

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Nagy Vivien Ágnes

Gödöllő

2025



A bioökonómia szerepe a Fenntartható Fejlődési Célok megvalósításában

DOI: 10.54598/006940

Nagy Vivien Ágnes

GÖDÖLLŐ

2025

A Doktori Iskola

Megnevezése: Gazdaság-és Regionális Tudományok Doktori Iskola

Tudományága: Gazdálkodás- és szervezéstudományok

Vezetője: Prof. Dr. Bujdosó Zoltán
Egyetemi tanár
Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem
Vidékfejlesztés és Fenntartható
Gazdaság Intézet

Témavezető: Prof. Dr. Lakner Zoltán Károly
Egyetemi tanár
Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem
Agrár- és Élelmiszergazdasági Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. KUTATÁSI CÉLOK ÉS HÁTTÉR.....	1
2. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK.....	6
2.2. INPUT-OUTPUT ELEMZÉS	6
2.3. A LOGISZTIKAI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSA	7
3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGBESZÉLÉSE	10
3.1. AZ ASZÁLY KORA	10
3.2. BIOÖKONÓMIA A VISEGRÁDI-ORSZÁGOKBAN	14
3.3. AZ EU BIOÖKONÓMIAI RENDSZERE	17
3.4. BIOTECHNOLÓGIAI TERMÉKEK LOGISZTIKAI RENDSZERÉNEK OPTIMALIZÁLÁSA: ESETTANULMÁNY AZ UKRÁN MEZŐGAZDASÁGI TERMÉKEK VILÁGPIACI HOZZÁFÉRÉSÉRŐL: KIHÍVÁSOK ÉS MEGOLDÁSOK.....	20
4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	24
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	34
6. PUBLIKÁCIÓK.....	36

1. KUTATÁSI CÉLOK ÉS HÁTTÉR

A 21. században számos globális gazdasági kihívással kell szembenéznünk. A nagy kérdés, hogy hogyan menthetjük meg a Földet és az emberiséget, ha az ásványi és egyes biológiai erőforrások kimerülnek, vagy egyszerűen nem tudjuk őket más országokból beszerezni, ma relevánsabb, mint valaha. A fejlődéssel járó állandó kihívások minden életformára stresszt jelentenek. Változtatnunk kell a hozzáállásunkon és a folyamatainkon, hogy azok fenntarthatóbbak legyenek, és a biológiai eredetű anyagokat ésszerűen kell felhasználnunk a jövőben. Ahhoz, hogy a gazdaság és a Föld fennmaradását biztosítani tudjuk a következő generáció számára, elemeznünk kell a jelenleg rendelkezésre álló bioökonómiai rendszert. Értekezésem témája a bioökonómia szerepe a fenntartható fejlődési célok megvalósításában, mert a bioökonómia egyre nagyobb figyelmet igényel regionális és globális szinten. Fontossága megkérdőjelezhetetlen, mivel a rendelkezésre álló nyersanyagok (pl. alapanyagok) világméretű válsága az emberiség egyik legnagyobb kihívása. Korunkban egyes tudósok a bioökonómiát tartják az egyre növekvő környezeti problémák megoldásának. Évek óta fenyeget minket a klímaváltozás és a rendelkezésre álló erőforrások hiánya, de napjainkra ez már egy mindennapi valós veszéllyé nőtte ki magát. A klímaváltozás és más globális események máris földrajzi és térbeli hatással vannak az agroökológiai rendszerre, és súlyosan befolyásolják az összes gazdasági szektort. E problémák komolysága vitathatatlan, mivel nap mint nap tapasztaljuk ezeket a hatásokat a „bőrünkön” (pl. az élelmiszerek minőségén).

Annak ellenére, hogy a fejlett országok szinte minden biológiai eredetű terméket könnyebben és gyorsabban beszereznek, mint a fejlődő országok, nincs olyan nemzet a világon, amely ne érezné a globális ellátási lánc megakadásának

hatását, függetlenül attól, hogy már léteznek-e bevált eljárások vagy politikák az ilyen helyzetek elkerülésére. Ezért egyre nagyobb jelentőséget kapnak az ENSZ fenntartható fejlesztési céljai (Sustainable Development Goals). A 2030-ig és 2050-ig elérendő 17 cél (stratégiai célok) szorosan kapcsolódik a bioökonómiához (pl. az éhezés megszüntetése, az óceánok és tengerek, valamint a szárazföldi ökoszisztémák védelme). A bioökonómia és az ENSZ hosszú távú fenntarthatósági céljai között sok átfedés van, amelyeket az 1. táblázat szemléltet.

1. táblázat. A tizenhét ENSZ fenntartható fejlődési cél közül tizennégy, amely szorosan kötődik a bioökonómiaira való átálláshoz

Fenntartható fejlődési célok (SDGs)	A bioökonómia kapcsolata a célokkal
A szegénység felszámolása	A bioökonómia fejlesztése egyes régiókban a munkahelyteremtéshez és a szegénység csökkentéséhez is hozzájárulhat
Az éhezés megszüntetése	A bioökonómia korszerűsítése növelheti a rugalmasságot és az önellátást regionális és EU szinten
Egészség és jóllét	Az újrahasznosítás csökkenti a környezeti terhelést
Tiszta víz és alapvető köztisztaság	A bioökonómiai innováció hozzájárulhat a komplex vízgazdálkodás javításához és a vízkészletek optimális kihasználásához a vízhiánnyal küzdő területeken
Megfizethető és tiszta energia	A bioökonómia fenntartható módon használja a biológiai alapú anyagokat az energia termelésére
Tisztességes munka és gazdasági növekedés	A bioökonómián alapuló fejlesztések mélyreható változásokat indíthatnak el a foglalkoztatási struktúrában és további keresletet generálhatnak
Ipar, innováció és infrastruktúra	A bioökonómia fejlesztése széles körű innovatív megoldásokat kínál a gazdaság számára
Egyenlőtlenségek csökkentése	A bioökonómia lehetőséget biztosít a fejletlen térségek fejlesztésére

Fenntartható városok és közösségek	A bioökonómia új lehetőségeket kínál a hulladékok újrahasznosítására
Fenntartható fogyasztás és termelés	A bioökonómia új lehetőségeket kínál a rövid ellátási láncok fejlesztésére
Fellépés az éghajlatváltozás ellen	A bioökonómia segítségével redukálni lehet üvegházhatású gázok kibocsátását
Óceánok és tengerek védelme	Bioalapú, körkörös megoldások a tengerek, óceánok és tavak környezetterhelésének csökkentésére
Szárazföldi ökoszisztémák védelme	Komplex bioalapú körkörös gazdasági rendszerek
Partnerség a célok eléréséért	A tudás átadása a fejlődő és feltörekvő gazdaságok bioökonómiai céljaik megvalósítása érdekében

Forrás: Saját szerkesztés, 2023

Bár az elmúlt években néhány tanulmány foglalkozott a bioökonómia helyével, helyzetével és szerepével a makrogazdaságban, valamint azzal, hogy ez hogyan tükröződik a különböző országok gazdaságában, de általánosságban véve nincsenek olyan átfogó munkák, amelyek nem korlátozódnak egyetlen országra (pl. Hollandia, Csehország, Lengyelország), vagy csak egy régióra (pl. V4-országok vagy Nyugat-Európa), hanem a világ különböző nagy országainak bioökonómiai teljesítményére, és azt komplexitásában vizsgálják, valamint ezeket a kérdéseket világos és átlátható módon elemzik. Az irodalomban azonban még nem találtak ilyen összefüggéseket és tanulmányokat. **Így kutatásom a bioökonómia egészének kontextusában hiánypótló tanulmánynak tekinthető, nem csak egy ország vagy régió, hanem különböző országok kontextusában.**

*Kutatásomban az alábbi **kérdésekre** keresem a választ:*

RQ1: Hogyan jellemezhető az európai bioökonómia a globális bioökonómiai rendszerek kontextusában?

RQ2: Hogyan járulhat hozzá a modern logisztikai tervezési rendszer a bioökonómiai termékek ellátási láncában végzett logisztikai műveletek környezetterhelésének csökkentéséhez?

RQ3: Hogyan jellemezhető a bioökonómia különböző területeinek jelentősége a hazai (magyar) és a kelet-közép-európai kontextusban?

RQ4: Mi a bioökonómia szerepe a V4-országok értékláncában, figyelembe véve ezeknek az országoknak a külkereskedelmét?

RQ5: Hogyan fog változni a V4-országok szerkezete, ha a biológiai anyagok aránya növekszik az olyan nemzetgazdasági ágazatokban, amelyek jelenleg viszonylag kis mennyiségű biológiai anyagot használnak?

RQ6: A bioökonómia alapvető problémája a nyersanyagok stabil ellátása. Hogyan lehet meghatározni egy olyan portfóliót, amely képes kielégíteni a mezőgazdasági termelés területén a magas jövedelmezőség és az alacsony kockázat iránti igényt?

RQ7: Hogyan segíthetik az informatikai alapú módszerek és szimulációs rendszerek a biológiai anyagok nem élelmiszeripari felhasználását célzó rendszerek gazdasági tervezését?

