

A MAGYAROK VÁNDORLÁSA A KORONAVÍRUS IDEJÉN: Módszertani kísérlet a járvány migrációs hatásainak számszerűsítésére

Zöldi László Zoltán – Ligeti Anna Sára –
Csányi Zoltán – Urbán Ferenc

ÖSSZEFOGLALÓ

Tanulmányunk a koronavírus-járvány magyar állampolgárok nemzetközi vándorlására gyakorolt hatásait vizsgálja. A magyarok ki- és visszavándorlását érintő változások számszerűsítéséhez a járvány előtti adatokra építő, hibrid – gépi tanulási módszerekkel kiegészített – megszakított idősoros elemzéseket végeztünk. Előbb havi szintű szimulációs modelleket alkottunk a 2020-as és 2021-es évek folyamataira nézve, majd összehasonlítottuk ezeket a tényleges vándorlási adatokkal. Eredményeink szerint a koronavírus-járvány következtében az eredetileg várt kivándorlásoknak csak 75%-a, a visszavándorlásoknak pedig 88%-a valósult meg. A COVID sokkhatása a visszavándorlások tekintetében csak évközi torzulásokat okozott. Ezzel szemben a kivándorlásokra gyakorolt hatások a vizsgált időszakban tartósak maradtak. Miközben az Ausztriába irányuló mozgásokat a korábbi évekre jellemző szezonális mintázat felborulása és a kivándorlások halasztása jellemezte, addig az Egyesült Királyságba és Írországba irányuló havi kivándorlásoknak körülbelül a fele teljes egészében elmaradt. Tanulmányunk egyik fontos következtetése, hogy a világgjárvány vándorlási hatásainak megértéséhez csak a migráció egy dinamikusabb és rugalmasabb értelmezése révén kerülhetünk közelebb.

Tárgyszavak: nemzetközi vándorlás, földrajzi mobilitás, COVID-19, gépi tanulás, megszakított idősoros elemzés

Zöldi László Zoltán, Központi Statisztikai Hivatal

E-mail: LaszloZoltan.Zoldi@ksh.hu

Ligeti Anna Sára, Központi Statisztikai Hivatal, Társadalomtudományi

Kutatóközpont, Pécsi Tudományegyetem

E-mail: Anna.Ligeti@ksh.hu

Csányi Zoltán, Központi Statisztikai Hivatal, Barcelonai Egyetem

E-mail: Zoltan.Csanyi@ksh.hu

Urbán Ferenc, Központi Statisztikai Hivatal

E-mail: Ferenc.Urban@ksh.hu

BEVEZETÉS

A COVID-19-járvány világszerte, így Magyarországon is új helyzet elé állította a hivatalos statisztikát. Részletezettségét, gyakoriságát és időszerűségét tekintve sohasem látott adatéhség jelent meg a döntéshozók, a kutatók, a média és a legszélesebb értelemben vett adatfelhasználói közönség részéről, melyet a hivatalos statisztikai adatelőállítók innovatív szervezési és *data engineering* megoldásokkal igyekeztek kielégíteni. A demográfia területén belül különleges figyelmet kapott a járvány halálozásokra (Tóth G., 2022), illetve annak a gyermekvállalásra (Kapitány és Spéder, 2021) gyakorolt hatásainak vizsgálata. Habár a járvány nyilvánvalóan hatott a vándorlási folyamatokra is, e hatások számszerűsítésére hazánkban mindeddig nem került sor. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a releváns nemzetközi szakirodalom sem bővelkedik ilyen irányú kutatásokban (a COVID-19 belföldi vándorlásokra gyakorolt hatásáról lásd González-Leonardo et al., 2022; Borsellino et al., 2022; illetve a nemzetközi vándorlás tekintetében González-Leonardo et al., 2023).

Ez a hiányosság jórészt a rendelkezésre álló adatok tartalmával, hozzáférhetőségével kapcsolatos korlátok következménye: a hivatalos statisztikák általában évenkénti adatokat közölnek, amelyek csak a hosszabb távú mozgásokat veszik figyelembe. Ennél részletesebb adatok a nagyközönség számára csak ritkán hoz-

záférhető. Tanulmányunk szempontjából e korlátok közül a migráció statisztikai definícióját szükséges kiemelni, amely a szokásos lakóhely szerinti népesség fogalmából kiindulva nem képes figyelembe venni a rövidebb időszakokat felölelő mobilitási formákat, így nem alkalmas a COVID folytán gyorsan változó népességmozgások megragadására sem. Jelen tanulmányunkban éppen ezért a migráció egy tágabb értelemben vett fogalmát, a *földrajzi mobilitást* alkalmaztuk, amely rugalmassága révén alkalmasabb a határokon átnyúló népességmozgások számbavételére.¹

