) urbanizáció hatását is azonosítom a szén-dioxid-kibocsátás több évtizedes trendjeinek alakulásában.

Az általános célkitűzésekhez az alábbi specifikus célokat rendeltem:

- a károsanyag-kibocsátást befolyásoló tényezők hatásának, a hatások nagyságának az összehasonlítása,
- a károsanyag-kibocsátást befolyásoló tényezőkben (gazdasági növekedés, villamosenergia-felhasználás, urbanizáció, pénzügyi fejlettség) bekövetkező sokkok hatásának vizsgálata a károsanyag-kibocsátásra,
- a villamosenergia-fogyasztás és gazdasági növekedés kapcsolatának vizsgálata a környezeti Kuznets-görbe hipotézis igazolásához,
- a villamosenergia-fogyasztás illetve a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés ok-okozati kapcsolatát befolyásoló tényezők azonosítása,
- a pénzügyi fejlettség környezetszennyezésben lévő szerepének mérése,
- az urbanizáció károsanyag-kibocsátásban betöltött szerepének azonosítása.

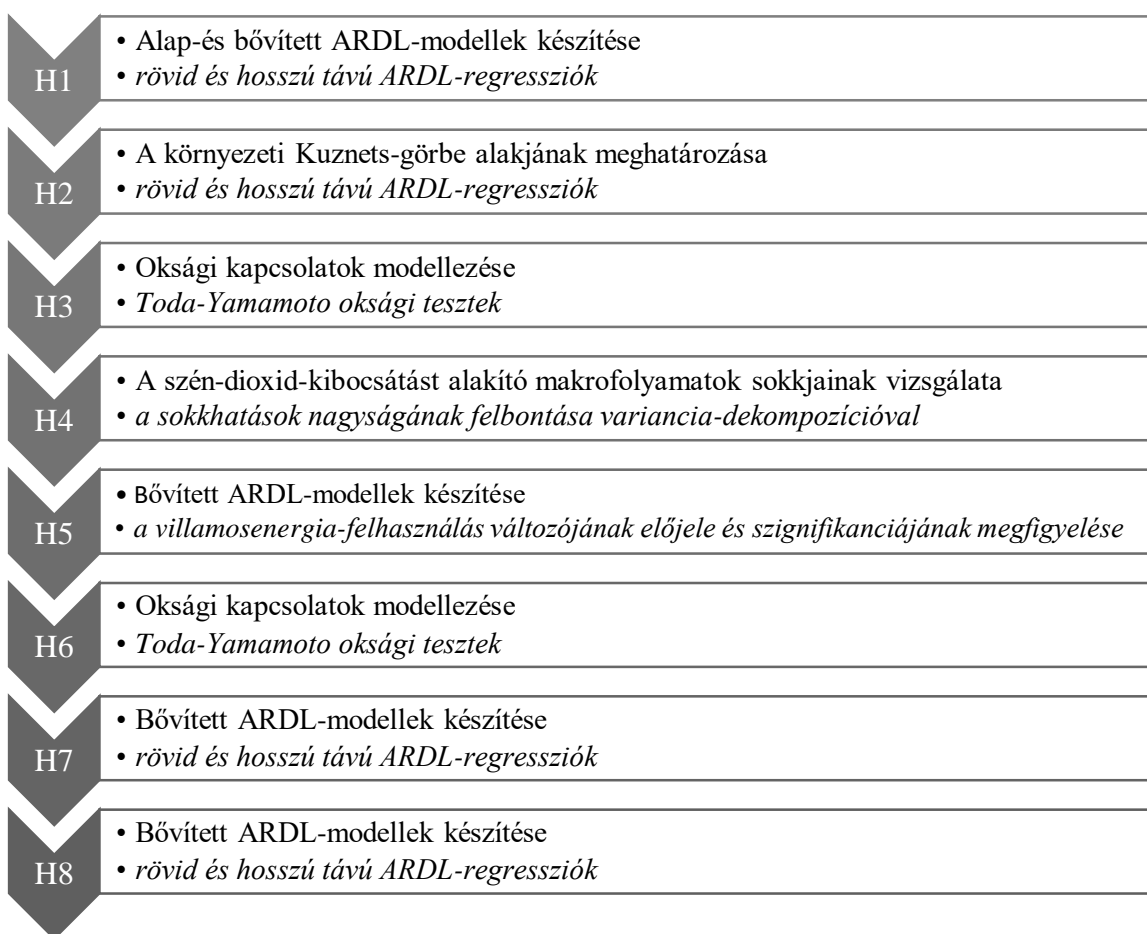
A stratégiai és általános célokból jelen értekezésben az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

- H1a: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H1b: Makrofolyamatok figyelembevételével mellett az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.
- H3: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között oksági kapcsolat van Magyarországon. Az okság iránya a gazdasági növekedéstől mutat a szén-dioxid-kibocsátás felé.
- H4: A szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe a gazdasági növekedésnek és a pénzügyi fejlettségnek van.
- H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.
- H6: A villamosenergia-felhasználás csökkenése előre jelezheti a gazdasági növekedés hanyatlását.

H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.

H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdei megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

A hipotézisek tesztelésének eszközeit és módszertanát, egyben az elemzés gondolatmenetét a 6. ábrán foglaltam össze. Minden hipotézisnél jelöltem azt a modellezési lépést, amely elvégzése szükséges az adott hipotézis igazolásához. A második sorban a hipotézis megválaszolásában alkalmazott módszertan olvasható.



6. ábra: A hipotézisek és tesztelésük módszertani összefoglalója

Forrás: Saját szerkesztés

Összefoglalva, a hipotézisek többségének igazolását az alap-és bővített környezeti Kuznets-görbe modellek teszik lehetővé. Kiemelném, hogy csak az érvényes, minden statisztikai feltételnek megfelelő modellekből vonok le következtetéseket a hipotézisekre vonatkozóan. Az oksági kapcsolatok és a variancia dekompozíció a makrofolyamatok közötti szorosabb

kapcsolat megértését segítik, és azokat a mélyebb összefüggéseket tárják fel, amelyre a lineáris regresszió alapuló ARDL-modellek nem képesek.

5.2. Adatok és változók

Az elemzés inputjául szolgáló idősoros adatokat több hazai és nemzetközi forrásból gyűjtöttem, hogy kellően hosszú távú adatsor álljon rendelkezésre az elemzéshez. A szén-dioxid-kibocsátás (tonna) és a populáció (fő) adatok a Világbanktól (Worldbank, 2018) származnak. A szakirodalmakban láthattuk, hogy a környezeti Kuznets-görbe környezeti mutatója rugalmasan választható, ugyanakkor vitathatatlan, hogy a szén-dioxid-kibocsátás a legelterjedtebb mérőszáma a hipotézist tesztelő kutatásoknak, ezért esett erre a légszennyezettségi mutatóra a választásom. Az eredményeim így más szakirodalmakkal korrekt módon összehasonlíthatók és a különbségek értékes információkkal szolgálhatnak a gazdaságok működéséről. A hosszú idősorok elérhetősége is korlátozta a választást, hiszen a szén-dioxid-kibocsátás alakulására állnak rendelkezésre a leginkább adatok. Az indikátorok négy csoportja közül, a magyarországi természeti erőforrásokat és a földrajzi jellemzőket figyelembe véve, véleményem szerint a földhasználati mutatók alkalmazása is indokolt lehetne.

A villamosenergia-felhasználás (ezer kWh) adatok a Magyar Energia és Közmű Hivatal (MEKH) adatbázisából, az urbanizáció (városok száma) adatait pedig a Központi Statisztikai Hivataltól (KSH) kaptam. A pénzügyi fejlettséget egy mutatóval, a pénzügyi fejlettség indexével mértem a több pénzügyi-gazdasági mutató egy modellbeli alkalmazásával előidézhető multikollinearitás elkerülése érdekében (COBAN és TOPCU, 2013). A pénzügyi fejlettség (FD index¹) forrása az IMF, a hosszú távú gazdasági növekedés (amerikai dollár, 2011-es árfolyamon) adatok forrása hasonlóan GALLI (1998) és MEDLOCK–SOLIGO (2001) kutatásához, és az IMF hosszú távú gazdasági idősorokra tett ajánlásának megfelelően (BAKKER et al., 2020) a Penn World Table from Groningen Growth and Development Centre (GGDC). Az adatok és források összefoglalása a 4. táblázatban látható.

¹ FD=financial development azaz pénzügyi fejlettség. A szakirodalom gyakran FDI (financial development index) rövidítést is használ a pénzügyi fejlettséget mérő indexre, azonban nem összekeverendő az ugyanilyen rövidítésű, foreign direct investment, mint külföldi közvetlen működőtőke-befektetéssel.

4. táblázat: Az elemzéshez felhasznált adatok és források

Változó	Mértékegység	Forrás
Egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás	tonna	Világbank (2018)
Egy főre eső gazdasági növekedés	ezer USD, 2011. évi árfolyamon	GGDC (2018)
Egy főre eső villamosenergia-felhasználás	ezer kWh	MEKH (2018)
Urbanizáció (városok száma)	darab	KSH (2016)
Pénzügyi fejlettség (index)	0-1 között	IMF (2020)

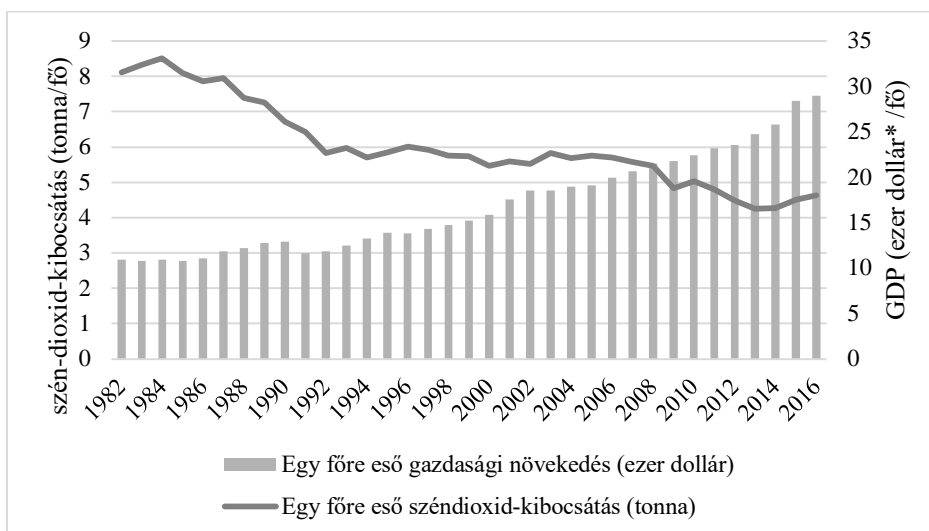
Forrás: Saját szerkesztés

A vizsgálatban az adatokat egy főre eső értékben szerepeltettem, hogy a populáció nagyságának változását kiszűrjem, kivéve az urbanizációt (amely a városok számát jelenti) és a pénzügyi fejlettséget (amely egy index). A pénzügyi fejlettség mutatót kivéve, természetes logaritmusukban számoltam az adatokkal. Miután jelen értekezés olyan idősorokkal dolgozik, amelyek közt eredeti formájukban jelen lehet a multikollinearitás problémája, ezért GUJARATI és PORTER (2009) és STUDENMUND (2006) ajánlását megfogadva, az adatokkal átalakított formában, azaz természetes logaritmusokkal számoltam az ARDL-modelleket, csökkentve a multikollinearitás problémájának esélyét.

A környezeti Kuznets-görbe megismeréséhez fontos a görbét alakító folyamatok megismerése, legfőképpen a károsanyag-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolatának az elemzése. A 8. ábrán látható a két folyamat alakulása 1982-2016 közötti időszakban. Az 1982-84 közötti években a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás is növekedett. A két folyamat pozitív irányú együttmozgására az 1990-es évek közepén volt még példa. 2013-tól a szén-dioxid-kibocsátás lassú emelkedésnek indult a gazdasági növekedés emelkedésével. 2016-ban az egy főre jutó szén-dioxid-kibocsátás 4,6 tonna/fő volt.

A károsanyag-kibocsátás szempontjából kedvező folyamat az ún. szétválás (decoupling), amikor egy gazdasági változó anélkül képes növekedésre, hogy a vizsgált környezeti változó romlást mutatna, ez a gazdasági növekedés (egy főre eső GDP) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás (tonna) alakulását mutató 7. ábra szerint az 1990-es években történetelt Magyarországon (KSH, 2018). POZSONYI és SZŐKÉNÉ BOROS (2020) a magyar gazdaság fejlődésének bemutatásakor úgy jellemezték a 20. század második felét, hogy a folyamatos gazdasági fejlődésben hullámvölgyek voltak. Az 1980-as évekkel kezdődően az olajválság okozott a növekedésben visszaesést, aztán a külföldi piacok elvesztése miatt csökkent a termelés. A GDP több mint egy harmadát még akkoriban az ipar adta. A gazdasági növekedés az 1993-ban volt mélyponton, és egy évtized kellett, hogy elérje az 1990. évi szintet. Folyamatos emelkedés 2010-től tart, a 2018-2019-es 5 százalékos körüli növekedési ütemre pedig

40 éve nem volt példa a magyar gazdaságban (POZSONYI és SZŐKÉNÉ BOROS, 2020). A GDP kétharmadát ma a szolgáltató szektor teszi ki.



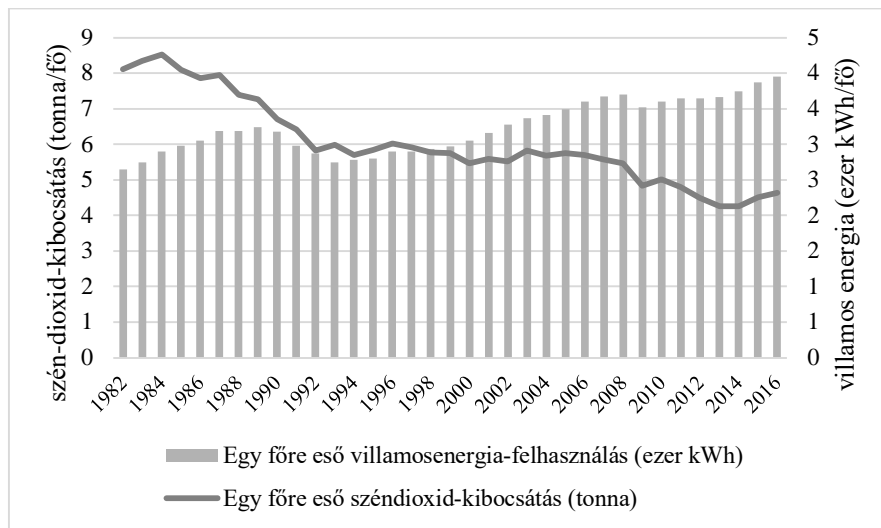
7. ábra: Az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás (tonna/fő) és az egy főre eső gazdasági növekedés (ezer dollár/fő*) alakulása 1982-2016 között Magyarországon

* 2011. évi árfolyamon számolt gazdasági növekedés (GDP)

Forrás: Saját szerkesztés Világbank (2018) és GGDC (2018) alapján

A legnagyobb üvegházhatású gázt kibocsátó nemzetgazdasági ágazat az energiaellátás (KSH, 2019). Az ipar hanyatlásával az energiatermelés csökkent, és az üvegházhatású gázok kibocsátásának volumenében is észrevehető változást okozott (KSH, 2018). Az üvegházhatású gázok 70%-áért felelős szén-dioxid-kibocsátásának visszaesése 2000-tól a villamosenergia-termelésben háttérbe szoruló fosszilis tüzelőanyagoknak is köszönhető volt. A villamosenergia-felhasználásból származó üvegházhatású gázok 22,5%-a az egy főre eső teljes (közvetlen és közvetett tevékenységekkel összefüggő) szén-dioxid-kibocsátásnak (PATOCSKAY és GYÓRFY, 2018). Az egy főre eső villamosenergia-felhasználás kisebb-nagyobb kilengésekkel követi az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás alakulását.

A szén-dioxid-kibocsátástól feltehetően szétválasztódott a villamosenergia-felhasználás folyamata, hiszen a 2000-es évek elejétől ellentétes irányú változásokat látunk a 8. ábrán, habár az 1980-as évek végén mindkét idősor csökkenő tendenciát mutat, míg 2002-2003 között és 2013-tól emelkedés látható az egy főre eső villamosenergia-felhasználás és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás idősorában is.



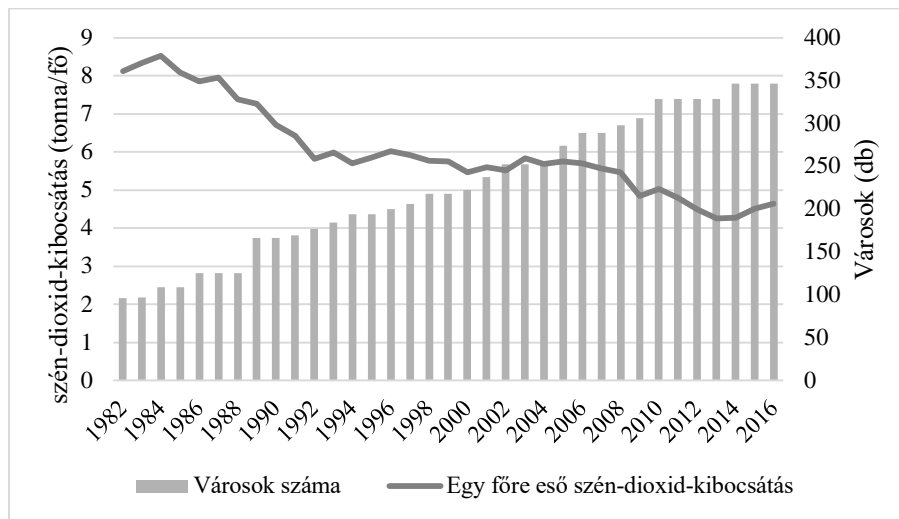
8. ábra: Az egy főre eső villamosenergia-felhasználás (ezer kWh) és az egy főre eső széndioxid-kibocsátás (tonna/fő) alakulása 1982-2016 között Magyarországon

Forrás: Saját szerkesztés MEKH (2018) alapján

A városok száma 1980 óta folyamatos növekedést mutat Magyarországon (KSH, 2016). Manapság a 3155-ből 346 település városi rangú. A növekedéshez az is hozzájárult, hogy felgyorsult a városi rangok odaítélésének folyamata, egyre szabadabbá és kevésbé kvantitatívá vált az elvárás küszöb a városi ranghoz (MANDORA.HU, 2013). A városok számának emelkedése azonban nem minden esetben vezetett a városi funkciókat betöltő települések számának növekedéséhez (BELUSZKY és GYŐRI, 2006; KSH, 2015), noha mint a kelet-közép-európai urbanizáció jellemző vonásaként felgyorsult a falusi térségek városiasodása (KOVÁCS, 2009).

Az urbanizáció magyarországi hatásához megemlítendő, hogy a városi lakosság száma nem feltétlenül a városokba költözéssel nőtt, hanem a települések várossá nyilvánításával a helyben maradó népesség is könnyen városi lakóvá vált (VAROSSANYILVANITAS.HU, 2017). A rendszerváltás utáni két évtizedben az újonnan városi rangot kapó települések 8000 fő körüli lakónépességet számoltak. A következő évtizedben ez lecsökkent átlagosan 5800-ra, míg 2010 után alig haladta meg az 5000 fős népességszámot (PIRISI és TRÓCSÁNYI, 2015). A 9. ábrán az is látható, hogy egy főre eső széndioxid-kibocsátással az urbanizáció ellentétesen mozog, azonban itt is vannak kivételes időszakok, amikor mindkét idősor emelkedésnek indult, például az 1980-as évek eleje és az 1990-es évek közepe.

Úgy gondolom, megtévesztő lenne az urbanizációt a városi lakosság arányával mérni, de a településszerkezet változását mégsem lehet figyelmen kívül hagyni, ezért a városok számával mérem az urbanizációs hatást.

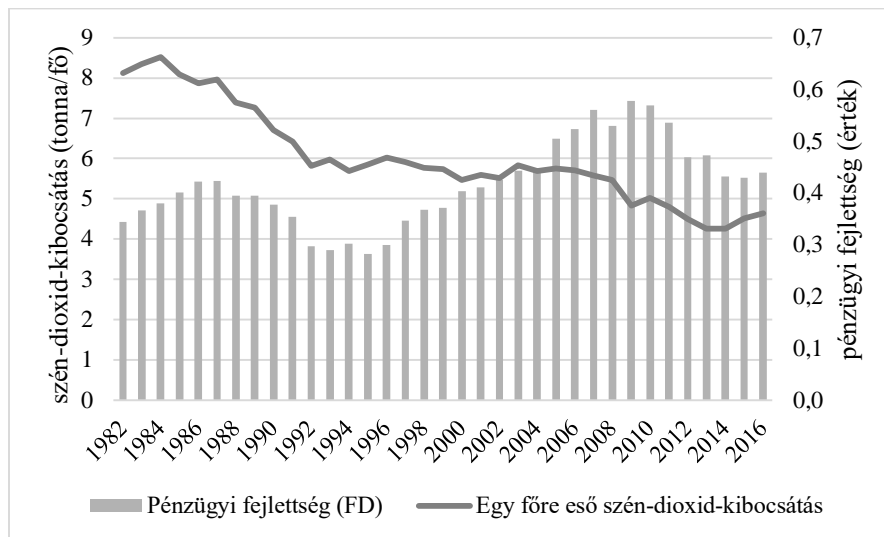


9. ábra: Az urbanizáció (városok száma) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás alakulása 1982-2016 között Magyarországon

Forrás: Saját szerkesztés KSH (2018) alapján

A pénzügyi fejlettség alakulását is ábrázolja a 10. ábra. A mutatónak az IMF által számolt formáját használtam az elemzéshez, hogy ne csak a szakirodalom által leggyakrabban alkalmazott, a hitelállomány GDP-hez viszonyított nagyságát, hanem a komplex multidimenzionális jellegét is mérjem a pénzügyi fejlettséggel, például az intézményi háttérrel vagy a pénzpiacok teljesítőképességét. A mutató magában foglalja a pénzpiacok méretét, likviditását, a pénzügyi szolgáltatások elérhetőségét és a hatékonyságot is. A pénzügyi fejlettség mutató 9 másik mutató súlyozásával készült, a mutató súlyozása és előállítását részletesen SVIRYDZENKA (2016) munkájában olvasható (IMF, 2020).

A pénzügyi fejlettség alakulása hektikus. A vizsgálat első évtizedében, a rendszerváltást követően csökkenésnek indult és 0,3 alá esett az egyébként 0-1 tartományban mozgó mutató. Az 1990-es évek közepétől indult emelkedésnek, és a 2008-as válság sem vetette hirtelen vissza. A tovagyrúzó és lassú hatás jele lehet a fokozatos csökkenés, és a válságból való kilábalásra utalhat a 2016-ban kezdődő emelkedés. A szén-dioxid-kibocsátástól a legkülönbözőbben a pénzügyi fejlettség mutatójának az alakulása mozog. 1995-ig együttmozog a két folyamat a növekvő és a csökkenő időszakokban is, 1995-2000 között viszont ellentétes irányba változnak. Az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás kisebb kilengésekkel stagnáló trendje mellett a pénzügyi fejlettség a válság előtt, 2004-2007 között megugrott. 2010-től mindkét folyamat változása negatív irányú, 2014-től pedig pozitív irányba változnak.



10. ábra: A pénzügyi fejlettség (FD-index) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás alakulása 1982-2016 között Magyarországon

Forrás: Saját szerkesztés IMF (2018) alapján

Jelen fejezetben bemutatásra kerültek a környezeti Kuznets-görbe alakulását befolyásoló tényezők idősorai. A modellek felépítése, és az elemzés a továbbiakban a szén-dioxid-kibocsátás, a gazdasági növekedés és négyzetes, köbös formája, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség bemutatott mutatóira épül.

5.3. A környezeti Kuznets-görbe ARDL modelljei

RAMANATHAN (2003) kifejti, hogy a gazdasági változók hatása ritkán azonnali, mert a fogyasztóknak, termelőknek és a gazdaság más szereplőinek időbe telik, míg reagálni tudnak a változásokra, ezért az idősoros ökonometriai modelleket gyakran késleltetésekkel fogalmazzák meg. Jelen értekezésben a reagálás időigénye miatt később jelentkező hatásokat feltételezek a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség szén-dioxid-kibocsátásra gyakorolt hatásában. Miután a gazdasági növekedés és annak négyzetes és köbös formája is helyet kap a környezeti Kuznets-görbe modellekben, ezért az ARDL-modellezési keretet választottam, amely a multikollinearitásból adódó problémákat is kezelni képes, és megbízható eredményt ad (NARAYAN és NARAYAN, 2010; AL-MULALI et al., 2015).

A szakirodalomban szereplő tanulmányok alapján a környezeti Kuznets-görbe alapja, a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés kapcsolata lineáris regresszióval írható fel, amely

fokozatosan bővíthető a gazdasági növekedés nemlineáris, négyzetes, majd köbös tagjával a görbe N és fordított N-alakjának felderítéséhez:

$$CO2_t = f(GDP_t) \quad (16)$$

$$CO2_t = f(GDP_t, GDP_t^2) \quad (17)$$

$$CO2_t = f(GDP_t, GDP_t^2, GDP_t^3) \quad (18)$$

ahol $CO2_t$ a szén-dioxid-kibocsátás és GDP_t a gazdasági növekedés, GDP_t^2 a négyzetes gazdasági növekedés, a GDP_t^3 pedig a köbös gazdasági növekedés egy főre vetítve. Miután számos makrofolyamat szerepet játszhat a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában, ezért a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének tesztelését bővített modellkeretben is elvégeztem. A gazdasági növekedés lineáris, négyzetes és köbös tagja mellé a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség is bekerült.

$$CO2_t = f(GDP_t, GDP_t^2, GDP_t^3, EC_t, URB_t, FD_t) \quad (19)$$

ahol $CO2_t$ az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás, GDP_t a gazdasági növekedés, ennek négyzetes illetve köbös formája, míg EC_t a villamosenergia-felhasználás, URB_t az urbanizáció, FD_t a pénzügyi fejlettség. Az adatokat egy főre eső értékben tüntettem fel és természetes logaritmusukban:

$$\ln CO2_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDP_t^2 + \beta_3 \ln GDP_t^3 + \beta_4 \ln EC_t + \beta_5 \ln URB_t + \beta_6 \ln FD_t + \varepsilon_t \quad (20)$$

ahol a β_0 tengelymetszet, $\beta_1 \dots \beta_6$ a magyarázó változók koefficiensei, ε_t pedig a hibatag normális eloszlással, nulla várható értékkel és konstans varianciával. A környezeti Kuznets-görbe alakja meghatározható a β paraméterek előjeleinek váltakozásából és a koefficiens szignifikanciájából (6. táblázat). Ha $\beta_1 > 0$, és $\beta_2 < 0$, akkor két egyenlőtlenség együttes szignifikáns teljesülése a környezeti Kuznets-görbe fordított U-alakját jelenti. A jövedelmi sokk környezeti hatása a gazdasági növekedés köbös alakjának bevonásával tesztelhető. Például, ha a gazdasági növekedés köbös tagja, azaz $\beta_3 > 0$, a görbe N-alakot vesz fel, a béták valamennyi ellentétes értéke pedig a fordított N-alakot eredményezi. Amennyiben $\beta_1 = \beta_2$, akkor nincs kapcsolat a jövedelem és a környezeti degradáció között, a szén-dioxid-kibocsátás függetlenül alakul a gazdaság növekedésétől.

Mint az 5. táblázat mutatja, a görbe további formákat is felvehet, nem elégedhetünk meg az U- és a fordított U-alak felderítésével, mert az nem ad információt a fordulópont elérése utáni kilátásokról. A görbék alakjairól bővebben LÓPEZ-MENÉNDEZ (2014) munkájában olvashatunk.

5. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe alakjai

Fordított U-alak	U-alak	N-alak	Fordított N-alak	Monoton növekvő	Monoton csökkenő	Nincs kapcsolat
$\beta_1 > 0$	$\beta_1 < 0$	$\beta_1 > 0$	$\beta_1 < 0$	$\beta_1 > 0$	$\beta_1 < 0$	
$\beta_2 < 0$	$\beta_2 > 0$	$\beta_2 < 0$	$\beta_2 > 0$	$\beta_2 = \beta_3 = 0$	$\beta_2 = \beta_3 = 0$	$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$
$\beta_3 = 0$	$\beta_3 = 0$	$\beta_3 > 0$	$\beta_3 < 0$			

Forrás: López-Menéndez (2014) alapján saját szerkesztés

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelését és a változók közötti kapcsolatot az idősorok jellegéből adódóan ARDL modellekkel végeztem. A választás indoka, és a modellezés lépései a következő fejezetben olvashatók, jelen fejezet a modellek bemutatására korlátozódik. Az ARDL-modell a folyamatok rövid távú dinamikáját a hosszú távú egyensúlyi pályájukkal egyszerre ragadja meg, és vektor hibakorrekciós modellel (VECM) becsülhető (BEGUM et al., 2015):

(21)

$$\begin{aligned}
 \Delta \ln CO2_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln CO2_{t-1} + \beta_2 \ln GDP_{t-1} + \beta_3 \ln GDP_{t-1}^2 + \beta_4 \ln GDP_{t-1}^3 + \beta_5 \ln EC_{t-1} \\
 & + \beta_6 \ln URB_{t-1} + \beta_7 \ln FDI_{t-1} \\
 & + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{k=1}^q \delta_k \Delta \ln GDP_{t-k}^2 \\
 & + \sum_{l=1}^q \omega_l \Delta \ln GDP_{t-l}^3 + \sum_{m=1}^q \vartheta_m \Delta \ln EC_{t-m} + \sum_{n=1}^q \sigma_n \Delta \ln URB_{t-n} \\
 & + \sum_{r=1}^q \theta_r \Delta \ln FDI_{t-r} + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

ahol $\ln GDP_{t-1}$ az elsőrendű késleltetettje a gazdasági növekedés logaritmusának, $\delta \dots \omega$ a magyarázó változók koefficiense, Δ a differenciaoperátor, ε_t a hibtag normális eloszlással, nulla várható értékkel és konstans varianciával. Az $\ln CO2_t$ az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás, $\ln GDP_t$ a gazdasági növekedés, ennek négyzetes illetve köbös formája, míg $\ln EC_t$ a villamosenergia-felhasználás, $\ln URB_t$ az urbanizáció természetes alapú logaritmus, és FD_t a pénzügyi fejlettség.

5.4. A modellezés lépései

Ebben a fejezetben bemutatom, hogyan építettem fel az elemzést, milyen lépéseken keresztül jutottam el a környezeti Kuznets-görbe megalapozott, megfelelő és érvényes modelljéig. A fejezet először az ARDL-modellek alkalmazhatóságát vizsgálja, aztán a változók közötti oksági kapcsolatokat, majd egy esetleges sokk hatását teszteli a modellben. A modell megbízhatósága és stabilitása is ellenőrzésre került.

5.4.1. Az ARDL-módszer alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata

Az ARDL-modell alkalmazhatóságának feltétele (1) az idősorok hibatagjainak normalitása és (2) az idősorok első-vagy nulladrendű integráltsága (PESARAN et al., 2001). A feltételek sérülésével a modell nem megbízható, torzított eredményt mutathat, és az eredmények mintán kívüli kiterjesztése és általánosítása nem javasolt.