A fenti kérdésekre alapozva, a vonatkozó szakirodalommal összhangban, a **hipotézisek** rendszerét a következőképpen alakítottam ki:

H1: Az európai bioökonómiai rendszer átlag feletti szerepet játszik a gazdasági fejlődés felgyorsításában és megsokszorozásában, még a legfejlettebb országokban is.

H2: A modern logisztikai tervezési módszerek kombinációja hatékonyan csökkentheti a bioökonómiai termékek szállításával járó környezeti terhelést.

H3: A közép-kelet-európai országokat viszonylag fejlett mezőgazdaság jellemzi, ezért a bioökonómia szerepe rendkívül fontos a nemzetgazdaságokban. A

bioökonómiai rendszerek rendkívül összetettek és nyitottak, ezért gyorsító és szaporító hatásuknak köszönhetően pozitív hatással lehetnek az általános gazdasági fejlődésre.

H4: A V4-országok között intenzív együttműködés és kollaboráció folyik a bioökonómia alágazatai között, amely a földrajzi közelségen és az optimális munkamegosztás lehetőségeinek kihasználásán alapul.

H5: Történelmi hagyományaik alapján a mezőgazdasági termékek nem élelmiszeripari felhasználása széles körben elterjedt, pl. a gyógyszeriparban vagy a textiliparban.

H6: Az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményei negatív hatással vannak a magyar bioökonómiai rendszer jövedelemtermelő képességének stabilitására, de a portfólióoptimalizálás megfelelő módszer az optimális földhasználati megoldás struktúrájának megtalálásához. Lehetséges az optimális egyensúly megtalálása a termelési érték és a kockázat között a mezőgazdasági termelési rendszerek portfóliójának kialakításakor.

H7: A mezőgazdasági termékek nem élelmiszeripari felhasználása fontos hajtóereje lehet a gazdasági fejlődésnek, különösen Magyarország kevésbé kedvező helyzetű területein.

2. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

2.1. Portfólió-elemzés

A portfólió-elemzés segít meghatározni, hogy a szervezet erőfeszítései összhangban vannak-e stratégiai céljaival, és sokszor magába foglalja benchmarking tevékenységet is. A portfólió-elemzésnek erős háttere van a vállalati pénzügyekben, és az értékpapír-gyűjtemények kezelésére vonatkozó stratégiákra utal (SHARPE, 1963). HUANG (2010) szerint a portfólió-elemzés egy kvantitatív megközelítés, amelyet az optimális portfólió kiválasztására használnak, amelynek célja a hozam maximalizálása és a kockázatok minimalizálása különböző bizonytalan helyzetekben. Munkámban a portfólió eredményeit az R Studio nevű ingyenes webes programmal számolom ki.

2.2. Input-output elemzés

Az input-output modellek rendelkezésre állása, amelyek már tartalmaznak információkat különösen a különböző ágazatok környezeti terheléséről, értékes segítséget jelent. Az input-output elemzés koncepcionális eredete PHILIPS (1955) modern közgazdasági gondolkodás korai fejlődéséhez nyúlik vissza. Legszorosabban azonban Wassily Leontief, a német származású közgazdász által létrehozott elemzési keretrendszerhez kapcsolódik, aki később szovjet-amerikai állampolgár lett, és továbbfejlesztette ezt az elemzést (LEONTIEF és STROUT, 1963). A több (n) szektorból álló gazdaságok szerkezetét leíró jól ismert képlet a következő:

$$\bar{p} = \bar{A} \bar{p} + \bar{d}$$

ahol p a különböző szektorok termelési vektorát jelöli, A pedig azt a mátrixot, amely megmutatja, hogy a különböző ágazatok hogyan vesznek részt a reprodukciós folyamatban. Ez egy $n \times n$ mátrix, amely megmutatja, hogy az i szektor hogyan használja fel a j szektor termelését. Ezt a mátrixot normalizált

változatában fogyasztási mátrixnak vagy technológiai együttható mátrixnak nevezik. A d vektor a külső keresletet jelenti. Nyitott gazdaságban $d \neq 0$, míg zárt gazdaságban $d = 0$.

Leontief modellje lehetővé teszi annak becslését, hogy a kereslet változásai hogyan hatnak a termelésre, a foglalkoztatásra és a jövedelemtermelésre egy társadalmon belül. A különböző iparágak oszlop- és sorértékeinek összefoglalásával betekintést nyerhetünk a különböző szektorok relatív jelentőségébe. A Leontief-inverz mátrix sorainak összege a különböző szektorok visszafelé irányuló kapcsolatait vagy kimeneti multiplikátorait jelenti, mely a következőképpen számítható ki:

$$X_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} X_i + I_j$$

Az összes visszafelé irányuló kapcsolatot a Leontief-együtthatók inverz értékeinek oszlopainak összegzésével kapjuk meg:

$$BL_i = \frac{\sum_{i=1}^n l_{ij}}{n^{-1} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n l_{ij}}$$

Az előre irányuló kapcsolatok a Ghoshian-inverz sorainak összegeként értelmezhetők (THEIL és GOSH, 1980):

$$FL_j = \frac{n^{-1} \sum_{i=1}^n g_{ij}}{n^{-2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n g_{ij}}$$

2.3. A logisztikai rendszer optimalizálása

Az EcoTransIT World Initiative (2022) szerinti adatbázis széles körben alkalmazott a tranzitműveletek gazdasági terheinek meghatározásához. A

különböző üvegházhatású gázokat (nem metán szénhidrogén, részecskeszennyezés, CO₂-kibocsátás, nitrogén-oxidok és kén-dioxid) az EN DIN 2012 szabványok alapján CO₂-értékekké alakították át. Fontos kérdés volt, hogy milyen típusú teherszállító hajókat kell alkalmazni, mivel a különböző hajók energiaforrás-hasznosításának hatékonysága között jelentős különbségek vannak.

CALCULATION PARAMETERS

Input mode

Extended

Freight

Amount

100

Weight

Bulk and Unit Load (Tonnes)

Type

average goods

I/TEU

10

Define handling

-

Ferry

Ferry routing

normal

Origin

City district

Constanta

On-site rail track available

Transport service

TS 1

Train

Transport mode

Train

Train type

Cereals train

Train weight

1300 t

Load factor

100 %

ETF

60 %

electrified

EU UIC 1

Particle filter

Shunting

+ VIA

+ TRANSPORT SERVICE

Destination

City district

Shanghai

On-site rail track available

CALCULATE

RESET

1. ábra. Az EcoTransIT kalkulációs felülete

Forrás: Saját képernyőkép az EcoTransIT felületéről, 2024

Az elemzés és optimalizálás módszere a klasszikus szállítási probléma megoldása volt (LUATHEP ET AL., 2011).

A modell kanonikus formája a következő volt:

Minimalizálja

$$c T x$$

a következő feltételek mellett

$$\sum x_{ij} \leq a_i \text{ and } \sum x_{ij} \geq b_j,$$

és

$$x_{i,j} \geq 0$$

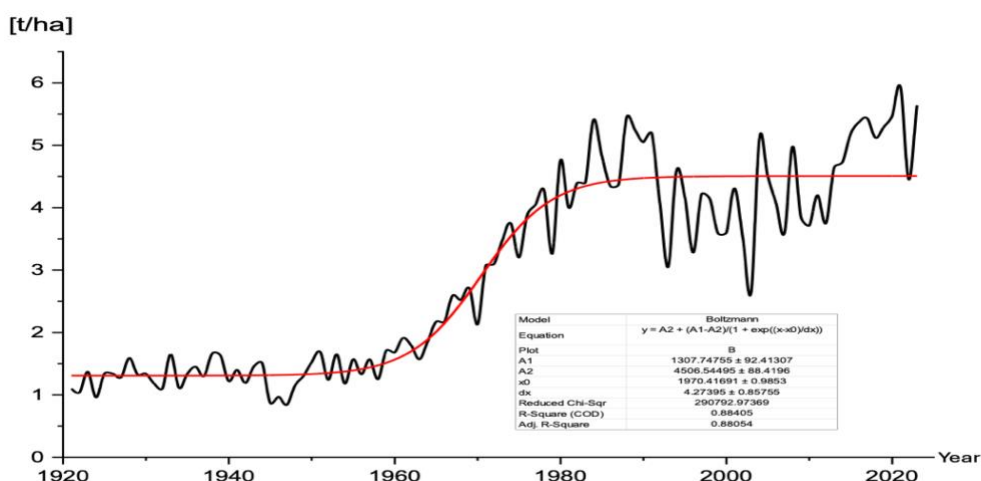
ahol T a szállítás egységenkénti költségét jelenti, i és j pedig a kiindulási pont és a célállomás mutatói.

A kutatás első szakaszában meghatároztam az átrakodó állomások és a kikötők közötti üvegházhatású gázok kibocsátási értékeit. Nyilvánvaló, hogy ezeket az értékeket a földrajzi távolság nagyban befolyásolja.

3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGBESZÉLÉSE

3.1. Az aszály kora

Disszertációmban az aszály bioökonómia nyersanyag-bázisára gyakorolt hatásának elemzését választottam kutatásom egyik témájaként. A magyar mezőgazdaság elmúlt században végbement hosszú távú fejlődése nagyon egyszerűen három szakaszra osztható: az első alacsony technológiai fejlettség jellemezte, amelyet látványos, dinamikus növekedés követett. Az elmúlt harminc évben a teljesítményt egyre inkább befolyásolták az időjárási szélsőségek. Ez látható a termésátlagok változásain. Ezt a jelenséget a búzatermelés példáján szemléltetjük (2. ábra).



