

AZ ENERGIÁVÁLSÁG OPTIMÁLIS RÉSZVÉNYBEFEKTETŐI DÖNTÉSEKRE GYAKOROLT HATÁSA

Csontos György – Tömöri Gergő

Abstract: A 2020-as években lezajló válsághelyzetek különösképpen erős hatást gyakoroltak az eurózónán kívül eső, így pénzügyileg sérülékenyebb és a kiéleződött geopolitikai konfliktusoknak kitettebb közép-európai országokra, illetve azon belül is, a válságra sajátos kormányzati válaszreakciókat adó Magyarországra. Kutatási célunk volt a zöldítési politika, a Covid utáni újraindítás és az orosz energiahordozók importját érintő, európai uniós szankciós politika együttes következményeképpen kialakuló energiakrízis hatásának vizsgálata a magyarországi részvénytőzsdára fókuszálva, melyet a blue chipek, illetve az energetikai üzletágban érdekelt ALTEO Nyrt. részvényeinek elemzésén és az azokból kialakított portfóliók optimalizálásán keresztül végeztünk el. Ennek keretében kívántuk meghatározni, hogy egy, az előbbi 5 részvényből összeállított portfólió variancia és Gini-index alapon optimalizált struktúrájára milyen hatást gyakoroltak a 2020-2023 közötti időszak turbulens válságjelenségei, kiemelten az energiaárak inflációjára. Mivel mindkét módszer bár eltérő mértékben, de az energiaválság hatására ugyanazon, energetikában érdekelt társaság részvényeinek portfólióban betöltött súlyát növelte meg szignifikánsan, így kijelenthető, hogy a diverzifikált portfólió összetételének változása visszatükrözte a makrogazdasági körülmények részvénytőzsdára gyakorolt hatásait.

Abstract: Crises in the 2020s have shocked a particularly strong impact on the central European countries outside the euro area, which are more financially vulnerable and exposed to heightened geopolitical conflicts, and within them, Hungary, which has had a particular government response to the crisis. Our research objective was to investigate the impact of the energy crisis on the Hungarian stock market as a consequence of the combination of greening policies, the post-Covid reopening and the EU sanctions policy on Russian energy imports, focusing on the blue chips and the stock of biggest complex (renewable and non-renewable) energy producer and trader company in the Hungarian market. In this context, our aim is to determine the impact of the turbulent crisis phenomena in the period 2020-2023, with a focus on energy price inflation, on the structure of a portfolio of the 5 stocks mentioned above optimised based on mean-variance and mean-Gini. Since based on both methods, although differently, significantly increased the portfolio weight of the same energy company stocks in the energy crisis, it can be concluded that the change in the composition of the diversified portfolio reflected the impact of macroeconomic conditions on the stock market.

Kulcsszavak: portfólió, optimalizálás, Gini, variancia, energiaválság

Keywords: portfolio, optimization, Gini, variance, energy crisis

1. Bevezetés

1.1. A befektetési portfóliók hozama és kockázata

Befektetési döntéseink során az elérhető hozam mellett az eszközök kockázata is kulcsfontosságú tényező döntéseink meghozatala során, ugyanis a hozam és a kockázat együttesen mutatják meg számunkra egy befektetés hasznosságát (Bugár–Uzsoki, 2006). Egy racionális befektető ceteris paribus a minél magasabb hozamot preferálja a kockázat minél alacsonyabb szinten tartása mellett (Bugár, 2017; Zsótér–Bagi, 2020). Markowitz (1952) mutatott rá a különböző befektetések közötti kapcsolatokra, hogy azok milyen mértékben és milyen irányban mozognak együtt, ezáltal pedig hatalmas előrelépést tett a portfólió optimalizálás és kiválasztás

területén. Lakatos (2023) kiemeli a fenntarthatóságot szolgáló befektetések dinamikus növekedését, amely az alacsonyabb ígért-elvárt hozamok mellett is egyre vonzóbbak. Elsősorban a diverzifikáció kockázatcsökkentő hatásával foglalkozott és arra mutatott rá, hogy amennyiben olyan részvényeket vásárolnak a befektetők, amelyek minél kevésbé mozognak együtt, minél kevésbé korreálnak egymással, annál jobban csökkenthetik a portfólióik kockázatát. Ezáltal rávilágított, hogy ha a befektetők több típusú befektetésben és értékpapírban tartják vagyonuk egy részét, abban az esetben jelentősen alacsonyabb kockázatot kell felvállalniuk, mintha csak az egyik befektetést választanák (Brealey–Myers, 2005; Mangram, 2013; Zanjirdar 2020). A modell széles körű alkalmazására számos példa található a pénzügyi szakirodalomban (Hali–Yuliaty, 2020; Naccarato et al., 2021; Chaweewanchon–Chaysiri, 2022; Trichilli et al, 2020; Mba et al, 2022), habár ezen kívül még számos portfólióoptimalizálási technika ismert (Gunjan–Bhattacharyya, 2023; Anagnostopoulos–Mamanis, 2010; Tola et al, 2008; Ji, 2016). A portfólióelemek hozamai együttmozgásának számszerűsítésére a variancia alapú kockázatomérés mellett a Gini-modell is alkalmazható. Egy portfólióelem várható hozamát a korábbi évek hozamainak számtani átlagaként kell meghatározni, amely azt mutatja meg számunkra, hogy átlagosan mekkora hozamra számíthatunk az adott értékpapírtól. A portfólió várható hozama az abban szereplő eszközök várható hozamának a súlyozott számtani átlagaként határozható meg, így annak lineáris függvénye, míg a súlyokat az adott eszközök portfólióban szereplő aránya jelenti (Pupos, 2013). Egy i elemszámú portfólió esetén a várható hozam képlete:

$$E(r_p) = \sum w_i * E(r_i) \quad (1)$$

ahol:

w_i = az i -edik részvény súlya (részaránya) a portfólióban

$E(r_i)$ = az i . részvény várt hozama

A Markowitz-modell egyik sarkalatos pontja a hatékony portfóliók definíciójának meghatározása. A hatékony portfóliók görbéje azokat a hozam-kockázat párokat szemlélteti, amelyeknél adott kockázati szinthez a legmagasabb hozam, illetve adott hozamszinthez a legalacsonyabb kockázat tartozik. Egy racionális befektető ezen görbéről választja ki befektetését, ugyanis amennyiben egy, a görbére nem illeszkedő pontot választ, abban az esetben olyan befektetés mellett dönt, melynek hozamát kisebb kockázattal is elérhetné (Pupos, 2013).