A normalitásra vonatkozó feltétel teljesülését a Jarque-Bera normalitás teszttel vizsgálom. A Jarque-Bera teszt az illeszkedés jóságát mutatja, amely a harmadik és negyedik momentum, azaz a csúcosság és a ferdeség vizsgálatán alapul. Az értékek mindig nemnegatívak, azonban amennyiben a teszt értéke jóval meghaladja a nullát, és szignifikáns ($p < 0,05$) valószínűség mellett a normál eloszlás nullhipotézise elvethető, akkor a hibatagok nem normál eloszlást követnek.

A Jarque-Bera tesztstatisztika a következő (JARQUE és BERA, 1980):

$$JB = \frac{n}{6} \left(\frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} \right)^2 + \frac{n}{24} \left(\frac{\mu_4}{\mu_2} - 3 \right)^2 \quad (22)$$

ahol $\frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$ a minta csúcosságának mutatója és $\frac{\mu_4}{\mu_2}$ a minta ferdeségének mutatója, n a megfigyelések száma. A normális eloszlás nullhipotézise értelmében a Jarque-Bera próbastatisztika 2 szabadságfokú χ^2 -eloszlás. Ez a közelítés azonban csak nagy mintán alkalmazható, kis mintán Monte-Carlo szimulációval becsülik meg a kritikus értékeket (WUERTZ és KATZGRABER, 2005).

Az ARDL-módszer következő feltétele, hogy az idősorok nullad vagy elsőrendben integráltak legyenek. Az ARDL-modell előnye a hagyományos kointegrációs tesztekkel szemben, hogy első-és másodrendben integrált folyamatok vegyesen is szerepelhetnek a modellben. Ennek ellenére azonban el kell végezni az egységgyök-tesztelést, mert az idősorok legfeljebb

elsőrendű integráltsága megengedett (PESARAN et al., 2001; SHAHBAZ et al., 2013; SHAHBAZ et al., 2017; RAHMAN, 2017). Az egységgyök-tesztelését a hagyományos kiterjesztett Dickey-Fueller (ADF) egységgyök-teszt mellett az idősorok jellegzetességéhez igazodva a Zivot-Andrews strukturális-törés egységgyök-teszttel (ZA) is elvégeztem.

A ZA-teszt választása mellett szólt, hogy az idősorokban lehet törés, például Magyarország esetében az 1990-es évek elején, a rendszerváltás időszakának környékén. Ennek lehetősége azért fontos, mert a hagyományos egységgyök-tesztek szerkezeti törések jelenlétében nem nyújtanak megbízható eredményt (PERRON, 1989). A ZA-teszt a törés dátumának keresésekor dummy változókkal vizsgálja a kiterjesztett Dickey Fueller teszt t-statisztikáját (ZIVOT és ANDREWS, 1992). Zivot és Andrews is három lépésben teszteli az egységgyök létezését, akár csak a Perron-féle strukturális-törés-teszt (RAHMAN és SAADI, 2008; ZIVOT és ANDREWS, 1992):

$$\text{Model (A): } \Delta x_t = \mu^A + \gamma_t^A + \beta^A DT_t + \alpha^A x_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i^A \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (23)$$

$$\text{Model (B): } \Delta x_t = \mu^B + \gamma_t^B + \delta^B DT_t + \alpha^B x_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i^B \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (24)$$

$$\text{Model (C) } \Delta x_t = \mu^C + \gamma_t^C + \delta^C DT_t + \beta^C DU_t + \alpha^C x_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_i^C \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (25)$$

ahol mind a három Δx_t trendstacioner idősor folyamatok ismeretlen időpont-beli töréssel, γ a trend törése t-ben, β és δ a trend törésének együtthatói, melyeknek nullával való egyenlősége egy eltolásos véletlen bolyongás folyamat eredményez; az 1-3 regressziók n regresszorai kiküszöbölik a tesztstatisztikák határeloszlásában a temporális függőség torzításait; ε_t a hibatag; D_t a dummy változó, amely az átlagos eltolódásokat jelzi minden lehetséges törésponton, és DU a trend eltolását jelzi, ahol:

$$DU_t = \begin{cases} 1 & \text{ha } t > TB \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad \text{és} \quad DT_t = \begin{cases} 1 & \text{ha } t > tB \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (26)$$

A gyakran alkalmazott Zivot–Andrews-próba nullhipotézisében az egységgyök, alternatív hipotézisében pedig a trendtörés melletti stacioner folyamat szerepel (MÁK, 2011).

Az ARDL-modell alkalmazhatósági feltételeinek vizsgálata után a következő fejezetben rátérek a számolás lépéseinek bemutatására, elsősorban a kointegráció tesztelésének modelljeivel, majd az okság-modellek következnek.

5.4.2. Kointegráció tesztelése az ARDL határtesztelés módszerrel (ARDL bounds testing approach)

A vizsgált változók közötti feltételezett összefüggések megismeréséhez az ARDL határtesztelés módszerét (továbbiakban: ARDL-módszer) alkalmaztam. Az ARDL-módszer képes arra, hogy egyszerre ragadja meg a változók közötti hosszú távú egyensúlyi kapcsolatot, és a változók idősorainak hosszú-és rövid távú dinamikáját, azaz ugyanazon idősorra a rövid távú mintázatokból és a folyamatok hosszú távú együttmozgásából is illeszti a becslőfüggvényeket (PESARAN et al., 2001). Az ARDL-modell PESARAN et al. (2001) nevéhez kötődik, és ahogy SÁVAI (2019) is írja, a modellt „a függő változót saját késleltetett értékei, a magyarázó változó és késleltetett értékei, a determinisztikus trend határozza meg” (SÁVAI, 2019, 257. o.).

Az ARDL-módszernek számos előnye van a hagyományos kointegrációs tesztekhez, például a Johansen-teszthez képest (i) a rugalmas alkalmazhatóság, azaz vegyes integráltsági rendű (I(1) és I(0)) idősorok használata, (ii) idősoronként/ változónként különböző késleltetési számok (lag-ek) használata, (iii) rövid idősoron is alkalmazható, (iv) autokorreláció és endogeneitási problémák jelenléte mellett alkalmazható (BEGUM et al., 2015; SHAHBAZ et al., 2013; NARAYAN és PESARAN, 2001).

Az ARDL-modell használatát indokolja továbbá, hogy a klasszikus lineáris modell (OLS) feltételezései meglehetősen korlátozóak lehetnek az idősoros alkalmazások esetében (WOOLDRIDGE, 2012). A hagyományos környezeti Kuznets-görbe egyenletében a két változó együttes jelenléte a modellben autokorrelációt és/vagy multikollinearitást idézhet elő, ami pontatlan becsléshez vezet. A problémára megoldás az ARDL-módszer használata kointegráció tesztelésére (PESARAN, 2001; SHAHBAZ et al., 2013).

A kointegráció tesztelésére ARDL-módszer és vektor hibakorrekciós modellt (VECM) alkalmaztam. Az empirikus felépítése az ARDL kointegrációt tesztelő módszerjének az alábbi VECM egyenlet specifikációval írható le valamennyi vizsgált változó esetén (BEGUM et al., 2015):

$$\ln CO2_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{j=0}^{q1} \gamma_j \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{q2} \delta_k \Delta \ln GDP^2_{t-k} + \sum_{l=0}^{q3} \omega_l \Delta \ln GDP^3_{t-l} + \sum_{m=0}^{q4} \vartheta_m \Delta \ln EC_{t-m} + \sum_{n=0}^{q5} \sigma_n \Delta \ln URB_{t-n} + \sum_{r=0}^{q6} \theta_r \Delta \ln FD_{t-r} + \varepsilon_t \quad (27)$$

ahol $\ln CO2_t$, EC_t , GDP_t , URB_t , FD_t a vizsgált változók logaritmusai t-ben, β_0 a tengelymetszet, Δ az elsőrendű differencia operátor, $\alpha_i \dots \theta_r$ a normális eloszlású és homoszkedasztikus tagok, q az optimális késleltetés, ε_t a fehér zaj normális eloszlással és konstans varianciával.

A hosszú távú kointegrációs kapcsolatot F-próbával (Wald-statisztikával) teszteljük. A kointegráció nullhipotézise $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$ szerint nincs kointegráció a vizsgált változók között, míg az alternatív hipotézis $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0$ a kointegráció létezését mutatja. Pesaran et al. (2001) két tartomány használatát javasolja az aszimptotikus kritikus értékeknek a döntési szabályhoz. Az első tartomány feltételezi, hogy a változók nulladrendben integráltak $I(0)$, míg a második tartomány szerint elsőrendben integráltak $I(1)$ a változók. Ha a számított F-statisztika magasabb, mint a felső kritikus érték, akkor a kointegráció nullhipotézise elvethető, a változók kointegrálnak. Ezzel szemben, ha az F-statisztika az alsó kritikus érték alá esik, nem utasítható el a kointegráció nullhipotézise, a változók nem kointegrálnak. Végül, ha az F-statisztika a kritikus értékek között helyezkedik el, a teszt inkonzkluzív.

Mivel az F-statisztika is érzékeny a változók késleltetésének rendjére, ezért a hosszú távú kapcsolat tesztelése előtt a megfelelő késleltetéseket minden változóra kiválasztjuk. A megfelelő késleltetésszám megtalálásával az ARDL modellek mentesülnek az autokorrelációtól. A korrelációs problémák általában hibás modellspecifikáció eredményei, és a késleltetések számával jól kezelhető (WOOLDRIDGE, 2012).

PESARAN (2001) szerint a késleltetésnek elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy az autokorrelációt kiküszöbölje, ugyanakkor a túl nagy késleltetésszám túlparametrizálást okozhat a modellben. A modellszelekciónál az Akaike információs kritériumok (AIC) alapján választottam ki a megfelelő késleltetési hosszúságot, figyelembe véve LÜTKEPOHL (2006) és LIEW (2006) ajánlásait, akik kis mintán, mint jelen értekezés rövid távú idősorain, az AIC kritériumot ajánlják.

Ha a változók kointegrálnak, az ARDL-modell hosszú-és rövid távú koefficiensei becsülhetők. Az ARDL-modell kointegrációs vektorának újraparametrizálásával megkapjuk a hibakorrekciós mechanizmust, a modell ECM tagját, amellyel az idősorok közti rövid távú dinamika becsülhető. A modell integrálja a rövid távú kiigazításokat a hosszú távú egyensúlyokkal anélkül, hogy az elveszítené a hosszú távú információkat (JALIL-MAHMUD, 2009). Az ARDL-modell rövid távú marginális hatása a következő ECM-moddellel írható fel (BEGUM et al., 2015):

(28)

$$\Delta \ln CO2_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \gamma_j \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{k=1}^q \delta_k \Delta \ln GDP^2_{t-k} + \sum_{l=1}^q \omega_l \Delta \ln GDP^3_{t-l} + \sum_{m=1}^q \vartheta_m \Delta \ln EC_{t-m} + \sum_{n=1}^q \sigma_n \Delta \ln URB_{t-n} + \sum_{r=1}^q \theta_r \Delta FD_{t-r} + \mu ECT_{t-1} + \varepsilon_t$$

ahol μECT_{t-1} reprezentálja egy sokk utáni, hosszú távú egyensúly felé történő kiigazítás sebességét, $\alpha_i \dots \theta_r$ a rövid távú koefficiensek, amelyek a hibakorrekciós tag dinamikáját jelölik. A hosszú távú ok-okozati összefüggést a hibakorrekciós tag együttthatójának negatív és szignifikáns értéke, a rövid távú oksági összefüggést pedig a többi magyarázó változó együttthatójának szignifikáns értéke mutatja (RAHMAN és MAMUN, 2016; SHAHBAZ et al., 2013; RAHMAN és KASHEM, 2017).

5.4.3. A modell megbízhatóságának és stabilitásának vizsgálata

A modellek megbízhatóságáról többváltozós regresszióban R^2 helyett a módosított R^2 értékét ajánlott figyelembe venni. A Durbin Watson (DW) tesztstatisztika a hibatagokban az autokorreláció meglétét vizsgálja és a DW értéke a hamis regresszióra is utalhat. Ha a DW értéke kettő közelében van, akkor a modell azt sugallja, hogy nincs autokorreláció (SHRESTHA és BHATTA, 2018).

A szokásos statisztikák mellett más diagnosztikai tesztek is elvégeztem, hogy az ARDL modellek eredményeinek megbízhatóságáról megbizonyosodjak. A modellek érvényességéhez meg kell győződni több követelmény teljesüléséről, ennek megfelelően a homoszkedaszticitás vizsgálatát az ARCH-teszttel (autoregressive conditional heteroskedasticity) és Breusch-Pagan-Godfrey teszttel, a hibatagok normális eloszlását Jarque-Bera normalitás teszttel, a modellspecifikációt általános tesztjével, a Ramsey RESET teszttel végeztem el.

A modell stabilitására a hosszú távú eredményekből felépülő, grafikus reprezentációból következtetek a rekurzív maradványok (CUSUM) és a rekurzív maradványok kumulatív négyzetes összege (CUSUMQ) alapján. A döntési szabály szerint, ha a felső és az alsó határon belül helyezkedik el a reprezentációs vonal, nem utasítjuk el a nullhipotézist 5%-os szignifikancia szinten, megerősítve az ARDL modellek stabilitását és helyes funkcionális formáját. A grafikus reprezentációs modelldiagnosztikai tesztek PESARAN és PESARAN (1997) és BROWN et al. (1975) óta számos tanulmány (SHAHBAZ et. al., 2013; SAIDI és HAMMAMI, 2015; PATA, 2018) javasolja.

5.4.4. Granger-oksgai kapcsolatok Toda-Yamamoto módszerével

Kointegrációs vektorok azonosítása után nagy valószínűséggel létezik oksági kapcsolat a vizsgált folyamatok között. A legtöbb gazdasági idősor azonban nem rendelkezik azonos

stacionaritási tulajdonságokkal, megnehezítve ezzel a köztük lévő oksági kapcsolatok felfedését. A „hagyományos” Granger-okszági teszt nem tudja kezelni az eltérő integráltsági rendű folyamatok együttes oksági vizsgálatát, torzított eredményeket és hamis összefüggéseket mutathat (CHANDRA, 2020). TODA és YAMAMOTO (1995) kifejlesztettek egy tesztet a Granger-okozati összefüggések feltárására a változók stacionaritási tulajdonságaitól függetlenül. A Toda-Yamamoto megközelítés egy bővített vektor autoregresszív (VAR) keretrendszerben becsüli a változók közötti oksági összefüggéseket. Miután jelen értekezésben a vizsgált változók vegyes integráltságú tulajdonságúak, ezért az oksági kapcsolatok tesztelésére a Toda-Yamamoto módszer alkalmazása indokolt. A VAR modelleken alapuló, bővített Granger-okozati összefüggés jelen értekezésben a szén-dioxid-kibocsátásra a következőképpen formalizálható (FAISAL et al. 2016):

(29)

$$\begin{aligned} \ln CO2_t = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} \ln CO2_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{dmax} \alpha_{2j} \ln CO2_{t-j} + \sum_{i=1}^k \gamma_{1i} \ln GDP_{t-i} + \\ & \sum_{j=k+1}^{dmax} \gamma_{2j} \ln GDP_{t-j} + \sum_{i=1}^k \delta_{1i} \ln GDP^2_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{dmax} \delta_{2j} \ln GDP^2_{t-j} + \sum_{i=1}^k \omega_{1i} \ln GDP^3_{t-i} + \\ & \sum_{j=k+1}^{dmax} \omega_{2j} \ln GDP^3_{t-j} + \sum_{i=1}^k \vartheta_{1i} \ln EC_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{dmax} \vartheta_{2j} \ln EC_{t-j} + \sum_{i=1}^k \sigma_{1i} \ln URB_{t-i} + \\ & \sum_{j=k+1}^{dmax} \sigma_{2j} \ln URB_{t-j} + \sum_{i=1}^k \theta_{1i} FD_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{dmax} \theta_{2j} FD_{t-j} + \varepsilon_{1t} \end{aligned}$$

ahol $\ln CO2_t$ a függő változó, k a késleltetések száma és $dmax$ a legnagyobb integráltsági rend. Például, ha egy változó nullad-és elsőrendben integrált, akkor a $dmax=1$. A Toda-Yamamoto módszer a módosított Wald-teszten (MWALD) alapul, VAR-keretrendszerben, és a változók integrált sorrendjétől függően használható. A teszt aszimptotikus χ^2 -eloszlású p szabadságfokkal, ahol $VAR(p + dmax)$ becsülhető. Érvényes modell esetén $k \geq dmax$. Az optimális késleltetés meghatározása az Akaike információs kritériummal (AIC) történik, a VAR-modell késleltetésének rendje $k = (p + dmax)$.

Az okság értelmezése a gazdasági növekedéstől a szén-dioxid-kibocsátás felé VAR-moddellel Toda-Yamamoto módszerével:

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots b_k = 0, \quad (30)$$

azt jelenti, hogy a gazdasági növekedés Granger értelemben szén-dioxid-kibocsátást okoz.

$$H_0: c_1 = c_2 = \dots c_k = 0. \quad (31)$$

A fenti ellenkezője, hogy a szén-dioxid-kibocsátás Granger értelemben gazdasági növekedést okoz. Mindkét esetben a nullhipotézis elfogadása az oksági kapcsolat elutasítását jelenti. Ha a nullhipotézis elutasítható, akkor a folyamatok között Granger értelemben oksági kapcsolat áll fenn.

6. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

Az értekezés az alábbi hipotézisek köré épül fel, amelyek megválaszolásával az értekezés célja a környezeti Kuznets-görbe alakjának meghatározása, valamint a környezetszennyezés-gazdasági növekedés kapcsolatának azonosítása. Jelen fejezetben tehát az alábbi hipotézisekre kapunk válaszokat:

- H1a: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H1b: Makrofolyamatok figyelembevétele mellett az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.
- H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.
- H3: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között oksági kapcsolat van Magyarországon. Az okság iránya a gazdasági növekedéstől mutat a szén-dioxid-kibocsátás felé.
- H4: A szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe a gazdasági növekedésnek és a pénzügyi fejlettségnek van.
- H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.
- H6: A villamosenergia-felhasználás csökkenése előre jelezheti a gazdasági növekedés hanyatlását.
- H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.
- H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdei megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésére ARDL kointegrációs modelleket alkalmaztam, melyek eredményeit három modellben mutatom be a környezeti Kuznets-görbe hipotézis három típusának (lineáris, négyzetes, köbös) megfelelően. Az eredményből megismerjük a magyarországi rövid és hosszú távú környezeti Kuznets-görbékét. Előtte

azonban, az elemzés első lépésében meg kellett győződni arról, hogy az idősorok alkalmasak a hipotézisek tesztelésére, és megfelelnek az ARDL-modellek alkalmazhatósági feltételeinek.

6.1. Az ARDL-modellezés alkalmazhatósági feltételeinek teljesülése

A leíró statisztikából az idősorok hibatagjainak normál eloszlásának igazolása, az egységgyök-tesztekből az idősorok legfeljebb elsőrendű integráltságának biztosítása jelenti az ARDL-modell használatának feltételét. Az idősorok közötti kapcsolatok jellemzője további érv lehet az ARDL-modell ellen vagy mellett, amelyre a korrelációs mátrixból következtethetünk.

A 6. táblázatban látható az idősorok leíró statisztikája. A Jarque-Bera normalitás teszt értékeiből kiderül, hogy az elemzés inputjául szolgáló sorok mindegyike, azaz a szén-dioxid-kibocsátás, a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség is normális eloszlást követ. A vizsgált idősorok tesztértékei a nulla közelében szóródnak, és egyik esetben sem szignifikáns valószínűség mellett, ezért az idősorok hibatagjai normál eloszlást követnek.

6. táblázat: Leíró statisztika

	lnCO2	lnGDP	lnGDP2	lnGDP3	lnEC	lnURB	FD
Átlag	8,28	2,78	7,83	22,29	7,68	5,35	0,41
Medián	8,65	2,72	7,44	20,18	8,05	5,38	0,41
Maximum	9,04	3,36	11,07	36,86	8,22	5,88	0,57
Minimum	1,46	2,37	5,64	13,41	1,34	4,56	0,28
Szórás	1,71	0,30	1,71	7,29	1,58	0,39	0,08
Jarque-Bera teszt	0,83	2,71	2,35	2,92	2,62	2,45	1,07
p-érték	0,65	0,25	0,30	0,23	0,26	0,29	0,58
N	35	35	35	35	35	35	35

Forrás: Saját számítás

Az idősorok bemutatásához hozzátartozik a közöttük lévő kapcsolat feltérképezése, hiszen a további elemzések, és a szakirodalmak is alapvetően azt feltételezik, hogy létezik valamilyen összefüggés a gazdasági és környezeti tényezők között. A korrelációs mátrix az idősorok közötti kapcsolat erősségét és a kapcsolat irányát mutatja, valamint utal az autokorreláció léteire. A 7. táblázatban látható, hogy a szén-dioxid-kibocsátással legalább közepesen erősen függenek össze az idősorok, és kivétel nélkül, a köztük lévő kapcsolat negatív irányú. A legerősebb kapcsolata a szén-dioxid-kibocsátásnak az urbanizációval (-0,95) van, amit a gazdasági növekedés (és annak négyzetes illetve köbös tagja rendre -0,90; -0,89;-0,89), majd a villamosenergia-felhasználás (-0,68) és a pénzügyi fejlettség (-0,40) követ. Érdekesnek tartom megjegyezni, hogy a többi változó közötti kapcsolat vizsgálatokor pozitív irányú kapcsolatokat

találunk. Jellemzően gyengébb összefüggések a pénzügyi fejlettség mutatójával mérhetők, míg a legerősebbek az urbanizációval. A korrelációs mátrix értékei utalhatnak autokorreláció léteire, amely a vizsgált idősorok közti magas értékek miatt egyértelműen fennállhat, különösen az urbanizáció és a károsanyag-kibocsátás között (7. táblázat).

7. táblázat: Korrelációs mátrix

	lnCO2	lnGDP	lnGDP2	lnGDP3	lnEC	lnURB	FD
lnCO2	1,00	-0,90	-0,89	-0,89	-0,68	-0,95	-0,40
lnGDP	-0,90	1,00	0,99	0,99	0,88	0,94	0,68
lnGDP2	-0,89	0,99	1,00	0,99	0,88	0,92	0,66
lnGDP3	-0,89	0,99	0,99	1,00	0,89	0,92	0,68
lnEC	-0,68	0,88	0,88	0,89	1,00	0,79	0,83
lnURB	-0,95	0,94	0,92	0,92	0,79	1,00	0,57
FD	-0,40	0,68	0,66	0,68	0,83	0,57	1,00

Forrás: Saját számítás

A gazdasági és társadalmi idősorok gyakran szenvednek autokorrelációtól, és ez megnehezíti az elemzéseket, mert torzításokat okozhat. Az autokorreláció kezelésére az irodalomnak többféle ajánlása van, azonban az ARDL-modellezési eljáráshoz nem szükséges tesztelni, mert képes kezelni a sorok közti autokorrelációt és megbízható eredményt adni ebben az esetben is (PESARAN et al., 2001).

Az általam vizsgált idősorok tulajdonsága, azaz a köztük lévő erős korrelációs kapcsolat megalapozza az ARDL-modell alkalmazásának relevanciáját, az idősorok normális eloszlásával pedig teljesül az alkalmazhatóság egyik feltétele. Az ARDL-modell kedvező tulajdonsága, hogy érzéketlen az idősorok vegyes integráltsági rendjére. Lehetővé teszi olyan idősorok között az összefüggés-vizsgálatot, amelyek vegyes integráltságúak, I(0) és I(1)-esek, azaz stacionerek és/vagy egységgyököt tartalmaznak. Nem tekinthetünk el azonban a stacionaritás tesztelésétől, mert az ARDL-modell feltételeit sérti, ha a folyamatok egyike is másodrendben integrált I(2) folyamat.

A stacionaritás teszteléséhez két egységgyök-tesztet is alkalmaztam, mert a hagyományos ADF egységgyök-teszt tévedhet strukturális törés jelenlétekor. Magyarország történelmében feltételezhetően van legalább egy olyan fordulópon, a rendszerváltás időszaka, amely az idősorok alakulását megtörheti, és téves tesztstatisztikát mutathat. A Zivot-Andrews egységgyök-teszt éppen az olyan esetekben nyújt megbízható eredményt az idősorok stacionaritásáról, amikor strukturális törés lehet jelen.

A feltevésom beigazolódott, az 1990-es évek elejére esnek az idősorok töréspontjai (kivéte az urbanizáció, az néhány évvel korábbra). Mindkét egységgyök teszt (Augmented Dickey Fuller-

„ADF” és Zivot-Andrews-„ZA”) megerősítette, hogy a folyamatok stacionerek, vagy egyszeri differenciálás után stacionerré alakíthatók, tehát nem másodrendben integráltak, így teljesítik az ARDL modell integráltsági rendre vonatkozó alkalmazhatóságának feltételét. (8. táblázat).

8. táblázat: Egységgyök-tesztek eredményei

Változók	Augmented Dickey-Fuller teszt		Zivot Andrews strukturális törés teszt	
	t-stat.	p-érték	t-stat.	törés időpontja
$\ln\text{CO}_2_t$	-2,2766	0,4330	-2,335	1990
$\Delta\ln\text{CO}_2_t$	-3,3634*	0,0756	-4,871***	1993
$\ln\text{GDP}_t$	-2,7808	0,2143	-6,471***	1991
$\Delta\ln\text{GDP}_t$	-4,3984***	0,0079	-4,713	1994
$\ln\text{EC}_t$	-2,5910	0,2865	-4,643	1991
$\Delta\ln\text{EC}_t$	-3,1181	0,1199	-5,812***	1994
$\ln\text{URB}_t$	-2,1169	0,5167	-7,190***	1989
$\Delta\ln\text{URB}_t$	-4,3701***	0,0087	-8,484***	1992
FD_t	-4,0996**	0,0166	-2,442	1991
ΔFD_t	-2,0619	0,5418	-5,622***	1996

Forrás: Saját számítás

A vizsgált idősorok stacionaritás szerint két csoportba oszthatók. A szén-dioxid-kibocsátás és a villamosenergia-felhasználás egyértelműen elsőrendben integrált $I(1)$ folyamatok, míg a gazdasági növekedés, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség integráltsága kérdéses a teszttisztsztkák alapján, első $I(1)$ vagy nulladrendben $I(0)$ integrált folyamatok lehetnek. Végző eredménynek a fent említettek miatt a Zivot-Andrews teszt eredményét fogadom el, azaz a szén-dioxid-kibocsátás, a villamosenergia-felhasználás és a pénzügyi fejlettség elsőrendben integrált $I(1)$ folyamatok, a gazdasági növekedés és az urbanizáció nulladrendben integrált $I(0)$ folyamatok. Az ARDL-modell engedi a stacioner és nem stacioner folyamatok keveredését, a másodrendű integráltságot pedig kizártam, tehát a modell alkalmazhatóságának újabb feltétele teljesült.

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésében résztvevő idősorok mindegyike teljesíti az ARDL-modell alkalmazhatósági feltételeit. Az idősorokról elmondható, hogy normál eloszlásúak, köztük közepesen erős vagy magas a korreláció, és nullad- vagy elsőrendben integráltak. Miután a gazdasági növekedés és annak négyzetes és köbös formája is helyet kap a környezeti Kuznets-görbe modellekben, ezért az ARDL-modellezési keretettel dolgozom. Másrészről, a statisztikai tulajdonságok mellett, más szempontok miatt is indokolt a késleltetett ARDL-modell használata, miután a változók, főként a gazdasági változók hatása időben csak

később jelentkezik (RAMANATHAN, 2003). Az alkalmazhatósági feltételek teljesülése után a következő statisztikai vizsgálat az idősorok közötti kointegráció meglétére vonatkozik.

6.2. Kointegrációs eredmények, hosszú távú kapcsolatok a vizsgált folyamatok között

A vizsgált idősorok közötti hosszú távú kapcsolatok, összefüggések kointegrációs teszttel igazolhatók. A hipotézisek mindegyike feltételez az idősorokban együttmozgást, de a kointegráció meglétének megerősítése azért is fontos, mert előfeltétele az oksági kapcsolatok létezésének, amelyek felfedése szintén az értekezés céljai és hipotézisei között szerepel.

A változók közötti kointegrációt az ARDL határtesztelés módszerrel (ARDL bounds testing approach) vizsgáltam. Ahogyan a módszertani fejezetben részletesen kifejtettem, az F-statisztika értékeket az alsó és a felső kritikus határhoz hasonlítva igazolható a kointegráció, függetlenül a változók integráltsági rendjétől. Mivel az F-statisztika értéke változik a késleltetések számával, ezért a helyes optimális késleltetési szám meghatározása a megfelelő ARDL-modellek alapja. Az optimális késleltetési számot kismintán célszerű az Akaike információs kritériummal (AIC) meghatározni, hogy a legjobban illeszkedő becslést kapjuk. Az a késleltetési szám a megfelelő a kointegrációs egyenlethez, amely az AIC minimumértékénél van. Az AIC eredményeket az alapmodellre vonatkozóan mutatja a 9. táblázat.

9. táblázat: Lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Késleltetés	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	30.31391	NA	0.000711	-1.572995	-1.485022	-1.54229
1	136.9320	195.4664*	2.38e-06	-7.273999	-7.010079*	-7.181884*
2	143.4484	2.863605	2.61e-06	-7.191577	-6.575764	-6.976642
3	141.6710	8.161619	2.29e-06*	-7.315055*	-6.875188	-7.161529
4	148.4767	7.542521	2.49e-06	-7.248708	-6.456948	-6.972362

Forrás: Saját számítás

Az optimális késleltetési szám az AIC kritérium minimuma szerint került kiválasztásra, mely szerint a lineáris alapmodell optimális késleltetési száma három (10. táblázat), a négyzetes alapmodell optimális késleltetési száma hat (1.sz. melléklet), a köbös alapmodell optimális késleltetési száma hét (2. sz. melléklet).

Az ARDL kointegrációs vizsgálat eredményeit két részre bontottam, az alap és a bővített modellek kointegrációs eredményeit két külön táblázatban közlöm. A 10. táblázat az alapmodellek kointegrációs eredményeit mutatja. A számított F-statisztika értékek minden modellben magasabbak, mint a felső kritikus határ, amikor akár a szén-dioxid-kibocsátás, a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció vagy a pénzügyi fejlettség a függő változó. A kointegrációs kapcsolatokat a kointegrációs vektorok igazolják.

10. táblázat: Az alapmodellek ARDL kointegrációs eredményei

Modellek	k	AIC	F-stat.	ECM	p-érték	Kointegráció
Lineáris modell						
$\ln\text{CO}_2_t = f(\ln\text{GDP}_t)$	1	3,2	2,14*	-0,32**	0,013	✓
$\ln\text{GDP}_t = f(\ln\text{CO}_2_t)$	1	2,1	10,73***	-0,41***	0,000	✓
Négyzetes modell						
$\ln\text{CO}_2_t = f(\ln\text{GDP}_t, \ln\text{GDP}_2_t)$	2	6,6,5	6,79*	-4,12***	0,000	✓
$\ln\text{GDP}_t = f(\ln\text{GDP}_2_t, \ln\text{CO}_2_t)$	2	1,1,0	3,99***	-0,10**	0,019	✓
$\ln\text{GDP}_2_t = f(\ln\text{GDP}_t, \ln\text{CO}_2_t)$	2	5,5,3	4,89***	-0,20***	0,049	✓
Köbös modell						
$\ln\text{CO}_2_t = f(\ln\text{GDP}_t, \ln\text{GDP}_2_t, \ln\text{GDP}_3_t)$	3	7,7,7,7	4,61*	-1,43***	0,000	✓
$\ln\text{GDP}_t = f(\ln\text{GDP}_2_t, \ln\text{GDP}_3_t, \ln\text{CO}_2_t)$	3	5,5,0,3	8,92***	-0,64***	0,000	✓
$\ln\text{GDP}_2_t = f(\ln\text{GDP}_t, \ln\text{GDP}_2_t, \ln\text{CO}_2_t)$	3	1,5,5,3	8,81***	-0,23*	0,061	✓
$\ln\text{GDP}_3_t = f(\ln\text{GDP}_t, \ln\text{GDP}_2_t, \ln\text{GDP}_3_t, \ln\text{CO}_2_t)$	3	5,5,3,3	5,57***	-0,03	0,770	✓

Megjegyzés: ✓: létezik kointegrációs vektor, ×: nem létezik kointegrációs vektor.

