

# **A Statisztika kurzusok keretében oktatott ismeretek alkalmazása a kutatói gyakorlatban**

KOVÁCSNÉ Székely Ilona<sup>1</sup> – MAGYAR Norbert<sup>2</sup> – JAKUSCHNÉ Kocsis Tímea<sup>3</sup>

DOI: [10.29180/978-615-6342-76-8\\_25](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-76-8_25)

## **Absztrakt**

A kereskedelem és marketing és a turizmus-vendéglátás alapképzésen, valamint a turizmus-menedzsment mesterképzésen oktatott statisztika tárgyak keretein belül számos olyan adatelemző módszer (pl.: hipotézisvizsgálatok, regresszió, idősorelemzés stb.) kerül megemlítésre, melyeket az oktatók is rendszeresen alkalmaznak kutatómunkájuk során. Jelen publikációban ezen kutatások közül mutatnak be röviden néhányat a szerzők. A tanult módszereket a szerzők által konzultált hallgatók is sikerrel alkalmazták kutatásuk során, melyeket a Tudományos Diákköri Konferenciákon elért eredményeik is igazolnak, egyben alátámasztják a statisztika tárgyak fontosságát a közgazdász képzéseinkben.

**Kulcsszavak:** idősorelemzés, lineáris regresszió, statisztika oktatás, varianciaanalízis

## **Bevezetés**

Napjainkban a kutatói munka elengedhetetlen része a statisztikai módszerek átgondolt és precíz alkalmazása a tudományos hipotézisek igazolásának vagy elvetésének megalapozására, a kutatási kérdések megválaszolására. A statisztika számos tudományterület esetében alapvető fontosságú ismeret. A közgazdászképzésben oktatott statisztikai ismeretek törzsanyaga igen sokrétű kutatói irányultságú alkalmazást tesz lehetővé. Az alapképzés statisztika kurzusai keretében oktatott tananyag a legegyszerűbb viszonyszámoktól kezdve a kapcsolatvizsgálaton át a következtető statisztika sok területével kapcsolatban (intervallumbecslés, hipotézisvizsgálat, korreláció- és regressziószámítás, dekompozíciós idősorelemzés) ad ismereteket, amik a közgazdasági számítások mellett felhasználhatók a kutatói munka során is. Természetesen mindig figyelembe kell vennünk ezen módszerek korlátait is.

Mesterképzésen az alapképzésen tanított paraméteres próbák nemparaméteres megfelelői, valamint többváltozós adatelemző eljárások is előkerülnek. A következőkben a szerzők néhány korábbi kutatásából olvashatók szemelvények, amelyekben az általuk oktatott kurzusok keretében bemutatott módszereket alkalmazták, olykor hallgatóikkal közösen, ezzel is rávilágítva arra, hogy a statisztikai ismeretek elsajátítása mennyire fontos minden tudományterületen az elemző szemlélet kialakításához.

## **Egyszerű idősorelemzési módszerek alkalmazása a klímaváltozás jeleinek kimutatására**

Napjainkban már semmi kétség nem férhet ahhoz a tudományosan megalapozott feltevéshez, hogy az emberiségnek klímaváltozással kell szembenéznie, melynek hatásai potenciális

---

<sup>1</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék, e-mail: [kovacsneszekely.ilona@uni-bge.hu](mailto:kovacsneszekely.ilona@uni-bge.hu)

<sup>2</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék, e-mail: [magyar.norbert@uni-bge.hu](mailto:magyar.norbert@uni-bge.hu)

<sup>3</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék/Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Környezettudományi Centrum, e-mail: [jakuschnekocsis.timea@uni-bge.hu](mailto:jakuschnekocsis.timea@uni-bge.hu)

kockázatot jelentenek a jelenlegi szociológiai-gazdasági rendszerekre és az emberiség jelenlegi életvitelére nézve. Az egyes meteorológia állomások megfelelően előkészített adatsorai vizsgálhatók az alaptendenciájuk szerint annak érdekében, hogy a kiszemelt terület várható klimatikus jellemzőire következtethessünk a múltban lejátszódó események alapján. A statisztikai kurzusok keretében oktatott dekompozíciós idősorlevezés az idősorok analízisének legegyszerűbb módszere. A dekompozíció során igyekszünk elkülöníteni az idősorban jelenlévő alaptendenciát, ami alapjául szolgálhat a rövidtávú előrejelzéseknek. Emellett a szezonális vizsgálatával az átlagos szezonhatás is számításba vehető.