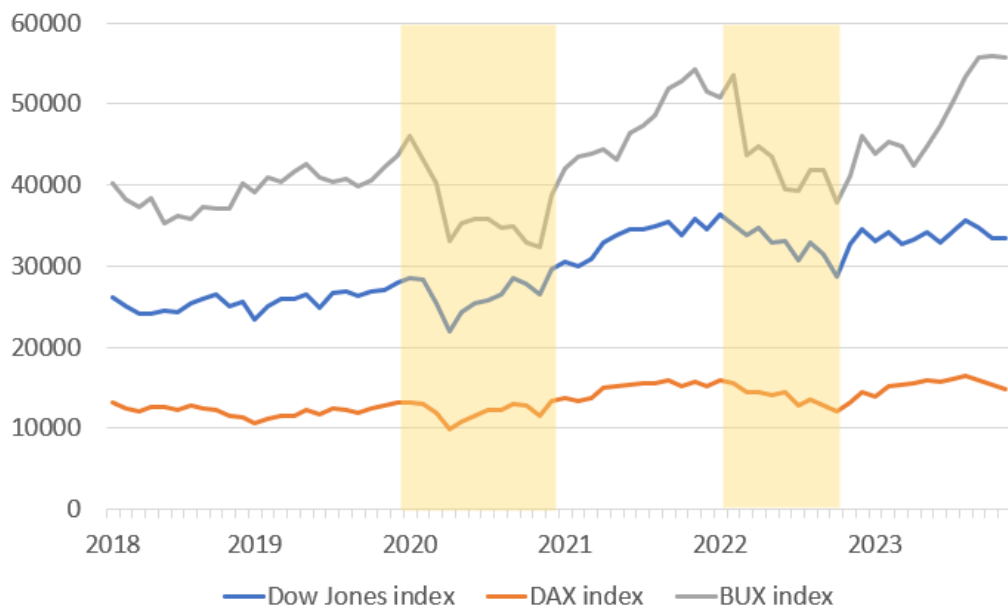
A kockázatnak alapvetően két fajtáját különböztetjük meg, amelyek az egyedi, illetve a piaci kockázat. Az egyedi, vagy más néven vállalat-specifikus kockázat egy adott értékpapír teljesítményét foglalja magába, és a teljes kockázatnak azon részét jelenti, amely diverzifikációval csökkenthető, ugyanis az egyik vállalatban bekövetkező változások nem befolyásolják a többi vállalatot (Acharya et al., 2017). A piaci, vagy szisztematikus kockázat az összes vállalat teljesítményét általánosan befolyásoló tényezőket foglalja magában, azaz mindazon kockázatokat, amely az összes, vagy a legtöbb vállalkozást érinti. A piaci kockázat így diverzifikációval nem

csökkenthető. Alapvetően négy típusú kockázatból tevődik össze, amelyek a kamat-, részvény-, áru- és deviza/árfolyamkockázat. A kamatkockázat a jegybanki alapkamat megváltoztatásából, illetve egyéb monetáris politikai döntésekből származhat, és elsősorban a változó kamatozású értékpapírok és bankbetétek során merülhet fel. A részvénykockázat a részvényt piac volatilitásából származik, leggyakoribb oka például az adókulcsok megemlése, ami az összes részvényből származó hozamot, így a részvények piaci árát is csökkenti (Brealey–Myers, 2005). Az árukockázat a nyersanyag árának ingadozásából származó kockázatokat fejezi ki, az árfolyamkockázat pedig a nemzetközi kereskedelemben résztvevő cégeket érintő devizaárfolyamok ingadozásából származó kockázatokat jelenti (Acharya et al., 2017). A piaci vagy szisztematikus kockázat, bár diverzifikációval nem csökkenthető, viszont más módon igen. A legjobb példa erre egy eladási opció vásárlása, amely a birtokos azon jogát (nem kötelezettségét) testesíti meg, hogy az adott személy által birtokolt részvényeket egy előre meghatározott áron, egy előre meghatározott időkereten belül értékesítheti. Ezáltal a részvény piaci árának jelentős visszaesése esetén az előre meghatározott áron el tudjuk adni az általunk birtokolt értékpapírt (Chen, 2022). Mivel magas elemszámánál fogva tartalmaz számos, egymással nem együtt mozgó értékpapírt, ezért a diverzifikáció hatása maximálisan érvényesül, így az egyedi kockázat zérusra csökken, amely miatt annak teljes kockázata immár csak a szisztematikus kockázatnak felel meg. A kizárólagosan kockázatos eszközöket tartalmazó piaci portfólió hozamának a kockázatmentes hozamot meghaladó részét nevezzük piaci kockázati prémiumnak, ami így a piaci kockázat felvállalásáért járó többlethozamot jelenti (Mukhopadhyay, 2023).

1.2. Az energiaválság hatása a részvényt piacokra

A 2021-es évben, az olcsóbb fosszilis energiahordozóktól való erőteljes elfordulás előkészítettségének hiányosságai, valamint a Covid alatt bevezetett korlátozások megszűnése (Bakos, 2020) és az újból fellendülő gazdaságok miatt növekvő energiaigény az 1970-es éveket idéző inflációs pályára állította a szektorra jellemző piaci árak trendjét. Ezt erősítette az orosz inváziót követően bevezetett európai uniós kereskedelmi szankciók, melyek az energiaárakkal párhuzamosan a nemzetközi tőzsdeindexek árfolyamaira is erőteljes hatást gyakoroltak (lásd: *1. ábra*), hasonlóan a Covid okozta leállás időszakához (Goldthau–Youngs, 2023; Ozili–Ozen, 2023). Bár fogyasztói oldalon az üzemanyagárak, illetve a rezsiköltségek növekedésének közvetlen hatásaitól való félelem dominált, azonban a legnagyobb problémát az jelentette, hogy ezek az áremelkedések vállalati szinten is beépültek termelés és a szállítás költségételeibe (Hutter–Weber, 2022), ennek ellensúlyozására pedig az értékesítési árak – indokolt, vagy a profit növelésének piaci lehetőségét kihasználva, számos esetben indokolatlan mértékű – emelésével válaszoltak, amely az árszínvonal általános növekedéséhez vezetett. Ez tapasztalható volt nem csak a termeléssel foglalkozó vállalatok esetében, hanem a szolgáltatásokra azon belül például a szállodaiparra is (Keller et al, 2022). A korábbiakhoz képest (Zsótér, 2006) árszínvonal emelkedés volt itt is tapasztalható.

1. ábra: A nemzetközi részvényindexek árfolyamának változása az elmúlt 5 évben, kiemelve a 2020 utáni makrogazdasági sokkok részvényárakban jelentkező hatását



Forrás: www.portfolio.hu (2023) adatai alapján a szerzők szerkesztése.

A magasra emelkedő infláció mellett hatalmas problémát jelentett, hogy Magyarország nettó energiaimportőr, azaz az energiahordozók devizában kifizetendő és kiáramló költségeit a belföldön termelt jövedelem felhasználásával kell finanszírozni. Ez jelentősen rontja az ország külső egyensúlyát is, ugyanis az importárak emelkedése mellett az exportárak stagnálása figyelhető meg. Ez a folyamat a jövedelmet átirányítja az energiaimportőr országokból az energiaexportőr országokba, ennek következtében többek között a forint árfolyamára is jelentős nyomást gyakorol a válság. Ebből kifolyólag az országban megtermelt jövedelem kiszivárog a belföldi gazdaságból, következményként a kereslet jelentős visszaesése tovább nehezíti a vállalatok helyzetét, és nehezíti a gazdasági növekedést (Madár–Weinhardt, 2022, Brückner, 2023).