Forrás: Saját számítás

A lineáris alapmodellben kettő, a négyzetes alapmodellben három, a köbös alapmodellben pedig szintén három kointegrációs vektor miatt utasítható el a kointegráció nullhipotézise, miszerint nincs kointegráció a vizsgált változók között. (11. táblázat). Az ECM negatív és szignifikáns értéke mellett megerősíthető a kointegráció a lineáris és a négyzetes alapmodelleknél, összhangban az F-statisztika értékeivel.

A köbös alapmodellben, a gazdasági növekedés köbös tagjára felírt kointegrációs egyenletet vizsgálva az F-statisztika alapján (5,57***) elutasítható a kointegráció nullhipotézise, azonban az ECM értéke (-0,03) nem szignifikáns. BEGUM et al. (2015) és SHAHBAZ et al. (2016) kutatása szerint az F-statisztika felső határt meghaladó értéke és az ECM negatív és szignifikáns értékének együttes teljesülése alapján utasítható el a kointegráció nullhipotézise az ARDL

modellekben, ezért a gazdasági növekedés köbös tagjára felírt egyenletre a megállapításom, hogy irányában csak az F-statisztika támasztja alá a változók kointegráltságát.

A kointegráció vizsgálatát a bővített modellekkel folytattam. Az AIC késleltetések nagyságát a bővített modellek esetében részletesen 12. táblázat mutatja. A bővített lineáris modell optimális késleltetési száma négy (11. táblázat), a bővített négyzetes modell optimális késleltetési száma három (3.sz. melléklet), a bővített köbös modell optimális késleltetési száma pedig szintén három (4. sz. melléklet).

11. táblázat: Bővített lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Késleltetés	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	184.0989	NA	2.97e-12	-12.35165	-12.11591	-12.27782
1	326.8599	226.4484*	9.11e-16	-20.4731	-19.05865	-20.03011
2	353.0385	32.49760	9.94e-16	-20.55438	-17.96123	-19.74224
3	391.8418	34.78913	6.28e-16	-21.50633	-17.73448	-20.32503
4	457.2514	36.08808	1.32e-16*	-24.29320*	-19.34265*	-22.74275*

Forrás: Saját számítás

Számításaim szerint a bővített modellek is tartalmaznak kointegrációs vektorokat. A számított F-statisztika értékek a legtöbb modellben magasabbak, mint a felső kritikus határ, amikor akár a szén-dioxid-kibocsátás, a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció vagy a pénzügyi fejlettség a függő változó. A lineáris bővített modellben az urbanizációra felírt, a négyzetes bővített modellben a gazdasági növekedés négyzetes tagjára felírt egyenlet nem tartalmaz kointegrációs vektort. A köbös bővített modell minden változójának irányában tartalmaz kointegrációs vektort. A lineáris bővített modellben négy, a négyzetes bővített modellben öt, a köbös bővített modellben pedig hét kointegrációs vektor miatt utasítható el a kointegráció nemlétezésének a nullhipotézise (12. táblázat).

12. táblázat: A bővített modellek ARDL kointegrációs eredményei

Függő változó	k	AIC	F-stat.	ECM	p-érték	Kointegráció
Lineáris modell						
lnCO _{2t}	4	4,3,4,1,4	4,49*	-3,79***	0,006	✓
lnGDP _t	4	2,0,4,3,4	9,48***	-0,10***	0,000	✓
lnEC _t	4	1,1,0,1,0	8,45***	-0,21***	0,001	✓
lnURB _t	4	3,4,2,4,4	3,69	-2,22**	0,030	×
FD _t	4	1,0,0,0,1	5,16***	-0,39***	0,008	✓
Négyzetes modell						
lnCO _{2t}	5	2,3,2,2,3,2	5,34**	-2,06***	0,005	✓
lnGDP _t	5	2,1,0,0,1,0	8,26***	-0,25**	0,060	✓
lnGDP _{2t}	5	3,3,3,3,3,3	2,67	0,25	0,141	×
lnEC _t	5	1,0,0,0,0,0	5,71***	-0,26***	0,000	✓
lnURB _t	5	1,2,3,0,0,0	4,17***	-0,73***	0,001	✓
FD _t	5	1,1,2,1,3,0	4,01**	-0,98**	0,011	✓
Köbös modell						
lnCO _{2t}	6	1,1,2,2,2,0,2	5,40***	-5,34***	0,000	✓
lnGDP _t	6	1,1,1,0,0,1,0	8,637***	-0,81***	0,000	✓
lnGDP _{2t}	6	3,3,3,3,3,3,3	7,441***	-0,45*	0,082	✓
lnGDP _{3t}	6	1,0,0,1,1,1,0	3,79***	-0,69***	0,003	✓
lnEC _t	6	1,0,0,0,1,0,0	7,12***	-0,27***	0,003	✓
lnURB _t	6	1,0,0,2,2,2,0	4,82***	-0,59***	0,002	✓
FD _t	6	1,2,2,2,2,2,1	5,51***	-0,67***	0,003	✓

Megjegyzés: ✓: létezik kointegrációs vektor, ×: nem létezik kointegrációs vektor.

Forrás: Saját számítás

Az ARDL kointegráció eredményei azt mutatják, hogy az alapmodellek és a bővített modellek esetében is kointegrálnak a vizsgált változók Magyarországon 1982-2016 között. Miután a minta változói kointegrálnak, ezért a szén-dioxid-kibocsátás, a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség folyamatok között hosszú távú szignifikáns kapcsolat létezik.

Jelen fejezet megállapítása, hogy a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésére alkalmasak ARDL-moddellel a vizsgálni kívánt idősorok, és megalapozott a változók közötti, hosszú távú kapcsolat és oksági kapcsolatok vizsgálata. A következő fejezet részletesen ismerteti a környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményeit, és az értekezésben megfogalmazott hipotézisek eredményeit.

6.3. Lineáris, négyzetes és köbös alapmodellek a környezeti Kuznets-görbével

A szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés között szignifikáns, hosszú távú kapcsolat utal a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének a létjogosultságára. Ha a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés folyamatai hosszú távon összefüggnek, alapos a feltételezés, hogy az összefüggésben kirajzolódik a környezeti Kuznets-görbe valamelyik alakja.

H1a: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.

Az ARDL kointegráció jelenlétét a kritikus érték feletti F-statisztika és az ECM negatív és szignifikáns értéke több modell esetében is igazolta. A kointegráció létezésére utal a gazdasági növekedés és szén-dioxid-kibocsátás közötti ARDL-regresszió eredménye. A 13. táblázat azt mutatja, hogy hosszú távon szignifikánsan kapcsolódik egymáshoz a két folyamat a késleltetett modellben.

13. táblázat: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás lineáris kapcsolata ARDL-moddal Magyarországon 1982-2016 között

Függő változó: lnCO2	hosszú távú modell (3,2) p-érték	rövid távú modell (1,0) p-érték
lnGDP	-0,540*** 0,001	0,446* 0,092
F-stat.	2,14* (0,080)	
R ²	0,34	
Korrigált R ²	0,18	
DW-teszt	2,21	

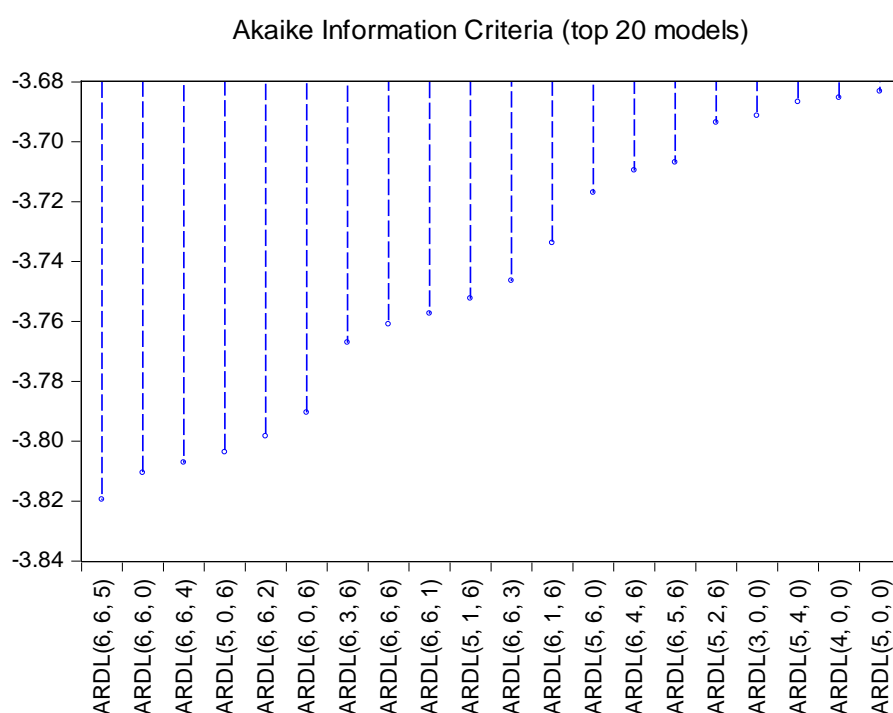
Forrás: Saját számítás

Az eredmény szerint a gazdasági növekedés 1%-os emelkedése 0,4%-kal csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást ceteris paribus. Rövidtávon is megmarad a gyengén szignifikáns kapcsolat, azonban előjelet vált a vizsgált változók között, és a gazdasági növekedés fokozásával együtt nő a szén-dioxid-kibocsátás. Hosszú távon a környezeti Kuznets-görbe fordított U-alakját változtatja a regresszió, hiszen ellentétesen mozognak a folyamatok, míg rövidtávon az U-alakot, azonban a gazdasági növekedés négyzetes és köbös tagjai hiányában nem erősíthető meg a környezeti Kuznets-görbe hipotézis. Az F-statisztika értéke megfelelő, a modell érvényes és mentes az autokorrelációtól, még ha a magyarázó ereje gyenge is (Mód. R²=0,18), utalva a modell bővítésének szükségességére.

Az eredmények szerint szignifikáns hosszú távú kapcsolat áll fenn a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között, amely megcáfolja például LAZAR et al. (2019) szintén e két

változóra végzett számításait. Az 1996-2015 közötti időszakra csak Litvánia, Románia és Szlovénia esetére sikerült bizonyítaniuk a hosszú távú összefüggést.

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis teszteléséhez négyzetes és köbös modellt becsültem, hogy a hipotézis érvényessége (és az U-alak) mellett a görbének az esetleges N-alakját is teszteljem. A modellben a gazdasági növekedés négyzetes tagja az U-alakú, a köbös tagja pedig az N-alakú környezeti Kuznets-görbe formáját bizonyíthatja, ennek megfelelően javasolhatók intézkedések a gazdasági és környezeti szabályozásban, politikákban. Az AIC alapján kiválasztott, érvényes négyzetes modell a változók 6,6,5-tel késleltetett értékeiből felépülő (11. ábra), míg a köbös modell a 7,7,7,7-tel késleltetett ARDL-modell (5.sz. melléklet).



11. ábra: Négyzetes alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Forrás: Saját számítás

A négyzetes modellben a gazdasági növekedés változó pozitív és szignifikáns (3,284), míg a négyzetes koefficiense negatív és szignifikáns (-0,335), tehát megerősíthető, hogy a fordított U-alakú környezeti Kuznets-görbe érvényes Magyarországra. Az eredmény hosszú távon értendő, azonban a fordított U-alak rövidtávon is bebizonyosodott az előjelekből: pozitív és szignifikáns a gazdasági növekedés koefficiense (5,725) és negatív és szignifikáns a négyzetes koefficiense (-0,97). A fordított U-alak és ezáltal a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülése úgy magyarázható, hogy egy bizonyos jövedelmi szint elérésével a további gazdasági növekedés mellett kevesebb szén-dioxid szennyezi a levegőt (14. táblázat). A

négyzetes alapmodell tesztelését LAZAR et al. (2019) is alkalmazta kutatásában a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülésének feltérképezésére. Eredményül szintén a fordított U-alakú kapcsolatot kapta az 1995-2016 közötti időszakra Magyarország idősoraira.

14. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis rövid és hosszú távú, négyzetes és köbös ARDL alapmodelljei

Függő változó: lnCO ₂	Négyzetes (6,6,5)				Köbös (7,7,7,7)			
	hosszú távú modell		rövid távú modell		hosszú távú modell		rövid távú modell	
	együttható	standard hiba	együttható	standard hiba	együttható	standard hiba	együttható	standard hiba
lnGDP _t	3,284	0,781 (0,001***)	5,725	2,209 (0,020**)	325,645	146,730 (0,273)	-34,900	14,270 (0,071*)
lnGDP2 _t	-0,335	0,120 (0,016**)	-0,970	0,031 (0,025**)	-115,882	51,951 (0,268)	10,720	4,630 (0,082*)
lnGDP3 _t	-	-	-	-	13,519	6,054 (0,268)	-13,151	5,386 (0,071*)
Konstans	-3,162	1,168 (0,018**)	-	-	-298,250	136,410 (0,273)	-	-
R ²			0,76				0,98	
Korrigált R ²			0,41				0,59	
F-teszt			6,79**				4,40*	
DW-teszt			2,27				3,44	
ECM _{t-1}			-4,12***				1,41	

Megjegyzés: p-érték: 1%***, 5%**; 10%*

lnGDP: a bruttó hazai termék természetes alapú logaritmus; DW: Durbin-Watson.

Forrás: Saját számítás

A fordított U-alakot azonban nem fogadom el végső eredménynek, hiszen a görbe az N-alakok közül is felvehet, amennyiben a köbös modell feltételeit teljesíti. A gazdasági növekedés tovább emelkedhet, a szennyezés hirtelen megugorhat, miután egy bizonyos ponton túl a gazdasági tevékenység olyan intenzívvé válik, hogy a környezetre gyakorolt negatív hatását kevésbé kompenzálja a strukturális vagy technológiai hatás. A köbös alapmodellben az N-alakot nem sikerült igazolnom (14. táblázat). Az előjelek a pozitív (325,645), a negatív (-115,882) és a pozitív (13,519) koefficiensei hosszú távon a környezeti Kuznets-görbe N-alakját igazolnák, de egyrészt nem szignifikánsak, másrészt autokorrelált a modell.

Diagnosztikus tesztek futtattam az eredmények robusztusságának igazolásához. A négyzetes modell érvényesnek bizonyult, az 5%-on szignifikáns F-statisztika, a negatív és szignifikáns ECM érték miatt, és az autokorreláció nullhipotézisét is elvettem. Az F-statisztika határértékeit a 6.sz. melléklet, a modellspecifikációs tesztek eredményeit a 15. táblázat ismerteti. A diagnosztikus tesztek megerősítik, hogy a négyzetes alapmodell hibatagjai

normális eloszlást követnek, mentesek az autokorrelációtól, a hibatagok heteroszkedasztikusak, és a modell jól specifikált.

15. táblázat: Diagnosztikus teszteredmények a négyzetes alapmodellnél

Diagnosztikus teszt	F-stat.	p-érték
Jarque-Bera normalitás teszt	1,1595	0,560
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Teszt	0,6175	0,556
Heteroskedasticity Teszt: Breusch-Pagan-Godfrey	1,1014	0,439
Heteroskedasticity Teszt: ARCH	0,1844	0,676

Forrás: Saját számítás

A köbös alapmodell érvényessége megkérdőjelezhető. A modell szignifikáns F-statisztikát produkál, miután a számított érték meghaladta a felső kritikus határértéket (7.sz. melléklet), azonban a DW statisztika autokorrelációra utal, és az ECM értéke sem kielégítő (14. táblázat). Az ECM kiigazodási paraméter, amely csak negatív és szignifikáns érték mellett értelmezhető, tehát a köbös modell két diagnosztikai teszt miatt is érvényét veszti. A késleltetések számának további növelése nem biztosít megfelelőbb F-statisztikát, és a diagnosztikus tesztek eredményei sem erősítik meg a modell jól specifikáltságát (8.sz. melléklet).

Az OLS-becslésben a becslés konzisztens és torzítatlan lesz, még akkor is, ha a változók autokorreláltak. A becslés hatásossága kérdéses, mivel autokorreláció jelenlétében a legjobb lineáris torzítatlan becslés nem egyezik meg az OLS-becsléssel. Ezért az autokorreláció figyelmen kívül hagyásának következményei megegyeznek a heteroszkedaszticitás figyelmen kívül hagyásának következményeivel: a becslés torzítatlan és konzisztens, de nem hatásos. Miután az ARDL-modellekben a magyarázó változók között szerepel késleltetett eredményváltozó, ezért inkonzisztens becslést is eredményez az autokorreláció (RAMANATHAN, 2003). De nemcsak az OLS-feltevés sérülnek, hanem autokorreláció jelenlétében az illeszkedés jósága felülbecsültté válik, azaz, mint ahogyan látható a köbös modellnél, túlzottan magas R^2 -et produkál.

Az általam „köbös alapmodellnek” nevezett környezeti Kuznets-görbe eredeti modellje nem csak ebben a vizsgálatban teljesít rosszul, hanem más szakirodalmakban is találkozunk hasonló eredménnyel. SHAHBAZ et al. (2019) Vietnámba tesztelte a környezeti Kuznets-görbe hipotézist, és mindhárom (lineáris, négyzetes, köbös) alapmodelljében nagyon magas (0,98) R^2 -et kapott. Az alapmodelleket urbanizációval, pénzügyi fejlettséggel és a mezőgazdaság hozzáadott értékével bővítve jobb diagnosztikus tesztet eredményezett. LAZAR et al. (2019) a köbös alapmodellre N-alakú görbét kapott, azonban az eredmény nem szignifikáns, ezért nem

sikerült a gazdasági növekedés köbös tagjával érvényes környezeti Kuznets-görbe modellt igazolnia. Következtetése, hogy Magyarország környezeti Kuznets-görbéje fordított U-alakú.

Több kutatás (BEGUM et al. 2015; SHAHBAZ et al. 2016; PATA, 2018; KATIRCIOGLU-TASPINAR, 2017; LAZAR et al, 2019) mellőzi az eredeti összefüggés bemutatását, azaz a szén-dioxid-kibocsátás alakulásának csak és kizárólag gazdasági növekedéssel és annak négyzetes és köbös tagjával történő magyarázását. Az irodalmak ajánlása bővített modellek alkalmazása olyan változókkal, amelyek jól leírják az adott ország gazdasági, társadalmi, és környezeti helyzetét. Kiindulásként fontosnak tartottam bemutatni az eredeti összefüggés vizsgálatának eredményét is.

Az alapmodellek vizsgálata után kijelenthető, hogy a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének N-alakja nem igazolható csak és kizárólag a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között. Az első eredmények szerint a környezeti Kuznets-görbe hipotézise a gazdasági növekedés lineáris és négyzetes tagja között valamint a szén-dioxid-kibocsátás között igazolható, a kapcsolat fordított U-alakú hosszú-és rövidtávon is. Magyarországon most nem, de például Lengyelországban és Szlovákiában bebizonyosodott a fordított N-alakú görbe a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között (LAZAR et al., 2019).

Meg kell ugyanakkor azt is jegyezni, hogy a négyzetes és a köbös alapmodell eredményei is fenntartással kezelendők, függetlenül attól, mit mutatnak a tesztstatisztikák. Mindkettő modellváltozat esetén magasak a késleltetésszámok. A négyzetes modellben a szén-dioxid-kibocsátás 6, a gazdasági növekedés és négyzete 6 illetve 5 éves késleltetéssel mutatnak csak szignifikáns és valid eredményeket. Szakmailag megkérdőjelezhetőnek tartom, hogy valóban csak 5-6 periódussal később érezhető-e a gazdasági növekedés hatásai a szén-dioxid-kibocsátásban. (A köbös modell ennél még magasabb, 7 éves csúszással igazolja a növekedés környezeti hatását.)

A szakirodalomban négyzetes modellre a késleltetésszám 0-3 között változik a szén-dioxid-kibocsátásra és a gazdasági növekedésre (BEGUM et al., 2015; SHAHBAZ et al., 2013; LAZAR et al, 2019). Ritkább az az eset, amikor magas késleltetésszám mellett igazol az ARDL-modell elfogadható eredményeket, például SHAHBAZ et al. (2013) kutatásában olvashatunk olyan hatásokról, amelyek 5-6 periódus késleltetéssel jelentkeznek az energiafelhasználásban és a szén-dioxid-kibocsátásban. A szerzők nem reagáltak a cikkben a magas késleltetési struktúrára.

Számításaimmal a fordított U-alakú hipotézist igazoltam Magyarországra, csak és kizárólag a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés kapcsolatából. A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti N-alakú és fordított N-alakú összefüggésnek csak részleges igazolása történt meg az alapmodellekben. Az N-alak létezik, de formája az eddigi eredményeim alapján kétséges, mivel a döntési szabály a koefficiensek előjeleihez és szignifikáns eredményeinek együttes teljesüléséhez kötött. Habár BARTUS (2019) szerint a szignifikancia szintből engedhetünk, mert a becslés hatásának irányát az alacsony szignifikancia szint is meg tudja erősíteni. Várakozásom, hogy a releváns változókkal bővített modellek közül fog kikerülni a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés valódi kapcsolatát leíró környezeti Kuznets-görbe.

6.4. A környezeti Kuznets-görbe makrofolyamatokkal bővített modelljei

A bővített modell a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatában olyan más makrofolyamatok hatásait is azonosítja, amelyek reális képet adnak a gazdasági növekedés és a környezetszennyezés összefüggéséről. A következőkben a környezeti Kuznets-görbe modelleket további változók bevonásával tesztelem, hasonlóan LÓPEZ–MENÉNDEZ et al. (2014), KASMAN és DUMAN (2015) és PABLO-ROMERO és SÁNCHEZ-BRAZA (2017) európai uniós tagállamokra készített kutatásához. Jelen fejezetben az alábbi hipotézisek vizsgálatát végzem el:

H1b: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú makrofolyamatok figyelembevételével.

H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.

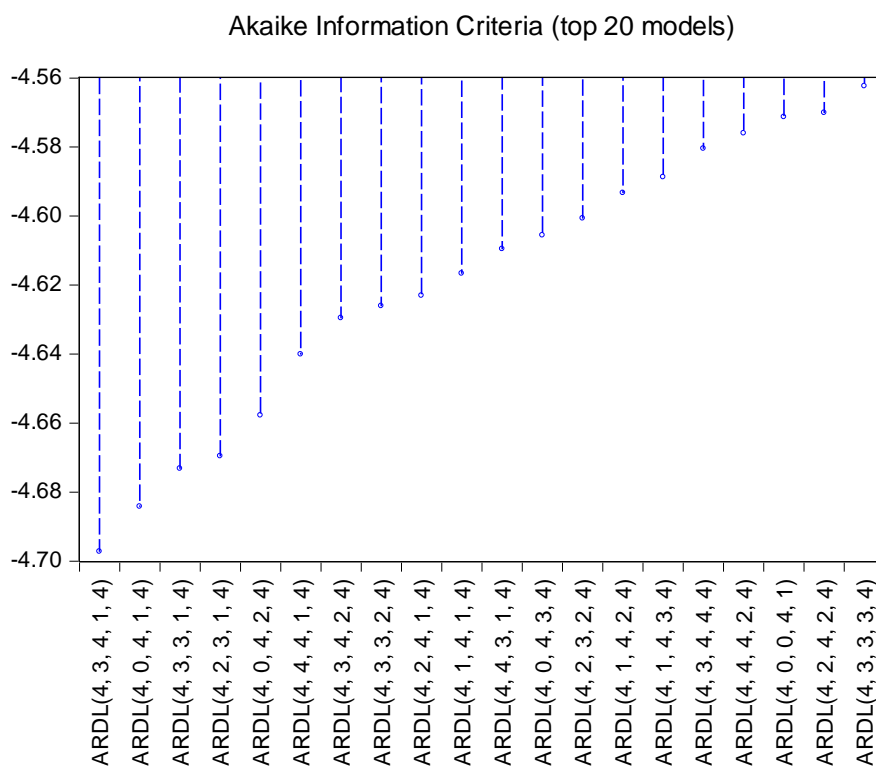
H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.

H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.

H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdei megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

GROSSMAN és KRUEGER (1995) eredeti összefüggését tehát a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség mutatóival terjesztettem ki a H5, H7 és H8 hipotézisek vizsgálatakor. A szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés négyzetes és a köbös összefüggése közül a négyzetes modell nyújtott elfogadható eredményt, azonban ez nem zárja ki a bővített modellben a változók N-alakú vagy fordított N-alakú kapcsolatának fennállását.

A megfelelő késleltetési szám kiválasztása ezúttal is a lineáris, a négyzetes, és a köbös modellben is az AIC minimális értékének figyelembevétele mellett történt. A lineáris, bővített modell AIC késleltetési száma látható a 10. ábrán, mely szerint a 4,3,4,1,4 késleltetés a megfelelő rendre a szén-dioxid-kibocsátás, gazdasági növekedés, villamosenergia-felhasználás, urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség változóknál.



12. ábra: Lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Forrás: Saját számítás

A négyzetes és köbös bővített modell esetében a 9-10.sz. melléklet tartalmazza az információs kritérium grafikonját, miszerint a négyzetes bővített modell késleltetése 2,3,2,2,3,2, míg a köbös bővített modellé 1,1,2,2,2,0,2.

A 16. táblázatban láthatók a hosszú távú környezeti Kuznets-görbe tesztelésének bővített ARDL modelljei. Elsőként a környezeti Kuznets-görbe alakjához, majd az értelmezéséhez kapcsolódó hipotéziseket tárgyalom:

H1b: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú makrofolyamatok figyelembevételével mellett.

H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.

A lineáris, bővített modellben a gazdasági növekedés előjele megfordult az alapmodellhez képest. A gazdasági növekedés 1%-os emelkedése 0,01%-kal fokozza az emissziót (17. táblázat). A lineáris, bővített modellben érvényes az F-statisztika, mert a felső határt meghaladja a kalkulált érték (11.sz. melléklet) azonban a DW statisztika megengedettnél nagyobb értéke autokorrelációra utal (14. táblázat). Az autokorrelációt pedig megerősíti az LM teszt eredménye is (16. táblázat).

16. táblázat: Diagnosztikus teszteredmények a lineáris bővített modellben

Diagnosztikus teszt	F-stat.	p-érték
Jarque-Bera normalitás teszt	0,2192	0,8961
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Teszt	3,5459	0,0000
Heteroskedasticity Teszt: Breusch-Pagan-Godfrey	2,4829	0,1101
Heteroskedasticity Teszt: ARCH	0,4277	0,5188

Forrás: Saját számítás

A négyzetes modellben a gazdasági növekedés együttthatóiból a fordított U-alakú hipotézis rajzolódik ki, azonban a gazdasági növekedés együttthatóinak szignifikáns hatásai elmaradnak (17. táblázat). A többi változó mind-mind növeli a szén-dioxid-kibocsátást, de egyik hatás sem szignifikáns. A modell érvényes az F-statisztika (12.sz. melléklet) és az ECM érték miatt, de a specifikációjában beigazolódnak a DW tesztstatisztikából az autokorreláció (13.sz.melléklet). Tehát a négyzetes modellből a környezeti Kuznets-görbe hipotézis nem igazolható a gazdasági növekedés inszignifikanciája miatt. Következésképpen, a négyzetes bővített modell eredményét nem fogadom el, egyrészt a hipotézis tesztelési feltételének sérülése, másrészt a gazdasági növekedés változó(k) inszignifikáns volta miatt (17. táblázat). A négyzetes bővített modell nem teljesítette az érvényes környezeti Kuznets-görbe hipotézisének feltételét, ezért feltételezhető, hogy a vizsgált változók között a görbe N-alakú formája áll fenn, amely a köbös modellből derül ki.

A köbös, bővített modellben a gazdasági növekedés előjelei szignifikánsak, rendre negatív, pozitív, negatív értékeket vesznek fel. A köbös, bővített modell magyarázó ereje kielégítőnek mondható (17. táblázat), a további diagnosztikai statisztikák megerősítik a modell érvényességét (14.sz. és 15.sz. melléklet). Az F-teszt szignifikáns (5,40*), a DW statisztika

autokorreláció hiányára utal (2,01), az ECM tag pedig az elvárásoknak megfelelően negatív és szignifikáns (-5,34***).

A várakozással ellentétben így nem a fordított U-alak „folytatását”, az N-alakot, hanem a fordított N-alakot mutatja a bővített köbös modell. *Számításaim a fordított N-alak létezését igazolták Magyarországra, miután a köbös bővített modell teljesített megfelelően. Miután a köbös, bővített ARDL-modell szerint átlépte Magyarország azt az egy főre eső jövedelmet, amely felett a gazdasági növekedés és fejlődés nem árt a környezetnek, hanem annak közvetett módon, technológiai változásokon alapulva javuló állapotát eredményezi. A fordított N-alakú görbe alakja arra utal, hogy ez a kedvező kapcsolat egy újabb jövedelmi fellendülés (sokk) hatására sem változik meg.*

17. táblázat: Hosszú távú környezeti Kuznets-görbe tesztelésének bővített ARDL modelljei

Függő változó: lnCO ₂	Lineáris modell (4,3,4,1,4)		Négyzetes modell (2,3,2,2,3,2)		Köbös modell (1,1,2,2,2,0,2)	
	együttható	standard hiba	együttható	standard hiba	együttható	standard hiba
lnGDP _t	-0,010	0,215 (0,962)	-1,680	2,316 (0,486)	-29,653	12,487 (0,034**)
lnGDP _{2t}	–	–	0,490	0,510 (0,368)	10,325	4,360 (0,033**)
lnGDP _{3t}	–	–	–	–	-1,211	0,509 (0,034**)
lnEC _t	0,656	0,081 (0,002***)	0,134	0,426 (0,760)	0,880	0,253 (0,004***)
lnURB _t	-0,101	0,046 (0,060*)	1,134	0,824 (0,202)	0,068	0,110 (0,075*)
FD _t	0,262	0,145 (0,100*)	0,546	0,242 (0,051*)	-0,023	0,224 (0,091*)
Konstans	2,030	0,300 (0,000**)	-1,270	2,240 (0,585)	29,300	11,640 (0,026**)
R ²		0,93		0,90		0,85
Korrigált R ²		0,72		0,70		0,65
F-teszt		4,49*		5,34**		5,40**
DW-teszt		2,95		2,20		2,01
ECM _{t-1}		-3,79***		-2,06***		-5,34***

Megjegyzés: p-érték, 1%***, 5%**; 10%*

lnECP_t: a villamosenergia-felhasználás természetes alapú logaritmusa; lnURB_t az urbanizáció természetes alapú logaritmusa; FD_t a pénzügyi fejlettség mérőszáma

Forrás: Saját számítás

Egyes szakirodalmakban (SHAHBAZ et al. 2016; KATIRCIOGLU és TASPINAR, 2018) modell bővítésével a fordított U-alak után az N-alak teljesül, azonban több változó bevonása

előidézheti a gazdasági növekedés (és négyzetes, köbös tagjának) előjelének megváltozását is. SHAHBAZ et al. (2019) lineáris bővített modelljében a gazdasági növekedés negatív előjelű volt, majd a négyzetes és köbös modellben pozitív előjelre váltott, a környezeti Kuznets-görbe fordított U-alakja helyett az N-alakját sugallva.