2. ábra. A búza átlagtermésének változása és közelítése Boltzman-függvénnyel (1920-2023)

Forrás: Saját számítás a KSH adatai alapján, 2024

A termelési struktúrák (a továbbiakban portfóliók, a pénzügyi befektetésekben használt értelemben) várható hozamuk és a hozzájuk kapcsolódó kockázat tekintetében különböznek egymástól. A portfóliók akkor tekinthetők hatékonyak, ha magas hozamot és alacsony kockázatot kombinálnak. Alapvetően a döntéshozók széles választékból (alternatívákból) választhatnak, de

a gyakorlatban csak a hatékony (költséghatékony) portfóliók lesznek fontosak. Minden termelési struktúra más kockázat/hozam aránnyal rendelkezik. A döntéshozó célja a kockázat/hozam arány optimalizálása az előnyben részesített preferenciáknak megfelelően.

Munkám első lépéseként kiválasztottam kilenc szántóföldi növényt, és kiszámítottam azok egységnyi területre jutó hozamát az átlagos hozamok és a világgpiaci árak alapján.

Ezután megvizsgáltam, hol mutatnak eltérést a kapott hozamgörbék, azaz azt a legutóbbi időpontot, amelytől kezdve az idősor viszonylag homogénnek tekinthető. Ez egy tíz éves időszakot ölelt fel, majd meghatároztam, hogy mi volt a minimális és maximális termelési terület ebben az elmúlt tíz évben, ezek képezték a modell alsó és felső határát. Az optimalizálás a következőn alapul:

$$E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i)$$

ahol az R_p az adott termékstruktúra hozama, R_i az egyes termékek hozama, és w_i pedig a portfólióban szereplő különböző termékek fontossága (súlya).

Feltételeztem, hogy az összes rendelkezésre álló erőforrás felhasználásra kerül, ezért:

$$\sum_i w_i = 1$$

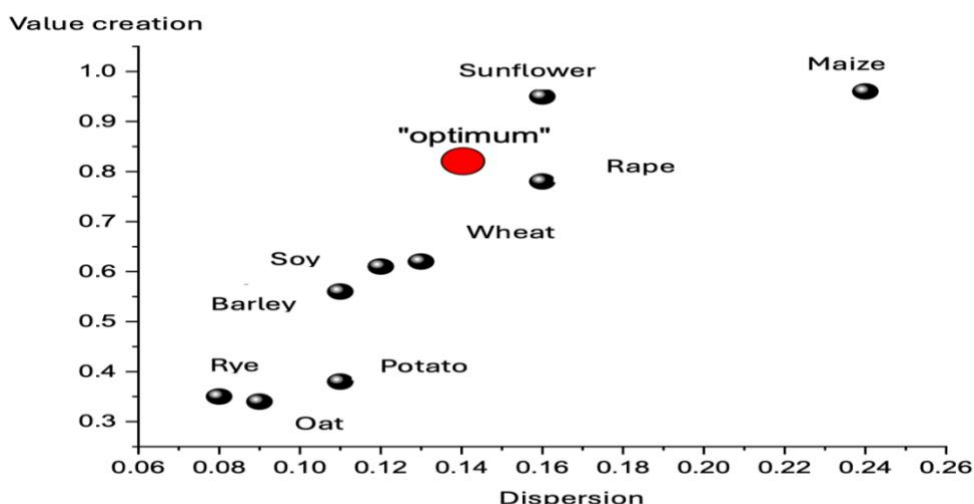
a portfólió szórása:

$$\sigma_p^2 = \sum_i w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

ahol

σ_i az egyes komponensek varianciája, míg ρ_{ij} a komponensek (esetünkben a termékek) közötti korreláció.

Az egyes növények pénzügyi hozamkockázati értékeit a 3. ábra mutatja be.



3. ábra. A vizsgált növények pénzügyi hozam-kockázati jellemzői

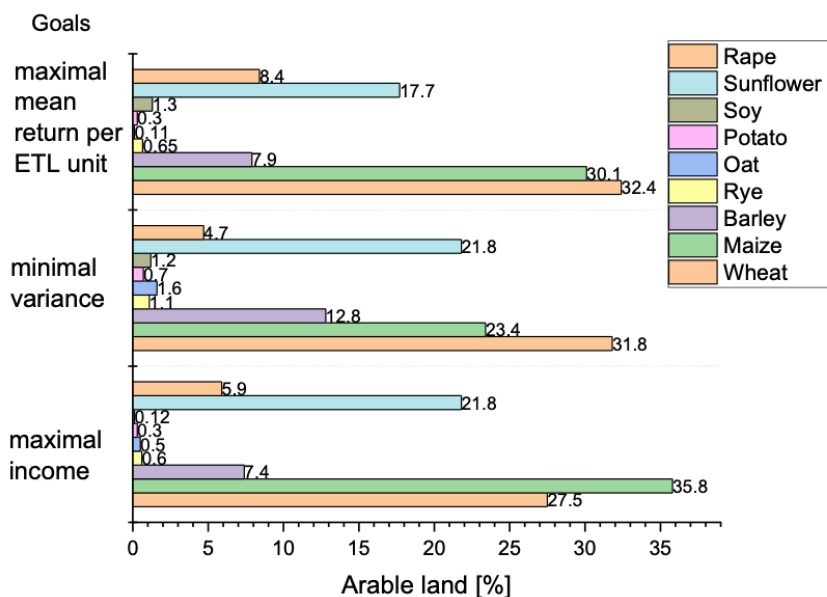
Forrás: Saját szerkesztés, 2024

A fenti ábra jól mutatja, hogy a kukorica és a napraforgó jelentős hozamot biztosít, de az optimálisnál lényegesen nagyobb kockázattal jár. A hozamszint valamivel alacsonyabb kockázati szinttel párosul a repce, a szójabab és a búza esetében. A burgonya, a zab és a rizs is alacsony hozamot biztosít, és viszonylag alacsony kockázati szinttel jár. Ha elfogadjuk az optimalizálási javaslatot, akkor célszerűnek tűnik a napraforgóterület növelésére összpontosítani, de ha így teszünk, akkor két tényezőt is figyelembe kell vennünk: először is azt, hogy a napraforgóterület növeléséből származó többlettermelést gyakran arra használják- főleg az alföldeken -, hogy a termelés növekedését, a napraforgómagok közvetlen értékesítésével pótolják, ami nagyon alacsony hozzáadott értéket jelent. Komoly probléma, hogy Magyarországon gyakorlatilag megszűnt a valóban magas hozzáadott értékű margarin gyártása.

Az optimalizálási eredmények értékelése azt mutatja, hogy indokolt lenne a vetésterületekkel kapcsolatosan: a búza relatív csökkentése és a kukorica növelése, az árpa csökkentése és a napraforgó növelése, valamint a repce

arányának csökkentése. Ha ez a javaslat elfogadásra kerül, úgy tűnik, hogy a kukorica növekvő jelentősége gazdasági politikai kihívásokat vet fel, mivel a jelenleg termelt kukorica jelentős része viszonylag alacsony hozzáadott értékű termékként kerül értékesítésre.

Természetesen három különböző célt hasonlítottam össze: (1) a maximális jövedelem elérését, (2) a portfólió varianciájának minimalizálását, és (3) a maximális átlagos hozamot a várható szélsőséges veszteségegységre vetítve. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a kukorica magas jövedelmet biztosít, de a termék jövedelemtermelő képessége viszonylag alacsony. Az árpa termelésének növelése fontos forrása a jövedelem stabilizálásának. Ennek a növénynek a jövedelemtermelő képessége azonban viszonylag alacsony. A napraforgó a portfólió fontos eleme, de volatilitása magas. Ezzel szemben egy másik olajos növény, a repce, fontos szerepet játszik a jövedelem stabilizálásában. Az optimális földhasználati struktúra kiszámításának eredményeit a 4. ábra mutatja be.



4. ábra. A szántóföldi hasznosítás optimális szerkezete (a számok a különböző növények arányát jelzik, százalékos arányban)

Forrás: Saját szerkesztés, 2025

3.2. Bioökonómia a Visegrádi-országokban

A V4-országok gazdasági szerkezete jelentős hasonlóságokat mutat, és ez a bioökonómiai szektorokra is jellemző. A biológiai termékeket előállító vagy feldolgozó ágazatok részesedése a termelő (nem szolgáltató) ágazatok kibocsátásának 15,3–36,2 %-a között mozog. Ez az arány Csehországban a legalacsonyabb, Lengyelországban pedig a legmagasabb. Ezen ágazatok hozzáadott értékű termelésében a biológiai anyagokat előállító vagy feldolgozó ágazatok aránya 17,9 % (CZ) és 35 % (PL) között alakul. Nyilvánvaló, hogy a hozzáadott érték aránya a mezőgazdasági termelés értékében Csehország, Szlovákia és Lengyelország esetében hasonló. Magyarország esetében ez a mutató valamivel magasabb, mint a másik három országban. Az akvakultúra jelentősége ezekben az országokban (Lengyelország kivételével) elhanyagolható, de érdekes, hogy Csehország esetében az ágazat hozzáadott értéke a termeléshez viszonyítva több mint 50%-kal magasabb, mint a többi V4-országban. Az élelmiszeripar hozzáadott értéke 20 és 35% között mozog.