A válságok hatása a hazai tőzsdére a nemzetközi tőzsdeindexekkel összhangban feltűnően negatív volt, ami a COVID-19 járvány és az orosz-ukrán konfliktus idején is megmutatkozott. Általánosságban elmondható, hogy a válságok a vállalatok piaci kockázatának növekedéséhez, valamint a túlélés és a fizetőképesség bizonytalanságának fokozódásához vezettek, ami a legtöbb esetben a részvények piaci árfolyamának jelentős csökkenését eredményezte. A válság negatív hatásai 2023. szeptemberében láthatóan teljes mértékben stabilizálódtak a részvényt piacon (Pálos, 2023).

2. Anyag és módszer

2.1. Adatbázis

Tanulmányunkban alapvetően a BUX kosár négy legnagyobb súllyal szereplő részvényéről (blue chipek) és az energetikai üzletágban érdekelt ALTEO Nyrt. részvényeinek havi záró árfolyamadatait, valamint a pénzügyi kimutatásaikban bemutatott egyéb tulajdonosi hozamok (éves osztalékok) értékei alapján kívántuk elemezni a vállalati papírok alul- vagy túlárazottságát, valamint ezen részvényekből kialakítani a lehető legoptimálisabb részvényportfóliót. A blue chipeknek is nevezett értékpapírok tulajdonosai a MOL, Magyar Telekom, OTP és Richter. Választásunk azért esett a BUX top részvényeire, mivel ez utóbbiak teszik ki a BUX kosár több mint 90%-át, ezzel meghatározva a magyarországi részvényt piacot, az ALTEO pedig villamosenergia-szolgáltató tevékenysége lévén a napjainkban zajló energiaválság szempontjából központi szerepet betöltő hazai nagyvállalat.

Az előbbi öt társaság részvényértékeinek alakulását mindenekelőtt az elmúlt öt év távlatában, 2023. szeptemberével bezárólag vizsgáltuk meg, szemléltetve a 2020 előtti, még válságoktól mentes periódust, illetve a közvetlenül energiakризist megelőző rövid időszakban bekövetkező sokkokat. Az általunk feldolgozott árfolyamadatok a BÉT hivatalos internetes oldalán érhetőek el, míg ugyanezen vállalatok éves beszámolóadatai az Igazságügyi Minisztérium erre kialakított felületén (Elektronikus Beszámoló Portál)

2.2. Az átlag-variancia és az átlag-Gini modell

A variancia alapú portfólióoptimalizálás alapja, hogy a portfólió kockázata a várható értéktől való négyzetes eltérés várható értékén alapszik (Best, 2010). A szórás, mint statisztikai mértékegység jól kifejezi az átlag körüli ingadozást: minél nagyobb egy eszköz szórása, annál jobban ingadoznak az értékek a várható érték körül, így a szórás növekedése növeli a kockázatot (Montgomery–Runger, 1994). A variancia meghatározásának képlete:

$$\sigma(r)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 \quad (2)$$

Az egységnyi hozamra jutó kockázatot a relatív szórás mutatja be, egységnyi többlethozam eléréséhez mekkora többletkockázatot kell felvállalnunk. Minél alacsonyabb a mutató értéke, annál kedvezőbb a befektetők számára (Brown, 1998).

Tanulmányunkban 5 részvényre fókuszáltunk, melyből kialakításra került egy olyan optimálisnak tekinthető részvényportfólió struktúra, amely a hozam-kockázat tényezőket összevetve a lehető legalacsonyabb relatív szórással rendelkezik. Mivel kettőnél több részvényből állítottunk össze egy optimális portfólióstruktúrát, ennek számítása során minden részvény pár esetében meg kellett határozni a hozamok együttmozgásának értékét, azaz azok kovarianciáját. Ezen értékekből egy mátrixot kell képezni (kovariancia-mátrix), és ennek felhasználásával határozható meg a

többelemlő portfólió kockázata. Ez egy szimmetrikus mátrixot képez, ahol a főátló két oldalán tükrözve szerepelnek ugyanazon részvénytársak kovariancia értékei, míg a mátrix főátlójában a részvények egyedi varianciaértékei helyezkednek el (Yang–Berger, 1994).

A többelemlő portfólió varianciája, azaz szórásnégyzete a kovariancia-mátrix és az alábbi képlet segítségével meghatározható, mely az egyedi és az együttes kockázatokat egyaránt figyelembe veszi:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i^n \sum_j^n 2w_i w_j cov(i, j) \quad (3)$$

ahol:

ahol i, j a részvények hozamait az egyes időszakokban,
 w_i, w_j a részvények portfólióban betöltött súlyát jelképezik, amelyre feltétel, hogy $w_i, w_j \geq 0, 1 \leq i \leq n, \sum_{i=1}^n w_i = 1$. Ennek megfelelően az átlag-variancia modellel optimalizált portfólió célfüggvénye:

$$CV = \frac{\sigma_p}{\mu} \rightarrow \min! \quad (4)$$

ahol μ a portfólió hozama, melyre igaz, hogy $\mu = w_i r_i + w_j r_j$.

A relatív szórás minimalizálására azért van szükség, mert az egységnyi hozamra jutó kockázatot jelenti, ezért minél alacsonyabb az értéke annál kevesebb kockázatot kell felvállalnia a befektetőnek egységnyi hozamért (Brown, 1998).

A jobb megalapozottság érdekében a portfólió optimalizálását a leggyakrabban alkalmazott átlag-variancia modell mellett egy másik módszer segítségével is végrehajtottuk, amely a kockázat-hozam viszonyát még számszerűsíteni képes Gini-index koefficiens minimalizálását veszi alapul. Az átlag-variancia modell hiányosságait (preferenciák kvadraticitása, eloszlások normalitásának feltételezése) korrigálva, a Corrado Gini olasz közgazdász által bevezetett index alapján fejlesztették tovább a portfólióoptimalizálás modelljét (Shalit–Yitzhaki, 1984; Shalit–Yitzhaki, 2005). Az átlag-Gini modell alapján történő portfólióelemzésre is több szakirodalomban található példa (Cheung et al, 2007; Mansini et al, 2015; Siew et al, 2019; Lejeune–Prasad, 2018; Ringuest et al, 2004; Hoe et al, 2020; Agouram–Lakhnati, 2016), mint ahogy az átlag-variancia modellel történő összehasonlítására is (Schechtman et al, 2008). A gazdaságtudományokban az eredetileg a társadalmi jövedelemkülönbségek mérését szolgáló index 0 és 1 közötti intervallumban felvett értéke az adatok egymástól vett relatív távolságának egyenlőtlenségét fejezi ki: amíg a 0 érték az adatsorok értékei azonosságának köszönhető, tökéletes egyenlőséget mutatva (azaz a portfólió hozamai nem térnek el az egyes időszakok között, így nincs kockázat sem), addig az ettől való egyre nagyobb mértékű eltolódás az 1 irányába az adatsorok értékei közötti távolság (szóródás), így ez esetben az időszakok portfólióhozamai közötti egyenlőtlenség egyre nagyobb mértékűre utal.

A módszer szerint a portfólió Gini-indexének meghatározása a portfólió időszakos hozamai (r) és a hozamok rangjai ($\text{rank}(r)$) közötti kovariancia, valamint és az az időszakok (adatsor) számának számával (n) és az összes időszakra vetített átlagos hozammal (μ) vett hányadosának kétszereseként kerül meghatározásra (Agouram–Lakhnati, 2016). A negatív hozamok jelenléte az adatsor átlagát olyan alacsonyra állíthatja, hogy a koefficiens értéke 1-nél magasabb értéket is felvehet.