Magyarországra LÓPEZ-MENÉNDEZ et al. (2014) nem tudta bizonyítani a környezeti Kuznets-görbe hipotézis létezését, pedig bővített modelljükben kiterjesztették elemzésüket: a közvetlen külföldi tőkeberuházásokat és villamosenergia-felhasználást is bevonták a modellbe. Horvátország és Észtország számára érvényes az N-alakú görbe, míg Lengyelországban és Szlovákiában, jelen kutatás eredményeihez hasonlóan, a fordított N-alakút találták (LAZÁR et al., 2019), tehát az emelkedő gazdasági növekedés mellett csökkenő szén-dioxid-kibocsátás figyelhető meg, és ezen vélhetően egy újabb gazdasági sokk sem változtat. A szakirodalmi összefoglalóból (4.2. fejezet) kiderül, hogy Magyarországon négyből három tanulmány szerint még nem lépte át a görbe fordulópontját, és nem számoltak sem az urbanizációval sem a pénzügyi fejlettség hatásával.

Az eredmények szerint a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás szorosan összefüggenek egymással. Hogy a gazdasági növekedés intenzitása hogyan hat a természeti környezetre, érdemi választ a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teljesülése, és a görbe alakja ad. A köbös, bővített ARDL-modell szerint átlépte Magyarország azt a jövedelmi szintet, amely felett a növekedés és fejlődés nem ront a környezet állapotán, hanem annak javulását eredményezi. Ez egy újabb jövedelmi fellendülés hatására sem változik meg – ezt jelenti a fordított N-alakú görbe.

H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.

A villamosenergia-felhasználás hatását a köbös bővített modellből ismerjük meg, miután a lineáris és a négyzetes modell kiesett statisztikai problémák miatt. A legnagyobb hatást a jövedelem után a villamosenergia-felhasználás mutatja. A villamosenergia-felhasználás együtthatója mindkét érvényes modellben pozitív és szignifikáns, tehát a fogyasztás növekedése hosszú távon káros a környezetre. Ha a villamosenergia-felhasználás 1%-kal nő, a lineáris modell szerint a szén-dioxid-kibocsátás 0,88%-kal emelkedik (17. táblázat). A modell 2 éves csúszással számol a villamosenergia-felhasználásban bekövetkezett fogyasztói szokások változása miatt.

Érdekes, hogy sem hosszú, sem rövidtávon sem sikerült a villamosenergia-felhasználást érintő energiahatékonysági programok és intézkedések kedvező, mérsékelt környezetszennyező hatását igazolni. A következő, statisztikai összefoglaló fejezetből (6.5. fejezet) kiderül, hogy 0,782%-os növekedést indukál a szén-dioxid-kibocsátásban a villamosenergia-felhasználás 1%-os emelkedése. Ennek a pozitív összefüggésnek az lehet az oka, hogy az ARDL-modellben dominálnak azok a hosszú távú trendek, amelyekben együttmozog a két folyamat, és a folyamatok szétválása a vizsgált időtávon belül meglehetősen későn következett be. Kevésbé érvényesül egy rövidebb időszak hatása, hiszen a rövid távú dinamikát is egy olyan hosszú távú folyamatból becsüli a modell, amelyben a villamosenergia-felhasználás növekedése környezetszennyező. Feltehetően, egy frissebb adatokra kiterjesztett elemzés rávilágítana az energiahatékonyság javulásából fakadó negatív kapcsolatra a villamosenergia-felhasználás és a szén-dioxid-kibocsátás között.

A szakirodalomban kevés próbálkozás érintette Magyarországot, a többségük nem jutott el a környezeti Kuznets-görbéig, de legtöbbször a villamosenergia-felhasználást használták az elemzésben, és a gazdasági növekedéssel semmilyen kapcsolatot sem találtak kétváltozós regressziókban Magyarországra (OZTURK és ACARAVCI, 2010).) A villamosenergia-felhasználás több szempont miatt is jobb választás, véleményem szerint, mint a teljes energia-felhasználás. A villamosenergia-hálózathoz való hozzáférést sokáig fejlettségi mérőszámként értelmezték, és képet adott az életszínvonalról, az abban történt változásról (LIDDLE-LUNG, 2014).

A háztartások villamosenergia-felhasználását fejtegető kutatások (4.3. fejezet) rávilágítanak, hogy a jövedelemmel szoros kapcsolatban áll: a jövedelem 1% -os növekedése akár 11% -kal is megnövelheti a villamosenergia-felhasználást (BROUNEN et al., 2012), de ugyanez a növekedés jelentős csökkenést is okozhat a fogyasztásban (BOROZAN és BOROZAN, 2017). Azt is láthattuk, hogy a villamosenergia-felhasználás egyike a legkevésbé megosztó változónak, hiszen a szakirodalmak szinte kivétel nélkül szignifikáns eredményekre jutnak.

H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.

A városok számának növekedése szintén a köbös modellből mérhető. A lineáris modell ugyan jótékony hatását közvetíti a környezetre, mert a városok számának emelkedése 0,101%-kal csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást, de autokorreláció miatt ezt a specifikációt elutasítottam. Az érvényes, köbös modell eredménye szerint a városok terjedése 0,068%-kal emeli a szén-dioxid-kibocsátást (17. táblázat). A következő, statisztikai összefoglaló fejezetben (6.5.) az urbanizációnak szintén emisszió növelő hatása igazolódik be rövidtávon is.

Korábbi számításainkban (DURKÓ ET AL., 2016a,b,c) a népsűrűséget alkalmaztuk az urbanizáció mérésére, de nem kaptunk szignifikáns eredményeket. A villamosenergia-fogyasztási adatokból a településkategóriák energiafogyasztásbeli különbözőségei nem igazolódtak be, pedig a szakirodalmak szerint (LENZEN et al. 2004; SHAMMIN et al. 2010; YE et al. 2017) jobban mérhető eltérésekre lehet a népsűrűséggel rávilágítani egy város és egy falu (életmódbeli) fogyasztási eltéréseire. A dolgozatban ez is motivált arra, hogy egy másik utat válasszak, és az urbanizációt ne a népsűrűségi mutatóval mérjem Magyarországi adatokon.

Gyakori lehetőség a városok népességszámával mérni a települések urbanizációs különbségeit, mivel egy kisváros/ falu lakossága kevesebb, mint egy nagyobb városé, ezáltal nemzetközi szinten is összehasonlíthatóvá válnak az elemzések eredményei. Ugyanakkor, miután egy-egy településkategóriát másképp nevezünk például egy európai országban, mint egy tengeren túliban (a magyarországi középvárosok lakosság szám szerint olykor a „village” kategória népességszámának felelnek meg), ezért ezek az összehasonlítások felületesek, és csak alapos tanulmányozás után lehetne helyes következtetéseket levonni a városi életmód energiafogyasztási és károsanyag-kibocsátási jellemzőiről.

A települések kategorizálására a KSH egy másik utat választott, kvalitatív mutatók alapján minősíti. A szolgáltatások elérhetősége és színvonala, a munkaerőmegtartás, a gazdasági potenciál, az oktatás, és a szociális ellátás adja a települési hierarchia (alsó-,közép-vagy felsőfokú központok) szerinti besorolást. A demográfiai mutatók közül egyedül a népességszám szerepel. Érdekes, hogy az így kapott kategóriák klasszikus kategóriáknak megfeleltethetők, és a klaszterek közötti korreláció 0,9 feletti, tehát a népességszám jól reprezentálja a település által nyújtott lehetőségeket (KSH, 2015).

A KSH (2015) Településhierarchia c. számában a települések 2014. január 1-jei jogállásából indultak ki. A településhálózat két nagy csoportját – városok és községek – népességnagyság-

kategóriák alapján szeretnék volna tovább bontani, azonban azzal a problémával találkozok, hogy az egyes csoportokat (nagyváros, középváros stb.) a szakirodalom más-más értékhatárok között említi, nincs egységes álláspont például a középváros minimális és maximális népességszámára vonatkozóan. Éppen ezért nem a népességszám alapján, hanem funkcionális megközelítésben vizsgálva az alábbi kategóriákat képezték: aprófalvak, falvak, alsófokú központok, középfokú központok, felsőfokú központok, főváros. A felállított rangsor azonban nem különbözik nagymértékben a népesség szerinti sorrendtől. Véleményük szerint ez evidens, hiszen a férőhelyek száma, az egészségügyi ellátás kapacitása vagy az elérhető szolgáltatások szükségszerűen összhangban állnak a települések népesség számával.

A fentiek alapján Magyarországon is indokolt a településkategóriák szerinti megkülönböztetés akár az energiafelhasználás, akár a károsanyag-kibocsátás területén. A KSH munkájából kiderül, hogy akár a népességszám határain belül, akár a kvalitatív mutatókkal közelítünk, egy város és egy falu energiafogyasztása szükségszerűen eltér. Ezért ebből, és a szakirodalomból (4.1, 4.2. és 4.3. fejezet) arra következtettem, hogy egy gazdaság szén-dioxid-kibocsátására is hatással kell lennie a települési hierarchiának, pontosabban a hierarchiában bekövetkezett változásnak- amit a városok számának változásával mértem.

Gyakorlati megközelítésben a városok száma a falvak várossá nyilvánításával változhatott Magyarországon. Lehetséges, hogy a városi rang lehetőséget hozott, fejlesztéseknél, EU-s pályázatoknál stb., amely infrastruktúrájában magasabb energiafogyasztást eredményezett, vagy az ott élők lehetőségeinek a bővülésével (pl. vásárlási szokások, szolgáltatások elérhetőségének könnyebbége) vezetett a magasabb fogyasztási mutatókhoz. Energiafogyasztásnál a leírtak általános magyarázatok, azonban a szén-dioxid-kibocsátás alakulására mint közvetett hatás megjelenésére csak találgatni lehet település szintű mért adatok hiányában (leszámítva a nagyvárosokat). Kétségeket az okozhat, hogy köztudottan „divatból” is adtak városi rangot, de az eredményem szerint a városok számának növekedése mégiscsak jól mutatja, hogy a várossá avatott települések különböznek a falvaktól károsanyag-kibocsátásban, még ha az okait nem is tudjuk pontosan.

A szakirodalomban változatos kapcsolatokról számolnak be, találunk példát emisszió növelő és csökkentő szerepéről is az urbanizációnak – bármely mérőszám is adja az elemzés urbanizációs változóját. Például SHI et al. (2020) eredményében a városok gyarapodása és a városias forma csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást, és a különböző lakosság szám szerinti városkategóriák szén-dioxid-kibocsátása is szignifikánsan különbözött, habár ezt megcáfolva GLAESER és KAHN (2010) nem talált különbséget a kis-és nagyvárosok emissziója között,

míg WANG et al. (2018) szerint az urbanizáció emeli a szén-dioxid-kibocsátást. Magyarországra nincsenek urbanizációs folyamattal kiegészített szakirodalmi eredmények.

H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdei megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

A pénzügyi fejlettség emissziós hatása szignifikánsnak bizonyult a köbös modellben. A pénzügyi fejlettség mutatójának 1%-os javulása 0,023%-os csökkenést hoz a szén-dioxid-kibocsátásban (17. táblázat). Rövidtávon a hatás pozitív, tehát a hitelezési lehetőségek bővülése és a banki szolgáltatások elérhetőségének javulása átmenetileg a fogyasztás növekedésével terheli a környezetet. A fogyasztás hatásának simítása tehát csak hosszú távon képzelhető el, viszonylag alacsony hatást gyakorolva – a többi makrofolyamathoz képest – a szén-dioxid-kibocsátásra.

A pénzügyi fejlettség mutató azért került előtérbe a környezeti állapot elemzésekor, mert kulcsfontosságú szerep jutott gazdaságok azon finanszírozási képességének, hogy pénzügyileg képesek-e biztosítani az alacsony karbonintenzitású gazdaságra történő átállást, amely például egyike a Párizsi Egyezmény 2050-es céljainak. Empirikusan bizonyított, hogy a fejlett pénzügyi rendszerű országok a könnyebb és átláthatóbb hitelezési folyamatokkal és alacsony kamatokkal fellendíthetik a környezettudatos technológiák elterjedését, elősegítve ezzel a dekarbonizációs folyamatokat.

Egy korábbi tanulmányunkban, NÉMETH-DURKÓ és HEGEDŰS (2021) kifejti, hogy az elkövetkező 15 évben évente közel 6,9 billió USD-t emésztenek fel a globális felmelegedés lassítását célzó infrastrukturális fejlesztések (OECD, 2017), miközben a kormányok erőforrása, főleg a fejlődő országokban, nem elegendő a klímaprobléma kezelésére. A hosszú távú, megújulóenergia-alapú megoldások terjedését segítő, és az alacsony szén-dioxid-kibocsátást támogató projektek finanszírozása a bankok számára (BOROS, 2020), míg a dekarbonizációs folyamatok elősegítése a vállalkozások számára is kihívás (FOGARASSY et al. 2018).

A klímaváltozás mérséklésére és a globális felmelegedési károk enyhítését célzó finanszírozási politika egyik lehetséges módja a zöld portfóliók tőkepiaci elterjedése. Vannak olyan befektetők, akik hajlandóak lemondani a hozam egy részéről a környezeti célok javára, és egyfajta „zöld” prémiumot (greeniumot) fizetni ezért. A zöldkötvények azonban nemcsak a

környezetvédelem iránti elköteleződött befektetők számára mutathatnak alternatívát, hanem számos előnnyel is bírnak a tőkepiacokon a konvencionális kötvényportfóliókhoz képest.

NÉMETH-DURKÓ és HEGEDŰS (2021) kutatása azt az összefüggést támasztja alá, hogy a befektetők választása a zöldkötvényekbe való investálással kezdetben ugyan „csak” reputációs értéket képviselt, de idővel, a zöld prémium eltűnésével, és a zöldkötvényektől egyre jobb teljesítmény, magasabb hozam várható. A vizsgált időszakban az időablak előre tolásával a zöld prémium csökkenő mértékben jelent meg. A teljesítménymutatók évenkénti vizsgálatából kiderült, hogy a zöldkötvények a tőzsdei benchmark-indexek felülteljesítésére is képesek.

HOVE és TURSOY (2019) a szén-dioxid-kibocsátás növekedését mérte a pénzügyi fejlettség emelkedésével, ahogyan én is az alap és a négyzetes modellben. A köbös modell igazolta csak a pénzügyi fejlettség emissziócsökkentő hatását, JIANG és MA (2019) globális paneladatokon tesztelt eredményéhez hasonlóan.

Az érvényes modellben érdemes vizsgálni az ECM koefficiens, így a köbös bővített modellben is, ami megmutatja a magyar gazdaság szén-dioxid-kibocsátási függvényének rövidtávú kiigazítási sebességét a hosszú távú szén-dioxid-kibocsátás egyensúlyi pályájához konvergálva. A változók közötti kapcsolat szoros, egy váratlan jövedelmi sokk után a rövid távú eltérések hamar kiegyenlítődnek. Egy 4-5 éves időtáv elegendő arra, hogy egy jövedelmi sokk után visszatérjen a szén-dioxid-kibocsátás az egyensúlyi pályájára (-3,79 és -5,34). A szakirodalomban gyakoribbak az éven túli kiigazítási sebességek, de találunk éven belülit is (SHAHBAZ et al., 2019). Továbbá a köbös bővített modell késleltetései a száma is megfelel a várakozásoknak.

A következő fejezet összehasonlítja a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teszteléséhez felhasznált modellek eredményeit, és részletesen bemutatja a környezeti Kuznets-görbe hipotézis igazolását szolgáló, legmegfelelőbb modellt.

6.5. A környezeti Kuznets-görbe modellek összehasonlítása

A környezeti Kuznets-görbe hipotézisének tesztelésére alapvetően kétféle modellt építettem. Az egyik modell, az alapmodell, amely csak a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátást tartalmazza. A másik a bővített modell, amely az alapmodell alacsony magyarázó erejét javítva már több olyan változót tartalmaz, amely hatással lehet a szén-dioxid-kibocsátásra. A bővített modell a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség hatását is méri a

szén-dioxid-kibocsátásra. Az alapmodell és a bővített modellek is három-háromféle specifikációban kerültek futtatásra a környezeti Kuznets-görbe magyarországi alakjának azonosítása céljából. A 18. táblázat foglalja össze, hogy mely modellek tekinthetők érvényesnek.

18. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe érvényes modelljei

	lineáris	négyzetes	köbös
Alapmodell	✓	✓	×
Bővített modell	×	×	✓

Forrás: Saját számítás

Az alapmodell esetén a lineáris és a négyzetes modell is érvényesnek bizonyult az F-statisztika és a DW statisztika alapján, a köbös modell azonban nem teljesített több feltételt sem: a DW statisztika és az ECM tag elfogadása is sérült. Ebből csak azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás hosszú távon összefüggő folyamatok, a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teszteléséhez (és a teljesüléséhez is) ez még kevés. A köbös modell hosszú és rövidtávú modelljei közül a rövid távú modell valamivel jobban teljesített, mert benne a gazdasági növekedés együtthatói szignifikánsak voltak, de a tesztstatisztikák szerint itt sem érvényes a modell. Ha semmilyen egyéb makrofolyamat hatását nem vesszük figyelembe, akkor a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti kapcsolat négyzetesnek tekinthető.

Az alapmodell érvényes négyzetes modellje azt jelenti, hogy fordított U-alakú görbét ábrázol a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolata, tehát Magyarország elérte azt a pontot, amely felett a gazdaság fellendülése, a jólét, és az egy főre eső jövedelem növekedése a környezeti állapotot javítja. A gazdasági fejlődés nem a környezet kárára történik, hanem képes a környezetterhelést csökkenteni. Ugyanakkor a modell magyarázó ereje alacsony, ezért érdemes lehet figyelembe venni más makrofolyamatok hatását is. Ezt az eredményt csak akkor fogadom el, ha a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti bővített modellek ennél rosszabbul teljesítenek vagy elvethetők. Továbbá az eredmény megkérdőjelezhető, hiszen a magas késleltetési szám miatt arra következtethetünk, hogy a gazdasági növekedés hatása akár csak 6-7 évvel később jelentkezik a környezet állapotában, amely állítás nehezen hihető, és a szakirodalmak nem támasztanak alá.

Az elemzést a bővített modellek lineáris, négyzetes és köbös kapcsolatainak lefuttatásával folytattam. Ezekben a modellekben a gazdasági növekedés három alakja mellett a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség hatását vettem

figyelembe. Számításaim szerint a környezeti Kuznets-görbe lineáris és négyzetes modelljei nem tekinthetők érvényesnek. A lineáris modellből az autokorrelációt nem sikerült eltüntetni, ezért csak az F-statisztika és az ECM tag miatt nem fogadható el a modell. A négyzetes modell önmagában érvényes lenne statisztikák megfelelő értéke miatt, de nem a környezeti Kuznets-görbe tesztelésében, mert a gazdasági növekedés együtthatói inszignifikánsak.

Az eredmények azt jelzik, hogy a környezeti Kuznets-görbe három, bővített modellje közül csak a köbös modell felel meg a környezeti Kuznets-görbe és egyben a modellezés érvényességi, statisztikai elvárásainak is. Miután a modell jobb magyarázó erővel bír, és tartalmazza makrofolyamatok hatásait is, ezért Magyarország környezeti Kuznets-görbéjének a köbös, bővített modellt fogadom el. A gazdasági növekedés együtthatói hosszú és rövidtávon is szignifikánsak, negatív, pozitív, negatív előjelekkel rendre, jelezve ezzel a fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe létét a vizsgált időszakban. Az ECM_{t-1} értékei, és a késleltetett tagok negatívak és szignifikánsak (20. táblázat), ahogyan az érvényes ARDL modellnél elvárható. A köbös, bővített modell hosszú-és rövidtávú eredményei a 19. táblázatban láthatók.

19. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis fordított N-alakú modellje

Függő változó: $\ln CO_2$	Köbös modell (1,1,2,2,2,0,2)	
	hosszú táv	rövidtáv
$\ln GDP_t$	-29,653 (12,487**)	-47,203 (16,625***)
$\ln GDP_{2t}$	10,325 (4,360**)	0,826 (0,434**)
$\ln GDP_{3t}$	-1,211 (0,509**)	-0,202 (0,108**)
$\ln EC_t$	0,880 (0,253***)	0,782 (0,396**)
$\ln URBD_t$	0,068 (0,110*)	0,089 (0,152)
FD_t	-0,023 (0,091*)	0,538 (0,252**)
Konstans	29,300 (11,640**)	-
R^2		0,85
Korrigált R^2		0,65
F-teszt		5,40**
DW-teszt		2,01
ECM_{t-1}		-5,34***

Forrás: Saját számítás

A bővített, köbös modell késleltetési száma megfelel a szakirodalmi eredményeknek és a várakozásoknak is. Valós kapcsolatra utal a változók 0-2 éves késéssel jelentkező környezeti hatása. SHAHBAZ et al. (2019) Vietnámra számított környezeti Kuznets-görbéjében az energiafelhasználás 2, a gazdasági növekedés 1, az urbanizáció 2, a pénzügyi fejlettség hatása 1 évvel később gyűrűzik be a szén-dioxid-kibocsátás alakulásába.

A villamosenergia-felhasználás hatása pozitív és szignifikáns hosszú-és rövidtávon is, azaz 1%-os emelkedése közel 1%-kal emeli a szén-dioxid-kibocsátást. Az urbanizáció szintén növeli a szén-dioxid-kibocsátást, azonban a hatás csak hosszú távon szignifikáns. Hasonlóan az Európai Unió új tagállamaihoz (KASMAN és DUMAN, 2015), az urbanizáció Magyarország esetében is növeli az emissziót.

A pénzügyi fejlettség az egyetlen olyan mutató, amely hatását egyébként mind a három (lineáris, négyzetes, köbös) modellben szignifikáns eredmények mellett azonosítottam. Az alapmodellben és a négyzetes modellben a szén-dioxid-kibocsátást növeli a pénzügyi fejlettség, míg a köbös modellben ugyan csekély hozzájárulás mellett, de a hatás kétirányú. Rövidtávon emissziót növelő szerepe van, hosszú távon, a hipotézis igazolására elfogadott fordított N-alakú modellben csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást. Az alap és a négyzetes modellbeli eredményeim megegyeznek HOVE és TURSOY (2019) kutatásával, akik a szén-dioxid-kibocsátás növekedését mérték a pénzügyi fejlettség emelkedésével. A köbös modellem igazolta csak a pénzügyi fejlettség emissziócsökkentő hatását, JIANG és MA (2019) globális paneladatokon tesztelt eredményéhez hasonlóan.

ÇOBAN és TOPCU (2013) szerint az energiafelhasználást fokozza a pénzügyi fejlettség javulása, de az EU-27-ek annyira különböznek ebben, hogy nincs egységes érvényű megállapítása az Európai Unió tagállamaira. Magyarországi eredményük, hogy a banki terjeszkedés és a pénzügyi tőkéhez való könnyített hozzáférés nagyobb mértékben növelte az energiafogyasztást, mint az Európai Unió újabb tagállamaiban, de az ezzel együtt járó szén-dioxid-kibocsátásról nincsenek eredmények. A pénzügyi fejlettség kedvező hatása csak a bankszektor megreformálása után várható, amelyet az intenzív részvényt piac követel meg. A feltörekvő országokban a tőzsdéi tevékenységek kisebb volumenűek, mint a banki tevékenység (SADORSKY, 2010), ezért a bankszektort kell először a jól működő részvényt piac kialakítása érdekében fejleszteni (ÇOBAN és TOPCU, 2013).

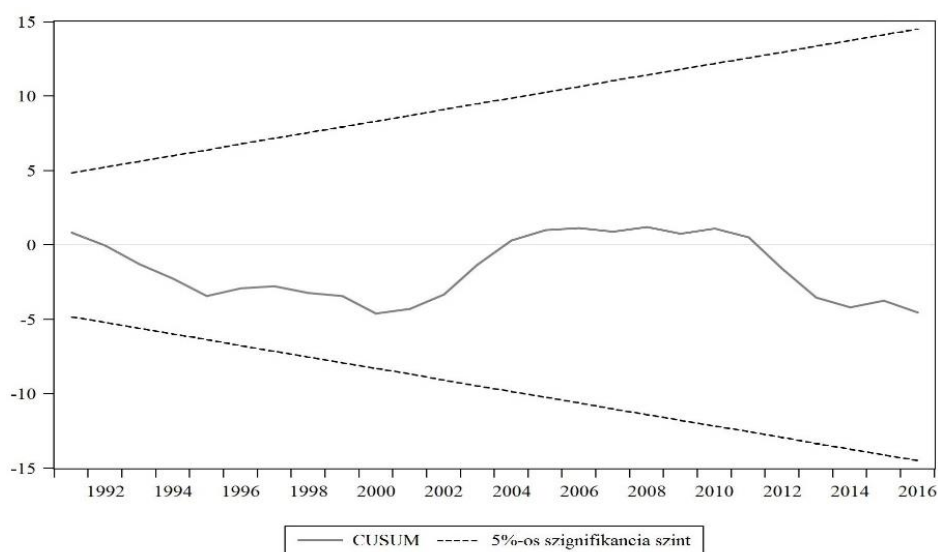
Eredményeim a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülését mutatják, és azt, hogy Magyarországon a vizsgált időszakban, 1982-2016 között a fordított N-alakú görbe írja le a

gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatát. A fordított U-alak gyengén magyarázta a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatát, tehát érdemes volt tovább vizsgálni, és figyelembe venni a görbe alakjában más folyamatok hatását is a jövedelem mellett. A folyamatok hatása kétféle, a villamosenergia-felhasználás növekedése és az urbanizáció terjedése káros a környezetre, míg a pénzügyi rendszerek fejlettsége képes csökkenteni a környezetterhelést, de csak hosszú távon.

6.6. A választott ARDL-modell stabilitásának vizuális ellenőrzése

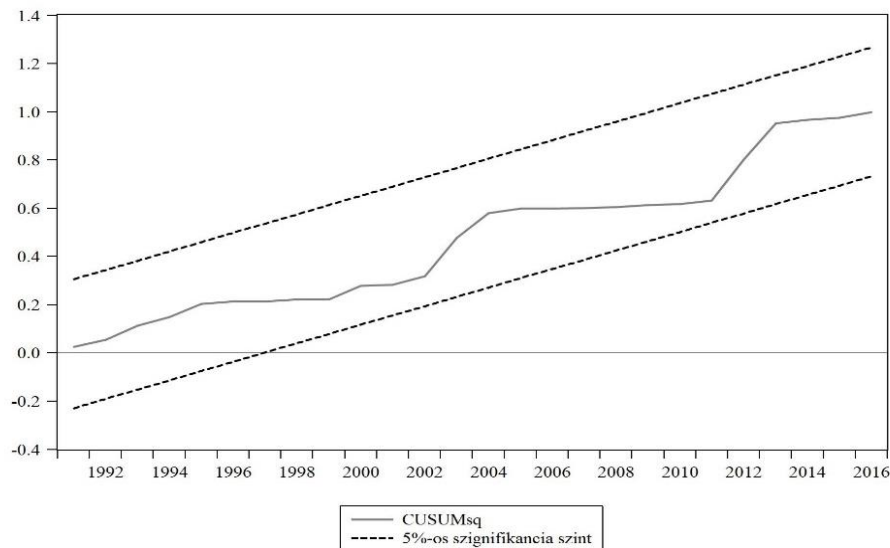
Az ARDL-modellek stabilitásnak ellenőrzésére kumulatívösszeg- (cumulative sum of recursive residuals, CUSUM) és kumulatívnégyzetösszeg- (cumulative sum of squares of recursive residuals, CUSUMsq) tesztek alkalmaztam a paraméterek állandóságának vizsgálatára (BROWN et al., 1975). Ha a kirajzolt értékvonalak az 5%-os határon belül maradnak, az a paraméterek állandóságát és a modell stabilitását reprezentálja. A kilengések sértik a modell stabilitását és strukturális törésekre utalnak.

A 13. és 14. ábrán látható, hogy az általam prezentált modellek teljesítik a CUSUMq és CUSUMsq értékektől elvártakat, a két határvonalon belül maradnak. Minden érvényes modell teljesítette a stabilitási feltételeket, most az értekezés eredményére koncentrálna a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülését mutató, fordított N-alakú, köbös, bővített modellét (1,1,2,2,2,0,2) közlöm.



13. ábra: CUSUMq stabilitás teszt eredménye

Forrás: Saját számítás és szerkesztés



14. ábra: CUSUMsq stabilitás teszt eredménye

Forrás: Saját számítás és szerkesztés

A fejezet a vizuális teszteléssel megerősítette a környezeti Kuznets-görbe hipotézis elfogadott modelljének érvényességét. A következőkben a kapcsolat mélységét vizsgálom, a változók közötti oksági kapcsolatokat mutatom be.

6.7. Oksági kapcsolatok

A vizsgált változók közötti kointegrációs kapcsolat létezése arra utal, hogy kell lennie közöttük legalább egyirányú oksági kapcsolatnak is (JOHANSEN és JUSELIUS, 1990; ENGLE és GRANGE, 1987), ezt a feltételezést használtam fel a következő hipotézisek megalkotásakor:

H3: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között oksági kapcsolat van Magyarországon. Az okság iránya a gazdasági növekedéstől mutat a szén-dioxid-kibocsátás felé.

H6: A villamosenergia-felhasználás csökkenése előre jelezheti a gazdasági növekedés hanyatlását.

A gazdasági növekedés, a szén-dioxid-kibocsátás, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség közötti szoros kapcsolatok megtalálása és a kapcsolat irányának azonosítása segítséget nyújthat a döntéshozóknak a gazdasági növekedés átfogó politikájának megfogalmazásában azáltal, hogy visszacsatolást ad a környezet állapotának változásáról. Az oksági kapcsolatok meghatározásához a vizsgált változók vegyes integráltsági rendje (stacionaritási tulajdonságai) miatt a Toda-Yamamoto módszert használtam. A Wald-statisztikán alapuló, rövidtávú oksági kapcsolatok a 20. táblázatban láthatók.