Érdekes, hogy a mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás aránya viszonylag alacsony a feldolgozóipar tevékenységében. Például Magyarországon, ahol a mezőgazdasági alapú gyógyszergyártásnak jelentős hagyományai vannak, a mezőgazdasági termékek aránya a gyógyszergyártás teljes inputjában kevesebb mint 2,5%. Lengyelországban, ahol az agroökológiai potenciál alkalmas rosnövények (pl. len, kender) termesztésére, a mezőgazdaság aránya a textilipar inputjában elenyésző.

A Leontief-inverz mátrixok elemzése alapján nyilvánvaló, hogy a mezőgazdaság és az élelmiszeripar multiplikátorhatása meghaladja más ágazatok átlagát. Ez a fejlesztési politika szempontjából fontos tény, mert rávilágít a bioökonómia gazdaságélénkítő szerepére.

A Leontief-index értékei külföldi országok esetében viszonylag alacsonyak voltak. Meglehetősen erős kapcsolat figyelhető meg a cseh és a szlovák szektorok között. A cseh élelmiszeripari termékek iránti növekvő kereslet

jelentősen növeli a szlovák élelmiszeripari termékek iránti keresletet, és fordítva. Hasonlóképpen, e két szárazföldi ország halászati szektora is szoros kapcsolatban áll egymással. Ezeknek az eseteknek ellenére a külső tevékenységekre vonatkozó Leontief-indexek viszonylag alacsony szintje jól tükrözi a V4-országok bioökonómiájának alacsony szintű internacionalizáltságát. A kulcsfontosságú ágazatok elemzése kiemeli a bioökonómia fontosságát a V4-országokban a 2. táblázatban.

2. táblázat. A kulcsfontosságú ágazatok elemzésének eredményei: a Visegrádi-országok bioökonómiai ágazataiban fennálló közvetlen forrás- és kibocsátás oldali kapcsolatok, az országok összesített átlagai

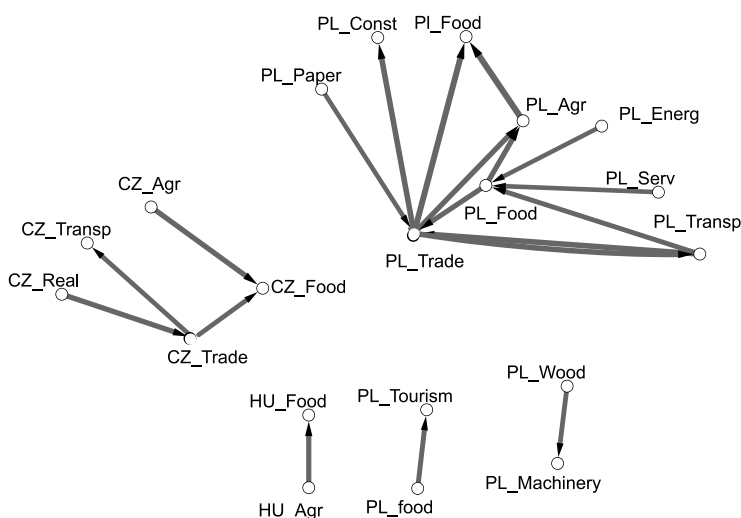
Szektorok	CZE forrás oldali	CZE kiboc sátás oldali	HUN forrás oldali	HUN kiboc sátás oldali	POL forrás oldali	POL kiboc sátás oldali	Ága zat font ossá ga	SVK forrás oldali	SVK kibo csátá s oldal i
Mezőgazdaság	0.38	0.54	0.17	0.63	1.01	0.59	IV	0.46	0.58
Halászat	0.41	0.31	0.07	0.28	3.19	0.6	IV	0.34	0.74
Élelmiszeripar	0.58	0.2	0.15	0.24	2.05	0.16	IV	0.59	0.28
Textilipar	0.3	0.08	0.15	0.34	0.87	0.15	I	0.35	0.17
Faipar	0.47	0.54	0.18	0.62	1.41	0.62	IV	0.56	0.59
Papíripar	0.42	0.52	0.19	0.59	1.28	0.35	IV	0.50	0.63
Gyógyszeripar	0.27	0.12	0.04	0.34	4.13	0.19	IV	0.26	0.13
Elektromos berendezések	0.30	0.13	0.10	0.31	1.24	0.21	IV	0.45	0.22
Gépek	0.29	0.14	0.14	0.19	1.33	0.13	IV	0.41	0.19
Járművek	0.29	0.13	0.29	0.26	0.80	0.27	I	0.42	0.20
Vendéglátás	0.46	0.1	0.10	0.23	1.57	0.21	IV	0.44	0.25
Átlag	0.32	0.34	0.16	0.45	1.37	0.43		0.40	0.40

Forrás: Saját számítás az OECD adatai alapján, 2024

Jól látható, hogy a bioökonómiához kötődő ágazatok egyik jellegzetessége a magas szintű forrás- és kibocsátás oldali kapcsolati érték. Ezt a tényt jól megvilágítja a mezőgazdaság iparosodása és az ipari inputok növekvő aránya az

élelmiszer-termelésben. A forrás- és kibocsátás oldali kapcsolatok is nagyjából átlag felettiek.

A V4-országok közötti ágazatközi kereskedelmi áramlások szerkezetének elemzése egy figyelemre méltó tendenciát tár fel: a különböző ágazatok közötti kereskedelmi áramlások túlnyomó többsége e országok határain belül zajlik. E kereskedelmi áramlások eloszlása egyértelműen jobbra ferde mintázatot követ, amelyet gamma- vagy Weibull-eloszlással lehet hatékonyan leírni. Ez a megfigyelés arra utal, hogy a legtöbb ágazat viszonylag kis számú más ágazattal áll intenzív kapcsolatban. A hálózat elemzése egyértelműen azt mutatja, hogy a V4 országok gazdasági szerkezete négy különálló alcsoportból áll, amelyek mindegyike egy nemzetállamnak felel meg. Ez aláhúzza, hogy az államokon belüli szektorok közötti kapcsolatok lényegesen szilárdabbak, mint az államok közötti kapcsolatok. A bioökonómia különböző szektorai közötti értékáramlás szempontjából legjelentősebb kapcsolatokat a 5. ábra szemlélteti.



5. ábra. A V4 országok bioökonómiához kapcsolódó ágazatai között lévő legfontosabb értékáramlások

Forrás: Saját szerkesztés, 2025

3.3. Az EU bioökonómiai rendszere

A bioökonómia az elmúlt tíz évben egy új gazdasági keretrendszerként jelent meg, amely a fosszilis tüzelőanyagok helyett a biológiai erőforrások felhasználásán és újrahasznosításán alapul, és amelynek célja a munkahelyteremtéshez és a gazdasági növekedéshez, az éghajlatsemlegességhez, az élelmezésbiztonsághoz, az energiaellátás biztonságához, a biológiai sokféleséghez és a természeti erőforrások kezeléséhez kapcsolódó különböző politikai célok elérése (WESSELER & VON BRAUN, 2017). Ezen célok elérése érdekében a kormányok bioökonómia stratégiákat vagy más kapcsolódó politikai kezdeményezéseket dolgoztak ki, amelyek a hagyományos és az új bioökonómiai értékláncok különböző fázisaira összpontosítanak. Makroregionális és mikroregionális bioökonómiai intézkedések is megkezdődtek (LUSSER ET AL., 2018).

Az előző részben bemutattam a bioökonómia arányának változását bizonyos iparágakban a V4-országokban. Itt pedig azt fogom bemutatni, hogy a bioökonómia hogyan változik, ha csak egy egységnyi változás történik a gazdaságban, és hogy ez hogyan hat az iparág többi részére. Kilenc iparágat választottam ki, amelyekben elemeztem, hogy vannak-e kapcsolatok a szektorok között. A bioökonómia szempontjából ezek kétségtelenül azok, amelyek valamilyen módon a legszorosabban kapcsolódnak a biológiai anyagok felhasználásához.

A táblázatok bal oldala az OECD-jelentésből (OECD, 2021) származó változtatás nélküli input-output adatokat mutatja, a középső rész a Leontief-inverz eredményt, a jobb oldalon pedig a Ghosian-inverz eredményt (ez utóbbit csak a mezőgazdasági és halászati ágazatokra vizsgáltam). Helyhiány miatt csak egyet választottam ki bemutatásra.