Az optimalizálás célértékeként szolgáló Gini-index értéke Shalit–Yitzhaki (1984) alapján:

$$Gini = 2 \frac{\text{cov}[r_p, \text{rank}(r_p)]}{n\mu} \rightarrow \min! \quad (5)$$

ahol:

r_p a portfólió egyes időszakokra külön-külön meghatározott hozamai, amelyre igaz az (1) összefüggés.

Annak vizsgálatára, hogy a portfólióstruktúrák adott hozamelvárások mellett szignifikánsan eltérnek-e egymástól, összefüggő mintás t-próbát alkalmaztunk.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A portfólióelemek hozamainak leíró statisztikai elemzése a válsággal érintett időszakban

A portfólióelemek hozammutatóinak alakulását a válsággal érintett időszakban az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A portfólióelemek főbb hozammutatói a válsággal érintett időszakban

	MOL	MTELEKOM	OTP	RICHTER	ALTEO
HPR (2020-2023)	15,33%	22,00%	-4,48%	51,84%	247,88%
Árfolyamváltás (2020-2023)	-10,07%	3,81%	-9,23%	37,92%	232,94%

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

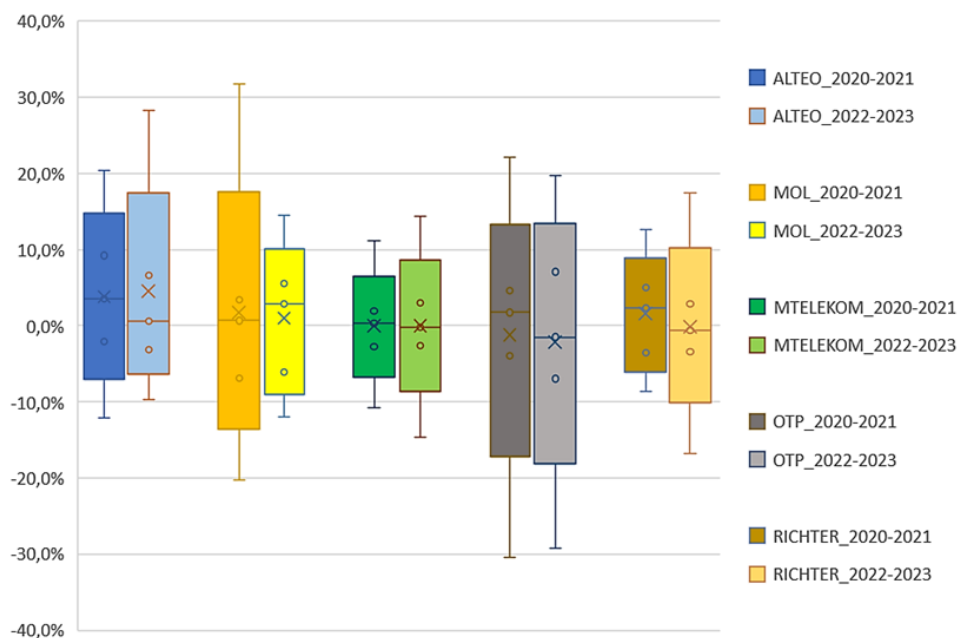
Összességében, a teljes 2020-tól napjainkig terjedő időszakról kijelenthető, hogy egyértelműen az ALTEO részvényeinek tulajdonosai érték el a legnagyobb tartási időre jutó hozamot, közel 250%-ot, aminek az oka, hogy a befektetők pozitív várakozással tekintenek az ALTEO megújuló energiaforrásokra alapozó beruházásai felé, amelyből várhatóan stabil bevétel- és eredménynövekedést tud majd elérni a napjainkban egyre fokozódó energiafelhasználás következtében.

A négy blue chip közül pedig a Richter teljesített a legjobban a HPR alapján, ugyanis több mint 50%-os tartási időre jutó hozamot tudott elérni, amely elsősorban az exportértékesítésekből származó bevétel jelentős növekedésére vezethető vissza.

Egyedül az OTP részvényesei nem tudtak hozamot elérni a teljes periódust tekintve, a tartási időre jutó veszteség meghaladta a 4%-ot.

Ha az árfolyamváltozások a 2020-2023 közötti időszakra vonatkoznak (lásd: 2. ábra), a kvartiliseket figyelembe véve az időszakok minimum, maximum és medián értékeiből vonhatunk le következtetéseket. A minimum és maximum érték közötti különbség, azaz az árfolyamok terjedelme a MOL, illetve az OTP esetén mutatott kimagasló értéket, előbbi tekintetében a 2020-2021-es időszakra vonatkozóan, utóbbi esetében pedig mindkét időszakra vonatkozóan. Ezen magas terjedelem a részvények magas kockázatát tükrözi, az alacsony terjedelem pedig alacsony kockázati szintet jelöl, melyre kiváló példát szolgáltatnak a Covid időszakban a Magyar Telekom részvényei. A medián értékek tekintetében az ALTEO pandémiás időszakát, valamint az OTP 2022 utáni időszakát emelhetjük ki. Az ALTEO részvényeinek havi hozama az esetek felében 3,5% feletti értéket vett fel, míg az OTP esetében -1,5%-os mediánértéket figyelhetünk meg, azaz az esetek több mint 50%-ában negatív havi árfolyamhozamot lehetett elérni ezen részvéennyel, visszaigazolva a HPR alapú eredményeket.

2. ábra: A részvények havi záró árfolyamhozamainak kvartilis értékei a válságokkal terhelt időszakokra elkülönítetten



Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Összességében, mivel a magasabb szórásértékek miatt az átlagok kevésbé megbízható eredményeket adtak csak ezen periódusokra vonatkoztatva, kijelenthető, hogy a részvények annál jobban teljesítettek, minél magasabb volt a mediánjaik értéke, és minél alacsonyabb a szélsőértékek közötti különbség. Ezek alapján az energiakrízis időszaka leginkább az OTP részvényeit érintette negatívan, mivel a

háború alatti időszakban a legalacsonyabb mediánérték mellett, az árfolyamok terjedelme is kiemelkedően magas értéken maradt.

3.2. Optimális részvényportfólió kialakítása a válsággal érintett időszakban

Ebben az alfejezetben célunk volt az előbbieken vizsgált öt részvény felhasználásával egy olyan optimális portfólió kialakítása, mely a hozam-kockázat tényezők szempontjából a lehető legalacsonyabb relatív szórással (az egységnyi hozamra jutó kockázattal) rendelkezik. Első lépésként a részvények hozamának, szórásának és önálló relatív szórásának kiszámítására került sor, melyeket a 2015-től 2023 szeptemberéig terjedő időszak hónapfordulónapjaira árfolyamváltozások segítségével lettek meghatározva. A relatív szórás adatokból külön-külön azonban még nem vonhatunk le következtetéseket a portfólióink összeállításához, az adatok csupán a későbbi számítások során kerülnek felhasználásra.