Kocsis és Anda (2017) egyszerű analitikus trendszámítási módszerek segítségével vizsgálta a Keszthelyi hosszú idősoros csapadékadatok alakulását éves, évszakos és havi bontású adatsorokon. Bár az országos elemzések alapján a csapadékcsökkenés tényét próbálták igazolni, nem találtak az 1871-től 2014-ig terjedő éves csapadékösszegeket tartalmazó idősorban szignifikáns tendenciát. Azonban az évszakos adatok esetében szignifikáns csökkenés mutatkozott a tavaszi hónapok (március, április, május) csapadékösszegében. Ez az éven belüli eloszlás változására utal, ami igen kedvezőtlen hatásokkal járhat Keszthely térségében, mivel a Balaton tavaszi csapadékbevétele meghatározó a későbbi turisztikai szezon szempontjából (vízszint, vízminőség). Emellett a közeli kiemelkedő fontosságú vizes élőhelyek ökológia egyensúlyának megőrzésében is elsődleges. Az analitikus trendek alkalmazási feltételrendszerének bemutatása és vizsgálata a mesterképzés keretében valósul meg. Amennyiben valamelyik feltétel nem teljesül, úgy az analitikus trend alkalmazása helyett a Mann-Kendall trend teszt javasolható, amely egy nemparaméteres eljárás az idősorban esetlegesen jelen lévő monoton tendencia kimutatására. Ezzel a módszerrel a korábbi eredményekhez képest az őszi évszakban is kimutathatóvá vált a csapadékcsökkenési tendencia, ami a szakirodalommal összhangban lévő eredmény (Kocsis és Anda, 2018). Kocsis és munkatársai (2020) tanulmánya szerint az inhomogenitás (töréspontok jelenléte) félrevezető eredményeket szülhet a trendelemzések értelmezése során, ezért indokolt az időszori adatok homogenitását ellenőrző egyszerű módszerek alkalmazása a töréspontok kiszűrésére.

### **Többváltozós korreláció- és regressziószámítás alkalmazása az élelmiszer eredetű megbetegedések és a klimatikus feltételek közötti összefüggések vizsgálatában**

Kocsis és munkatársai (2023) arra a kérdésre keresték a választ, hogy a klímaváltozással együtt járó hőmérsékletemelkedés, a csapadékviszonyok változása, az extremitások fokozódása hatást gyakorol-e az élelmiszer eredetű megbetegedések számának alakulására. Ehhez az Országos Meteorológiai Szolgálat 1961 és 2010 közötti időszakra vonatkozó, tíz különböző klimatikus jellemzőből álló adatsorát, valamint az ÁNTSZ (Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat) élelmiszer eredetű megbetegedések éves számának idősorát dolgozták fel. Többváltozós regressziós modell és backward eliminációs technika alkalmazásával arra a következtetésre jutottak, hogy szignifikáns hatása csak az éves középhőmérséklet alakulásának van. A determinációs együttható értéke alapján az éves középhőmérséklet alakulása 22%-ban magyarázza az élelmiszer eredetű megbetegedések éves számának szóródását. Érdeemes megjegyezni, hogy a két változó közötti összefüggés negatív előjelű, ami abból fakadhat, hogy a felhasznált adatok ellentétes irányú alaptendenciával rendelkező idősorokból származnak.

## **A gazdasági teljesítmény és a kibocsátott üvegházhatású gázok mennyisége közötti összefüggés vizsgálata lineáris regresszióval**

Kétváltozós lineáris korreláció- és regressziószámítás alkalmazásával Kocsis és Lénárt (2022) vizsgálta az Európai Unió államai esetében az I nemzetgazdasági ág (Szálláshelyszolgáltatás és vendéglátás) által megtermelt bruttó hozzáadott érték GVA (Gross Value Added) és az általa kibocsátott üvegházhatású gázok mennyisége közötti lineáris kapcsolatot. Az Európai Unió tagállamaira vonatkozóan az Eurostat adatbázisából a bruttó hozzáadott érték és a kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségére vonatkozó adatok kerültek felhasználásra, a teljes nemzetgazdaságra és az I nemzetgazdasági ágra (turizmus) vonatkozóan 2008-2019 közötti időszakban. A kutatás célja az abszolút decoupling jelenség kimutatása volt az Európai Unió tagállamainak gazdasága és turizmus szektora esetében. Azon államok esetében, ahol a turizmusban (I nemzetgazdasági ágban) abszolút decoupling jellemző, jó gyakorlatuk példaként szolgálhat a többi tagállam számára is.