1. Mezőgazdaság – Gyógyszeripar

Tapasztalataink alapján azt mondhatnánk, hogy a magyar hagyományokból kiindulva, ha a mezőgazdaságban bármilyen változás történik,

az hatással van a magyar gyógyszeriparra is, ezért gondoltam úgy, hogy ez a minden bizonnyal a világ többi országában – de legalábbis az EU-ban – így van. A 3. táblázatból egyértelműen kitűnik, hogy az OECD által közzétett adatok alapján az EU tagállamaiban erős összefüggés van a mezőgazdaság és a gyógyszeripar között, és csak néhány országban (EST, LTU, LUX, ESP, CYP, MLT, ROU) jellemezhető gyengének. Leontief-inverz számítása azt mutatja, hogy ha a mezőgazdaságban nagyobb a kereslet, ez nem minden országban hatással van a gyógyszeriparra. Az országon belüli áramlások csak néhány országban okoznak változást a gazdaságban, szemben a korábbi alapértéktáblával. A Ghosh-féle inverz eredmények pedig azt mutatják, hogy ha nagyobb a kínálat a mezőgazdasági szektorban, akkor ez csak két országban, Németországban és Spanyolországban gyakorol nagyobb hatást a gyógyszeripari kínálatra. Elvégeztem a Leontief-inverz és a Ghosh-inverz számításokat országok közötti megfigyelésekre is, kíváncsi voltam, hogy az általam véletlenszerűen kiválasztott három ország mezőgazdasági változása hogyan kapcsolódik a magyar gyógyszeriparhoz. A számítások azt mutatják, hogy az osztrák, lengyel és német mezőgazdasági változásoknak alig vagy egyáltalán nincs hatása a magyar gyógyszeriparra.

3. táblázat. A mezőgazdaság és a gyógyszeripar közötti kapcsolatok

Mezőgazdaság, vadászat, erdészet & Gyógyszeripar, gyógyászati célú vegyi és növényi termékek					
	21	Leontief - inverz	21	Ghosh - inverz	21
AUT	6.91	AUT	0	AUT	0
BEL	8.97	BEL	0	BEL	0
CZE	24.37	CZE	0.02	CZE	0
DNK	14.09	DNK	0	DNK	0
EST	0.02	EST	0	EST	0
FIN	1.54	FIN	0	FIN	0
FRA	15.64	FRA	0	FRA	0
DEU	15.44	DEU	0	DEU	0.01
GRC	3.24	GRC	0	GRC	0
HUN	12.12	HUN	0.01	HUN	0

IRL	5.57	IRL	0	IRL	0
ITA	102.46	ITA	0.01	ITA	0
LVA	0.61	LVA	0.01	LVA	0
LTU	0.37	LTU	0.01	LTU	0
LUX	0.35	LUX	0	LUX	0
NLD	11.45	NLD	0.01	NLD	0
POL	21.45	POL	0.01	POL	0
PRT	4.24	PRT	0.01	PRT	0
SVK	2.57	SVK	0.02	SVK	0
SVN	1.76	SVN	0.00	SVN	0
ESP	0.02	ESP	0.03	ESP	0.01
SWE	7.99	SWE	0	SWE	0
BGR	2.07	BGR	0	BGR	0
HRV	2.55	HRV	0.01	HRV	0
CYP	0.14	CYP	0	CYP	0
MLT	0.13	MLT	0	MLT	0
ROU	0.32	ROU	0.01	ROU	0
		Országok közötti áramlásokra vonatkozó Leontief - inverz		Országok közötti áramlásokra vonatkozó Ghosh - inverz	
		AUT-HUN	0	AUT-HUN	0
		POL-HUN	0	POL-HUN	0
		DEU-HUN	0	DEU-HUN	0

Forrás: Saját szerkesztés, 2025

3.4. Biotechnológiai termékek logisztikai rendszerének optimalizálása: Esettanulmány az ukrán mezőgazdasági termékek világpiaci hozzáféréséről: kihívások és megoldások

Ukrajna kedvező mezőgazdasági feltételei, köztük a hatalmas termőterületek és a kiváló minőségű talaj, az országot a mezőgazdasági termékek egyik legfontosabb globális exportőrévé tették. Az orosz konfliktus azonban megzavarta a szállítási útvonalakat, különösen a Fekete-tengeren keresztül történő tengeri exportot, ami alternatív szárazföldi szállítási módszerekre való áttérést tett volna szükségessé, de a jelenlegi helyzet miatt az is limitált. A háború okozta kihívások ellenére Ukrajna viszonylag fejlett szárazföldi szállítási szektora potenciális megoldásokat kínál a mezőgazdasági export iránti megnövekedett kereslet kielégítésére. E fejezet célja annak elemzése volt, hogy a szállítási problémák hogyan oldhatók meg környezetbarát megoldásokkal. A kutatás első szakaszában meghatároztam a transzferállomások és a kikötők közötti üvegházhatású gázok kibocsátási értékeit. Kutatásom példaként a 4. táblázatban bemutatom a lineáris optimalizálás eredményét, amely a különböző kikötők közötti optimális munkamegosztás meghatározására irányult.

4. táblázat. Optimális munkamegosztás a különböző kikötők között [10^4 t]

Kikötők	Jakarta	Alexandria	Izmir	Karachi	Kenitra	Chittagong	Aden
Hamburg							
Constanta	281		154			35	77,7
Rijeka				130			

Gdansk		340		10	107	46,1	
Kikötők	Beirut	Jeddah	Bizerte	Bangkok	Assab	Tripoli	Manila
Hamburg	65,8	52,4			53,7	47,7	40,9
Constanta		13,1					
Rijeka							
Gdansk			61,8	54,9			

Forrás: Saját szerkesztés, 2024

Eredményeim rávilágítanak arra, hogy mennyire fontos az ukrán mezőgazdasági termékek globális piacokra történő szállításának optimalizálása. Ebben a folyamatban a vasút szerepe elengedhetetlen, mivel ez a szállítási mód energia- és környezetvédelmi szempontból sokkal hatékonyabb. Éppen ezért a román-ukrán határon egy nagyméretű átrakodási pont gyors kiépítése fontos lépésnek tekinthető a szállítás hatékonyságának és környezetbarát jellegének növelése szempontjából. A katonai konfliktusok elhúzódása miatt nem számíthatunk a fekete-tengeri kikötők külkereskedelmi tevékenységek céljából történő újbóli megnyitására. Ez a helyzet még inkább hangsúlyozza a román és bolgár vasúti és tengeri szállítási kapacitások megerősítésének fontosságát. Ukrajna piaci struktúrája elsősorban a Közel-Keleten és Afrika északi partvidékén található államokra koncentrálódik. Ezek a kikötők sokkal gyorsabbak, olcsóbbak és sokkal kevésbé szennyezik a környezetet, mint az észak-németországi kikötők. Az optimális megoldások kettős értékének elemzése alátámasztja ezt a megállapítást. A konstancai kikötő szárazföldi és tengeri közlekedési

infrastruktúrájának továbbfejlesztése fontos lépés lenne a környezetterhelés csökkentése felé. Az Adriai-tengeri kikötők fejlesztése speciális problémát jelent. A Pireusz kikötőjét kínai befektetők befolyásolják, ezért itt az EU-politika megvalósításának lehetőségei meglehetősen korlátozottak. A Trieszt kikötője [Trst] gyorsan fejlődik, és a magyar kormány 100 millió euróért részesedést is vásárolt benne. Ez lehetőséget kínál egy Cop-Záhony-Trieszt kapcsolat kialakítására.

A lengyel kikötők részvétele Ukrajna mezőgazdasági termékeinek külkereskedelmében fontos kérdés, mert ha hatékonyabb az ukrainai északi részből a lengyel kikötőkbe szállítani a mezőgazdasági termékeket, akkor ez hatékonyabb szállítási mód lenne, mint a német kikötőkbe történő további, 400–700 km hosszú szárazföldi szállítás.

Politikai vonatkozások

A számítások eredményei rávilágítanak arra, hogy a fekete-tengeri kikötő bezárása jelentős további veszteségeket okozott az európai logisztikai rendszereknek. Ha a harcok folytatódnak, és nincs lehetőség a fekete-tengeri közlekedés helyreállítására, akkor újra kell építeni az Ukrajnából a világpiacra irányuló különböző áruk szállításának logisztikai rendszerét. Ez egy hosszú távú, összetett folyamat lesz. A fejlesztés legfontosabb lépései a következőképpen foglalhatók össze:

1. Az Ukrajna és az EU tagállamok határán található modern terminálok továbbfejlesztése és bővítése.
2. A kelet-közép-európai országok vasúti és szárazföldi közlekedési rendszereinek modernizálása.

Hosszú távú feladatok:

1. A balkáni országok, különösen Horvátország, Románia és Bulgária kikötői infrastruktúrájának fejlesztése.

2. Az agrárgazdasági termékek exportjának előmozdítása érdekében rendkívül fontos lenne modern logisztikai központok fejlesztése és kialakítása Ukrajnában.
3. Az ukrán vasúti összeköttetések fejlesztése esetén mérlegelni kell az európai szabványoknak megfelelő speciális vonalak építését az ukrán áruk európai államokba történő zökkenőmentesebb exportja érdekében.
4. A különböző áruk feldolgozási szintjének növelése jelentősen hozzájárulna a szállítási igény csökkenéséhez. Jelenleg Ukrajna a legnagyobb napraforgómag-exportőr, de ha lehetőség lenne a napraforgóolaj arányának növelésére, ez 55%-kal csökkenthetné a szállítási igényt.