Amennyiben a befektetési döntés kritériumát a relatív szórásra korlátozzuk csak le, úgy az ALTEO részvényeit éri meg leginkább megvásárolni, mivel ez rendelkezik a legalacsonyabb, 2,82-es CV értékkel (lásd: 2. táblázat). Ugyanakkor ugyanezen szempont alapján a Telekom részvényeivel vállalná a befektető a legmagasabb kockázatot egységnyi hozam elérése érdekében. A diverzifikáció kockázatsökkentő hatásából fakadóan azonban ez nem azt jelenti, hogy a teljes vagyonunkat az ALTEO részvényeibe kell befektetnünk, a Telekom részvényeit pedig semmilyen körülmények között nem érné meg megvásárolnunk, ugyanis ezen öt részvény megfelelő arányban történő megvásárlásával kialakíthatunk egy olyan portfóliót, amelynek relatív szórása az ALTEO-nál is alacsonyabb.

2. táblázat: A portfólióelemek elkülönített hozam és kockázati mérőszámai a válsággal érintett időszakban (2020-2023)

Megnevezés	Átlagos havi hozam	Kockázat (Szórás)	CV
MOL	0,68%	7,31%	10,71
MTELEKOM	0,42%	5,23%	12,31
OTP	1,24%	8,40%	6,79
RICHTER	0,88%	6,16%	6,98
ALTEO	2,37%	6,68%	2,82

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

A kovariancia-mátrix (lásd: 3. táblázat) felállítását követően a teljes portfólió szórás meghatározásához szükséges meghatározni a részvények súlyát optimalizációval. A Solver segítségével meghatározott súlyokkal a lehető legalacsonyabb relatív szórású portfólió került kialakításra, melynek szórása 5,93%, hozama 2,17%, relatív szórása pedig 2,73 volt. Ezzel ténylegesen beigazolódott azon hipotézisem, mely szerint kialakítható egy olyan optimálisnak tekinthető portfólió, melynek relatív szórása az ALTEO relatív szórásánál is alacsonyabb, így ténylegesen nem éri meg a teljes vagyonunkat csak az ALTEO részvényeibe fektetnünk, mivel az optimális portfólióink 82%-át teszik csak ki ezen részvények. A

másik véglet a Telekom volt, mely a legmagasabb relatív szórással rendelkezett, ezért esetünkben nem is szerepelt a vállalat egyetlen részvénye sem a portfólióban. Ennek háttérében egyértelműen a Telekom részvényeinek kiemelkedően magas kockázata és a relatíve alacsony hozama áll.

3. táblázat: A kovarianciamátrix elemei és az optimális portfóliósúlyok (2020-2023)

Súlyok	82%	0%	0%	18%	0%
	ALTEO	MOL	MTELEKOM	OTP	RICHTER
ALTEO	0,45%	0,11%	0,05%	0,09%	0,16%
MOL	0,11%	0,53%	0,15%	0,36%	0,14%
MTELEKOM	0,05%	0,15%	0,27%	0,19%	0,10%
OTP	0,09%	0,36%	0,19%	0,71%	0,18%
RICHTER	0,16%	0,14%	0,10%	0,18%	0,38%

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

3.2. Optimális részvényportfólió kialakítása a válság előtti időszakban

A kutatás ezen szakaszában 2015-től szeptemberétől kezdődően lettek figyelembe véve a portfólióelemek hozamadatai, viszont jelen esetben csak a 2019-ig terjedő időszakkal bezárólag, azt szemlélítve ezzel, hogy hogyan alakult a fenti részvényportfólió optimális struktúrája a legutóbbi időszak válságjelenségeit még megelőző időszakban, és ehhez képest az utóbbi események az optimális befektetői döntéseket milyen mértékben befolyásolhatták. Az energiakrízis előtti időszak az előzményeit tekintve szoros összefüggésben van részben a Covid-válság időszakával is, amelyre hasonlóan nem lehet „normál” üzleti periódusként tekinteni, így ugyanúgy torzítaná az eredményeket, amelyből adódóan a vizsgálat időintervallumát is még a Covid kezdete előtti évvel (2019 vége) bezárólag határoztuk meg. Ennek ellenére a 4. táblázatban látható módon a négy blue chip esetében jelentős eltérések figyelhetők meg az átlagos hozam, szórás és relatív szórás tekintetében egyaránt. Ezen jelentős változások okaként egyértelműen a válságok hatásait nevezhetjük meg, ugyanis ezek következtében jelentősen megváltozott a magyarországi részvény piac.

4. táblázat: A portfólióelemek elkülönített hozam és kockázati mérőszámai a válsággal érintett időszakban (2020-2023)

Megnevezés	Átlagos havi hozam	Kockázat (Szórás)	CV
MOL	1,06%	5,71%	5,41
MTELEKOM	0,23%	4,09%	18,09
OTP	1,93%	5,70%	2,95
RICHTER	0,67%	5,77%	8,62
ALTEO	1,82%	4,86%	2,67

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Mivel a relatív szórás alapján történő portfólióoptimalizálás hosszú távú befektetések esetén értelmezhető, ezért a fentebb említett okoknak köszönhetően az optimális portfólióban szereplő súlyok tekintetében alapvetően nem figyelhetnénk meg jelentős eltérést 3 év leforgása alatt, azonban a makrogazdasági sokkoknak köszönhetően ez nem mondható itt el. A válság előtt az ALTEO, illetve az OTP részvényei teszik ki a portfólió jelentős részét, előbbi 56%-os, utóbbi pedig 39%-os részaránnyal, mellettük pedig a MOL részvényei szerepelnek 5%-os részaránnyal. 2020 utáni éveket is figyelembevéve azonban a MOL már kiszorul a portfólióból és csupán az ALTEO és az OTP részvényei maradnak benne, 82%-os és 18%-os részaránnyal (lásd: 5. táblázat).

A válságok előtt a portfólió hozamának 1,82%-os és szórásának 3,82%-os értékéből 2,10-es relatív szórás érték került meghatározásra, amelyhez képest a jelenlegi 2,73-as érték az optimalizált érték magasabb kockázat felé történő elmozdulását mutatja, a befektetőkre nézve kevésbé kedvező módon.

5. táblázat: A kovarianciamátrix elemei és az optimális portfóliósúlyok a válság előtti időszakra számítva

Súlyok	56%	5%	0%	39%	0%
	ALTEO	MOL	MTELEKOM	OTP	RICHTER
ALTEO	0,24%	0,00%	0,01%	0,04%	0,06%
MOL	0,00%	0,33%	0,10%	0,17%	0,11%
MTELEKOM	0,01%	0,10%	0,17%	0,12%	0,07%
OTP	0,04%	0,17%	0,12%	0,33%	0,10%
RICHTER	0,06%	0,11%	0,07%	0,10%	0,33%