A mobilitás térbeli mintázatait értelemszerűen nagyban befolyásolták a vírus megfékezésére irányuló kormányzati döntések. Ezek közül a teljes vagy részleges határázárak a legjelentősebbek,² ideértve a hontalanok, menedékkérők, esetenként a külföldiek, sőt akár a hazai állampolgárok beutazásának korlátozásait is (Kortukova et al., 2020). A Schengeni övezet külső határai 2020 márciusában kerültek lezárásra, majd az európai együttműködés történetében példátlan módon a térség több állama saját határait is lezárta. E folyamat első lépéseként, 2020 februárjában a schengeni országok korlátozták a Kínából történő beutazást, fenntartva ugyanakkor az EU-n belüli szabad mozgás lehetőségét. Azonban a helyi gócpontok elszigetelésére tett erőfeszítések – elsősorban a járvány első szakaszában súlyosan érintett Lombardia lezárása – nem vezettek eredményre. Ennek következményeként Ausztria megtiltotta az Olaszország felől érkezők beutazását, amit aztán több európai ország határainak teljeskörű lezárása követett (Genschel and Jachtenfuchs, 2021). Ami Magyarországot illeti, a kormány egy 2020. március 17.-én kiadott rendeletben³ tiltotta meg a nem magyar állampolgárok belépését az országba (bizonyos kivételek mellett). Ezt követően – habár csak ideiglenes jelleggel – gyorsan visszaállt a teljes határellenőrzés. Egy, a második járványhullám idején hozott kormányrendelet⁴ szeptembertől újra bevezette a határázarat. Ennek értelmében, az EU tagállamokból és a schengeni társult országokból csak meghatározott célokkal lehetett belépni Magyarországra, illetve a magas kockázatú országokból hazatérő magyar állam-

¹ Míg a migráció szokásos lakóhely szerinti definíciója legalább 12 hónapos tartózkodást feltételez a célországban, addig a földrajzi mobilitás esetében a 3 hónapos időkritériumból indulunk ki.

² Sanchez és Achilli (2020) becslései szerint a világjárvány első szakaszában 194 ország vezetett be valamilyen utazási korlátozást.

³ 41/2020. (III. 11.) Korm. rendelet az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető tömeges megbetegedést okozó humánjárvány megelőzése, illetve következményeinek elhárítása, a magyar állampolgárok egészségének és életének megóvása érdekében elrendelt veszélyhelyzet során teendő intézkedésekről. <https://magyarkozlony.hu/dokumentumok/af0a665e93020a1bb69193ed9a8379f516854bf7/megtekintes>

⁴ 407/2020. (VIII. 30.) Korm. rendelet a határellenőrzés ideiglenes visszaállításáról <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A2000407.KOR&dbnum=1>

polgárok számára is kötelezővé vált a karantén (kivéve, ha az érintett személyek negatív PCR-tesztet mutattak be, vagy a rendeletben meghatározott üzleti, gazdasági tevékenység céljából érkeztek).

A fenti szabályozások közvetve vagy közvetlenül befolyásolták az (im)mobilitás mintázatait (Martin és Bergmann, 2021). Miközben a járványhelyzet és az arra adott kormányzati reakciók valóban gátolták az elvándorlást, a visszavándorlások esetében éppen ellenkező irányú hatást figyelhettünk meg, hiszen a koronavírus okozta bizonytalan helyzetben sokan igyekeztek hazatérni még a határátkelési lehetőségek szigorítása előtt. A visszavándorlások elé a járvány megfékezése érdekében hozott döntések sem gördítettek nagyobb akadályokat, mivel a honos állampolgárok beutazására általában eltérő szabályzások vonatkoztak. Európa-szerte a járvány sokkhatásait megsínylő munkaerő-piaci környezet csak fokozta a bevándorlók társadalmi-gazdasági kiszolgáltatottságát. A járvány hatásai különböző módon érintették az egyes gazdasági szektorokat, olyan területeket sújtva leginkább, amelyekben magasabb a külföldi foglalkoztatottak aránya (pl. turizmus-vendéglátás). Ez utóbbiak a fogadó országok lakosságához képest általában magasabb arányban dolgoznak bizonytalan foglalkoztatási formákban (pl. időszakos megbízásokkal, szezonális jelleggel, fekete vagy szürke foglalkoztatásban), de nem csupán a munkaerő-piaci státuszuk instabilabb, gyakran a szociális védőhálózhoz való hozzáférésük, lakhatási helyzetük is rosszabb (Koroutchev, 2021). A határátlépések folyamatosan változó, bizonytalan szabályozása, valamint a bevándorlók célországokban tapasztalt, fokozottan kiszolgáltatott munkaerő-piaci státusza mellett a járvány terjedésével összefüggő idegenellenes hangok is elősegíthették a migrációs döntések visszavándorlás irányába történő átbillenését (Paul, 2020).