Az elemzésnek vannak bizonyos belső korlátjai. A legfontosabbak a következők: (1) A tanulmány nem elemzi az áruk szállításának problémáit Ukrajna területén, (2) a nemzetközi kereskedelemben használt különböző belvízi utak (pl. a Duna-Rajna-Main csatorna) elemzése további lehetőséget kínál a környezeti terhelés csökkentésére, (3) a lineáris programozás csak egy lehetőség a szállítási folyamatok elemzésére. A dinamikus, agent-alapú modellek tovább növelhetik a számítások pontosságát.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az éghajlatváltozás és mellékhatásai jelentősen meghatározzák a biológiai anyagok minőségét és mennyiségét. Jól ismert tény, hogy a bioökonómiához köthető termékek növekedése központi jelentőségű a gazdaságok fenntartható fejlődése szempontjából. Ebből következik, hogy a bioökonómia keretén belül előállított termékek hatékonyan hozzájárulnak a fenntartható fejlődéshez. A disszertációm *Irodalmi áttekintés* fejezetében összeállítottam egy általános koncepcionális keretrendszert azokról a tényezőkről, amelyek a bioökonómiát alkotják, és egyúttal hozzájárulnak az ENSZ fenntartható fejlődési céljainak megvalósításához. Ezen felül röviden kitértem a bioökonómia jövőjére is, az AI jellemzőinek figyelembevételével.

Disszertációm hét kutatási kérdésemre alapszik, melyeket az alábbiakban részletesebben kifejtek.

Első kutatási kérdésem az volt, hogy hogyan lehet jellemezni az európai bioökonómiát a globális bioökonómiai rendszer kontextusában. Elemzésem során világossá vált, hogy vannak olyan országok, amelyek a többinél sokkal nagyobb szerepet játszanak az európai bioökonómiában. Az északi bioökonómia a biomassza hasznosításán és körforgásos megoldásokon keresztül hangsúlyozza a fenntarthatóságot. Finnország bioökonómiájának értéke 2022-ben 29 milliárd euró volt, az erdőgazdálkodás és az innováció a motorja. Norvégia, kiterjedt tengerpartjával, a „kék bioökonómiára” összpontosít, azzal a céllal, hogy a tengeri biológiai erőforrások 2030-ra a nemzetgazdaság 10%-át adják. Dánia, amely biomassza-potenciáljában erős, a biogáztermelésbe és a bioalapú anyagokba fektet be. Svédország, a fenntartható erdőgazdálkodás terén élen járó ország, 2045-re a szén-dioxid-semlegességet tűzte ki célul. Ha kicsit délebbre tekintünk, Olaszország is fontos szerepet tölt be az országok között. Az olasz bioökonómia, amely jelentősen hozzájárul a nemzetgazdasághoz, 2023-ban 2,2%-os növekedést ért el, 2 millió embert foglalkoztatott és a teljes

hozzáadott érték 10%-át termelte. A szektor ereje nyilvánvaló a 808 innovatív start-up vállalkozásban, amelyek elsősorban a K+F-re és az agrár-élelmiszeripari szektorra koncentrálnak, amely a bioökonómia több mint 63%-át teszi ki. Olaszország vezető szerepet tölt be a termék- és folyamatinnovációk terén az élelmiszeriparban, technológiai kiválóságát bizonyítva dacára annak, hogy a szektor mérete kisebb, mint európai társainak. Az adatok egyértelműen azt mutatják, hogy más európai országoknak további lépéseket kell tenniük, politikai döntéseket kell hozniuk és stratégiákat kell kidolgozniuk annak biztosítására, hogy a bioökonómia jelentősebb szerepet töltsön be nemzeti szinten.

A második kutatási kérdésem az volt, hogy a logisztikai tervezési rendszer csökkentheti-e a bioökonómiai ellátási lánc környezeti terhelését. Közel 15 évig dolgoztam a logisztikai és ellátási lánc szektorban, és tanúja voltam a logisztikai innovációknak. A bioökonómia számára azonban ez a szempont igencsak kritikus, mivel a folyamatos környezeti terhelés napjaink egyik legnagyobb problémája. A megfelelő és (lehetőleg) környezetbarát szállítási mód használata az ellátási lánc minden szereplője számára kiemelkedő jelentőséggel bír. Fontosnak tartom ezzel kapcsolatban megemlíteni a különböző élelmiszer-biztonsági szabályok betartására vonatkozó politikákat is (FAO/WHO, 2001). A bioalapú gazdaságok fejlődése rendkívül magas szintű anyagáramlást igényel az egyik fizikai helyről a másikkra. Ez a tény rávilágít a komplex logisztikai rendszerek ellátási lánc. Disszertációmban egy esettanulmányt használtam ennek a kutatási kérdésnek a bizonyítására. Az európai logisztikai rendszerek egyik legjelentősebb kihívása az ukrán hagyományos piacok ellátása volt, miközben Ukrajna klasszikus exportcsatornáit le voltak zárva. Az eredmények azt mutatják, hogy a jelenlegi körülmények között a vasúti szállítmányozás a legoptimálisabb szállítási mód a környezeti hatások és az energiafogyasztás szempontjából. Ha a

harcok folytatódnak, komplex, hosszú távú folyamat kialakítására lesz szükség az alternatív szállítási útvonalak újbóli létrehozásához.

Ennek az elemzésnek azonban voltak korlátjai, többek között az ukrán áruforgalom és a belvízi utak nemzetközi kereskedelembe betöltött szerepének elemzésének hiánya. A lineáris programozás csak egyike az elemzési módszereknek, a dinamikus modellek pedig növelhetik az elemzés pontosságát.

A harmadik kutatási kérdésem a bioökonómia jellemzésére irányult a közép-kelet-európai országok és Magyarország kontextusában. Ehhez az elemzéshez az OECD input-output táblázatait használtam, hogy megtaláljam a szektorok és az országok közötti kapcsolatokat. Kilenc szektor egymás közötti kapcsolatait vizsgáltam, és megállapítottam, hogy (1) az EU-országok többségében erős kapcsolatok vannak a mezőgazdaság és a gyógyszeripar között, és csak néhányban (pl. Romániában) gyengék ezek a kapcsolatok. Leontief-inverz számítása alapján kapott értékek szerint a mezőgazdasági keresletnek korlátozott hatása van a gyógyszeriparra az egyes országokban. Ghosh-inverz eredményei szerint a mezőgazdasági kínálatnak nagyobb hatása van a gyógyszeriparra Németországban és Spanyolországban. Országok közötti elemzéseket is készítettem, de a számítások nem mutattak erős hatást a magyar gyógyszeriparra.

Továbbá, (2) a mezőgazdaság nyilvánvalóan hatással van az élelmiszeriparra. A mezőgazdaságban bekövetkező bármilyen változás azonnal hatással van az élelmiszeriparra. Érdekes megjegyezni, hogy az elemzett országok közül csak Németország mezőgazdasági szektora befolyásolja a magyar élelmiszeripart, míg Ausztria és Lengyelország hatása minimális vagy egyáltalán nincs. Ez a kapcsolat önmagában is érdekes, különösen mivel a mezőgazdaság és a gyógyszeripar korábbi országok közötti vizsgálatai semmilyen vagy csak gyenge kapcsolatot mutattak.

(3) Megvizsgáltam a mezőgazdaság és az autóipar közötti kapcsolatot, valamint a mezőgazdasági inputok felhasználását az autógyártásban. Az OECD

adatai szerint egyes országokban jelentős összefüggés figyelhető meg, azonban a Leontief-inverz számítás után csak három ország (CZE, LVA és ESP) mutatott erős kapcsolatot a keresleti oldalon. A Ghosh-inverz segítségével a kínálati oldalt vizsgálva úgy tűnik, hogy csak Csehországban figyelhető meg a mezőgazdasági kínálat változásának hatása az autóiparra. A keresztelemzésre kiválasztott országok között nem volt megfigyelhető összefüggés.

(4) A fa- és papíripar közötti kapcsolatot is megvizsgáltam. A korreláció nyilvánvaló, mivel az OECD adatai is erős kapcsolatot mutatnak e két szektor között szinte minden országban, kivéve Írországot, Ciprust és Máltát. Azonban amikor elvégeztem a Leontief-inverz számításokat, kiderült, hogy a 27 európai ország közül csak körülbelül a fele – összesen 17 – mutat hasonló szoros kapcsolatot. Országok közötti elemzésemben azt találtam, hogy más országok faipara nem befolyásolja a magyar papíripar iránti keresletet.

(5) Az éghajlatváltozás, a szennyező anyagok és a kihalófélben lévő fajok hatással vannak a vízi állatvilágra, ami kihat a élelmiszeriparra. Fontosnak tartottam megvizsgálni a halászat és az élelmiszeripar közötti kapcsolatot, mert bár ez nyilvánvalónak tűnik, az eredmények nem támasztják alá ezt teljes mértékben. Négy EU-országban alig van kapcsolat a halászat és az élelmiszeripar között. A többletkeresletre adott piaci válasz öt országra korlátozódik, míg a kínálati oldal válasza csupán három országra. Ez további kérdéseket vet fel, mivel a halászat lényegében kínálat vezérelt iparág. Szeretném hangsúlyozni, hogy az országok közötti elemzések azt mutatják, hogy bizonyos skandináv országok halászati tevékenységei alig befolyásolják a magyar élelmiszeripart. Ez felveti a kérdést, hogy ez a megfigyelés csak a vizsgált három skandináv EU-országra korlátozódik-e, vagy kiterjed-e Norvégiára is, amely bár nem EU-tag, de a tanulmányban korábban kiemeltem, hogy a legnagyobb halászati gazdasággal rendelkezik. Ezt a kérdést a jövőben tovább kívánom vizsgálni.