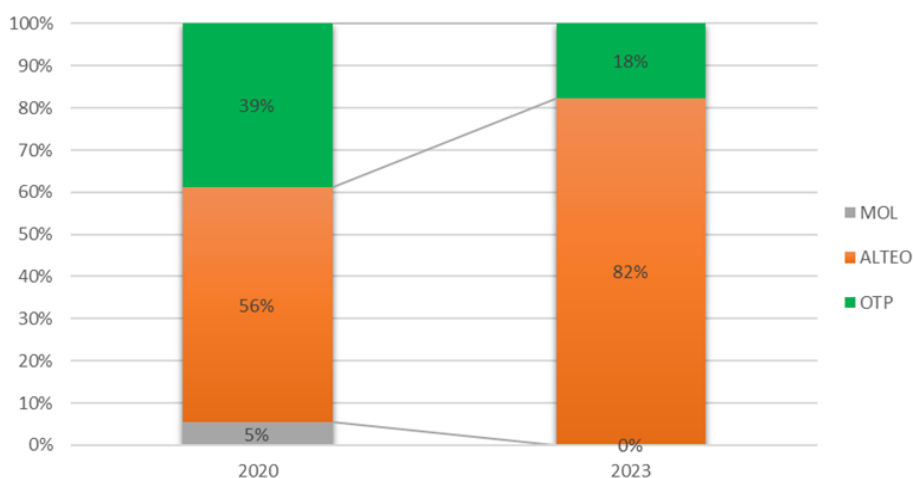
Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

3.3. Optimális részvényportfólió összetétel változása az energiakrízis hatására

Összességében elmondható, hogy a válság nem gyakorolt jelentős hatást az optimális portfólióba bekerült részvények típusaira és elemszámára, kizárólag a benne szereplő

részvények összetételét változtatta meg. A struktúraváltozást a 3. ábra szemlélteti, melyen az értékek is feltüntetésre kerültek, annak érdekében, hogy a minimális változások is szembeűnővé válhassanak. Az ALTEO részvényeinek részaránya az energiakrízis bekövetkeztét követően 56%-ról 82%-ra nőtt, míg az OTP részvényeinek részaránya 39%-ról 18%-ra csökkent, a MOL részvényei pedig kiszorultak az optimális portfólióból. Az ALTEO súlyának emelkedésének oka egyértelműen az energiaszektor felértékelődésével és a vállalat teljesítményével magyarázható, az OTP visszaszorulása a legutóbbi időszakban kimutatott veszteséges hozamaival indokolható, a MOL kiszorulása pedig az üzemanyagárak ingadozására és az OTP melletti második legalacsonyabb tartási időre jutó hozamára vezethető vissza.

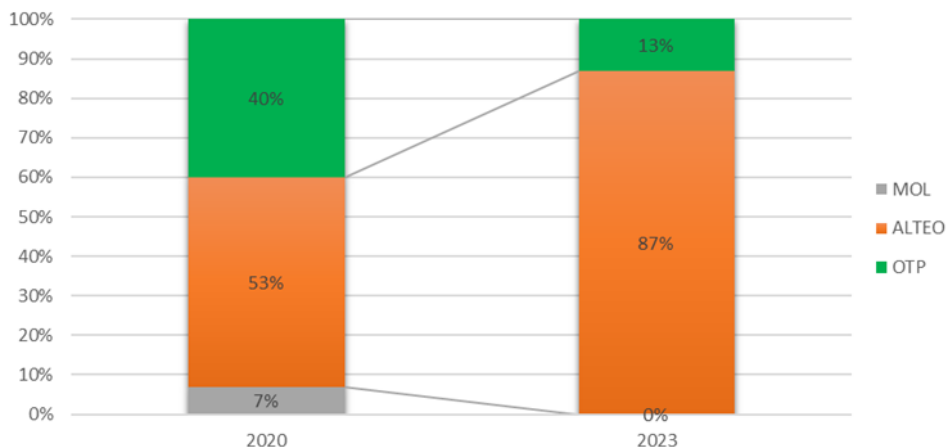
3. ábra: A variancia modellel optimalizált portfólió szerkezetváltozása



Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

Számításaink jobb megalapozottsága és egy átfogó, következetes befektetési döntés meghozatala érdekében ugyanezen részvényportfólió optimalizálását a relatív szórás minimalizálásán alapuló módszer mellett, a Gini-index minimalizáláson alapuló átlag-Gini módszer segítségével is meghatároztuk, mind a kizárólag válság előtti (2019), mind a 2020 utáni időszakot is figyelembevéve (2023). A Gini-index minimalizálásán alapuló portfólió összetétel változása a 4. ábrán látható.

4. ábra: A Gini modellel optimalizált portfólió szerkezetváltozása



Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerzők szerkesztése.

A Gini-index minimalizálásával kapott optimális portfólióstruktúrában mindkét időintervallumra vonatkozóan ugyanazon részvényelemek kerültek be, a 2020 előtti periódust tekintve a MOL és az OTP részarányai 1-2%-kal magasabb, míg az ALTEO azonos arányban kapott alacsonyabb súlyt az átlag-variancia modell eredményeihez képest. Az energiakrízist is figyelembevéve azonban az optimális portfólióstruktúrában a Gini-modell már az ALTEO papírjainak kedvezett, és annak részarányát súlyozta 5%-kal magasabbra, miközben a MOL részvényeit a Gini-modell sem tartotta volna már a portfólióban 2023-ban, a korábbi magasabb részaránya ellenére. Összességében, a kapott eredmények alapján a két optimalizálási módszer között lényegi eltérések nem merültek fel, visszaigazolva és megerősítve egyúttal az átlag-variancia módszer által kapott eredmények megbízhatóságát.

4. Következtetések

Ahogy az az eredményekből is visszaigazolódott, a külpiazi kockázatoknak erőteljesebben kitett közép-európai részvénypiacok és azok közül is a magyar, a fokozottabb sérülékenysége okán érzékenyebben reagált a válsághelyzetekre, és ezáltal jelentős hatást gyakorolt az optimális portfólióba befektetők döntéseire is. A krízisek hatására a részvényekbe történő befektetés kockázata rendszerint megnő és a kevésbé kockázatos, értékálló eszközök iránti kereslet emelkedik meg, így mivel a befektetők kevesebb pénzt hajlandóak adni egy részvényért, azok árfolyama jelentősen visszaesik. Ezen árfolyamcsökkenések mind az öt vállalat esetében jelentkeztek a COVID-19, illetve az orosz-ukrán háború kitörését követő napokban egyaránt. Később viszont az árfolyamok a legtöbb részvény esetében korrigálódtak a válság előtti szintjükre, így az eredményekből levonható következtetés, hogy egy válsághelyzetben a számtalan bizonytalan tényező és kedvezőtlen kilátások ellenére sem célszerű azonnal túladni a már meglévő részvényeinken, ugyanis amennyiben az adott részvényt kibocsátó vállalat működésében nem áll be tartós és

megoldhatatlan probléma, abban az esetben hosszabb távon nyereséget érhetünk el ugyanazzal a részvénnel.