A gazdasági teljesítmény és a környezetszennyezés szétválása a fejlettebb Nyugat-Európai államokra jellemző. Magyarország esetében az egyes üvegházhatású gázok kibocsátását külön elemezték (Mesteri és Kocsis 2020), és keresték az összefüggést a gazdasági teljesítménnyel. Vizsgálták az üvegházhatású gázok összkibocsátásának és az egyes gázok kibocsátásának tendenciáit. Az eredmények alapján elmondható, hogy az összes üvegházhatásúgáz-kibocsátás mellett a fluorozott szénhidrogének, valamint a perfluorkarbon esetében igazolható szignifikáns tendencia. A szerzők tanulmányozták továbbá, hogy az 1995–2017-es időszakban milyen kapcsolat állt fenn az I nemzetgazdasági ág bruttó hozzáadott értéke és üvegházhatásúgáz-kibocsátása között a gázokat együtt és külön is tekintve. A turizmus (I) nemzetgazdasági ág hozzájárulása az ország gazdasági teljesítményéhez 1995 és 2017 között összecsúszott szignifikánsan növekedett, de aránya a bruttó hozzáadott értékből 2017-ben csupán 1,86%-ot tett ki. A nemzetgazdasági ág karbonhatékonyságában<sup>4</sup> évente átlagosan 5,8%-os javulás volt megfigyelhető.

## **Élelmiszerekkel érintkező műanyagokból kioldódó vegyületek egyensúlyi koncentrációinak vizsgálata statisztikai módszerekkel**

Az élelmiszerek szállítása, tárolása gyakran valamilyen műanyagból, legtöbbször polietilénből (PE) vagy polipropilénből (PP) készült termékben történik. Az említett köolajalapú műanyagok mellett azonban egyre inkább teret nyernek a biológiailag lebomló polimerek, többek között a polilaktid (PLA, polylactic acid). A műanyaggyártás során a polimerekhez különböző adalékanyagokat adnak annak érdekében, hogy bizonyos tulajdonságaikat javítsák. Ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy az adalékanyagok, valamint szennyezőik és bomlástermékeik az élelmiszeripari felhasználás során kioldódhatnak az élelmiszerekbe, mely komoly humán egészségügyi kockázatot jelenthet. Az élelmiszerekkel rendeltetésszerűen érintkezésbe kerülő műanyagokban (Food Contact Plastic, FCP) alkalmazható adalékanyagokat az Európai Bizottság 10/2011 rendeletének pozitív listája tartalmazza. Továbbá e rendelet deklarálni kötelezi a kioldódásvizsgálatok alapvető körülményeit (pl. hőmérséklet, érintkezési idő, modellanyagok).

Kirchkeszner és társai (2021), illetve Petrovics és társai (2022, 2023) különféle műanyag adalékanyagok (antioxidánsok: BHT, Ionox 220, Irgafos 168, UV abszorber: Uvinul 3039, lágyítók: TBAC, TOTM) migrációs kinetikáját vizsgálták PP- és PLA-alapú FCP-kből – a zsíros élelmiszerek helyettesítésére szolgáló modellanyagokban – izooktánban és 95 V/V% etanolban. Kutatómunkájuk első szakaszában az egy-egy adalékanyagot tartalmazó PP és PLA

<sup>4</sup> A karbonhatékonyság egy viszonyszám, ami megmutatja, hogy egységnyi bruttó hozzáadott érték mekkora üvegházhatású gáz kibocsátás árán valósítható meg.

próbatestekből kioldódó adalékanyagok és a polimerek duzzadása közötti összefüggést elemezték. A műanyag próbatestek duzzadása és az adalékanyagok kioldódási koncentrációja között szoros, azonos irányú lineáris összefüggést mutattak ki korrelációanalízissel. A kutatás második szakaszában azt vizsgálták, hogy a terc-butil-acetát (TBAC, tertiary butyl acetate) lágyítót különböző koncentrációban a PP-hez, illetve PLA-hoz adva hogyan alakul a stabilizátorok kioldódása. Megállapították, hogy mindkét polimer esetén a lágyítótartalom növekedésével szignifikáns mértékben nőtt az adalékanyagok kioldódása. Továbbá azt is sikerült igazolni, hogy a kioldódás mértéke függ az adalékanyag molekulatömegétől is, hiszen a nagyobb molekulatömegű adalékanyagok egyensúlyi kioldódási koncentrációja szignifikánsan kisebb volt, mint a kisebb molekulatömegűeké. Megállapították továbbá azt, hogy több stabilizátor együttes jelenléte szignifikánsan nagyobb kioldódási koncentrációkat eredményez, mint amikor a stabilizátorok csak egyenként vannak jelen a műanyagokban. A hipotézisvizsgálatokat minden esetben varianciaanalízissel (ANOVA) végezték. PLA esetében a különböző kristályossági fok melletti kioldódási koncentrációk közötti különbségeket szintén varianciaanalízissel tesztelték.