(6) A következő, vizsgálatra kijelölt két szektor a gyógyszeripar és az élelmiszeripar kapcsolata volt. Véleményem szerint ezen szektorok elemzése azért volt indokolt, mert a gyógyszeriparhoz tartozó különböző vitaminok étrend-

kiegészítők szerepet játszanak mindennapi életünkben. Ezért fontosnak tartottam megvizsgálni, hogy a gyógyszeripari szektorban bekövetkező változások hogyan befolyásolják az élelmiszeripart, és hogy van-e közöttük bármilyen kapcsolat. Az OECD adatai alapján a kapcsolat egyértelmű volt, azonban a keresleti adatok elemzése során kiderült, hogy csak három ország (BEL, IRL, SVN) élelmiszeripari szektora reagált a gyógyszeripari szektor ingadozásaira. Az országok közötti elemzés azt mutatja, hogy a vizsgált három országban szinte semmilyen összefüggés nem volt ezek között az iparágak között.

(7) Napjainkban egyre gyakrabban találkozunk a környezetünkben a környezetszennyezésnek bizonyos formáival, mint pl. a sivatagban eldobált ruha halmok, szeméttelpek, szemétszigetek, ahol ezek egyre csak gyűlnek. Tekintettel a műanyagok elterjedésének és a fast fashion térnyerésének káros hatására a környezetre, kíváncsi voltam, hogy létezik-e kapcsolat a textil- és a műanyagipar között, és ha igen, milyen jellegű. Az alapvető input-output adatok számos országban (23) erős korrelációt mutattak a két iparág között, míg a Leontief-index a keresletváltozásokra vonatkozóan azt mutatja, hogy a műanyag- és gumiipar csak hét országban reagál a textilipar ingadozásaira. Az országok közötti vizsgálat kiértékelésében a számok nem mutattak ki semmilyen kapcsolatot az elemzett országok között. Úgy gondolom, hogy ezt a kapcsolatot más szempontokból is mélyrehatóan elemezni kell, mert ahogy DARIA és társai (2020) cikkükben kiemelték, a növényi és állati szálakból előállított biotextíliák fenntartható alternatívát kínálnak a szintetikus anyagokkal szemben. Bár tulajdonságaik és feldolgozásuk további szabványosítást igényel, környezeti előnyeik és költséghatékonyságuk miatt ígéretes lehetőséget jelentenek széles körű felhasználásra.

A negyedik és ötödik kutatási kérdésem a bioökonómia hatása az exportstruktúrára és annak potenciális szerepére összpontosított a Visegrádi-országokban. A V4-országok különböző utakat járnak be a fenntartható

bioökonómia felé, de mindannyian tagjai a BIOEAST kezdeményezésnek. Elemzésük során megállapítottam, hogy különösen a mezőgazdaság és az élelmiszeripar mutatnak magas előre- és visszafelé irányuló kapcsolatokat, ami jelzi jelentős szerepüket a gazdaság fellendítésében. Ezek az országok és gazdaságuk meglehetősen hasonlóak, az agroökológiai potenciál szempontjából nagyfokú hasonlóság jellemzi őket, de a különböző fejlődési utak meglehetősen diverzifikált gazdasági struktúrát eredményeztek. A biológiai termékeket előállító vagy feldolgozó ágazatok aránya a V4-országokban eltérő, Lengyelországban a legmagasabb, Csehországban a legalacsonyabb. Feltételezem, hogy előbbi főként méretéből adódóan több termőterülettel rendelkezik, mint a többi V4-ország. ŁĄCKA et al. (2020) tanulmányukban hasonló következtetésre jutottak. Ezen ágazatok hozzáadott értékű termelése is eltéréseket mutat a biológiai anyagok hozzájárulása tekintetében. A bioökonómiai termékek iránti növekvő kereslet a régióon belül jelentős növekedést eredményezhet a különböző ágazatokban, kiemelve a nemzetközi kereskedelem révén elérhető gazdasági növekedés potenciálját. Ezen struktúrák összehasonlító elemzése rendkívül fontos és informatív lehet a bioökonómiai rendszerek perspektíváinak és korlátainak felvázolásához. A forrás- és kibocsátás oldali kapcsolatokról végzett elemzésem jelentős következményekkel jár a gazdaságpolitika kialakítására nézve. A főbb megállapítások a következők:

1. A bioökonómia koncepciója arra utal, hogy ez az ágazat alapvetően a helyi agroökológiai erőforrások kihasználásától függ. Ez a fajta függőség kulcsfontosságú, mivel elősegíti a természeti erőforrások értékesítését, ezáltal kizárva a biológiai anyagokon alapuló termelési kapacitások áthelyezését.

2. A biomasszát előállító mezőgazdasági és erdészeti ágazatok, valamint a nemzetgazdaságnak azon részei, amelyek feldolgozzák őket, közvetlenül és jelentősen hozzájárulnak a gazdasági növekedéshez. A multiplikációs és gyorsító hatásoknak köszönhetően átlag feletti keresletet generálnak. Ez azért fontos, mert:

a. A bioökonómiai termékek iránti kereslet kevésbé érzékeny a kiszámíthatatlan piaci ingadozásokra (például a COVID-19-járvány idején az élelmiszer-kereslet stabil maradt, ellentétben az turizmushoz hasonló ágazatokkal).

b. A legtöbb bioökonómiai termék belföldi fogyasztásra kerül, ami azt jelenti, hogy a jelenlegi vagy potenciális partnerek önkéntes kereskedelmi korlátozásai (például „kereskedelmi háborúk”) viszonylag kisebb mértékben érintik a piacot.

c. Ezek a tényezők arra utalnak, hogy a bioökonómia jelentősebb szerepet játszhat a gazdaság általános élénkítésében, mint azok a szektorok, amelyek az elmúlt évtizedekben a politikai döntéshozók figyelmét élvezték (például a gépjárműgyártás vagy a számítógépek és egyéb elektronikus eszközök gyártása).

3. Míg a túltermelés egy szabad vagy jól szabályozott piacgazdaságban kezelhető, a mezőgazdaság a kiszámíthatatlan természeti termelési feltételek miatt állandó többletveszélynek van kitéve. A bioökonómia Ghosh-indexei arra utalnak, hogy a mezőgazdasági termékek túltermelése jelentős strukturális problémákhoz vezethet a nemzetgazdaságokban. Következésképpen számolnunk kell azzal, hogy a globális éghajlatváltozás miatt egyre gyakrabban fordulnak elő helyi termékhiányok és -többletek, ami szükségessé teszi a válságkezeléshez szükséges gazdasági, szervezeti és fizikai infrastruktúrák célzott fejlesztését.

4. Fokozni kell a biomassza nem élelmiszeripari alkalmazási területeinek körét, hogy ezt a nyersanyagot magasabb hozzáadott értékű termékekké alakítsák át. Bár a biomassza energiatermelésre való felhasználása jelentősen hozzájárul az ENSZ Fenntartható Fejlesztési Céljainak (SDG) gyakorlati megvalósításához, a hozzáadott érték ebben az esetben viszonylag alacsony. Erőfeszítéseket kell tenni a biológiai anyagok jobb integrálására és felhasználására azokban az ágazatokban, ahol alkalmazásuknak jelentős hagyományai vannak (például a

textiliparban vagy a gyógyszeriparban), illetve új felhasználási lehetőségeket kell keresni a biológiai anyagok számára (például a műanyagok biológiailag lebontható anyagokkal való helyettesítése).

5. A méretgazdaságosság és a skálahatás teljes kihasználása érdekében a földrajzi közelség és a hasonlóságok elősegíthetik a V4-országok közötti gazdasági együttműködést a közös bioökonómiai projektek kidolgozásában.

6. A V4-országok közötti jelentős különbségek a bioökonómiai termékek nemzetközi értékláncában való részvételük intenzitása tekintetében rávilágítanak arra, hogy fontos olyan megoldásokat keresni, amelyekkel túlléphetnek az olcsó nyersanyag-termelők pozícióján.

A mezőgazdasági és élelmiszeripar számos más gazdasági ágazathoz képest döntő szerepet játszik a gazdaság fellendítésében, különösen Magyarországon.

A hatodik kutatási kérdésem a magyarországi mezőgazdasági nyersanyag-alap stabilitását vizsgálta. Disszertációmban a termelési struktúrákat portfóliónak neveztem, mert úgy kezeltem őket, mint egy pénzügyi befektetést. Kilenc növény pénzügyi hozam-kockázati jellemzőit figyeltem meg. A kukorica és a napraforgó jelentős hozamot biztosít, de az optimálisnál lényegesen magasabb kockázattal jár. A repce, a szójabab és a búza hozama valamivel alacsonyabb kockázati szinttel párosul. A burgonya, a zab és a rizs alacsony hozamot biztosít, de viszonylag alacsony kockázati szinttel jár. Ha elfogadjuk az optimalizálási javaslatot, akkor célszerűnek tűnik a napraforgó termőterületének növelésére összpontosítani. Ezen felül 3 különböző célkitűzést hasonlítottam össze: (1) maximális bevétel elérését, (2) portfólió varianciájának minimalizálásával és a (3) maximális átlagos hozamot a várható végvesztésegységekre vetítve. Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a kukorica magas

hozamot képes biztosítani, de a termék jövedelemtermelő képessége viszonylag alacsony.