Amennyiben az öt részvényre vonatkozó árfolyamváltozásokat vesszük figyelembe, úgy kijelenthető, hogy a válságokat követő zuhanások ellenére 2023. szeptember 1-jére minden részvény közel elérte 2020. január 1-jei árfolyamszintet. Az *1. táblázatban* ezen árfolyamváltozások, illetve a 2020 utáni teljes tartási időintervallumra jutó hozamok és a válság előtti helyzetre vonatkozó, általunk meghatározott optimális portfólióban szereplő súlyok szorzatösszegével állapítottuk meg, hogy ezen portfólióval mekkora árfolyamhozamot, illetve teljes hozamot lehetett volna elérni 2020. január 1. és 2023. szeptember 1. között. A relatív szórás minimalizálása alapján optimalizált struktúra esetén a portfólió árfolyama összesen 126,34%-kal emelkedne, a teljes tartási időre jutó hozam pedig 137,83% lett volna az időszak folyamán, amely az árfolyamnyereségen felül az osztalékhozamot is tartalmazza. Ha a Gini-indexen alapuló optimalizációs eljárást vesszük figyelembe, abban az esetben is hasonló eredményeket kapunk, 119,08%-os árfolyamnyereséggel, és 130,72%-os teljes hozammal. Ez azt jelenti, hogy amennyiben egy befektető 2020. január 1-jén ilyen struktúrájú portfólióba fektette volna teljes megtakarítását, akkor 2023. szeptember 1-jére majdnem 2,5-szeresére nőtt volna megtakarításának értéke, a kapott osztalék felhasználásával pedig további hozamok is elérhetőek lettek volna számára.

Mivel a részvényt piac nagyon érzékeny a gazdaságban végbemenő összes folyamatra és számtalan esemény befolyásolhatja az árfolyamot, így az *1. táblázatban* is szereplő mutatók alapján egyértelmű következtetéseket nem vonhatunk le abból a szempontból, hogy összességében melyik részvény teljesít a legjobban. Azt viszont kijelenthetjük, hogy a 2020-as évek válságai a MOL és az OTP részvényárfolyamaira voltak a leginkább negatív hatással, amelyet a két részvény mindkét módszerrel optimalizált struktúrában való részarányának csökkenése is tükröz. A részvénytulajdonosok az OTP részvényeivel tudták a legalacsonyabb hozamot elérni, ugyanis a 2020 előtti időszaktól kezdődően mintegy 4,5%-os veszteséget realizáltak a részvény tartásával. Ennek legfőbb okaként a forint árfolyamának gyengülését emelhetjük ki, amellyel egy ország bankszektorának teljesítménye erős korrelációt mutat.

4. Összegzés

Az időszak során a legnagyobb hozamot az ALTEO részvényei generálták, ami elsősorban a vállalat megújuló energiát alkalmazó beruházásainak volt köszönhető, ugyanis ezek segítségével a társaság óriási eredménynövekedést tudott elérni. Ebből adódóan igazolódott azon hipotézisünk, hogy az energiakrízis bekövetkezése előtti és utáni helyzetet összehasonlítva, különböző hozamelvárások mellett az energetikai szektorban leginkább érdekelt társaság részvényei bizonyultak a legjövedelmezőbbnek. Ezzel összefüggésben javaslatként fogalmazható meg, hogy a befektetési stratégia alakítása során célszerű figyelemmel lenni az esetleges válságok bizonyos iparágakra gyakorolt kedvező hatásaira. Érdeemes kiemelni ugyanakkor a Magyar Telekom részvényeit is, mivel jelenleg ezen részvények

árfolyamát tekintve figyelhetjük meg a legstabilabb növekedést, amely elsősorban a megreformált osztalékfizetési politikának és a szolgáltatások új árazási politikájának köszönhető, így végső soron menedzsmentpolitikai eszközökkel is könnyen ellensúlyozhatóvá válik egy szélesebb körű válság kedvezőtlen kihatása a részvényárakra.

A vizsgálatunk végén végrehajtott összefüggő mintás t-próba eredményei alátámasztották azon hipotézist is, miszerint a variancia és Gini-index alapon optimalizált portfólióstruktúrák az egyes hozamvárások mellett statisztikailag nincs szignifikáns különbség ($p > 0,05$), így a befektetők számára a megbízhatóbb befektetési stratégiák kialakítása során javasolt mindkét módszer együttes alkalmazása.

Összességében kijelenthető, hogy jelenleg a válságok hatásaiból eredő bizonytalanságok már többnyire nem fenyegetik a részvénypiacot, ezért egy stabilizálódó tendenciát figyelhetünk meg az árfolyamok tekintetében. A stabilizálódó gazdasági körülmények következtében megítélésünk szerint az államkötvények alacsonyabb hozama a részvények kereskedelmének fellendüléséhez vezet, így jelenleg megfelelő kockázattűréshez igazodó diverzifikációs stratégia mellett a részvényekbe történő befektetéssel is rendkívül kedvező hozamokat érhetnek el a megtakarítással rendelkező potenciális tőkebefektetők.

Irodalomjegyzék

- Acharya Viral, V., Pedersen, L. H., Philippon, T., Richardson, M. (2017): Measuring systematic risk. *The Review of Financial Studies*, 30 (1): 2–47. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088>
- Agouram, J., Lakhnati, G. (2016): Mean-Gini and mean-extended gini portfolio selection: An empirical analysis. *Risk Governance and Control: Financial Markets and Institutions*, 6 (3-1): 59–66. <https://doi.org/10.22495/RCGV6I3C1ART7>
- Anagnostopoulos, K. P., Mamanis, G. (2010): A portfolio optimization model with three objectives and discrete variables. *Computers and Operations Research*, 37 (7): 1285–1297. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.09.009>
- Bakos P. (2020): A COVID-19 hatása a tőkepiacokra. <<https://www.bet.hu/Rolunk/Sajtoszoba/szakmai-cikkek-es-tanulmanyok/a-covid-19-hatasa-a-tokepiacokra>> (2023.08.02.)
- Best, M. J. (2010): *Portfolio optimization*. CRC Press, USA.
- Brealey, R. A., Myers, S. C. (2005): *Modern corporate finance*. Budapest, Panem.
- Brückner G. (2023): Háború, energiaválság, különadók: a BUX-index tavaly 13,6 százalékkal gyengült. <<https://telex.hu/gazdasag/2023/01/01/tozsde-reszveny-valsag-haboru-kulonadok-bux-index-minusz13-6-szazalek>> (2023.09.05.)
- Bugár Gy. (2017): Mérföldkövek a befektetési kockázat modellezésben. *Sigma*, 48 (1-2): 19–32.
- Bugár Gy., Uzsocki M. (2006): Befektetések kockázatának mérése. *Statisztikai Szemle*, 84 (9): 876–898.
- Brown, C. E. (1998): *Coefficient of variation. Applied multivariate statistics in geohydrology and related sciences*. Springer Berlin Heidelberg. 155–157.
- Chaweewanchon, A., Chaysiri, R. (2022): Markowitz Mean-Variance Portfolio Optimization with Predictive Stock Selection Using Machine Learning. *International Journal of Financial Studies*, 10 (3): 64. <https://doi.org/10.3390/ijfs10030064>
- Chen, J. (2022): Put Option: What It Is, How It Works, and How to Trade Them <<https://www.investopedia.com/terms/p/putoption.asp>> (2023.06.21.)