20. táblázat: Rövidtávú oksági kapcsolatok

	$\Delta \ln CO_{2t}$	$\Delta \ln GDP_t$	$\Delta \ln EC_t$	$\Delta \ln URB_t$	ΔFD_t
$\Delta \ln CO_{2t}$	-	1,35 (0,510)	1,556 (0,456)	0,963 (0,617)	4,214 (0,121)
$\Delta \ln GDP_t$	8,619 (0,013**)	-	1,914 (0,383)	1,236 (0,539)	7,549 (0,022**)
$\Delta \ln EC$	1,855 (0,395)	2,734 (0,254)	-	9,435 (0,008***)	9,786 (0,007***)
$\Delta \ln URB_t$	0,218 (0,896)	2,428 (0,296)	3,018 (0,221)	-	1,865 (0,393)
ΔFD_t	11,533 (0,003***)	7,009 (0,030**)	4,025 (0,133)	3,996 (0,135)	-

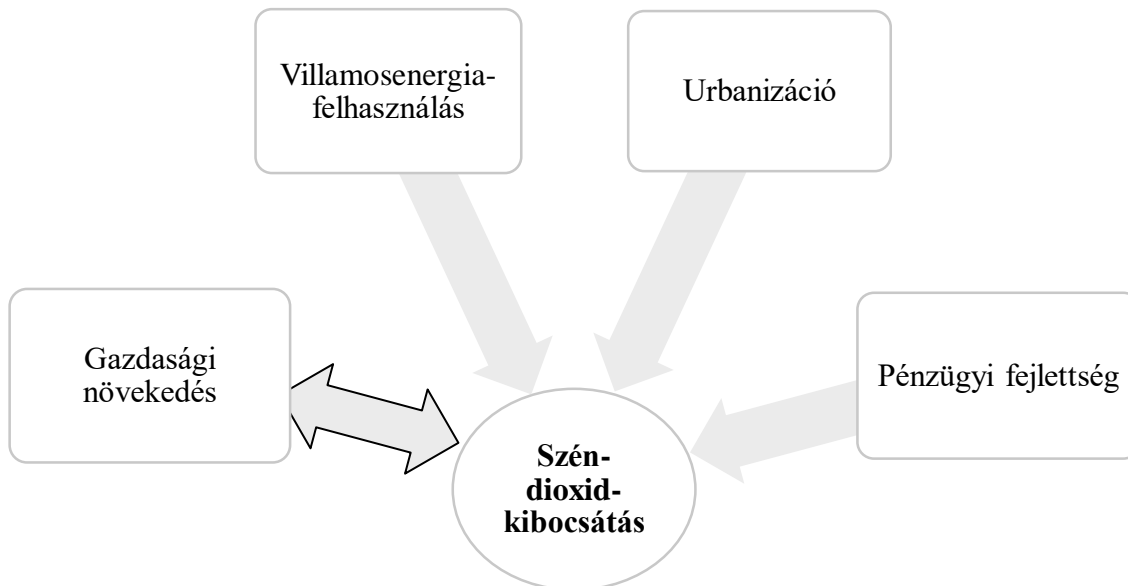
Forrás: Saját számítás

A 20. táblázat azt mutatja, hogy a szén-dioxid-kibocsátást külön-külön egyik változó sem okozza, azonban együttesen 1%-on szignifikáns oksági kapcsolatban állnak a szén-dioxid-kibocsátással ($p=0,007$). A szén-dioxid-kibocsátás a gazdasági növekedéssel és a pénzügyi fejlettséggel kétirányú oksági kapcsolatban áll, a villamosenergia-felhasználással és az urbanizációval egyirányú (irányukból a szén-dioxid-kibocsátás felé mutató) okság található köztük. A kétirányú kapcsolatok azt jelzik, hogy például a gazdasági növekedés szén-dioxid-kibocsátást, a szén-dioxid-kibocsátás pedig gazdasági növekedést okoz. A gazdasági növekedésben a pénzügyi fejlettségnek is oksági szerepe van, a kapcsolat kétirányú: a pénzügyi fejlettség gazdasági növekedést okoz és vice versa.

A városok számának növekedésének és a pénzügyi fejlettségnek a villamosenergia-felhasználásban oksági szerepe van. A kapcsolat egyirányú, urbanizációt vagy pénzügyi fejlettséget nem okoz a villamosenergia-felhasználás. Érdekes, hogy urbanizációt egyik makrofolyamat sem okoz közvetlenül, noha az urbanizáció felől oksági kapcsolat található a villamosenergia-felhasználás felé.

Nemcsak rövidtávon, hanem hosszú távon is oksági kapcsolat húzódik minden vizsgált változó irányából a szén-dioxid-kibocsátás felé (15. ábra). Ez azt jelenti, hogy a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, a pénzügyi fejlettség és az urbanizáció is egyaránt okozója a szén-dioxid-kibocsátásnak Magyarországon 1982-2016 között. A gazdasági növekedés az

egyetlen olyan folyamat, amely hosszú távon kétirányú oksági kapcsolatot mutat a szén-dioxid-kibocsátással, tehát kölcsönösen ok-okozati kapcsolatot töltenek be egymás folyamatának alakulásában. Azért a növekedési és környezeti politikák összehangolása szükséges, ha (1) a növekedés visszafogása nélkül a környezet állapotának megőrzése és javítása fontos, (2) ha a környezeti állapot romlása nélküli gazdasági növekedés és fejlődés fontos.



15. ábra: A szén-dioxid-kibocsátást okozó makrofolyamatok (hosszú távon)

Forrás: Saját számítás

A 21. táblázat foglalja össze valamennyi változó egymás közötti oksági kapcsolatait. Miután számos kapcsolat húzódik a vizsgált változók között, egy vagy akár kétirányban is, az oksági eredmények igazolják a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésének értelmét. A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti oksági kapcsolatok arra is utalnak, hogy a szén-dioxid-kibocsátás jól megválasztott jelzője a természeti környezet állapotának.

21. táblázat: Hosszú-és rövidtávú oksági kapcsolatok a vizsgált változók között

Változó	Rövidtávú oksági kapcsolatok	Hosszú távú oksági kapcsolatok
$\ln CO_{2t}$	$\ln CO_{2t} \leftarrow \ln GDP_t, \ln EC_t, \ln URB_t, FD_t$	$\ln CO_{2t} \leftrightarrow \ln GDP$
$\ln GDP_t$	$\ln GDP_t \leftarrow \ln CO_{2t}, FD_t$	$\ln GDP_t \leftarrow \ln EC_t$
$\ln EC_t$	$\ln EC_t \leftarrow \ln URB_t, FD_t$	$\ln EC_t \leftarrow \ln CO_{2t}, \ln URB_t$
$\ln URB_t$	-	$\ln URB_t \leftarrow \ln CO_{2t}$
FD_t	$FD_t \leftarrow \ln CO_{2t}, \ln GDP_t$	$FD_t \leftarrow \ln CO_{2t}, \ln EC_t$

Forrás: Saját számítás

A szén-dioxid-kibocsátás alakulásához minden változó hozzájárul, akár rövidtávon, akár hosszú távon nézzük. A gazdasági növekedést a szén-dioxid-kibocsátás és pénzügyi fejlettség határozza meg rövidtávon, hosszú távon pedig a villamosenergia-felhasználás alakulása. Villamosenergia-felhasználást rövidtávon urbanizáció és pénzügyi fejlettség okoz, hosszú távon a szén-dioxid-kibocsátás és az urbanizáció okozza. Tehát a környezetszennyezés és a városok számának növekedése a villamosenergia-felhasználás növekedését jelezheti előre.

Az urbanizáció folyamatában csak egy oksági kapcsolat azonosítható. Az urbanizációt, azaz a városok számának rövidtávon a növekedését egyik makrofolyamat sem indukálja, hosszú távon is csak a szén-dioxid-kibocsátás okoz urbanizációt. Az ipar fellendülése, és a környezetszennyezés növekedése indukálhatja a városok számának gyarapodását, ami egybeesik a munkaerő vándorlásának hatásaival.

A pénzügyi fejlettség csak az urbanizációval nem áll oksági kapcsolatban. Pénzügyi fejlettséget a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés okoz rövidtávon, hosszú távon pedig a szén-dioxid-kibocsátás és a villamosenergia-felhasználás jelezhet előre.

A H3 hipotézisemre összefoglalóan válaszolva, kétirányú oksági kapcsolat létezik a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés között, azaz mindkét folyamat meghatározó szerepet tölt be a másik folyamat alakulásában, és akár a gazdasági növekedés, akár a szén-dioxid-kibocsátás előre jelzésében jobb eredményt kapunk, ha a másik folyamat múltbéli adatait is felhasználjuk a becsléshez. Rövid-és hosszú távra is ugyanez a megállapítás érvényes.

Az eredmény szerint a gazdasági növekedés villamosenergia-felhasználást okoz, nem pedig fordítva, ahogyan a H6 hipotézis teljesülése esetén bekövetkezne. Tehát, amennyiben a gazdasági növekedésben visszaesés történik, úgy a villamosenergia-felhasználásban is visszaesés történik, ezért a gazdasági növekedés hanyatlása jelezhetné előre a villamosenergia-felhasználás csökkenését.

Ezen fejezetben a környezeti Kuznets-görbe hipotézisében vizsgált változók közötti oksági kapcsolatokat azonosítottam. A kapcsolatok mennyisége és iránya megerősíti a hipotézis vizsgálatának relevanciáját és a bővített modell eredményének elfogadását, az oksági eredmények pedig igazolták környezeti Kuznets-görbe hipotézis alapját, a szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés szoros kapcsolatát.

6.8. Sokkok a modellben: a szén-dioxid-kibocsátás impulzus válasz függvényei és a variancia-dekompozíció

A Granger-okság illetve a Toda-Yamamoto okság tesztek hiányossága, hogy nem mutatják az oksági hatások relatív erősségét. Nem képesek jelezni, hogy mekkora a visszacsatolás nagysága (SHAN, 2005). A hosszú-és rövidtávú oksági kapcsolatok feltárása után arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában mekkora a részesedésük a makrofolyamatoknak, illetve hogyan viselkedik az emisszió egy-egy makrofolyamatban bekövetkezett sokk hatására:

H4: A szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe a gazdasági növekedésnek és a pénzügyi fejlettségnek van.

A különböző változók általi, a szén-dioxid-kibocsátáshoz való hozzájárulás mértékének összehasonlításához variancia-dekompozíciót alkalmaztam. A generalizált variancia-dekompozíció megmutatja, hogy egy adott változó varianciájának mekkora része magyarázható egy másik változóval (KOOP, 1994; PESARAN és SHIN, 1998). A generalizált impulzusválasz függvények pedig megmutatják a változó dinamikus reakcióit a saját és más változók okozta sokkokra, az egyes változók volatilitásának áttérjedését és hatását a többi változóra.

A 22. táblázatban láthatóak a variancia-dekompozíciós eredmények. Miután jelen értekezés az emisszióhoz való hozzájárulás mértékét kutatja, ezért csak és kizárólag a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában ismertetem a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció, és a pénzügyi fejlettség szerepét. Az elemzés a 10 éves előrejelzési horizontot is lehetővé tette, ezért a 10. év eredményeinek bemutatására fókuszálok.

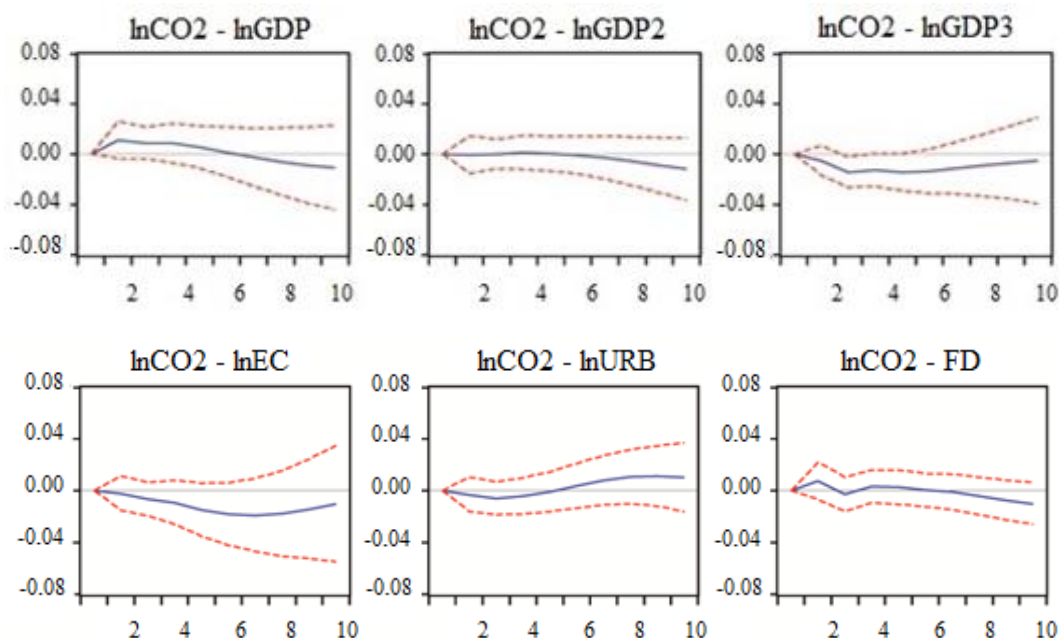
A szén-dioxid-kibocsátás varianciáinak a 42,65%-a maga a változó sokkjaival magyarázható. Az emisszióhoz való hozzájárulása a gazdasági növekedésnek a legnagyobb (7,25%, 3,5% és 14,18%), amit a villamosenergia-felhasználás követ (22,40%). Az urbanizáció (6,52%) és a pénzügyi fejlettség (3,46%) szén-dioxid-kibocsátáshoz való hozzájárulása meglehetősen alacsony az előzőekhez képest. Az eredményeim konzisztensek a korábbi regressziós eredményeimmel. A hosszú távú, fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe modell szén-dioxid-kibocsátásában a legnagyobb szerep szintén a gazdasági növekedésnek és a villamosenergia-felhasználásnak jutott, amit az urbanizáció, majd a pénzügyi fejlettség követett.

22. táblázat: Variancia dekompozíció a szén-dioxid-kibocsátásra

Periódus (évek száma)	Impulzusváltozók						
	$\ln\text{CO2}_t$	$\ln\text{GDP}_t$	$\ln\text{GDP2}_t$	$\ln\text{GDP3}_t$	$\ln\text{EC}_t$	$\ln\text{URB}_t$	FD_t
1	100,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	85,852	8,015	0,009	1,662	0,288	0,592	3,580
3	74,375	8,747	0,006	9,963	2,124	1,978	2,804
4	67,122	9,739	0,067	13,571	4,618	2,249	2,630
5	59,187	8,969	0,059	17,234	10,282	1,879	2,389
6	52,994	7,550	0,065	18,881	16,593	1,916	2,001
7	48,616	6,526	0,212	18,529	21,445	2,949	1,721
8	45,562	6,213	0,750	17,286	23,899	4,504	1,777
9	43,769	6,537	1,856	15,711	23,894	5,833	2,398
10	42,656	7,258	3,512	14,183	22,404	6,524	3,460

Forrás: Saját számítás

Az impulzus válasz függvény a variancia-dekompozíció egy alternatívája, megmutatja, hogy a függő változó mennyi ideig és milyen mértékben reagál a független változókban bekövetkező sokkra. A 16. ábra az impulzus válasz függvények eredményeit mutatja, amelyeket tízéves periódusban készítettünk. A módszer, a variancia-dekompozícióhoz hasonlóan, az eredeti vektor autoregresszív modell mozgóátlag-reprezentációjának becslésén alapul. A bemutatott táblázat csak a szén-dioxid-kibocsátásban közre játszó tényezők hatására összpontosít összhangban a kutatás céljával.



16. ábra: A szén-dioxid-kibocsátás impulzus válasz függvényei

Forrás: Saját számítás

A szén-dioxid-kibocsátás gazdasági növekedésre adott válasza csökkenő lefutású (16. ábra). A periódus elején lévő, csúcsosodó szakasz után indul a csökkenés, ami utalhat arra, hogy idővel, például a technológiai újítások és hatékonyságbeli javulások hozzájárulnak az emisszió csökkenéséhez. A négyzetes gazdasági növekedés függvénye stagnáló, míg a köbös gazdasági növekedés csökkenő, a periódus végére mérséklődő növekedésbe átváltó szakaszt mutat. Ha a három gazdasági növekedést négyzetes és köbös tagjaikat ábrázoló impulzus válaszokat egyszerre tekintjük, akkor az első és utolsó csökkenő szakaszok reprezentálhatják a fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe jelenséget.

Ami a további hatásokat illeti, a villamosenergia-felhasználásra adott válaszreakció-függvénye a szén-dioxid-kibocsátásnak negatív. A jövőbeli villamosenergia-felhasználás csökkenteni fogja az emissziót, ami a hatékonyságbeli javulásnak vagy éppen a változó energiamixnek (NFM, 2012) is köszönhető. Az urbanizáció okozta sokkokra emelkedő szén-dioxid-kibocsátás várható. A városok számának növekedése, a városi életmód terjedése fokozott nyomást gyakorolhat a környezetszennyezésre a modell szerint. Az impulzus válasz függvények megerősítik a hosszú távú környezeti Kuznets-görbe becslésünket, hiszen az urbanizáció szignifikánsan pozitívan befolyásolta a szén-dioxid-kibocsátást. A pénzügyi fejlettségre az emisszió egy kezdeti kiugrás után csökkenő hatással reagál, vagyis hosszú távon a pénzügyi fejlettség mérsékeli a szén-dioxid-kibocsátást. A hitelek bővülése és a pénzügyi szolgáltatások könnyebb elérhetősége fedezetet nyújthat olyan eszközök, gépek beszerzésére, amelyek energiatakarékosak és alacsonyabb károsanyag-kibocsátással járnak.

Jelen fejezetben a variancia-dekompozícióból arra következtetek, hogy a szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe, saját folyamatának korábbi nagyságán túl, a gazdasági növekedésnek jut, majd a villamosenergia-felhasználásnak, az urbanizációnak és végül a legkisebb mértékben a pénzügyi fejlettségnek. A gazdasági növekedés impulzus válasz függvényeiben találtam bizonyítékot a környezeti Kuznets-görbe hipotézis N-alakjára. A villamosenergia felhasználás alakulása hosszú távon csökkenni fog, ami jó jel, mert a regressziókban a villamosenergia felhasználás emisszió-növelő szerepét azonosítottam, míg az urbanizáció hatása továbbra is növeli a károsanyag-kibocsátást.

7. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Jelen értekezés célja a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelése és a görbe alakjának a meghatározása volt. A vizsgálat területi egységének Magyarországot választottam, mert nagyon keveset tudunk a hazai, magyarországi gazdasági és környezeti kapcsolatok egymásra gyakorolt hatásáról, a köztük fennálló ok-okozati kapcsolatokról. A környezeti Kuznets-görbe hipotézist csak és kizárólag Magyarországra nem tesztelték korábban, és ha szerepelt is a vizsgált országok között, az is panel adatbázisokon történt, és nem vette figyelembe több olyan makrofolyamat hatását, amelyet azonosítottam az értekezésben.

A környezeti Kuznets-görbe hipotézis teszteléséhez a konvencionális statisztikai eszközök nem használhatók Magyarország esetében az idősorok speciális tulajdonságai miatt. A hipotézis legegyszerűbb formájának igazolása, a négyzetes összefüggés esetén sem teljesülnek a lineáris regresszió feltételei a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás változókkal. Mivel az említett idősorok eltérő rendben integráltak, és az elemzés időtávja még az adatok elérhetőségének leghosszabb időszakának választásával is meglehetősen rövidnek mondható, ezért jelen értekezésben az ARDL-módszert alkalmaztam a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülésére. Az ARDL-módszernek számos előnye van a konvencionális statisztikai módszerekhez képest, és alkalmazhatóságának feltételei is teljesültek az alapmodellek és a bővített modellek esetében is.

Hat modell készült a környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelésére. Alapvetően két csoportba oszthatók a modellek: az egyik csoportban csak és kizárólag a klasszikus környezeti Kuznets-görbe hipotézist alkotó, a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás idősorai szerepeltek. Az alapmodell alkalmas a görbe alakjainak a vizsgálatára, de nem veszi figyelembe a jövedelmen kívüli, más makrofolyamatok emissziós hatását. A másik, a bővített modellek csoportja a racionálisabb, kiterjesztett formáját tesztelte a hipotézisnek, kiegészítve a szakirodalmak által javasolt villamosenergia-felhasználás, urbanizáció és pénzügyi fejlettség mutatókkal.

Az ARDL-modellek igazolták a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teljesülését Magyarországra, az 1982-2016 közötti időszakra. A három alapmodell közül kettő bizonyult érvényesnek, a lineáris és a négyzetes modell eredményei feleltek meg a környezeti Kuznets-görbe és a statisztikai feltételeknek, a köbös modell elutasításra került. A lineáris alapmodell, megerősítette a hosszú távú kapcsolatot a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között. A négyzetes alapmodell rövid-és hosszú távon is igazolta a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülését, azt, hogy a gazdasági növekedés fokozása nem jár együtt

környezetszennyezéssel. A változók között számításaim szerint a fordított U-alak rajzolódik ki, azonban minden egyéb tényező hatását kizárja a modell.

A bővített modellek közül csak a köbös modell eredményei bizonyultak érvényesnek, miszerint Magyarországon a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között, hosszú-és rövidtávon is a fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe létezik. A köbös, bővített ARDL-modell eredményei a károsanyag-kibocsátásban résztvevő folyamatok szerepét is azonosították. Az eredmények szerint a villamosenergia-felhasználás és az urbanizáció növeli, míg a pénzügyi fejlettség csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást. Kiderült az is, hogy egy, a gazdaságot érő jövedelmi sokk erős hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra, és évek kellene ahhoz, hogy az egyensúlyi helyzetéhez visszataláljon a szén-dioxid-kibocsátás. A modell érvényes, az eredmények vizuális ellenőrzését a szakirodalmak javaslatainak megfelelően a CUSUM-ábrákkal is elvégeztem. Mivel a négyzetes alapmodell nem volt meggyőző a hipotézis szempontjából, a magyarázó erejét gyengének ítéltam, ezért a környezeti Kuznets-görbe alakjára a köbös, bővített modell eredményét (a fordított N-alakot) fogadtam el.

Ahhoz, hogy a környezeti Kuznets-görbét alakító tényezők hatásmechanizmusát megismerjük, az oksági kapcsolatok felfedésére VAR-modell specifikáció készült. Az idősorok vegyes integráltsági rendjének problémája ebben az esetben is jelentkezett, ezért a szokásos Granger-okság helyett az oksági kapcsolatok feltárásához Toda-Yamamoto módszerét használtam. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis relevanciáját és bővített modelljének létjogosultságát alátámasztják az oksági eredmények. A legerősebb hatásokat variancia-dekompozícióval kaptam meg, az impulzus válasz függvények pedig a sokkok lecsengésének idejét mutatták. Utóbbi, a gazdasági növekedés lineáris, négyzetes és köbös formájának függvényeivel a modell, a fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe robusztusságát megerősítette.

Az eredmények bemutatását és a várakozásokhoz képesti teljesülését az értekezés elején megfogalmazott hipotézisek sorrendjében közlöm. A stratégiai és általános célokból jelen értekezésben az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

H1/a: Az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.

H1/b: Makrofolyamatok figyelembevétele mellett az EKC hipotézis teljesült Magyarországra, a szén-dioxid-kibocsátás és gazdasági növekedés kapcsolata fordított U-alakú.

A két hipotézis részben teljesült. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis létezését sikerült bizonyítani Magyarországra, de a görbe alakjában a következtetés nem állhatott meg a fordított U-alaknál, hanem a görbe 3. pontjának vizsgálatával kibővítve a számolást beigazolódt, hogy a magyarországi környezeti Kuznets-görbe fordított N-alakú. Az eredmények alátámasztják azt is, hogy a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás folyamatai közötti kapcsolat szoros, és nemcsak összefüggnek, hanem köztük oksági kapcsolat áll fenn. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis teszteléséhez több feltétel együttes teljesülése szükséges, amelyek csak két modell esetén álltak fenn.

A négyzetes modell a gazdasági növekedés és annak négyzetes tagja, valamint a szén-dioxid-kibocsátás között fordított U-alakú kapcsolatot igazolt, azonban csak gyenge magyarázó erővel, és minden egyéb makrofolyamat kihagyásával. Indokolttá vált a köbös modell vizsgálata, a gazdasági növekedés köbös tagjával bővítve, azonban a modell nem volt érvényes. A villamosenergia-felhasználással, az urbanizációval és pénzügyi fejlettséggel kiegészített, köbös modell már érvényesnek bizonyult, és a gazdasági növekedés negatív, pozitív, negatív előjeleinek szignifikáns voltával a fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbét eredményezte.

H2: A gazdasági növekedés jelenleg a környezet fokozottabb terhelése nélkül, vagyis a szén-dioxid-kibocsátás csökkenő szintje mellett megy végbe.

A hipotézis teljesült. A számítások szerint jelenleg a gazdasági növekedés nem veszélyezteti a környezet állapotát. A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti kapcsolat vizsgálata számos módszertan felhasználásával történt jelen értekezésben. A két változó közötti kointegrációs kapcsolat ARDL-modellekkel, az oksági kapcsolat Toda-Yamamoto módszerrel, a kapcsolat alakja a környezeti Kuznets-görbével, a jövedelmi sokkok hatása variancia-dekompozícióval, és a jövedelmi hatás emissziós nagysága impulzus válasz függvényekkel került meghatározásra. Az eredmények összecsengenek a kapott, fordított N-alakú környezeti Kuznets-görbe értékelésével.

Az eredmények azt mutatják, hogy a gazdasági és a szén-dioxid-kibocsátás szorosan összefüggenek egymással, oksági kapcsolat is igazolja a kapcsolat erősségét. Hogy a gazdasági növekedés intenzitása hogyan hat a természeti környezetre, érdemi választ a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teljesülése, és a görbe alakja ad. A köbös, bővített ARDL-modell szerint átlépte Magyarország azt a jövedelmi szintet, amely felett a növekedés és fejlődés nem ront a környezet állapotán, hanem annak javulását eredményezi. Ez egy újabb jövedelmi fellendülés hatására sem változik meg – ezt jelenti a fordított N-alakú görbe. Ismerve azonban a vizsgált makrofolyamatok emisszió-növelő hatását, azért, hogy a környezeti Kuznets-görbe fordított N-alakja hosszú távon is érvényes maradjon, érdemes a klíma-és energiacélok tervezésekor figyelembe venni az emissziót befolyásoló tényezőket, és a köztük fennálló kapcsolatokat.

H3: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között oksági kapcsolat van Magyarországon. Az okság iránya a gazdasági növekedéstől mutat a szén-dioxid-kibocsátás felé.

A hipotézis részben teljesült. Az oksági kapcsolatokat Toda-Yamamoto módszerrel és a Wald-statisztika felhasználásával becsültem, eredménye, hogy a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között bebizonyosodott az oksági kapcsolat. Kétirányú oksági kapcsolat létezik a vizsgált változók között, azaz mindkét folyamat meghatározó szerepet tölt be a másik folyamat alakulásában, és akár a gazdasági növekedés, akár a szén-dioxid-kibocsátás előre jelzésében jobb eredményt kapunk, ha a másik folyamat múltbéli adatait is felhasználjuk a becsléshez. Rövid-és hosszú távra is ugyanez a megállapítás érvényes, kétirányú kapcsolat létezik a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között.

Minden vizsgált folyamat okozója a szén-dioxid-kibocsátásnak, ezért valóban a köbös, bővített környezeti Kuznets-görbe (ARDL) modell írja le legjobban a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti kapcsolatot, hiszen figyelembe veszi minden makrofolyamat hatását. Csak és kizárólag a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között húzódik hosszú távon kétirányú oksági kapcsolat, ami megerősíti a környezeti Kuznets-görbe hipotézis vizsgálatának relevanciáját, és a szén-dioxid-kibocsátás mint környezeti indikátor helyes kiválasztását. Ezért a növekedési és környezeti politikák összehangolása szükséges, ha (1) a növekedés visszafogása nélkül a környezet állapotának megőrzése és javítása fontos, és ha (2) a környezeti állapot romlása nélküli gazdasági növekedés és fejlődés fontos.

H4: A szén-dioxid-kibocsátás alakulásában a legnagyobb szerepe a gazdasági növekedésnek és a pénzügyi fejlettségnek van.

A hipotézis részben teljesült. A vizsgált változók szén-dioxid-kibocsátáshoz való hozzájárulásának a mértékének meghatározásához variancia-dekompozíciót alkalmaztam. A szén-dioxid-kibocsátás varianciáinak közel fele maga a változó korábbi alakulásával magyarázható. Az emisszióhoz való hozzájárulása a gazdasági növekedésnek a legnagyobb, amit a villamosenergia-felhasználás követ. Az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség hozzájárulása meglehetősen alacsony az előzőekhez képest. Az eredmények a változók hatásainak nagyságát tekintve konzisztensek az ARDL-modellek regressziós eredményeivel.

A fenti eredmények alapján azt gondolom, hogy a szén-dioxid-kibocsátással oksági kapcsolatban álló folyamatokon keresztül érdemes az emissziós célok teljesítését tervezni, mert a szén-dioxid-kibocsátás alakulását legnagyobb mértékben a korábbi időszak szén-dioxid-kibocsátása határozza meg. A gazdasági növekedés nagy hatása pozitívum, mert a környezeti Kuznets-görbe hipotézis felfedte, hogy napjainkban a fejlődés és növekedés lehetővé teszi Magyarországon a környezeti állapot javulását. A villamosenergia-felhasználás hatásáról tudjuk az ARDL-modellekből, hogy fokozzák a szén-dioxid-kibocsátást, és figyelembe véve a variancia dekompozíció eredményeit, a jövőben érdemes még nagyobb hangsúlyt fektetni az energiapolitikai szabályozóknak és eszközöknek az energiahatékonyság javítására.

A pénzügyi fejlettség relatíve kis hatást gyakorol a szén-dioxid-kibocsátásra. Fontosnak tartom ugyanakkor megjegyezni, hogy ha a pénzügyi rendszer fejlettségének hatása szerényebb is a többi tényezőhöz képest, az érvényes modellek mindegyikében szignifikáns volt. A pénzügyi fejlettség szorosan kapcsolódik a gazdasági növekedéshez, ezért valószínűnek tartom, hogy a jövedelmi-hatásból többet vesz ki a gazdasági növekedés. Ahhoz, hogy a pénzügyi fejlettség hatását jobban megértsük, a gazdasági növekedés és a pénzügyi fejlettség kapcsolatát kell mélyebben megérteni, de jelen értekezésnek ez nem célja.

H5: A villamosenergia-felhasználás alkalmas mérőszáma a fejlődésnek, ezért nemcsak a gazdasági növekedés, hanem a villamosenergia-felhasználás is szignifikáns hatást gyakorol a károsanyag-kibocsátásra.

A hipotézis teljesült. A modellek közül két alapmodell (lineáris és négyzetes) és az egyik bővített modell (kübös modell) volt érvényes, ezért a hipotézis teljesülését ezeken a modelleken keresztül értelmezem. A gazdasági növekedés valamennyi modellben megtalálható, és mind a három érvényes modellben szignifikáns szerepet tölt be. A hatása nem egyértelmű, mert előjelet

vált, de különböző formái szignifikánsak maradtak mindvégig, érvényessé téve a modelleket a környezeti hipotézis tesztelésére, és bizonyítva ezzel a gazdasági növekedés meghatározó emissziós szerepét.

Miután a környezeti Kuznets-görbének nem alapvető változójáról van szó, ezért a villamosenergia-felhasználás csak a köbös, bővített modellben szerepel (az érvényesek közül), és hatása azon keresztül értelmezhető. A villamosenergia-felhasználás 1%-on szignifikáns hatást gyakorol a szén-dioxid-kibocsátásra. Ha a villamosenergia-felhasználás 1%-kal nő, a szén-dioxid-kibocsátás 0,880%-kal nő hosszú távon, míg rövidtávon 0,782%-kos növekedést indukál 5%-os szignifikancia szinten *ceteris paribus*.

Az eredmény arra utal, hogy az energiahatékonyság még nem kellően magas Magyarországon, mert ha a jólét együtt jár a villamosenergia-felhasználás növekedésével, akkor az fokozott terhet ró a természeti környezetre. Egyelőre sem rövid, sem hosszú távon nem sikerült igazolni az energiahatékonysági programok és a környezettudatos magatartást népszerűsítő kampányok sikerességét, mert jelenleg az adatok azt mutatják, hogy csak a villamosenergia-felhasználás csökkenése mellett képzelhető el a szén-dioxid-kibocsátás csökkenése. Az új, modern gépek, berendezések beszerzésével csökkenthető ugyan a fajlagos villamosenergia-felhasználás, de összességében a visszapatpanó hatás megnehezítheti a környezetvédelmet.