Az utolsó, hetedik kutatási kérdésem szorosan kapcsolódik az elsőhöz. Szerettem volna megtudni, hogy informatikai módszerek és szimulációs rendszerek segíthetnek-e a biológiai anyagok nem élelmiszeripari felhasználásának gazdasági tervezésében. Az informatikai eszközök gyorsan fejlődnek a közlekedési tevékenységek környezeti lábnyomának jellemzésében. Manapság a legtöbb logisztikai szolgáltató különböző, néha speciális szállítási lehetőségeket kínál. Az esettanulmányban azonban nem volt lehetőségem árajánlatot kérni nem élelmiszeripari biológiai anyagok Ukrajnából történő szállítására (pl. DHL) külön szerződés nélkül. Mivel ez jelenleg geopolitikai nyomás alatt álló terület, magamnak kellett megoldanom a problémát. Így találtam rá a COPERT, a Versit+, az EcoCalc és végül az EcoTransIT programokra, amelyekkel online kiszámíthatom, mekkora lenne a szállítmány globális áru fuvarozásának kibocsátása. Az EcoTransIT weboldalon elérhető, a környezeti hatásokra vonatkozó részletes információk, számítások, adatok és képernyőképek alapján disszertációmban bizonyítottam a kutatási kérdést és hipotézist.

A disszertációmban összefoglalt eredmények alapján számos politikai következtetés levonható. A legfontosabbak a következők:

1. A globális felmelegedés és az éghajlatváltozás évtizedeiben egyre nagyobb szükség van komplex vízgazdálkodási rendszerek fejlesztésére. Ez a szükséges előfeltétele a bioökonómia mezőgazdasági termelési alapjának ellenálló képességének javításának.
2. A különböző politikai tervezési szakaszok kidolgozásában, valamint a hosszú távú és operatív tervek, illetve a támogatások eloszlásának koncepcióinak megvalósítási folyamatában elsőbbséget kell biztosítani a bioökonómián alapuló termelésnek.

3. Az EU és a nemzeti tervezés szintjein a „grossraum” megközelítést kell alkalmazni, amely az abszolút és komparatív előnyök kihasználásán alapuló, szélesebb körű nemzetközi együttműködést kínál.
4. A bioökonómiai rendszerek fejlesztését nem szabad elkülöníteni a gazdaság többi részétől. Ezért az infrastrukturális beruházások elengedhetetlenek a bioökonómia potenciáljának kihasználásához.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A korábban említett kutatási kérdések alapján egy meglehetősen összetett hipotézisek sorozatát állítottam össze. Ezeket és értékelésüket egy táblázatban foglaltam össze, mely az 5. táblázatban található.

5. táblázat. Hipotézisek és értékelésük

Hipotézisek	Értékelés	
Az európai bioökonómiai rendszer átlag feletti szerepet játszik a gazdasági fejlődés felgyorsításában és megsokszorozásában, még a legfejlettebb országokban is.	A hipotézis bizonyítást nyert.	✓
A modern logisztikai tervezési módszerek kombinációja hatékonyan csökkentheti a bioökonómiai termékek szállításával járó környezeti terhelést.	A hipotézis részben bizonyítást nyert.	✓
A közép-kelet-európai országokat viszonylag fejlett mezőgazdaság jellemzi, ezért a bioökonómia szerepe rendkívül fontos a nemzetgazdaságokban. A bioökonómiai rendszerek rendkívül összetettek és nyitottak, ezért gyorsító és szaporító hatásuknak köszönhetően pozitív hatással lehetnek az általános gazdasági fejlődésre.	A hipotézis bizonyítást nyert.	✓
A V4-országok között intenzív együttműködés és kollaboráció folyik a bioökonómia ágazatai között, amely a földrajzi közelségen és az optimális munkamegosztás lehetőségeinek kihasználásán alapul.	A hipotézis cáfolva lett	✗
Történelmi hagyományaik alapján a mezőgazdasági termékek nem élelmiszeripari felhasználása széles körben elterjedt, pl. a gyógyszeriparban vagy a textiliparban.	A hipotézis cáfolva lett	✗

Az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményei negatív hatással vannak a magyar bioökonómiai rendszer jövedelemtermelő képességének stabilitására, de a portfólióoptimalizálás megfelelő módszer az optimális földhasználati megoldás struktúrájának megtalálásához. Lehetséges az optimális egyensúly megtalálása a termelési érték és a kockázat között a mezőgazdasági termelési rendszerek portfóliójának kialakításakor.	A hipotézis bizonyítást nyert.	
A mezőgazdasági termékek nem élelmiszeripari felhasználása fontos hajtóereje lehet a gazdasági fejlődésnek, különösen Magyarország kevésbé kedvező helyzetű területein.	A hipotézis bizonyítást nyert.	

Forrás: Saját szerkesztés, 2025

Kutatásom négy tudományos, újszerű eredményben foglalható össze:

1. Jelenlegi munkám volt az első, amely a portfólióoptimalizálás modern módszereit alkalmazta egy adott ország mezőgazdasági termelésének optimális struktúrájának meghatározására.
2. Tudomásom szerint én voltam az első, aki komplex elemzést készített a V4-országok bioökonómiai rendszeréről, kiemelve a nemzetközi együttműködés fontosságát.
3. Értekezésem keretében kiemeltem a V4-országok közötti munkamegosztás hiányát és potenciális fontosságát.
4. Én voltam az első, aki modern döntéstámogató és optimalizáló rendszerek integrálása alapján bizonyította a gazdasági és ökológiai szempontok integrálását a logisztikai döntéshozatalba logisztikai válsághelyzet esetén.

6. PUBLIKÁCIÓK

1. NAGY, V.Á. (2025): A bioökonómia értelmezése és szerepe a V4 országokban. GAZDÁLKODÁS (megjelenés alatt)
2. NAGY, V.Á., LAKNER, Z. (2025): Importance, Structure, Conduct and Performance of Bioeconomy Systems in V4 Countries. Agricultural Economics (megjelenés alatt)
3. KOZMA, T., NAGY, V. Á., PÓNUSZ, M., & BALÁZS, G. (2021): Green logistics development plans of Hungarian companies. SCIENTIFIC PAPERS OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ORGANIZATION AND MANAGEMENT SERIES, 2021(151), 271–285. DOI: <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2021.151.17>
4. NAGY, V. Á., KOZMA, T., & GYENGE, B. (2020): Hogyan készül? – Tartályok, berendezések és rendszerek készítése a gyógyszer- és élelmiszeripar számára. In Társadalmi és gazdasági folyamatok elemzésének kérdései a XXI. században (pp. 303–318). DOI: <http://doi.org/10.14232/tgfe21sz.21>
5. PÓNUSZ, M., RITTGASSER, A., NAGY, V. Á., & KOZMA, T. (2020): Issues of Knowledge Management and Knowledge Transfer in Case of a Hungarian Consulting Company. VADYBA: JOURNAL OF MANAGEMENT, (36), 59–70. DOI: <http://doi.org/10.38104/vadyba.2020.2.09>
6. KOZMA, T., NAGY, V. Á., & PÓNUSZ, M. (2020a): The implementation of green logistics in the practice of Hungarian companies. In VI. International Winter Conference of Economics PhD Students and Researchers: Conference Proceedings (pp. 132–141).
7. NAGY, V. Á., & KOZMA, T. (2020): Egy magyar biztonságtechnikai vállalat ellátási lánc. STUDIA MUNDI - ECONOMICA, 7(2), 40–50. DOI: <http://doi.org/10.18531/Studia.Mundi.2020.07.02.40-50>
8. NAGY, V. Á., KOZMA, T., & BALOGH, A. (2020): Lean és a mezőgazdasági vállalatok kapcsolata. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT SCIENCES / MŰSZAKI ÉS MENEDZSMENT TUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK, 5(1), 370–381. DOI: <http://doi.org/10.21791/IJEMS.2020.1.31>
9. KOZMA, T., NAGY, V. Á., & PÓNUSZ, M. (2020b): The implementation of green logistics in the practice of Hungarian companies. In VI. Winter Conference of Economics PhD Students and Researchers (pp. 74–74).
10. NAGY, V. Á., KOZMA, T., & BALOGH, A. (2019): Lean és a mezőgazdasági vállalatok kapcsolata. In „Kihívások és tanulságok a menedzsment területén. Fókuszban a folyamatmenedzsment – az Ipar 4.0 kihívásai” = „New Trends and Challenges in Management. Special Focus on Process Management and Industry 4.0” (pp. 68–68).

11. NAGY, V. Á., & KOZMA, T. (2019): A zöld logisztika megvalósulása egy transznacionális vállalatnál. In Ipar 4.0 (pp. 101–114).
12. NAGY, V. Á., KOZMA, T., & GYENGE, B. (2019): Információ áramlási folyamat jelentősége egy logisztikai szolgáltató esetében. LOGISZTIKAI TRENDEK ÉS LEGJOBB GYAKORLATOK, 5(1), 4–11. DOI: <http://doi.org/10.21405/logtrend.2019.5.1.4>