### **A társadalmi-gazdasági fejlettség és a daganatos megbetegedések kapcsolatának vizsgálata többváltozós adatelemző módszerekkel**

A társadalmi-gazdasági fejlődés demográfiai, egészségügyi hatásait, következményeit különböző elméletek vizsgálják. Kovácsné Székely és társai (2023) az epidemiológiai átmenet elméleti megállapításait kiindulópontként használva vizsgálták meg a daganatos megbetegedések három fő mutatójának (incidencia, mortalitás, prevalencia) 2020-as értékeit. Ezeket az értékeket 170 országra vonatkozóan vetették össze társadalmi-gazdasági fejlettséget kifejező változókkal. Az országok csoportosítása hierarchikus klaszteranalízissel, a csoportosítás jóságának ellenőrzése lineáris diszkriminancia analízissel valósult meg. Főkomponens analízis alkalmazásával csoportonként vizsgálták, hogy mely paraméterek lényegesek az egyes főkomponensekben, és milyen háttértényezők húzódnak meg az adatok mögött. Az eredmények alapján a daganatos megbetegedések és társadalmi-gazdasági háttér közötti kapcsolat igazolódni látszott.

### **Konklúzió**

A kereskedelem és marketing és a turizmus-vendéglátás alapképzésen, valamint a turizmus-menedzsment mesterképzésen oktató statisztikai módszerek számos alkalommal kerültek felhasználásra a statisztika tárgyat oktató kollégák kutatásaiban, melyekből magas – köztük D1-es, Q1-Q4-es – minőségű publikációk születtek. A szerzők által konzultált hallgatók kutatásaiban is sikeresen alkalmazott statisztikai módszerek emelték a hallgatók dolgozatainak színvonalát, akik közül többen sikeresen szerepeltek az Országos Tudományos Diákköri Konferencián is. Az elért eredmények igazolják ezen tárgyak létjogosultságát képzéseinkben.

### **Irodalomjegyzék**

European Commission. (2011). Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. *Off. J. Eur. Union*, 12, pp. 1-89.

Kirchkeszner, Cs., Petrovics, N., Tábi, T., Magyar, N., Kovács, J., Szabó, B.S., Nyiri, Z., Eke, Zs. (2022). Swelling as a promoter of migration of plastic additives in the interaction of fatty

food simulants with polylactic acid-and polypropylene-based plastics. *Food Control*, 132, 108354.

Kocsis, T. és Anda, A. (2017): Analysis of precipitation time series at Keszthely, Hungary: (1871-2014). *Időjárás*, 121 (1), pp. 63-78.

Kocsis, T. and Anda, A. (2018): Parametric or non-parametric: analysis of rainfall time series at a Hungarian meteorological station. *IDŐJÁRÁS* 122 (2) pp. 203-216.

Kocsis, T. és Lénárt, E. (2022): A gazdasági teljesítmény és az üvegházhatású gázok kibocsátása közötti kapcsolat az EU országokban, különös tekintettel az „I” gazdasági ágra. *Deturope*, 14 (1), pp. 50-64.

Kocsis, T., Kovács-Székely, I. and Anda, A- (2020): Homogeneity tests and non-parametric analyses of tendencies in precipitation time series in Keszthely, Western Hungary. *Theoretical and Applied Climatology*, 139 (3-4), pp. 849-859.

Kocsis, T., Magyar-Horváth, K., Bihari, Z., és Kovács-Székely, I. (2023): Analysis of the correlation between the incidence of food-borne diseases and climate change in Hungary. *Időjárás*, 127 (2), pp. 217–231.

Kovácsné Székely, I., Fenyvesi, É., Pintér, T. (2023). Principal Component Analysis-Points of Association Between Cancer and Economic Development. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, pp. 91-130.

Mesteri, V. és Kocsis, T. (2020): A turizmus üvegházhatásúgáz-kibocsátásának és bruttó hozzáadott értékének kapcsolata Magyarországon. *Statisztikai Szemle* 98 (11), pp. 1288–1309.

Petrovics, N., Kirchkeszner, Cs., Patkó, A., Tábi, T., Magyar, N., Kovácsné Székely, I., Szabó B.S., Nyiri, Z., Eke, Zs. (2023). Effect of crystallinity on the migration of plastic additives from polylactic acid-based food contact plastics. *Food Packaging and Shelf Life*, 36, 101054.

Petrovics, N., Kirchkeszner, Cs., Tábi, T., Magyar, N., Kovácsné Székely I., Szabó, B.S., Nyiri, Z., Eke, Zs. (2022). Effect of temperature and plasticizer content of polypropylene and polylactic acid on migration kinetics into isooctane and 95 v/v% ethanol as alternative fatty food simulants. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100916.