H6: A villamosenergia-felhasználás csökkenése előre jelezheti a gazdasági növekedés hanyatlását.

A hipotézis nem teljesült. A villamosenergia-felhasználás és a gazdasági növekedés összefüggéséről a Toda-Yamamoto-féle okságot tesztelő módszer eredményei adják meg a választ. Az ok-okozati kapcsolatot mutató folyamatok segítik egymás előre jelzését. Mivel a villamosenergia-felhasználás és a gazdasági növekedés között oksági kapcsolatot találtam, amely a gazdasági növekedés irányából mutat a villamosenergia-felhasználás felé, ezért ezek a folyamatok nemcsak összefüggnek, hanem együtt is mozognak, és az egyikükben bekövetkezett változás a másikra hatással van. Ez azt jelenti, hogy ha figyelembe vesszük a gazdasági növekedés előre jelzésében a villamosenergia-felhasználást, akkor pontosabb eredményt kapunk, mintha csak a gazdasági növekedés korábbi adataiból becsültünk volna.

Az eredmény szerint a gazdasági növekedés villamosenergia-felhasználást okoz, nem pedig fordítva, ahogyan a hipotézis teljesülése bekövetkezne. Tehát, amennyiben a gazdasági növekedésben visszaesés történik, úgy a villamosenergia-felhasználásban is visszaesés történik, ezért a gazdasági növekedés hanyatlása jelezhetné előre a villamosenergia-felhasználás

csökkenését. A kérdés valójában az, hogy lehet-e úgy növekedni, hogy közben kevesebb energiát fogyasztunk? Az oksági vizsgálat eredménye szerint nem.

H7: Az urbanizáció, azaz a városok számának növekedése csökkenti az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátást.

A hipotézis nem teljesült. Az érvényes modellek közül csak egyikben, a köbös bővített modellben szerepel az urbanizáció. Az urbanizáció terjedése bizonyítottan hat a szén-dioxid-kibocsátásra, de egyik esetben sem képes azt csökkenteni. Az eredmény azt mutatta, hogy hosszú-és rövidtávon is növeli az emissziót a városok számának növekedése. A hatás nagysága mindkét távon hasonló, a gazdasági növekedésnél és a villamosenergia-felhasználásnál jelentősen kisebb. Az urbanizáció együttthatója csak hosszú távon szignifikáns, rövidtávú hatása nem általánosítható.

Az eredményem alapján a szakirodalmak eredményei cáfolhatók, mert nem sikerült jelen értekezésben bizonyítani, hogy Magyarországon mint egy (közepesen) fejlett országban az urbanizáció pozitívan hatna a károsanyag-kibocsátásra. A méretgazdaságossággal magyarázzák, hogy minél többen élnek egy városban, annál alacsonyabb az egy főre eső energia-felhasználás, és ez a károsanyag-kibocsátásban is megmutatkozik. Jellemzően a kevésbé fejlett régiókban nőnek együtt a városok terjedésével az emissziós mutatók.

H8: A pénzügyi fejlettség szerepe a hitelezési lehetőségek és a tőzsdei megjelenés bővülésével empirikusan bizonyítottan növeli a szén-dioxid-kibocsátást.

A hipotézis részben teljesült. A kérdés megválaszolása a köbös, bővített modell elemzéséből történhet. A hipotézis részbeni elfogadásának indoka, hogy a pénzügyi fejlettség csak rövidtávon növeli a szén-dioxid-kibocsátást, hosszú távon csökkenti. A hatás mindkét esetben szignifikáns.

Az eredményre magyarázat lehet, hogy rövidtávon a pénzügyi rendszer elérhetősége vagy a hitelezés lehetőségeinek bővülése sokszerűen hat a szén-dioxid-kibocsátásra, akár háztartások, akár a gazdaság szintjén is. Azonban a pénzügyi szolgáltatások elterjedésével egyre többen élnek a lehetőséggel, és vásárolnak új, modern, energiahatékony gépeket vagy épp fektetnek zöld portfólióba, és ennek a pozitív környezeti hatása csak hosszú távon érződik.

Az irodalomkutatásból kiderült, hogy egyrészt a fejlett pénzügyi rendszer az elérhetőség javításával és a tranzakciós költségek csökkentésével a hitelezési folyamaton keresztül a vállalati és az egyéni szereplők fogyasztására gyakorolt hatással hozható összefüggésbe a

környezeti állapottal. Másrészt, egy gazdaság tőzsdei jelenlétének erőssége, és a portfóliók szerepe is hathat a természeti környezet állapotára. Jelen értekezésben a pénzügyi fejlettség jótékony hatását sikerült igazolni, amely szerint a pénzügyi termékek palettájának bővülése és a pénzügyi szolgáltatások elérhetőségének javulása hozzájárulhat olyan termékek és szolgáltatások elterjedéséhez, amelyek a környezet állapotának megőrzése és javulása szempontjából előnyösek.

Az értekezés számos kérdésre választ adott, azonban a környezeti Kuznets-görbe korlátait szem előtt tartva kell kezelni az eredményeket és levonni a következtetéseket. A modell, mint a módszertani fejezet is hangsúlyozta, érzékeny a késleltetésekre, mint ahogyan az elemzés tárgyául kiválasztott időszakra és annak hosszára is, és a paraméterek jól illeszkedését matematikai evidencia is okozhatja. Az értekezésben törekedtem a lehető leghosszabb időszak vizsgálatára, azonban a hosszú távú adatok elérhetőségének végpontja több éves lemaradásban van napjainktól. Ezért jövőbeli feladat lehet az elemzés frissítése, és a most legfrissebb adatokkal való kiegészítése.

Az időtáv megválasztásának változtatása, és az időszak hosszának a kitolásával a legkorábbi időpont is változtatható lesz az idősor hosszának a rövidítése nélkül. Ez azt jelenti, hogy kevésbé fognak torzítást okozni a modellben olyan régmúlt évek (feltehetőleg negatív) hatásai, amelyek napjainkban kevésbé relevánsak a modell hatásainak azonosítására, például a rendszerváltás előtti időszak kihagyása szakmailag és módszertanilag is megfontolandó.

Hogy melyik időszak milyen hatást gyakorol az emisszióra, és hosszú távon például egy ipari fellendülés milyen hatásokat hozhatna, annak kiderítésére érdemes lehet az elmúlt évtizedeket két időszakra bontani. Akár módszertani értelemben, akár szakmai értelemben, például az Európai Unió csatlakozási időpontjához mérni a hatásokat, érdekes eredményeket mutathatna a modell.

Ha az idősor hossza változtatható, akkor az eredmények robusztusságának tesztelésére más változók bevonása is érdekes lehet. A kereskedelmi kapcsolatok, a nyitottság, vagy éppen a közvetlen külföldi tőkeberuházások emissziós szerepe is azonosíthatóvá válna, és a vizsgálandó változók köréből történő szelektálással még pontosabb eredményt adhatna a környezeti Kuznets-görbe.

A gazdasági sokkok hatásának és a szén-dioxid-kibocsátásban hangsúlyosan szereplő folyamatok nagyságának felismerése fontos lehet. Nemcsak egy olyan jövedelmi sokknak a vizsgálata, amelytől fellendülést, intenzív ipari tevékenységet, fogyasztásbeli növekedést

várunk lehet izgalmas kutatási terület, hanem ennek az ellenkezőjének is, például a COVID-19 hozta negatív fogyasztási rekordok és életmódbeli változások (home office munkavégzés, személygépkocsi használat növekedése, házhozszállítás terjedése, stb.) környezetterheinek vagy épp előnyeinek felismerése, hogy megfelelő, a gazdasági növekedést és a károsanyag-kibocsátást egyensúlyban tartó növekedési politikákat alakíthassanak ki a döntéshozók.

8. AZ ÉRTEKEZÉS FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI, ÚJ ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

Az értekezés a szén-dioxid-kibocsátást befolyásoló tényezőket határozta meg, azokat, amelyek Magyarországon hozzájárultak 1982-2016 között a károsanyag-kibocsátás emelkedésének egyik legnagyobb felelősének, a szén-dioxid-kibocsátás légköri tartalmának alakulásához. A tényezők egymás közötti kapcsolatából, ok-okozati hatásaiból, különösen a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás összefüggéseiből a környezeti Kuznets-görbe hipotézis teljesülése igazolódott. Az elemzés felfedte a szén-dioxid-kibocsátásban a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség szerepét és hozzájárulásuk relatív nagyságát.

Jelen értekezés a következő új és újszerű eredményekkel járul hozzá a szakirodalomhoz:

1. A környezeti Kuznets-görbe hipotézis tesztelése ARDL-moddal megbízható eredményt ad, a vegyesen integrált változók modelljében lévő autokorrelációt megfelelően kezeli a késleltetések számának növelésével.
2. A környezeti Kuznets-görbe fordított N-alakot vesz fel a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás között Magyarországon hosszú távon, míg rövidtávon a görbe fordított U-alakú.
3. A környezeti Kuznets-görbe fordított N-alakjában szignifikáns és oksági szerepet tölt be a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség alakulása.
4. Jobb előrejelzés készíthető a szén-dioxid-kibocsátás jövőbeli alakulására, ha figyelembe vesszük a gazdasági növekedés, a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség múltbéli alakulását is.
5. A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti oksági kapcsolat kétirányú Magyarországon, ezért a növekedési és környezeti politikák összehangolása szükséges, ha (1) a növekedés visszafogása nélkül a környezet állapotának megőrzése és javítása fontos, és ha (2) a környezeti állapot romlása nélküli gazdasági növekedés és fejlődés fontos.

6. A szén-dioxid-kibocsátás 4-5 év alatt áll vissza az egyensúlyi pályára egy jövedelmi sokk után.
7. A szén-dioxid-kibocsátást a villamosenergia-felhasználás és az urbanizáció növeli, csak a pénzügyi fejlettség képes csökkenteni a makrofolyamatok közül, ezért a zöld pénzügyek szerepe nagyobb hangsúlyt érdemes a kutatásokban és a finanszírozási gyakorlatban.
8. A villamosenergia-felhasználás az egyetlen olyan makrofolyamat, amely növekedése mellett hosszú távon sem csökken a károsanyag-kibocsátás, azért a villamosenergia-felhasználás emisszió-csökkentő módját kell megtalálnia az energia-és környezeti politikákkal a döntéshozóknak, és alkalmazniuk a gyakorlatban azért, hogy a fordított N-alakú Kuznets-görbe kedvező hatásai hosszú távon is fennmaradhassanak.
9. Az urbanizáció mérésére Magyarországon a városok számának alakulása az alkalmas indikátor, ellentétben a szakirodalomban alkalmazott városlakók aránya/teljes lakosság mutatóhoz képest.

Bízom benne, hogy a fenti eredmények mind-mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a környezeti-jövedelmi folyamatok kapcsolódási pontjait jobban megismerhessük Magyarországon, hogy a szabályozás hatékonyabb és célirányosabban alkalmazható legyen a gazdasági és célok összehangolásában, egy fenntartható(bb) jövő felé vezető úton.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen értekezés a környezeti Kuznets-görbe magyarországi létezésére keresett bizonyítékokat, és a görbe formájának beazonosítását tűzte ki célul. A szén-dioxid-kibocsátás és a gazdasági növekedés kapcsolatának magyarországi vizsgálatában elsőként jelent meg a villamosenergia-felhasználás, az urbanizáció és a pénzügyi fejlettség is, melynek modellezése módszertani kihívást jelentett és új eredményeket is hozott, nemcsak a környezeti Kuznets-görbe hipotézisének hazai megismerése, hanem a benne részt vevő makrofolyamatok nem szokványos statisztikai tulajdonságának modellbe foglalása miatt is.

Az energiateljesítmény és a károsanyag-kibocsátás makrogazdasági szerepének és kapcsolatainak vizsgálata a közgazdaságtan szakirodalmának egy új fejezete. Az irodalomkutatás rávilágított a szakma azon egységes álláspontjára, hogy hiba lenne a közgazdaságtani modellekből kihagyni az energiafogyasztást, sőt, már a klímaváltozást is javasolják beépíteni a modellekbe. A növekvő átlaghőmérséklet olyan generációk között átívelő probléma, amely a teljes tényező termelékenységet befolyásolja, például a környezeti katasztrófák miatti újjáépítéseket fedező tőke reallokációjának megnövekedett költségigénye miatt, de az időegységre jutó termelés is csökkenhet, ha az inputok előállításával a megváltozott éghajlati viszonyok között több időbe telik azonos kibocsátási szint elérése.

A hiányosságokat felismerve, és a folyamatok környezetgazdaságtani hatásait szem előtt tartva, a Green-Solow modell a klímaváltozás és a jövedelem összefüggései között azonosította az U-alakot a jövedelem és környezetminőség összefüggésében. Több közgazdaságtani irányzat tömörítve állítja, hogy a jövedelem emelkedése csak kezdetben ró nagyobb terhet a környezetre, de egy magasabb szintű jövedelem elérésével a környezetterhelés csökken, és a jótékonyan hat a magasabb jövedelem a környezet állapotára a termelés fejlesztésén, a modernizáción és az energiateljesítmény javulásával. Ezt a fordított U-alakot nevezi a szakirodalom környezeti Kuznets-görbének.

A környezetgazdaságtan egyik legfontosabb empirikus eredménye a környezeti Kuznets-görbe. A környezeti Kuznets-görbe hipotézisének teljesülését ARDL-modellekkel és oksági kapcsolatokkal igazoltam, és az eredmény rávilágított, hogy Magyarországon az 1982-2016-os időszakra nem a fordított U-alakú görbét, hanem a gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás közötti összefüggés hosszú távon a fordított N-alakot veszi fel. A gazdaság egy korai szakaszában a szén-dioxid-kibocsátás csökkenésnek indult, de amint elérte az első jövedelmi fordulóponthoz, növekedni kezdett a második fordulóponthoz, ami után újra csökkent. A növekedés a szén-dioxid-kibocsátásban tehát csak ideiglenes hosszú távon. A rövidtávú

vizsgálatok nem igazolták ezt a kedvező összefüggést, habár a fordított U-alak ebben az esetben is teljesült.

Az értekezés egy fontos, ám kevésbé elterjedt tényezőnek, a pénzügyi rendszerek fejlettségi szintjének hatását is mérte. A szakirodalom ellentmondó eredményekre jutott a banki hitelezés bővülési hatásainak és a tőzsdei szerepkör kiszélesedésének, a zöld pénzügyek portfólióinak terjedésével, hiszen a pénzügyi fejlettség gazdaságrendítő hatása nemcsak a beruházásokat élénkíti és az életszínvonalat növelheti, hanem többletfogyasztásra is ösztönöz. Az eredmények szerint Magyarországon a pénzügyi fejlettség kedvező hatása érvényesül, a villamosenergia-felhasználással és az urbanizációval ellentétben hosszú távon csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást.

A környezeti Kuznets-görbe elfogadott, köbös bővített modelljéből az is kiolvasható, hogy Magyarországon a villamosenergia-felhasználás és a városok terjedése is fokozott terhet ró a környezetre, míg a pénzügyi fejlettség mérsékli a szén-dioxid-kibocsátást. A legnagyobb hatás, a gazdasági növekedésen túl, a villamosenergia-felhasználásnak tulajdonítható. Úgy gondolom, érdemes nagyobb figyelmet szentelni az energiatakarékos és a hatékonyságot előtérbe helyező villamosenergiát használó műszaki megoldásoknak a környezet védelme érdekében. Az eredmény szerint üdvözlendőek azok a lehetőségek, amelyek a városok számának gyarapodását fékezni tudják, például a vidéki életmódot népszerűsítő ún. Falusi „CSOK”, amely kifejezetten a kistelepüléseken letelepedni vágyó családokat segíti, még környezettudatos megoldás is a környezeti Kuznets-görbe modellje szerint.

Az értekezés megállapításai azt sugallják, hogy Magyarországnak különösen a villamosenergia-felhasználás és a városiasodás folyamatainak emisszió-csökkentő módját kell megtalálnia az energia-és környezeti politikákkal, és alkalmaznia a gyakorlatban azért, hogy a fordított N-alakú Kuznets-görbe kedvező hatásai hosszú távon is fennmaradhassanak. A gazdasági növekedésnek elértük egy olyan szintjét, amely megteremti a lehetőséget a természeti környezet állapotának javítására, és a pénzügyi rendszer fejlettsége ezt támogatja. Már csak rajtunk, embereken múlik, hogy jól használjuk-e ki ezt a lehetőséget.

SUMMARY

This paper aims to find evidence of the presence of the environmental Kuznets curve in Hungary and also attempts to identify the shape of this curve. The electricity consumption, the level of urbanization and financial development were the first factors to appear when the examination of the relationship between carbon-dioxide emissions and economic growth started in Hungary. The modeling posed methodological challenges but it also yielded new results. The challenge was not only to better understand and know the Kuznets curve in Hungary but also to fit the unconventional statistical characteristics of the macro-processes involved in it.

The study of the role of energy and harmful substance emission in the macro-economy is a new chapter in the literature of economics. The literature shows that economists have a uniform standpoint: it is a mistake to leave energy consumption out of the economic models. What is more, it is now highly recommended to include climate change in the models. The increasing average temperature concerns multiple generations and affects the total factor productivity. For example, due to the increased costs of the re-allocation of capital to cover the reconstructions after natural disasters, the production at a unit of time may decrease if the input production takes much longer to reach the same output levels due to the changed climate conditions.

By recognizing the deficiencies and taking the environmental economic effects of the processes into account, the Green-Solow model studied the relationship between climate change and income and identified a U-shape curve regarding the relationship between income and environment quality. This model comprises several economic trends and contends that the growth of income only initially burdens the environment significantly and when the income level becomes higher the burden on the environment decreases. The higher level of income has beneficial effects on the environment through the improvement of production, modernization and the improvement of energy efficiency. This inverted U-shape is called the environmental Kuznets curve in the literature.

The environmental Kuznets curve is one of the most important empirical results of environmental economics. The hypothesis revealed that in Hungary the curve had an inverted N shape (instead of an inverted U shape) regarding the relationship between economic growth and carbon-dioxide emission between 1982 and 2016. The carbon emissions were decreasing at an early stage of the period but as it reached the first turning point of income, it began to rise and continued rising up until the second turning point and then it started to decrease again. Thus, the rise of the carbon emissions is only temporary in the long term. The short-term studies did not confirm this favorable relationship and the inverted U shape occurred in this case.

This thesis measured the effects of an important but less known factor as well: the level of financial development. The literature shows controversial results regarding the effects of the expansion of bank loans, the broadening role of the stock exchange and the spread of green financial portfolios. The economy-boosting effects of financial advancement do not only encourage investments and increase the standard of living but they may also induce overconsumption. According to the results, financial development has favorable effects in Hungary. Financial development reduces carbon emissions in the long term, contrary to the electricity consumption and urbanization.

The accepted extended cubic environmental Kuznets curve shows that in Hungary the electricity consumption and urbanization has been a great burden on the environment, while financial development reduces carbon-dioxide emissions. Apart from the economic growth, the largest effect is that of the electricity consumption. I think it would be worth paying more attention to energy-saving and efficiency-focused technical solutions in order to protect the environment. The result shows that the plans which intend to slow down the expansion of cities are also welcome. For example, in Hungary, the Family Housing Support Program (CSOK) for villages, which promotes living in the countryside and helps families who want to live in villages, is also environment-friendly according to the environmental Kuznets' curve model.

The findings of this thesis show that Hungary needs to find ways to reduce emission rates in electricity consumption and urbanization by devising and applying energy and environment policies so that the favorable effects of the inverted N shape Kuznets curve could be maintained in the long term. Hungary has reached a level of economic growth which gives a chance to enhance the conditions of the natural environment. Financial development supports this process. It is up to us, humans now whether we will grab this opportunity.

MELLÉKLETEK

1.sz. melléklet: Négyzetes alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	74.75312	NA	2.59e-06	-4.348674	-4.212628	-4.302899
1	206.7538	232.0012*	1.51e-09*	-11.80326	-11.25908*	-11.62016*
2	210.3529	5.671329	2.12e-09	-11.47594	-10.52361	-11.15551
3	221.2523	15.19299	1.97e-09	-11.59105	-10.23058	-11.13329
4	234.8395	16.46938	1.61e-09	-11.86906	-10.10046	-11.27398
5	246.1776	11.68166	1.59e-09	-12.01076	-9.834024	-11.27836
6	273.5047	14.64167	1.59e-09	-12.57604*	-9.583025	-11.56898
7	251.5421	4.551761	2.46e-09	-11.79043	-9.205556	-10.9207

Forrás: Saját számítás

2.sz. melléklet: Köbös alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	120.636	NA	1.00E-08	-7.06884	-6.88744	-7.00781
1	275.489	262.7811	2.24E-12	-15.4842	-14.5772	-15.179
2	291.886	23.85047	2.29E-12	-15.5083	-13.8757	-14.959
3	323.682	38.53992	9.94E-13	-16.4656	-14.1074	-15.6721
4	331.402	7.485957	2.12E-12	-15.9637	-12.88	-14.9262
5	390.497	42.97819	2.54E-13	-18.5756	-14.7663	-17.2938
6	412.5	10.66818	4.51E-13	-18.9394	-14.4045	-17.4135
7	555.693	34.71347*	1.60e-15*	-26.64804*	-21.38759*	-24.87806*

Forrás: Saját számítás

3.sz. melléklet: Bővített négyzetes modell optimális késleltetési száma (AIC)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	248.1055	NA	3.94E-15	-16.1404	-15.8601	-16.0507
1	437.4446	290.32	1.51E-19	-26.363	-24.40130*	-25.7354
2	469.3477	36.15677	2.72E-19	-26.0898	-22.4467	-24.9244
3	545.5861	55.90819*	5.03e-20*	-28.77241*	-23.4479	-27.06904*

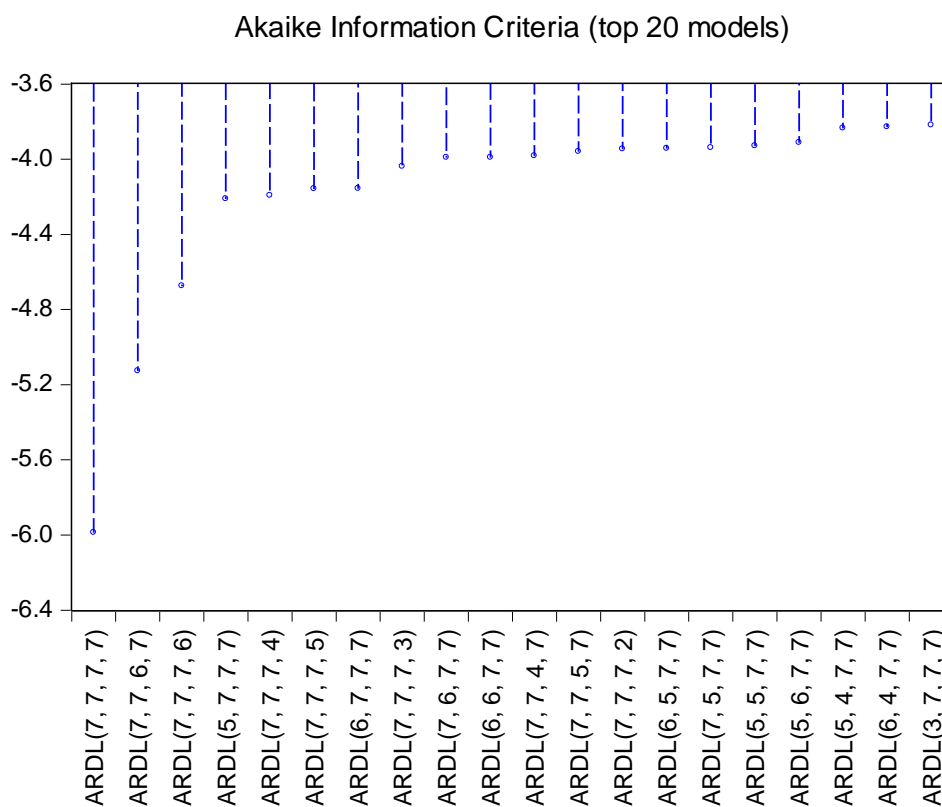
Forrás: Saját számítás

4.sz. melléklet: Bővített köbös modell optimális késleltetési száma (AIC)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	347.6003	NA	3.25E-19	-22.7067	-22.3797	-22.6021
1	580.905	342.1802	1.64E-24	-34.9937	-32.3781	-34.1569
2	648.875	67.96994	8.43E-25	-36.2583	-31.3541	-34.6894
3	822.7387	92.72730*	1.75e-27*	-44.58258*	-37.38976*	-42.28153*

Forrás: Saját számítás

5.sz. melléklet: Kőbös alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)



Forrás: Saját számítás

6.sz. melléklet: F-statisztika és határértékei a négyzetes alapmodellben

Test Statistic	Value	k
F-statistic	6.795469	2

Critical Value Bounds		
Significance	I0 Bound	I1 Bound
10%	4.19	5.06
5%	4.87	5.85
2.5%	5.79	6.59
1%	6.34	7.52

Forrás: Saját számítás

7.sz. melléklet: F-statisztika és határértékei a köbös alapmodellben

Test Statistic	Value	k
F-statistic	4.407053	3
Critical Value Bounds		
Significance	10 Bound	11 Bound
10%	2.72	3.77
5%	3.23	4.35
2.5%	3.69	4.89
1%	4.29	5.61

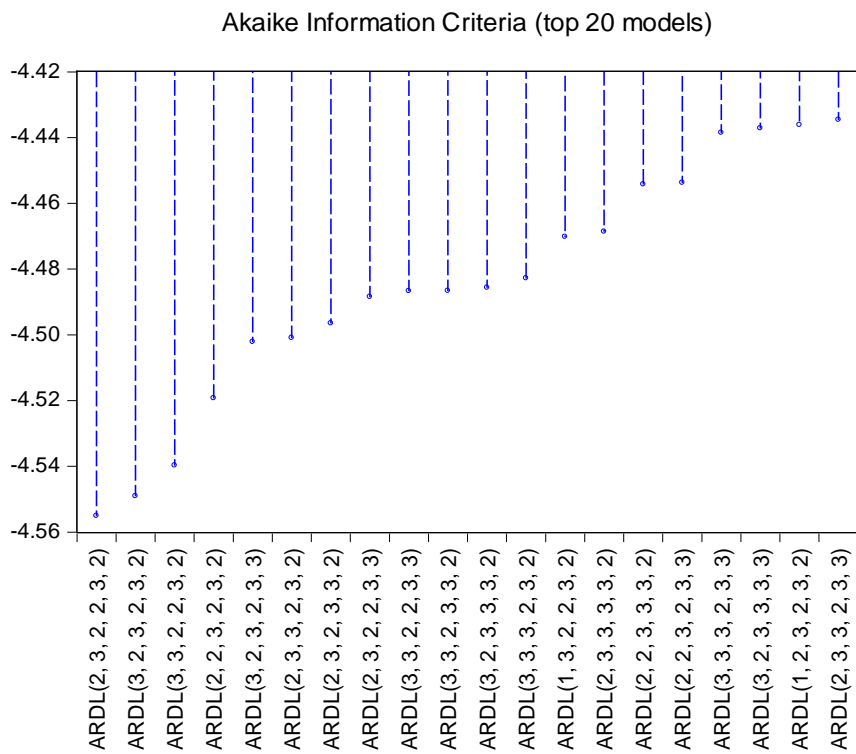
Forrás: Saját számítás

8.sz. melléklet: Diagnosztikus teszteredmények a köbös alapmodellben

Diagnosztikus teszt	F-stat.	p-érték
Jarque-Bera normalitás teszt	0,9303	0,6280
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test	-	-
Heteroskedasticity Test: Breusch- Pagan-Godfrey	0,4416	0,8575
Heteroskedasticity Test: ARCH	25,3802	0,0000

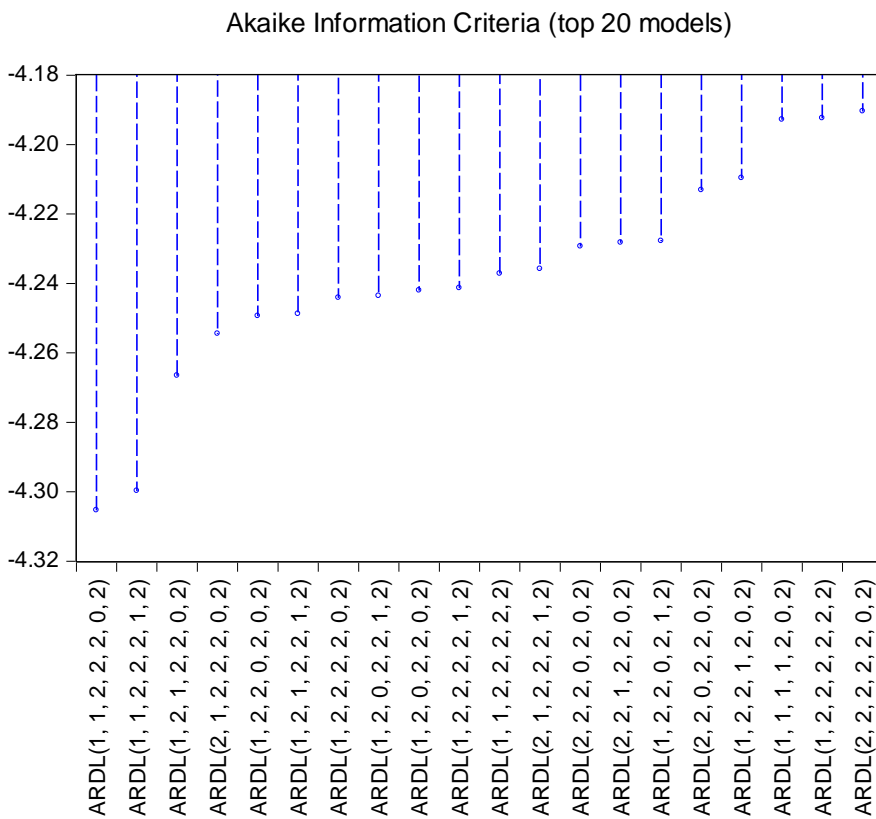
Forrás: Saját számítás

9.sz. melléklet: Négyzetes bővített modell optimális késleltetési száma (AIC)



Forrás: Saját számítás

10.sz. melléklet: Köbös bővített modell optimális késleltetési száma (AIC)



Forrás: Saját számítás

11.sz. melléklet: F-statisztika és határértékei a lineáris bővített modellben

Test Statistic	Value	k
F-statistic	4.594602	4

Critical Value Bounds

Significance	I0 Bound	I1 Bound
10%	3.03	4.06
5%	3.47	4.57
2.5%	3.89	5.07
1%	4.4	5.72

Forrás: Saját számítás

12.sz. melléklet: F-statisztika és határértékei a négyzetes bővített modellben

Test Statistic	Value	k
F-statistic	5.557948	5

Critical Value Bounds

Significance	I0 Bound	I1 Bound
10%	2.75	3.79
5%	3.12	4.25
2.5%	3.49	4.67
1%	3.93	5.23

Forrás: Saját számítás

13.sz. melléklet: Diagnosztikus tesztek a négyzetes bővített modellben

Diagnosztikus teszt	F-stat.	p-érték
Jarque-Bera normalitás teszt	1,2401	0,5379
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test	3,7534	0,0708
Heteroskedasticity Test: Breusch- Pagan-Godfrey	1,0250	0,5069
Heteroskedasticity Test: ARCH	0,8603	0,3616

Forrás: Saját számítás

14.sz. melléklet: F-statisztika és határértékei a köbös bővített modellben

Test Statistic	Value	k
F-statistic	5.402250	6

Critical Value Bounds

Significance	I0 Bound	I1 Bound
10%	2.53	3.59
5%	2.87	4
2.5%	3.19	4.38
1%	3.6	4.9

Forrás: Saját számítás

15.sz. melléklet: Diagnosztikai teszteredmények a köbös bővített modellben

Diagnosztikus teszt	F-stat.	p-érték
Jarque-Bera normalitás teszt	1,4231	0,5987
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test	1,8796	0,1955
Heteroskedasticity Test: Breusch- Pagan-Godfrey	0,4898	0,9158
Heteroskedasticity Test: ARCH	0,8698	0,3590

Forrás: Saját számítás

IRODALOMJEGYZÉK

1. Abbasi, Faiza – Riaz, Khalid (2016): CO₂ emissions and financial development in an emerging economy: An augmented VAR approach. *Energy Policy* 90:102-114.
2. 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* 188:183-194.
3. Acemoglu, D. – Aghion, P. – Bursztyn, L. – Hémous, D. (2012): The environment and directed technical change. *American economic review*. 102:131-166.
4. Aghion, P. – Howitt, P. (1992): A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*. 60(2):323-351.
5. Agovino, M. – Bartoletto, S. – Garofalo, A. (2018): Modelling the relationship between energy intensity and GDP for European countries: An historical perspective (1800–2000). *Energy Economics*. 82:114-134.
6. Ajmi, A. N. – Hammoudeh, N. D. K. – Sato, J. R. (2015): On the relationships between CO₂ emissions, energy consumption and income: The importance of time variation. *Energy Economics*. 49:629-638.
7. Alfaro, L. – Chanda, A. – Kalemil, O. – Sayek, S. (2006): How does foreign direct investment promote economic growth: Exploring the effects of financial markets on linkages? Harvard Business School.
8. Al-Mulali, U. – Saboori, B. – Ozturk, I. (2015): Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Vietnam. *Energy Policy*. 76:123-131.
9. Andreoni, J. – Levinson, A. (2001): The simple analytics of the environmental Kuznets curve. *Journal of Public Economics*. 80(2):269-286.
10. Apergis, N. – Payne, J. (2009): Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics*. 31(2): 211-216.
11. Armenau, D. – Vintila, G. – Andrei, J. V. – Gherghina, S. C. – Drâgol, M. C. –Teodor, C. (2018): Exploring the link between environmental pollution and economic growth in EU-28 countries: Is there an environmental Kuznets curve? *PLoS One*. 13(5).
12. Arouri, M. H. –Youssef, A.B. – M’Henni, H. (2012): Energy consumption, economic growth and CO₂ emissions in Middle East and North African countries. *Energy Policy*. 45(C):342-349.