- Cheung, C. S., Kwan, C. C., Miu, P. C. (2007): Mean-Gini portfolio analysis: A pedagogic illustration. *Spreadsheets in Education*, 2 (2): 194–207.
- Elektronikus Beszámoló Portál (2024), <ebeszamolo.im.gov.hu>
- Goldthau, A. C., Youngs, R. (2023): The EU energy crisis and a new geopolitics of climate transition. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 61: 115–124.
- Gunjan, A., Bhattacharyya, S. (2023): A brief review of portfolio optimization techniques. *Artificial Intelligence Review*, 56 (5): 3847–3886.
- Hali, N. A., Yuliati, A. (2020): Markowitz model investment portfolio optimization: a review theory. *International Journal of Research in Community Services*, 1 (3): 14–18.
- Markowitz, H. M. (1952): Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7 (1): 77–91.
- Hoe, L. W., Jaaman, S. H., Siew, L. W. (2020): Portfolio optimization of technology companies in Malaysia with Mean-Gini Model. *Menemui Matematik (Discovering Mathematics)*, 42 (1): 45–50.
- Hutter, C., Weber, E. (2022): Russia-Ukraine war: Short-run production and labour market effects of the energy crisis, 10. <https://doi.org/10.48720/IAB.DP.2210>
- Jamal, A., Ghizlane, L. (2015): A Comparative Study of Mean-Variance and Mean Gini Portfolio Selection Using VaR and CVaR. *Journal of Financial Risk Management*, 4 (2): 70–79. <http://doi.org/10.4236/jfrm.2015.42007>
- Ji, R. (2016): Models and Algorithms for Portfolio Optimization Under Uncertainty. Doctoral dissertation, The George Washington University.
- Ji, R., Lejeune, M. A., Prasad, S. Y. (2018): Interactive portfolio optimization using Mean-Gini criteria. In: Masri, H., Pérez-Gladish, B., Zopounidis, C. (szerk): *Financial Decision Aid Using Multiple Criteria: Recent Models and Applications*. 49–91. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68876-3_3
- Keller K., Kaszás N., Kovács L. (2022): Turisztikai szolgáltatók válságra való felkészültsége a Covid19 tekintetében. *Turizmus Bulletin*, 22 (4): 26–35. <https://doi.org/10.14267/TURBULL.2022v22n4.3>
- Lakatos V. (2023): Fenntarthatóság, felelősségvállalás, tőkepiaci értékítélet. *Gazdálkodás*, 67 (5): 425–442. https://doi.org/10.53079/GAZDALKODAS.67.5.t.pp_425-442
- Madár I., Weinhardt A. (2022): Kiszámoltuk: durván megüti a magyar gazdaságot az energiaválság <<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220321/kiszamoluk-durvan-meguti-a-magyar-gazdasagot-az-energiavalsag-534195>> (2023.09.04.)
- Mansini, R., Ogryczak, W., Speranza, M. G., Mansini, R., Ogryczak, W., Speranza, M. G. (2015): *Linear models for portfolio optimization. Linear and Mixed Integer Programming for Portfolio Optimization*. Springer Cham. 19–45.
- Mba, J. C., Ababio, K. A., Agyei, S. K. (2022): Markowitz mean-variance portfolio selection and optimization under a behavioral spectacle: New empirical evidence. *International Journal of Financial Studies*, 10 (2): 28. <http://doi.org/10.3390/ijfs10020028>
- Mangram, M. E. (2013): A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global journal of business research*, 7 (1): 59–70.
- Montgomery, D. C., Runger, C. (1994): *Applied Statistics and Probability for Engineers*. John Wiley and Sons. New York, Chichester.
- Mukhopadhyay (2023): Market Risk Premium <<https://www.wallstreetmojo.com/market-risk-premium/>> (2023.06.22.)
- Naccarato, A., Pierini, A., Ferraro, G. (2021): Markowitz portfolio optimization through pairs trading cointegrated strategy in long-term investment. *Annals of Operations Research*, 299 (1-2): 81–99.
- Ozili, P. K., Ozen, E. (2023): Global energy crisis: impact on the global economy. In: Sood, K., Grima, S., Young, P., Ozen, E., Balusamy, B. (szerk.) *The Impact of Climate Change and Sustainability Standards on the Insurance Market*, 439–454. <https://doi.org/10.1002/9781394167944.ch29>

- Pálos M. (2023): Az Oroszországban maradt nagy európai cégek 100 milliárd eurót buktak <<https://g7.hu/vallalat/20230808/az-oroszorszagban-maradt-nagy-europai-cegek-100-milliard-eurot-buktak/>>
- Pupos T. (2013): *Pénzügyi ismeretek*. Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Ringuet, J. L., Graves, S. B., Case, R. H. (2004): Mean–Gini analysis in R&D portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 154 (1): 157–169. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00708-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00708-7)
- Ruoyong, Y., James, O. B. (1994): Estimation of a covariance matrix using the reference prior. *The Annals of Statistics*, 22 (3): 1995–1211-
- Sayantan, M. (2023): Market Risk Premium <<https://www.wallstreetmojo.com/market-risk-premium/>> (2023.06.22.)
- Schechtman, E., Yitzhaki, S., Artsev, Y. (2008): The similarity between mean-variance and mean-Gini: Testing for equality of Gini correlations. *Advances in Investment Analysis and Portfolio Management*, (3): 97–122.
- Sergen, C. (2023): A Guide to Covariance, Covariance Matrix and Eigenvalues <<https://builtin.com/data-science/covariance-matrix>> (2023.09.07.)
- Shalit, H., Yitzhaki, S. (1984): Mean-Gini, Portfolio Theory, and the Pricing of Risky Assets. *The Journal of Finance*, 39 (5): 1449–1468.
- Shalit, H., Yitzhaki, S. (2005): The mean-Gini efficient portfolio frontier. *Journal of Financial Research*, 28 (1): 59–75.
- Siew, L. W., Jaaman, S. H., Hoe, L. W. (2019): Mathematical modelling of risk in portfolio optimization with Mean-Gini approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1212 (1): 012031. <https://10.1088/1742-6596/1212/1/012031>
- Steven, N. (2022): How Can I Measure Portfolio Variance? <<https://www.investopedia.com/ask/answers/071515/how-can-i-measure-portfolio-variance.asp>> (2023.06.27.)
- Trichilli, Y., Abbes, M. B., Masmoudi, A. (2020): Islamic and conventional portfolios optimization under investor sentiment states: Bayesian vs Markowitz portfolio analysis. *Research in International Business and Finance*, 51: 101071. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101071>
- Tola, V., Lillo, F., Gallegati, M., Mantegna, R. N. (2008): Cluster analysis for portfolio optimization. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32 (1): 235–258.
- Yang, R., Berger, J. O. (1994): Estimation of a covariance matrix using the reference prior. *The Annals of Statistics*, 22 (3): 1195–1211.
- Zanjirdar, M. (2020): Overview of portfolio optimization models. *Advances in mathematical finance and applications*, 5 (4): 419–435. <https://doi.org/10.22034/AMFA.2020.674941>
- Zsótér B. (2006): Turizmus Mezőhegyesen: a Hotel Nonius bemutatása. In: Gál József (szerk.): *Európai Unió Kutatási és Oktatási Projektek Napja és Leonardo da Vinci Learn at Work Projekt - találkozó [European Union Research and Educational Projects Day and Leonardo da Vinci Learn at Work Project Meeting]*. Delfin Computer Informatikai Zrt., Hódmezővásárhely. CD lemez.
- Zsótér B., Bagi B. (2020): Gyümölcsfeldolgozó üzem létesítésének pénzügyi előkészületei. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, 15 (1-2): 125–130. <http://doi.org/10.14232/jtgf.2020.1-2.125-130>