13. Ásványi K. – Szerényi Zs. – Zsóka Á. (2020): The appearance of the conditions of sustainable development in the values of the population of Nagykörű: The results of a Qmethodology research. *Economica*. 7(2):68-79.
14. Atici, C. (2009): Carbon emissions in Central and Eastern Europe: Environmental Kuznets curve and implications for sustainable development. *Sustainable Development* 17(3): 155-160.
15. Baiardi, D. – Morana, C. (2016): The financial Kuznets curve: Evidence for the euro area. *Journal of Empirical Finance*. 39:265-269.
16. Bakker, B.B. – Ghzanchyan, M. – Ho, A. – Nanda, V. (2020): The Lack of Convergence of Latin-America Compared with CESEE: Is Low Investment to Blame? IMF working papers. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2020/06/19/The-Lack-of-Convergence-of-Latin-America-Compared-with-CESEE-Is-Low-Investment-to-Blame-49519> (letöltve: 2020. 11.02.)
17. Balogh P. Nagy L. (2013): Ökonometria /Elméleti jegyzet/. Debreceni Egyetem. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0029_de_okonometria_elmelet/ch14.html (letöltve: 2018.11.02.)
18. Barbier, E. B. (1989): Economics, Natural-Resource Scarcity and Development: Conventional and Alternative Views; Earthscan Publications Limited, London.
19. Bartiaux, F. – Gram-Hanssen, K. (2005): Socio-political factors influencing household electricity consumption: A comparison between Denmark and Belgium. ECEE Summer Study. https://www.researchgate.net/publication/229002304_Socio-political_factors_influencing_household_electricity_consumption_A_comparison_between_Denmark_and_Belgium (letöltve: 2018.02.12.)
20. Bartus T. (2019): A szignifikanciatesztet elhagyni nem kell félnetek, jó lesz, ha a p-értéket újraértelmezik. *Statisztikai Szemle*. 97(8):799-806.
21. Beck, T. – Levine, R. – Norman, L. (2000): Financial intermediation and growth: causality and causes. *Journal of Monetary Economics* 46:31-77.
22. Beckerman, W. (1992): Economic growth and the environment- Whose growth whose environment. *World Development*. 20(4): 481-496.
23. Bedir, M. – Hasselaar, E. – Itard, L.C.M. (2013): Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings. *Energy and Buildings*. 58:194-207.
24. Begum, R. A. – Sohag, K. - Abdullah, S. M. S. – Jaafar, M. (2015): CO₂ emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 41:594-601.

25. Bekhet, H.A. – Othman, N.S. (2018): The role of renewable energy to validate dynamic interaction between CO2 emissions and GDP toward sustainable development in Malaysia. *Energy Economics*.72:47-61.
26. Beluszky P. – Gyóri R. (2006): Ez a falu város! *Tér és Társadalom*. 20(2): 65-81.
27. Bereitschaft, B. – Debbage, K. (2013): Urban form, air pollution, and CO2 emissions in large U.S. metropolitan areas. *Professional Geographic*. 65:612-635.
28. Bergasse, E. (2013): The Relationship between Energy and Socio-Economic Development in the Southern and Eastern Mediterranean. *MEDPRO Technical Report* No. 27/February 2013. https://www.medpro-foresight.eu/system/files/MEDPRO%20TR%20No%2027%20WP4b%20Bergasse_2.pdf (letöltve: 2019.07.22).
29. Berlinger E. – Lovas A. (2015): Fenntarthatóság és növekedés. A Stern-jelentés és az irányított technológiaváltás modellje. *Külgazdaság*. 59(7-8):65-81.
30. Blake, A. (2005): Jevons' Paradox. *Ecological Economics*. 54(1):9-27.
31. Borghesi, S. (1999): The environmental Kuznets curve: a survey of the literature. *SSRN Electronic Journal*.
32. Boluk, G. – Mert, M. (2015): The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 52: 587-595.
33. Boros E. (2020): A klímaváltozás kockázatai és a hitelintézeti stressztesztek. *Hitelintézeti Szemle*. 19(4): 107-131.
34. Borozan, D. – Borozan, L. (2018): Analyzing total-factor energy efficiency in Croatian counties: evidence from a non-parametric approach. *Central European Journal of Operations Research*. 26(3):673-694.
35. Brock, W.A. – Taylor, M.S. (2010): The Green Solow model. *Journal of Economic Growth*. 15(2):127-153.
36. Brounen, D. – Kok, N. – Quigley, J.M. (2012): Residential energy use and conservation: Economics and demographics. *European Economic Review*. 56(5):931-945.
37. Brown, R. – Durbin, L. J. – Evans, J. M. (1975): Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society*. 37:149-192.
38. Buzási T. – Szalmáné Csete M. (2018): Fenntartható fejlődés és klímaváltozás – globális összefüggések lokális értelmezése. *Magyar Tudomány*. 179:1349-1358.

39. Buzási T. – Szalmáné Csete M. (2020): Hungarian regions and cities towards an adaptive future - analysis of climate change strategies on different spatial levels. *Idojaras (Budapest, 1905)*.124(2):253-277.
40. Caglayan, A. – Oskonbaeva, Z. (2011): Analyzing of the validity of energy-growth hypothesis in 11 countries. *The Journal of Law and Economics*. 8:102-117.
41. Caesar-Liu, C.L. (2003): The Direction of Causality between Financial Development and Economic Growth. *Journal of Development Economics* 72(1): 321-334.
42. Caraiani, C. – Lungu, C.I. – Dascalu, C. (2015): Energy consumption and GDP causality: A three-step analysis for emerging European countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 44:198-210.
43. Carlos, M. J. – Bera, A.K. (1980): Efficient teszts for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*. 6(3):255-259.
44. Cayla, J. M. – Maizi, N. – Marchand, C. (2011): The role of income in energy consumption behaviour: evidence from French households data. *Energy Policy*. 39(12): 7874-7883.
45. Chandra, P.U. (2020): The Causal Relationship between Private Sector Credit Growth and Economic Growth in Bangladesh: Use of Toda-Yamamoto Granger Causality teszt in VAR Model. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/104476/> (letöltve: 2020.12.02.)
46. Chang, S.C. (2015): Effects of financial developments and income on energy consumption. *International Review of Economics and Finance* 35:28-44.
47. Chen, W. J. (2011): The relationships of carbon dioxide emissions and income in a newly industrialized country. *Applied Economics*. 44(13):1621-1630.
48. Chen, Z. – Paudel, K.P. – Zheng, R. (2020): Pollution halo or pollution haven: assessing the role of foreign direct investment on energy conservation and emission reduction. *Journal of Environmental Planning and Management*. 65(2): 311-336. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09640568.2021.1882965> (letöltve: 2022.01.05.)
49. Chowdhury, R.R. – Moran, E.F. (2012): Turning the curve: A critical review of Kuznets approaches. *Applied Geography*. 32(1):3-11.
50. Christensen, P.P. (1989): Historical roots for ecological economics - biophysical versus allocative approaches; *Ecological Economics*. 1:17-36.
51. Christopoulos, D. – Tsionas, M. (2004): Financial Development and Economic Growth: Evidence from Panel Unit Root and Cointegration Teszts. *Journal of Development Economics*. 73(1): 55-74.

52. Ciarreta, A. – Zarraga, A. (2010): Economic growth–electricity consumption causality in 12 European countries: a dynamic panel data approach. *Energy Policy*. 38(7):3790-3796.
53. Claessens, S. – Feuen, E. (2007): Financial sector development and the millennium development goals. January 2006. World Bank Working Paper.
54. Cleveland, C. J. (2003): Biophysical constraints to Economic growth In D. Al Gobaisi, Editor-in-Chief, Encyclopedia of Life Support Systems.
55. Coban, S. – Topcu, M. (2013): The nexus between financial development and energy consumption in the EU: A dynamic panel data analysis. *Energy Economics* 39:81-88.
56. Cole, M. – Elliott, R. J. R. (2003). Determining the trade-environment composition effect: The role of capital, labor and environmental regulations. *Journal of Environmental Economics and Management*. 46(3):363-383.
57. Contreras, S. – Doyle, S.W. – Timothy, R. – Fullerton, T. (2009): Regional evidence regarding US residential electricity consumption. *Empirical Economics Letters*. 8(9): 827-832.
58. Copeland, B. – Taylor, M.S. (1994): North-South trade and environment. *The Quarterly Journal of Economics*. 109(3):755-787.
59. Cremer, H. – Gahvari, F. – Ladoux, N. (2015): Energy Taxes and Oil Price Shocks. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*. 15(2):475-501.
60. Cropper, M. – Griffiths, C. (1994): The interaction of population growth and environmental quality. *American Economic Review*. 84:250-254.
61. Curtis, J. – Pentecost, A. (2015): Household fuel expenditure and residential building energy efficiency ratings in Ireland. *Energy Policy*. 76:57-65.
62. Czakó, V. (2012): Evolution of Hungarian residential energy efficiency support programmes: road to and operation under the Green Investment Scheme. *Energy Efficiency*. 5:163-178.
63. Csath M. (2020): Növekedés, növekedési elméletek, fejlődés, versenyképesség. In.: Csath Magdolna (szerk.) Versenyképesség: új elméleti és módszertani közelítések. https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16023/Web_PDF_Versenykepesseg_uj_elmeleti_es_modszertani.pdf;jsessionid=C958BEAF762172F120660E141F837B2A?sequence=1 (letöltve: 2022. 01. 05.)
64. Dalgaard, C.J. – Strulik, H. (2008): Energy Distribution, Power Laws, and Economic Growth. *Hannover Economic Papers (HEP)*. Leibniz Universität Hannover, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät.

65. Daly, H.E. (2001): A gazdaságtalan növekedés elmélete, gyakorlata, története és kapcsolata a globalizációval. Fordította: Mártonffy Zsuzsa. *Kövász.* 5(1-2):5-22.
66. Dasgupta, S. – Hong, J. H. – Laplante, B. – Mamini, N. (2004): Disclosure of environmental violations and stock market in the Republic of Korea. *Ecological Economics* 58(4):59-777.
67. Dickey, D. A. – Fuller, W. A. (1979): Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association.* 74(366): 427-431.
68. Dietz, S. – Stern, N. (2015): Endogenous Growth, Convexity of Damage and Climate Risk: How Nordhaus' Framework Supports Deep Cuts in Carbon Emissions. *The Economic Journal.* 125(583).
69. Dijkgraaf, E. – Vollebergh, H.R.J. (2005): A Teszt for Parameter Homogeneity in CO2 Panel EKC Estimations. *Environmental & Resource Economics.* 32(2):229-239.
70. Dinda, S. (2004): Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics.* 49(4):431-455.
71. DiSano, J. (2002): Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
72. Dell, M. – Jones, B.F. – Olken, B.A. (2012): Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics.* 4(3): 66-95.
73. Dogan, E. – Seker, F. (2016): Determinants of CO₂ emissions in the European Union: The role of renewable and non-renewable energy. *Renewable Energy* 94:429-439.
74. Dombi J. – Málovics Gy. (2015): A növekedésen túl – egy új irányzat hozzájárulása a fenntarthatósági vitához. *Közgazdasági Szemle.* 62: 200-221.
75. Druckman, A. – Jackson, T. (2009): The carbon footprint of UK households 1990-2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input-output model. *Ecological Economics.* 68(7): 2066-2077.
76. Durkó E. – Huzsvai L. – Csipkés M. (2016a): Modelling the electrical energy use of city and provincial households in Hungary. *Regional Review.* 12:5-19.
77. Durkó E. – Huzsvai L. – Csipkés M. (2016b): A magyarországi községekben élő háztartások villamosenergia fogyasztásának modellezése. (Modeling of electricity consumption of households living in Hungarian villages) Hungarian. *A Falu.* 31:27-35.

78. Durkó E. – Huzsvai L. – Csipkés M. (2016c): Városi és vidéki háztartások villamosenergia fogyasztásának modellezése Magyarországon. (Modeling of electricity consumption of urban and rural households in Hungary). Hungarian. *Econom.* 2:28-41.
79. Ekins, P. – Milligan, B. – Usubiaga-Liano, A. (2020): A single indicator of strong sustainability for development: theoretical basis and practical implementation. Agence Française de Développement, Paris.
80. Engle, R. F. – Granger, C. J. (1987): Cointegration and error-correction: representation, estimation and testing. *Econometrica.* 55:251-278.
81. Estiri, H. – Zagheni, E. (2019): Age matters: Ageing and household energy demand in the United States. *Energy Research and Social Science.* 55:62-70.
82. Eurostat 2019. Energy, transport and environment statistics. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/10165279/KS-DK-19-001-EN-N.pdf/76651a29-b817-eed4-f9f2-92bf692e1ed9> (letöltve: 2020.11.15.).
83. Fain, M. – Naffa, H. (2019): Performance Measurement of Active Investment Strategies Using Pure Factor Portfolios. *Financial and Economic Review* 18(2):52–86.
84. Faisal, F. – Tursoy, T. – Resatoglu, N. G. (2016): Energy Consumption, Electricity, and GDP Causality; The Case of Russia, 1990-2011. *Procedia Economics and Finance.* 39:653-659.
85. Farhani, S. – Ozturk, I. (2015): Causal relationship between CO₂ emissions, real GDP, energy consumption, financial development, trade openness, and urbanization in Tunisia. *Environmental Science and Pollution Research.* 22(20):15663-15676.
86. Fankhauser, S. – Tol, R. (2005): On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics.* 27(1):1-17.
87. Feierabend I. (2020): A környezetpolitika intézményi kihívásai. PhD értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. http://phd.lib.uni-corvinus.hu/1145/1/feierabend_izabella_dhu.pdf (letöltve: 2021.12.27.).
88. Fogarassy Cs. – Neubauer É. – Mansur, H. – Tangl, A. – Oláh, J. – Popp J. (2018): The main transition management issues and the effects of environmental accounting on financial performance – with focus on cement industry. *Administratie si Management Public.* (31). pp. 52–66. <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=718218> (letöltve: 2021.február 8.)
89. Gaigne, C. – Gallo, J.L. – Larue, S. – Schmitt, B. (2012): Does Regulation of Manure Land Application Work Against Agglomeration Economies? Theory and Evidence from the French Hog Sector. *American Journal of Agricultural Economics.* 94(1):116-132.

90. Gale, L. – Mendez, J. (1998): The empirical relationship between trade, growth and the environment. *International Review of Economics & Finance*. 7(1):53-61.
91. Galeotti, M. – Lanza, A. – Pauli, F. (2006): Reassessing the environmental Kuznets curve for CO₂ emissions: A robustness exercise. *Ecological Economics*. 57(1):152-163.
92. Galli, R. (1998): The relationship between energy intensity and income levels: Forecasting long term energy demand in Asian emerging countries. *The Energy Journal*. 19(4): 85-105.
93. Gardiner, R. – Hayek, P. (2019): Interactions among energy consumption, CO₂, and economic development in European Union countries. *Sustainable Development*. 28(4):723-740.
94. Gatersleben, B. – Steg, L. – Vlek, C. (2002): Measurement and Determinants of Environmentally Significant Consumer Behavior. *Environment and Behavior*. 6(3):47-62.
95. Gazi, A. A. – Uddin, S. – Sohag, K. (2016): Biomass energy, technological progress and the environmental Kuznets curve: Evidence from selected European countries. *Biomass and Bioenergy*. 90:202-208.
96. GGDC. 2018. Groningen Growth and Development Centre. Data for Hungary GDP. <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/> (letöltve: 2019.01.15.)
97. Giovanni, A. – Iacopetta, M. – Minetti, R. (2013): Financial Markets, Banks, and Growth: Disentangling the links. *Revue de l'OFCE*, 5(131):105-147.
98. Glaeser, E.L. – Kahn, M.E. (2010): The greenness of cities: carbon dioxide emissions and urban development. *Journal of Urban Economics*. 67:404-418.
99. Gomez, B. – Massimo, F. – Fabian, H. (2013): Regional impact of changes in disposable income on Spanish electricity demand: A spatial econometric analysis. *Energy economics*. 40:58-66.
100. Gram-Hanssen, K. – Petersen, K.N. (2004): Different everyday lives - Different patterns of electricity use. https://www.researchgate.net/publication/285746567_Different_everyday_lives_-_Different_patterns_of_electricity_use (letöltve: 2018.04.23.)
101. Gros, D. – Steinherr, A. (2004): Economic transition in Central and Eastern Europe. Cambridge (UK). Cambridge University Press.
102. Grossmann, G. M. – Krueger, A. (1995): Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*. 110(2): 353-377.

103. Guiso, L. – Appelli, T. – Padula, M.– Pagano, M. (2005): Financial Market Integration and Economic Growth in the EU. *Economic Policy*. 19(40): 523-577.
104. Gujarati, D.N. – Porter, D.C. (2009): Basic Econometrics. 5th Edition, McGraw Hill Inc., New York.
105. Gupta, R. – Gregg, M. (2018): Assessing energy use and overheating risk in net zero energy dwellings in UK. *Energy Building*. 158:897-905.
106. Gyura G. (2019): Zöldbankolás Magyarországon. Mire lenne szükség a valódi áttöréshez? [https://www.bib-edu.hu/hirek/zoldbankolas_magyarorszagon_mire_lenne_szukseg_a_valodi_attoreshez_z_\(letoltve:2020.08.12.\)](https://www.bib-edu.hu/hirek/zoldbankolas_magyarorszagon_mire_lenne_szukseg_a_valodi_attoreshez_z_(letoltve:2020.08.12.))
107. Hannesson, R. (2009): Energy and GDP growth, *International Journal of Energy Sector Management*. 3(2):157-170.
108. Harbaugh, W. T. – Levinson, A. – Wilson, D. M. (2002): Reexamining the empirical evidence for an environmental Kuznets curve. *Review of Economics and Statistics*. 84(3):541-551.
109. Haug, A. A. (2002): Testing linear restrictions on cointegrating vectors: sizes and powers of Wald and Likelihood Ratio tests in finite samples. *Economic Theory*. 18(02):505-524.
110. Hayat, F. – Pirzadac, M. D. S. – Khanb, A. A. (2018): The validation of Granger causality through formulation and use of finance – growth – energy indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81:1859-1867.
111. He, Q. – Bertness, M.D. – Bruno, J.F. – Li, B. – Chen, G. – Coverdale, T.C. – Altieri, A.H. – Bai, J. – Sun, T. – Pennings, S.C. (2014): Economic development and coastal ecosystem change in China. *Scientific Reputation*. 4:5995-6021.
112. He, X. – Yao, X. (2017): Foreign direct investments and the environmental Kuznets curve: new evidence from Chinese provinces. *Emerging Markets Finance and Trade*. 53:12-25.
113. Heidari, H. – Saeidpour, L. – Katircioglu, S. T. (2015): Economic growth, CO₂ emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 64:785-791.
114. Horvath, B. – Mallinguh, E. – Fogarassy, Cs. (2018): Designing Business Solutions for Plastic Waste Management to Enhance Circular Transitions in Kenya. *Sustainability*. 10(5):1664.

115. Hotelling, H. (1931): The economics of exhaustible resources. *Journal of Political Economy*. 39:137-175.
116. Hove, S. – Tursoy, T. (2019): An investigation of the environmental Kuznets curve in emerging economies. *Journal of Cleaner Production* 236:117-628.
117. Hussain, I. – Asad, M. (2012): Determinants of residential electricity expenditure in Pakistan: Urban-rural comparison. *Forman Journal of Economic Studies*.8:127-141.
118. IEA. International Energy Agency. 2017. Hungary. 2017 review. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesHungary2017Review.pdf> (letöltve: 2020.02.22.)
119. IMF (2020): Financial development database. <https://data.imf.org/?sk=F8032E80-B36C-43B1-AC26-493C5B1CD33B>. (letöltve: 2020.10.22.)
120. IMF (International Monetary Fund) (2020): *Financial Development Index Database*. <https://data.imf.org/?sk=F8032E80-B36C-43B1-AC26-493C5B1CD33B> (letöltve: 2020.11.22.)
121. Iorgulescu, R. I. – Polimeni, J. M. (2009): A multi-scale integrated analysis of the energy use in Romania, Bulgaria, Poland and Hungary. *Energy*. 34:341-347.
122. IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, Pachauri, R. K. and Meyer, L. A. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
123. IPSOS (2020): Earth Day 2020. (letöltve: 2020.01.08.) <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-04/earth-day-2020-ipsos.pdf> (letöltve: 2020.06.22.)
124. Iwata, H. – Okada, K. – Samreth, S. (2010): Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO₂ in France: The role of nuclear energy. *Energy Policy*. 38(8):4057-4063.
125. Jalil, A. – Mahmud, S. F. (2009): Environment Kuznets curve for CO₂ emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*. 37(12):5167-5172.
126. Jalil, A. – Mahmud, S. F. (2016): Renewable energy consumption and agriculture: Evidence for cointegration and Granger causality for Tunisian economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 24(2):149-158.
127. Jiang, C. – Ma, X. (2019): The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: A Global Perspective. *Sustainability* 1(19):5241-260.

128. Johansen S. – Juselius, K. (1990): Maximum likelihood estimation and inference on cointegration-with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin Economics Statistics*. 52:169-210.
129. John, A. – Pecchenino, R. (1994): An Overlapping Generations Model of Growth and the Environment. *The Economic Journal*. 108:1393-1410.
130. Kais, S. – Sami, H. (2016): An econometric study of the impact of economic growth and energy use on carbon emissions: Panel data evidence from fifty eight countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 59:1101-1110.
131. Karmellos M, - Kopidou D, - Diakoulaki D. 2016. A decomposition analysis of the driving factors of CO₂ (Carbon dioxide) emissions from the power sector in the European Union countries. *Energy*. 94:680-692.
132. 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*. 44:97-103.
133. Katricioglu, S. T. – Taspinar, N. (2017): Testing the moderating role of financial development in an environmental Kuznets curve: Empirical evidence from Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68: 572-586.
134. Kavousian, A. – Rajagopal, R. – Fischer, M.A. (2013): Determinants of residential electricity consumption: Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. *Energy*. 55:184-194.
135. Kerekes S. (2018): Környezetgazdaságtan. <https://mek.oszk.hu/01400/01452/html/kornyszenny/index.html> (letöltve: 2021.12.27.)
136. Kerekes S. –Marjainé Szerényi, Zs. – Kocsis T. (2018): Sustainability, environmental economics, welfare. Corvinus University of Budapest, Budapest.
137. Keen, S. – Ayres, R.U. et al. (2019): A Note on the Role of Energy in Production. *Ecological Economics*. 157:40-46.
138. Kocsis T. (1999): Kocsis Tamás: A jövő közgazdaságtana? *Kövász*. 3(3):131-164.
139. Kolozsi P. P. (2018): A közgazdaságtan megreformálása: az intézmények jelentősége. <https://novekedes.hu/elemzesek/a-kozgazdasagtan-megreformalasa-az-intezmenyek-jelentosege> (letöltve: 2021.12.27.)
140. Koop, G. (1994): Parameter uncertainty and impulse response analysis. *Journal of Econometrics*. 72(1–2): 135-149.
141. Kormány.hu. (2020): Village family housing benefit ‘csok’ is very popular (accessed 2020 Aug 1). <https://www.kormany.hu/en/prime-minister-s-office/news/village-family-housing-benefit-csok-is-very-popular> (letöltve: 2020.12.22.)

142. Kovács Z. (2009): Az urbanizáció keresztútja Kelet-Közép-Európában. *Változó Föld, változó társadalom, változó ismeretszerzés*. 460:44-51.
143. Kozenkow J. (2018): The role of institutions in achieving sustainable development. *On Research*. 1(2):95-112.
144. Kovács I. (2011): A jövedelemeloszlás és jövedelemegyenlőtlenség a személyijövedelemadóbevallási adatok tükrében. 89(3):295-312.
145. KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (2015): Magyarország településhálózata 2. Városok-falvak. Budapest. https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo_telepuleshalozata/varosok_falvak.pdf (letöltve: 2018.06.22.)
146. KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (2019): Környezeti helyzetkép. Budapest. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/kornyhelyzetkep18.pdf> (letöltve: 2020.06.22.)
147. KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (2020): Helységnévtár. Budapest. http://www.ksh.hu/apps/hntr.egyeb?p_lang=HU&p_sablon=LETOLTES (letöltve: 2020.10.22.)
148. KSH Központi Statisztikai Hivatal) (2015): A nemzetgazdasági ágak üvegházhatású gáz és légszennyező anyag kibocsátása. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/uveghazhatas.pdf> (letöltve: 2018.06.22.)
149. KSH. Hungarian Central Statistical Office. (2018): Bruttó hazai termék (GDP) (1960–). (The GDP from 1960s.) http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_qpt001.html (letöltve: 2019.06.22.)
150. Kutasi G. – Perger J. (2014): Adóösztönzőkkel az externáliák ellen: a népegészségügyi termékadó és a széndioxidadó nemzetközi példái. *Köz-Gazdaság*. 2014(4):109-126. (letöltve: 2021.12.27.)
151. Kuznets, S. (1955): Economic growth and income inequality. *American Economic Review*. 49(1):1-28.
152. Kümmel, R. – Ayres, R.U. (2010): Thermodynamic laws, economic methods and the productive power of energy. *Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics*. 35:145-179.
153. Lanoie, P. – Laplante, B. – Roy, M. (1998): Can capital markets create incentives for pollution control? *Ecological Economics* 26(1):31–41.
154. Lariviere, I. – Lafrance, G. (1999): Modelling the electricity consumption of cities: effect of urban density. *Energy Economics*. 21(1):53-66.

155. Larson, W. – Yezer, A. (2015): The energy implications of city size and density. *Journal of Urban Economics*. 90:35-49.
156. Lazar, D. – Minea, A. – Purcel, A. A. (2019): Pollution and economic growth: Evidence from Central and Eastern European countries. *Energy Economics*. 81:(C)1121-1131.
157. Lehmann K. (2019): A következő 20 éven belül komoly válsággal nézünk szembe: a klímaválsággal – interjú Steve Keen-nel. <https://economaniablog.hu/2019/12/13/a-kovetkezo-20-even-belul-komoly-valsaggal-nezunk-szembe-a-klimavalsaggal-interju-steve-keen-nel/> (letöltve: 2020.05.05.)
158. Lenzen, M. – Dey, C. – Foran, B. (2004): Energy requirements of Sydney households. *Ecol Econ*. 49(3):375-399.
159. Li, B. – Yao, R. (2009): Urbanisation and its impact on building energy consumption and efficiency in China. *Renewable Energy*. 34(9): 1994-1998.
160. Liddle, B. – Lung, S. (2014): Might electricity consumption cause urbanization instead? Evidence from heterogeneous panel long-run causality tests. *Global Environmental Change*. 24:42-51.
161. Liko, G. (2019): Impacts of Energy Sector on Economy, Social and Political Landscape and Sustainable Development. https://www.researchgate.net/publication/336702958_Impacts_of_Energy_Sector_on_Economy_Social_and_Political_Landscape_and_Sustainable_Development?channel=doi&linkId=5dae29e0a6fdccc99d92922b&showFulltext=true (letöltve: 2020.02.15.)
162. Lopez, R. (1994): The environment as a factor of production: the effects of economic growth and trade liberalization. *Journal of Environmental Economics and Management*. 27:163-184.
163. López-Menéndez, A. J. – Cuartas, B. M. – Suarez, R. P. (2014): Environmental costs and renewable energy: Re-visiting the environmental Kuznets curve. *Journal of Environmental Management*. 145(1):368-373.
164. Lütkepohl, H. (2006): Structural vector autoregressive analysis for cointegrated variables. *Modern Econometric Analysis*. 90:73-86.
165. Mák F. (2011): Egységgyöktesztek alkalmazása strukturális törések mellett a hazai benzinár példáján. *Statisztikai Szemle*. 89(5): 545-573.
166. Málovics Gy. – Bajmócy Z. (2009): A fenntarthatóság közgazdaságtani értelmezései. *Közgazdasági Szemle*. 54(5): 464-483. o
167. Mátyás A. (1993): A modern közgazdaságtan története. Aula Kiadó, Budapest.

168. Marjainé Szerényi, Zs. –Kovács, E. (2018): Merre tart a környezetértékelés? A teljes gazdasági értéktől az ökoszisztéma-szolgáltatásokig. Könyvfejezet. Környezet, gazdaság, társadalom. Tanulmányok Kerekes Sándor 70. születésnapja tiszteletére. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár. 135-150.
169. Mandora Tanácsadó Kft. (2013): Urbanizáció Magyarországon. <http://www.mandora.hu/node/487> (letöltve: 2018.06.22.)
170. Mazur, A. - Phutkaradze, Z. – Phutkaradze, J. (2015): Economic growth and environmental quality in the European Union countries – Is there evidence for the environmental Kuznets curve? *International Journal of Management and Economics*. 45(1):108-126.
171. Medlock K. – Soligo, R. (2001): Economic development and end-use energy demand. *The Energy Journal*. 22(2):77-105.
172. MEKH (Magyar Energia és Közmű-szabályozás Hivatal) (2018): *A magyar villamosenergia-rendszer 2018. évi adatai*. Budapest. http://www.mekh.hu/download/6/de/b0000/a_magyar_villamosenergia_rendszer_2018_evi_adatai.pdf (letöltve: 2019.09.22.)
173. Menegaki, A. N. (2011): Growth and renewable energy in Europe: a random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*. 33(2):257-63.
174. Mert, M. – Caglar, A.E. (2020): Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective. *Environmental Science and Pollution*. 6: 1-11.
175. Mike K. (2014): Ronald Coase – itt és most. Megemlékezés. *Közgazdasági Szemle*. (16): 315-323.
176. Mitic, P. – Kresoja, M. – Minovic, J. (2019): A literature survey of the environmental Kuznets curve. *Energy Procedia*. 5:1322-1325.
177. Molnár L. (2006): Az energiahatékonyság szerepe a magyar energetikában *Magyar Épületgépészet*. 15(11).
178. Moosa, I. A. (2017): The econometrics of the environmental Kuznets curve: An illustration using Australian CO₂ emissions. *Applied Economics*. 49(49):4927-4945.
179. Munoz, P. – Zwick, P. – Mirzabaev, A. (2020): The impact of urbanization on Austria's carbon footprint. *Journal of Cleaner Production*. 263:121-326.
180. Murphy D. J. – Hall C. A. S. (2011): Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth *Annals of the New York Academy of Sciences Issue. Ecological Economics Review*. 52-72.
181. Naffa, H. – Dudás, F. (2020): Milyen szerepet töltenek be az ország szintű ESG-indikátorok – valamint a globális pénzügyi inklúziós indikátorok a szociális és

- pénzügyi jólét meghatározásában? *Köz-Gazdaság (Review of Economic Theory and Policy)* 15(2):156-162.
182. Narayan, P. – Narayan, S. (2010): Carbon dioxide emissions and economic growth: panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*. 38:661-666.
183. Narayan P. K. (2005): The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration teszts. *Applied Economics*. 37:1979-1990.
184. Narayan, P. – Narayan, S. (2010): 131. Modelling the impact of oil prices on Vietnam's stock prices. *Applied Energy*. 87(1):356-361.
185. Nasir, M. – Rehman, F. U. (2011): Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: An empirical investigation. *Energy Policy*. 39(3): 1857-1864.
186. Németh-Durkó E. (2019): *A környezeti Kuznets-görbe. Műhelytanulmány*. Budapesti Corvinus Egyetem Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszék. Budapest. <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4242/> (letöltve: 2019.11.11.)
187. Németh-Durkó E. (2020): A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatának vizsgálata a környezeti Kuznets-görbével. *Statisztikai Szemle*. 98(12): 1366-1397.
188. Németh-Durkó E. – Hegedűs A. (2021): Klímaváltozás a tőkepiacokon: aktívan kezelt zöldkötvény-alapok vizsgálata. *Hitelintézési Szemle*. 20:38-64.
189. NFM (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium) (2012): Nemzeti energiastratégia 2030. <https://2010-2014.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiastrat%C3%A9gia%202030%20teljes%20v%C3%A1ltozat.pdf> (letöltve: 2018.06.22.)
190. Nordhaus, W.D. (2007): A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change. *Journal of Economic Literature*. 45(3):686-702.
191. Nordhaus, W.D. (2018): Evolution of modeling of the economics of global warming: changes in the DICE model. *Climatic Change*. 4:623-640.
192. OECD (2017): Investing in Climate, Investing in Growth. OECD Publishing, Paris. <http://doi.org/10.1787/9789264273528-en>
193. OECD (2018): Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Environmental Performance Reviews: Hungary 2018. Paris. OECD Publishing.
194. Pearce, D. W. – Kerry, T.R. (1990): Economics of natural resources and the environment. The John Hopkins University Press, Baltimore.
195. Ozturk, I. – Acaravci, A. (2010b): On the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Europe. *Energy*. 35(12):5412-5420.

196. Ozturk, I. – Acaravci, A. (2010): The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: Evidence from ARDL bound testing approach. *Applied Energy*. 87(6):1938-1943.
197. Ozturk, I. – Acaravci, A. (2013): The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics* (36):262-267.
198. Pablo-Romero, M. P. – Sánchez-Braza, A. (2017): Residential energy environmental Kuznets curve in the EU-28. *Energy*. 125:44-54.
199. Panayotou, T. (1997): Demystifying the environmental Kuznets curve: Turning a black box into a policy tool. *Environment Development Economics*. 2(4): 465–484.
200. Paramati, S. R. – Ummalla, M. – Apergis, N. (2016): The effect of foreign direct investment and stockmarket growth on clean energy use across a panel of emergingmarket economies. *Energy Economics*. (56):29-41.
201. Pata, U. K. (2018): Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO2 emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production*. 187:770-779.
202. Patocskai M. – Györfy T. (2018): A fenntarthatóságra nevelés egyik lehetősége: az egyszerűsített karbonlábnyom-számítás. *Képzés és Gyakorlat*. 16(4):89-99.
203. Perman, R. – Stern, D. I. (2003): Evidence from panel unit root and cointegration tests that the environmental Kuznets curve does not exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 47(3):325-347.
204. Perron, P. (1989): The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*. 57(6):1361-1401.
205. Pesaran, H. M. – Pesaran, B. (1997): Microfit 4.0. Oxford University Press.
206. Pesaran, M. H. – Shin, Y. – Smith, R. (2001): Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Economics*. 16(3): 289-326.
207. Pesaran, M. H. – Shin, Y. (1998): Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economic Letters*. 58(1):17-29.
208. Piaggio, M. – Padilla, E. 2012. CO₂ emissions and economic activity: Heterogeneity across countries and non-stationary series. *Energy Policy*. 46:370-381.
209. Poumanyvong, P. – Kaneko, S. 2010. Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*. 70(2):434-444.
210. Pozsonyi, P. – Szőkéné Boros, Zs. (2020): Nemzeti jövedelem, gazdasági növekedés. *Statisztikai Szemle*. 98(6): 665-684.

211. Rahman, A. – Saadi, S. (2008): Random walk and breaking trend in financial series: An econometric critique of unit root tests. *Review of Financial Economics* 17(3):204-212.
212. Rahman, M. M. – Kashem, M. A. (2017): Carbon emissions, energy consumption and industrial growth in Bangladesh: Empirical evidence from ARDL cointegration and Granger causality analysis. *Energy Policy*. 110:600-608.
213. Ramanathan, R. (2003): Bevezetés az ökonometriába. Panem Könyvkiadó.
214. Reilly, J. (2015): Energy and Development in Emerging Countries. *Revue d'économie du développement*.23:19-38.
215. Richmond, A. K. – Kaufmann, R. K. (2006): Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions? *Ecological Economics*. 56:176-189.
216. Roca, J. (2003): Do individual preferences explain the environmental Kuznets curve? *Ecological Economics*. 45(1): 3-10.
217. Romsics, I. 2015. Regime Change in Hungary. (letöltve: 2018.12.20.). <http://www.enrs.eu/sk/articles/1562-regime-change-in-hungary>
218. Ronald, R. K. – Stauvermann, P. J. – Patel, A. – Kumar, R. D. (2014): Exploring the effects of energy consumption on output per worker: A study of Albania, Bulgaria, Hungary and Romania. *Energy Policy*. 69:575-585.
219. Rosas, J. – Sheinbaum, C. – Morillon, D. (2010.): The structure of household energy consumption and related CO₂ emissions by income group in Mexico. *Energy for sustainable development*. 14(2):127-133.
220. Sadorsky, P. 2009. Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*. 37(10):4021-4028.
221. Sadorsky, P. (2014): The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies. *Energy Economics*. 41:147-153.
222. Sadorsky, P. (2010): The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*. 38(5): 2528-2535.
223. Salvia, M. – Reckien, D. – ... - M, Csete (2021): Will climate mitigation ambitions lead to carbon neutrality? An analysis of the local-level plans of 327 cities in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 135.
224. Saidi, K. – Hammami, S. (2015): The impact of CO₂ emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries. *Energy Reports*. 1:62-70.

225. Sanches-Pereira, A. – Tudeschini, L. G. – Coelho, S. T. (2016): Evolution of the Brazilian residential carbon footprint based on direct energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 54:184-201.
226. Sandberg, M. – Klockars, K. – Wilén, K. (2020): Green growth or degrowth? Assessing the normative justifications for environmental sustainability and economic growth through critical social theory. *Journal of Cleaner Production*. 206:133-141.
227. Santamouris, M. – Kapsis, K. – Korres, D. – Livada, I. – Pavlou, C. – Assimakopoulos, M.N. (2007): On the relation between the energy and social characteristics of the residential sector. *Energy and Buildings*. 39(8):893-905.
228. 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*. 201(10): 98-110.
229. Sávai, M. (2019): A visegrádi országok kormányzati kiadásai és a versenyképesség hosszú távú kapcsolata. *Statisztikai Szemle*. 97(3): 241-268.
230. Schwanitz, V.J. (2013): Evaluating integrated assessment models of global climate change. *Environmental Modelling and Software*. 50:120-131.
231. Seldon, T. M. – Song, D. (1995): Neoclassical growth, the J curve for abatement and the inverted U curve for pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*. 29(2):162-168.
232. Shafik, N. – Bandyopadhyay, S. (1992): Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence. *Policy Research Working Paper Series 904*. The World Bank.
233. Shahbaz, M. – Gozgor, G. – Adom, P. K. – Hammoudeh, S. (2019): The technical decomposition of carbon emissions and the concerns about FDI and trade openness effects in the United States. *International Economics*. 159:56-73.
234. Shahbaz, M. L. - Mutascu, M. – Azim, P. (2014): Environmental Kuznets curve in Romania and the role of energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 18:165-173.
235. Shahbaz, M. – Haouas, I. – Hoang, T. H. V. (2019): Economic growth and environmental degradation in Vietnam: Is the environmental Kuznets curve a complete picture? *Emerging Markets Review*. 38:197-218.
236. Shahbaz, M. – Hoang, T. H. V. – Mahalik, M. K. – Roubaud, D. (2017): Energy consumption, financial development and economic growth in India: New evidence from nonlinear and asymmetric analysis. *Energy Economics*. 63:199-212.

237. Shahbaz, M. – Shahzad, J. – Mahalik, M. K. – Zakaria, M. (2018): The energy consumption and economic growth nexus in top ten energy-consuming countries: Fresh evidence from using the quantile-on-quantile approach. *Energy Economics*. 71:321-331.
238. Shahbaz, M. – Solarin, S. A. – Mahmood, H. – Arouri, M. (2013) Does financial development reduce CO2 emissions in Malaysian economy? A time series analysis. *Economic Modelling*. 35:145-152.
239. Shammin, M. R. – Herendeen, R. A. – Hanson, M. J. – Wilson, E. J. (2010): A multivariate analysis of the energy intensity of sprawl versus compact living in the US for 2003. *Ecological Economics*. 69(12): 2363-2373.
240. Sharma, S. (2011): Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from from 69 countries. *Applied Energy*. 88(1)376-382.
241. Shi, K. – Xu, T. – Li, Y. – Chen, Z. – Gong, W. – Wu, J. – Yu, B. (2020): Effects of urban forms on CO2 emissions in China from a multi-perspective analysis. *Journal of Environmental Management*. 262:110300.
242. Shreshta, M.B. – Bhatta, G.R. (2018): Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. *The Journal of Finance and Data Science*. 4(2)
243. Solow, R. (1956): Contribution to the Theory of Economic Growth. The *Quarterly Journal of Economics*. 70(1):65-94.
244. Solow, R. (1974): Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. *Review of Economic Studies*. 41(5):29-45.
245. Soumyananda, D. (2002): A Theoretical Basis for the Environmental Kuznets Curve. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/109318/1/MPRA_paper_109318.pdf (letöltve: 2022.01.02.)
246. Stengos, T. – Fatouros, N. (2020): Nuclear Energy, Economic Growth and the Environment: Optimal policies in a model with endogenous technical change and environmental constraints. *Discussion Paper 2020-02*. <https://www.uoguelph.ca/economics/repec/workingpapers/2020/2020-02.pdf> (letöltve: 2022.01.02.)
247. Stern, D. I. (2003): The environmental Kuznets curve. *Internet Encyclopaedia of Ecological Economics, International Society for Ecological Economics*. <http://isecoeco.org/pdf/stern.pdf> (letöltve: 2018.06.22.)
248. Stiglitz, J. E. (1974): Incentives and Risk Sharing in Sharecropping. *Review of Economic Studies*. 41(2):219-255.
249. Stiglitz, J. E. (2012): *The Price of Inequality*. W.W. Norton & Co. New York.

250. Stokey, N. (1998): Are There Limits to Growth? *International Economic Review*. 39(1):1-31.
251. Stolyarova, E (2013): Carbon Dioxide Emissions, economic growth and energy mix: empirical evidence from 93 countries. EcoMod 2013 Conference, Prague, Czech Republic.
252. Streimikiene, D. – Kasperowicz, R. (2016): Review of economic growth and energy consumption: A panel cointegration analysis for EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 59:1545-1549.
253. Studenmund, A.H. (2006): Using Econometrics: A Practical Guide, 5th Edition. Occidental College. ©2006. Pearson.
254. Svirydzhenka, K. (2016): *Introducing a New Broad-based Index of Financial Development*. IMF Working papers. WP/16/5.
255. Swan, L.G. – Ugursal, W.I. (2009): Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13(8):1819-1835.
256. Szép T. (2013): Az energia gazdasági szerepének vizsgálata Kelet-Közép-Európában, 1990 és 2009 között. PhD értekezés. Miskolci Egyetem.
257. Szép T. (2014): The Granger causality analysis of energy consumption and economic growth. *Journal of Marketing and Management Innovation*. 8:244-258.
258. Szepesi G. (2008): The city proclamations in Hungary after the System change. A rendszerváltozás utána várossá avatások Magyarországon. (After the change of regime, inaugurations became cities in Hungary.) Hungarian. *Tér és társadalom*. 22(2):55-70.
259. Tahvonen, O. – Kuuluvainen, J. (1993): Economic Growth, Pollution, and Renewable Resources. *Journal of Environmental Economics and Management*. 24:101-118.
260. Thøgersen, J. – Grønhøj (2010): Electricity saving in households--A social cognitive approach. *Energy Policy*. 38(12):7732-7743.
261. Toda, H. Y. – Yamamoto, T. (1995): Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Econometrics*. 66(1-2):225-250.
262. Torras, M. – Boyce, J. K. (1998): Income, inequality, and pollution: A reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*. 25(2):147–160.
263. Tsigaris, P. – Wood, J. (2016): A simple climate-Solow model for introducing the economics of climate change to undergraduate students. *International Review of Economics Education*. 23:65-81.
264. Tóth, T. – Benkő, D. (2018): Egyenlőtlenség és gazdasági növekedés. *Hitelintézeti Szemle*. 17(1):177-184.

265. Ulutas, A. – Karaca, C. (2018): Selection of renewable energy sources for sustainable development and an economic model proposal for countries. *Emerging Economic Models for Global Sustainability and Social Development*. Global. Hershey, PA, USA.
266. UNEP (2011): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. In.: M. Fischer-Kowalski, M. Swilling, E.U. von Weizsäcker, Y. Ren, Y. Moriguchi, W. Crane, F. Krausmann, N. Eisenmenger, S. Giljum, P. Hennicke, P. Romero Lankao, A. Siriban Manalang, S. Sewerin (Eds.). *A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel* (2011).
267. Varossanyilvanitas.hu (2017): *Hazai gyakorlat*. <http://varossanyilvanitas.hu/hazai-gyakorlat.html> (letöltve: 2018.02.14.)
268. Vassileva, I. – Canpillo, J. (2014): Increasing energy efficiency in low-income households through targeting awareness and behavioral change. *Renewable Energy*. 67: 59-63.
269. Vavrek, R. – Chovancova, J. (2016): Decoupling of Greenhouse Gas Emissions from Economic Growth in V4 Countries. *Proceedings Economics and Finance*. 39:526-533.
270. Waheed, M. – Alam, T. – Ghauri, S. P. (2006): *Structural breaks and unit root: Evidence from Pakistani macroeconomic time series*. MPRA Paper. No. 1797. Munich Personal RePEc Archive. Munich. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/1797/1/MPRA_paper_1797.pdf (letöltve: 2018.06.18.)
271. Wajahat, A. W. – Abdullah, A. – Azam, M. (2017): Re-visiting the environmental Kuznets curve hypothesis for Malaysia: Fresh evidence from ARDL bounds testing approach. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 77:990-1000.
272. Valentinyi, Á. (1995): Endogén növekedésemélet. *Közgazdasági Szemle*, 17(6): 582-594. <https://epa.oszk.hu/00000/00017/00006/0604.html> (letöltve: 2022. 01.02.)
273. Wang, Y. – Hayashi, Y. - Chen, J. - Li, Q. (2014): Changing Urban Form and Transport CO₂ Emissions: An Empirical Analysis of Beijing, China. *Sustainability*. 6:4558-4579.
274. Wang, M. – Madden, M. – Liu, X. (2017): Exploring the relationship between urban forms and CO₂ emissions in 104 Chinese cities. *Journal of Urban Planning Development*. 143, No. 04017014.
275. Wang, S. – Fang, C. – Sun, L. – Su, Y. – Chen, X. – Zhou, C. – Feng, K. – Hubacek, K. (2018): Decarbonizing China's urban agglomerations. *Annals of the American Association of Geographers*. 109:266-285.

276. WHO: (World Health Organization in Hungary) (2018): <https://www.euro.who.int/en/countries/hungary/publications/world-health-organization-in-hungary-2018> (letöltve: 2019.08.02.).
277. Wiedenhofer, D. – Lenzen, M. – Steinberger, J.K. (2013): Energy requirements of consumption: Urban form, climatic and socio-economic factors, rebounds and their policy implications. *Energy policy*. 63:696-707.
278. Virág B. (2019): Repedések a falon – úton a közgazdaságtan megújulása felé? <https://www.mnb.hu/letoltes/virag-barnabas-33-neoliberalis-kritika-portfolio-mnb-honlapra.pdf> (letöltve: 2020.02.24)
279. Wooldridge, J. M. (2012): *Introductory Econometrics*. Cengage Learning Inc. Florence. 211.
280. World Bank (2012a): Global Financial Development Report 2013: Rethinking the Role of the State in Finance. World Bank, Washington, DC, <https://www.worldbank.org/en/publication/gfdr> (letöltve: 2020.06.22.)
281. World Bank (2018b): Population, total – Hungary. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=HU> (letöltve: 2020.06.22.)
282. World Bank (2018c): CO₂ emissions in kt in Hungary. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, United States. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT?locations=HU> (letöltve: 2020.06.22.)
283. World Bank (2018b): Population in Hungary. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=HU> (letöltve: 2020.06.22.)
284. Wuertz, D. – Katzberger, H. G. (2005): Precise finite-sample quantiles of the Jarque-Bera adjusted Lagrange multiplier teszt. <https://arxiv.org/abs/math/0509423> (letöltve: 2017.06.18.)
285. Yang, Y. – Liu, J. – Lin, Y. – Li, Q. (2019): The impact of urbanization on China's residential energy consumption. *Structural Change and Economics Dynamics*. 49:170-182.
286. Ye, H. – Qun, R. – Xinyue, H. – Tao, L. – Lilai, X. L. – Bing, P. (2017): Low-carbon behavior approaches for reducing direct carbon emissions: Household energy use in a coastal city. *Journal of Cleaner Production*. 141:128-136.

287. York, R. – Dietz, T. – Rosa, E. A. (2003): Footprints on the Earth: The environmental consequences of modernity. *American Sociological Review*. 68(2): 279-300.
288. Zhang, D. – Zhang, Z. – Zhwei -Managi, S. (2019): A bibliometric analysis on green finance: Current status, development and future directions. *Finance Research Letters*. 29:425-430.
289. Zhou, C. – Wang, S. – Wang, J. (2019): Examining the influences of urbanization on carbon dioxide emissions in the Yangtze River Delta, China: Kuznets curve relationship. *Scientific Total Environment*. 20:472-482.
290. Zivot, E. – Andrews, D. (1992): Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*. 10(3):251-270.
291. Zmami, M. - Ben-Salha, O. (2020): An empirical analysis of the determinants of CO₂ emissions in GCC countries. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 27(5):469-480.



Nyilvántartási szám: DEENK/16/2022.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Németh-Durkó Emília
Doktori Iskola: Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10040696

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Folyóiratcikkek, tanulmányok (9)

1. **Németh-Durkó, E.,** Hegedűs, A.: Climate Change in the Capital Markets: A Study of Actively Managed Green Bond Funds.
Financial and Economic Review. 20 (4), 38-64, 2021. ISSN: 2415-9271.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33893/FER.20.4.3864>
2. **Németh-Durkó, E.:** Determinants of carbon emissions in a European emerging country: evidence from ARDL cointegration and Granger causality analysis.
International Journal Of Sustainable Development And World Ecology. 28 (5), 417-428, 2021. ISSN: 1350-4509.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2020.1839808>
IF: 3.716 (2020)
3. **Németh-Durkó, E.,** Hegedűs, A.: Klímaváltozás a tőkepiacokon: aktívan kezelt zöldkötvény-alapok vizsgálata.
Hitelintézési Szemle. 20 (4), 38-64, 2021. ISSN: 1588-6883.
DOI: <http://dx.doi.org/10.25201/HSZ.20.4.3864>
4. **Németh-Durkó, E.:** A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás kapcsolatának vizsgálata a környezeti Kuznets-görbével.
Statisztikai Szemle. 98 (12), 1366-1397, 2020. ISSN: 0039-0690.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20311/stat2020.12.hu1366>
5. **Németh-Durkó, E.:** Environment and finance: impact of financial development on carbon emission.
Economy & finance. 7 (4), 425-440, 2020. ISSN: 2415-9379.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33908/EF.2020.4.4>
6. **Németh-Durkó, E.:** Környezet és pénzügyek: A pénzügyi fejlettség emissziót befolyásoló szerepe.
Gazdaság és Pénzügy. 7 (4), 434-449, 2020. ISSN: 2415-8909.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33926/GP.2020.4.4>
7. **Németh-Durkó, E.,** Huzsvai, L., Csipkés, M.: A magyarországi községekben élő háztartások villamosenergia fogyasztásának modellezése.
A falu. 31 (4), 27-35, 2016. ISSN: 0237-4323.





8. Huzsvai, L., **Németh-Durkó, E.**, Csipkés, M.: Modelling the electrical energy use of city and provincial households of Hungary.
Regional Review = Régióanalais Zirojums. 12, 5-20, 2016. ISSN: 1691-6115.
9. **Németh-Durkó, E.**, Huzsvai, L., Csipkés, M.: Városi és vidéki háztartások villamosenergia fogyasztásának modellezése Magyarországon.
E-conom. 5 (2), 28-41, 2016. EISSN: 2063-644X.

Konferenciaközlemények (3)

10. **Németh-Durkó, E.**, Juhász, P., Dudás, F.: Forecasting Residential Electricity Consumption Based On Urbanization And Income Projections.
In: Proceedings of the 34th International ECMS Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2020. Ed.: Mike Steglich, Christian Muller, Gaby Neumann, Mathias Walther, European Council for Modelling and Simulation (ECMS), Wilhelmshaven, 104-110, 2020. ISBN: 9783937436685
11. **Németh-Durkó, E.**: Financing a low carbon economy.
In: 10th Annual Financial Market Liquidity Conference : Conference Proceedings. Eds.: Kondor Gábor, Kerényi Péter, Petróczy Dóra Gréta, Dömötör Barbara, Havran, Dániel, Foundation of the Department of Finance : Corvinus University of Budapest, Budapest, 59, 2019. ISBN: 9789635038091
12. **Németh-Durkó, E.**: Does financial development increase environmental quality.
In: 9th Annual Financial Market Liquidity Conference. Conference Proceedings 2018. Eds.: Kondor Gábor, Kerényi Péter, Petróczy Dóra Gréta, Dömötör Barbara, Havran Dániel, Foundation of the Department of Finance : Corvinus University of Budapest, Budapest, 66, 2018. ISBN: 9789635037391

További közlemények

Folyóiratcikkek, tanulmányok (8)

13. **Németh-Durkó, E.**, Petróczy, D. G.: Reálopció: Napelem telepítés.
In: Pénzügyi, vállalati esetek és döntések. Szerk.: Walter György, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 40-47, 2019. ISBN: 9789635037971
14. **Németh-Durkó, E.**, Petróczy, D. G.: Using real options for real estates.
In: Selected chapters of corporate finance and risk management. Ed.: Dömötör Barbara, Várad Kata, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 66-75, 2019. ISBN: 9789635037995
15. **Németh-Durkó, E.**: Szeminárium - Kötvények.
In: Vállalati pénzügyek feladatgyűjtemény és megoldások. Szerk.: Walter György, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 22-30, 2018. ISBN: 9789635037469





16. **Németh-Durkó, E.:** Faapríték alapú nagyüzemi vertikum nyereségtermelő képességének vizsgálata.
Agrártudományi közlemények = Acta agraria Debreceniensis. 64, 21-26, 2015. ISSN: 1587-1282.
17. **Németh-Durkó, E.:** Földgáz -és megújuló energia alapú fűtési rendszerek beruházás gazdaságossági vizsgálata egy 100 m²-es családi ház példáján keresztül.
E-conom. 2 (2), 157-168, 2013. EISSN: 2063-644X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17836/EC.2013.2.156>
18. **Németh-Durkó, E.:** Versenyképes megoldást jelentenek szilárd biotüzelőanyagok?
Journal of Central European Green Innovation. 1 (1), 45-51, 2013. ISSN: 2064-3004.
19. **Németh-Durkó, E.:** A környezetvédelem megítélése hazai és külföldi egyetemisták körében.
Gazdálkodástudományi Közlemények. 3 (1), 35-40, 2011. ISSN: 2061-2443.
20. **Németh-Durkó, E.:** Családi házak fűtésének gazdaságossága.
Gazdálkodástudományi Közlemények. 3 (1), 49-55, 2011. ISSN: 2061-2443.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 3,716

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 3,716

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.01.07.



TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Szakirodalmi összefoglalás az európai és magyarországi EKC-eredményekről...	44
2. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis eredményei Európáról és Magyarországról	46
3. táblázat: A pénzügyi fejlettség mutatói.....	58
4. táblázat: Az elemzéshez felhasznált adatok és forrásuk.....	68
5. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe alakjai.....	74
6. táblázat: Leíró statisztika.....	82
7. táblázat: Korrelációs mátrix.....	83
8. táblázat: Egységgyök-tesztek eredményei.....	84
9. táblázat: Lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC).....	85
10. táblázat: Az alapmodellek ARDL kointegrációs eredményei	86
11. táblázat: Bővített lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC).....	87
12. táblázat: A bővített modellek ARDL kointegrációs eredményei.....	88
13. táblázat: A gazdasági növekedés és a szén-dioxid-kibocsátás lineáris kapcsolata ARDL- modellel Magyarországon 1982-2016 között.....	89
14. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis rövid és hosszú távú, négyzetes és köbös ARDL alapmodelljei.....	91
15. táblázat: Diagnosztikus teszteredmények a négyzetes alapmodellnél	92
16. táblázat: Diagnosztikus teszteredmények a lineáris bővített modellben	96
17. táblázat: Hosszú távú környezeti Kuznets-görbe tesztelésének bővített ARDL modelljei	97
18. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe érvényes modelljei.....	104
19. táblázat: A környezeti Kuznets-görbe hipotézis fordított N-alakú modellje.....	105
20. táblázat: Rövidtávú oksági kapcsolatok	109
21. táblázat: Hosszú-és rövidtávú oksági kapcsolatok a vizsgált változók között	110
22. táblázat: Variancia dekompozíció a szén-dioxid-kibocsátásra	113

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A környezeti Kuznets-görbe egy lehetséges értelmezése endogén növekedési modellben	29
2. ábra: A környezeti Kuznets-görbe illusztrációja.....	34
3. ábra: Az EKC-modell kritikái.....	38
4. ábra: A pénzügyi fejlettséget meghatározó tényezők.....	57
5. ábra: A pénzügyi fejlettség csatornái a károsanyag-kibocsátás befolyásolására.....	61
6. ábra: A hipotézisek és tesztelésük módszertani összefoglalója.....	66
7. ábra: Az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás (tonna/fő) és az egy főre eső gazdasági növekedés (ezer dollár/fő*) alakulása 1982-2016 között Magyarországon.....	69
8. ábra: Az egy főre eső villamosenergia-felhasználás (ezer kWh) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás (tonna/fő) alakulása 1982-2016 között Magyarországon.....	70
9. ábra: Az urbanizáció (városok száma) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás alakulása 1982-2016 között Magyarországon	71
10. ábra: A pénzügyi fejlettség (FD-index) és az egy főre eső szén-dioxid-kibocsátás alakulása 1982-2016 között Magyarországon	72
11. ábra: Négyzetes alapmodell optimális késleltetési száma (AIC).....	90
12. ábra: Lineáris alapmodell optimális késleltetési száma (AIC)	95
13. ábra: CUSUMq stabilitás teszt eredménye	107
14. ábra: CUSUMsq stabilitás teszt eredménye	108
15. ábra: A szén-dioxid-kibocsátást okozó makrofolyamatok (hosszú távon).....	110
16. ábra: A szén-dioxid-kibocsátás impulzus válasz függvényei	113

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen értekezés létrejöttében köszönet illeti meg konzulensem, Dr. Huzsvai Lászlót, akivel a városok és falvak energiafelhasználásbeli különbözőségeinek dilemmáit gyakran vitattuk meg, és ebből egy remek kutatási ötlet született. Konzulensem tájékozottsága, észrevételei és szakmai felkészültsége bátorítottak egy olyan újnak számító kutatási területen dolgozni, mint a környezeti Kuznets-görbe, és tovább lépni az energiafelhasználás modellezésén.

Köszönettel tartozom egyetemi éveimből azon tanárainknak, akik biztattak, szakmai versenyekre-és megmérettetésekre, konferenciákra készítettek fel, hogy a lehető legfrissebb és leggyakorlatiasabb tudásra tegyek szert. A Kerpely Kálmán Szakkollégium és a Debreceni Egyetem Tehetséggondozó Programjának külön köszönöm a szakmai és anyagi támogatást, és a jó hangulatú, informatív szakmai tanulmányutakat, melyek formálták jövőbeli terveim kialakítását.

Kollégáimnak, a Budapesti Corvinus Egyetem Befektetési és Vállalati Pénzügy tanszék munkatársainak is szeretném megköszönni segítő szavaikat, és a Kutatási műhelyeken mutatott aktív részvételüket, érdeklődésüket a témám iránt, a motiváló hozzászólásokat és az építő jellegű kritikákat, melyekkel mind-mind hozzájárultak jelen értekezés magas színvonalú elméleti és empirikus munkájához. A Magyar Nemzeti Bank PhD ösztöndíjprogramjának köszönöm a támogatást, és azt a tudást, amelyet az ökonometria és közgazdaságtan egyéb területein a legjobb oktatóktól szerezhettem.

Végül, de nem utolsó sorban családomnak tartozom köszönettel, akik az elmúlt közel tíz évben mindvégig bátorítottak, erőn felül segítettek, ahogyan csak módjukban állt, hogy a plusz tanulmányok, a munka, és a család mellett is jelen értekezés elkészülhessen. Szüleimnek és nagymamámnak igazán hálás vagyok az irántam tanúsított türelemért, megértésért, férjemnek pedig mindezek felül az állandó időhiány toleranciájáért.