E hatások persze különbözőképpen érvényesültek az egyes bevándorló csoportokban. Társadalmi integrációjuk elmélyülésével párhuzamosan a külföldiek helyzete és életkörülményeik egyre inkább közelítenek a befogadó társadaloméhoz, azaz a hosszabb idő óta külföldön élőkre a COVID-19 valószínűleg kisebb hatást gyakorolt. A rövidebb időre szóló és cirkuláris jellegű mozgások esetében az is fontos szerepet játszhatott, hogy a járvány következtében megnövekedett migrációs költségek már nem feltétlenül térültek meg a külföldön töltött rövidebb idő alatt (Lücke, 2020).

Tanulmányunk fő célkitűzése, hogy kísérletet tegyünk a világjárvány magyar állampolgárok ki- és visszavándorlására gyakorolt hatásai számszerűsítésére. Kísérletünk során a koronavírussal összefüggő kormányzati intézkedéseket, illetve az egyéb közbülső hatásokat nem különítjük el, ezek migrációs hatásait együttesen vizsgáljuk. Ehhez a pandémiát megelőző, 2019-cel záródó időszak

havi vándorlási adataira építő hibrid (gépi tanulási módszerekkel kiegészített), megszakított idősoros elemzéseket végeztünk. Első lépésként havi szintű szimulációs modelleket alkottunk a 2020-as és 2021-es évek vándorlási folyamataira nézve, hogy lássuk, hogyan alakultak volna a mobilitási mintázatok a koronavírus megjelenése nélkül. Ezt követően összehasonlítottuk a modell alapú szimulációinkat a ténylegesen megvalósult havi vándorlási adatokkal. A becslőt és valós eredmények közötti eltérések havi és kumulált értékei megmutatják a COVID-19 járványnak a magyarok nemzetközi vándorlására gyakorolt hatásait. Tanulmányunkat az elemzéshez felhasznált adatforrások, illetve az azokon végzett adat-előkészítési lépések bemutatásával kezdjük. Ezt követően részleteikben áttekintjük a felhasznált módszereket, majd vázoljuk az eredményeket és támpontokkal szolgálunk azok értelmezéséhez.

ADATFORRÁSOK

Jelen elemzés adatforrása, hasonlóan a hazai hivatalos vándorlásstatisztikához, a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) társadalombiztosítási azonosító jel (TAJ) nyilvántartása, amelyben azoknak a magyar állampolgároknak a rekordjai szerepelnek, (1) akik másik országban létesítenek hosszabb-rövidebb időre szóló társadalombiztosítást (egyúttal kezdeményezve magyarországi társadalombiztosítási jogviszonyuk szüneteltetését), illetve (2) akik hazatértükkor újra aktiválják azt. Fontos megjegyeznünk, hogy a TAJ nyilvántartásokból csupán az ezekben regisztrált vándorlásokról szerezhetünk tudomást, és mivel a 2010 előtti adatok nem állnak rendelkezésre, így *stock* típusú állapotmutatók nem állíthatók elő belőlük, csak *flow*-, azaz folyamatmutatók (Csányi et al., 2021).

Habár a magyarországi társadalombiztosítási jogviszony szüneteltetésének, illetve újra aktiválásának bejelentése jogszabályi kötelezettség,⁵ valószínűsíthető, hogy e regisztrációs kötelezettségnek nem tesz mindenki eleget. Azzal kapcsolatban, hogy hányan maradnak ki a regiszterből, és ennek következtében mekkora lehet a vándorlás alulbecslésének mértéke, csak feltételezésekkel élhetünk. Mivel más, rendelkezésre álló adatforrásokból – mint amilyen a Munkaerő Felmérés (lásd Hárs és Simon, 2015) vagy más országok tükörstatisztikái (lásd Gödri, 2018) – hasonló trendek és hasonló demográfiai összetételű vándorlási

⁵1997. évi LXXXIII. törvény a kötelező egészségbiztosítás ellátásairól, az Európai Parlament és a Tanács 883/2004/EK rendelete a szociális biztonsági rendszerek koordinálásáról.

csoportok rajzolódnak ki, így arra következtethetünk, hogy megközelítőleg azonos mértékű regisztrációs hajlandóság jellemzi ezeket, azaz a tényleges és a regisztrált népességmozgások közötti eltérés szisztematikus.

A TAJ nyilvántartások mindemellett egyedülálló lehetőséget biztosítanak a magyarok ki- és visszavándorlási mintázatainak longitudinális elemzésére, hiszen a 2010-es évektől nyomon követhetők bennük az egyéni migrációs történetek (Csányi és Ligeti, 2019). A longitudinális megközelítés egyben jobb editálási és imputálási lehetőségeket is eredményez, azaz jobb adatminőséget tesz lehetővé. Ennek megfelelően, az adatok előkészítése során beazonosítottuk az adott személyekhez köthető, regisztrált vándorlási eseményeket, így rekonstruálva migrációs tapasztalataikat, illetve felderítve a lehetséges adatrögzítési hibákat és adathiányokat (például, ha két kivándorlás között hiányzik a visszavándorlás dátuma, vagy a visszavándorlási dátum korábbi, mint a kivándorlás ideje).

Míg a nemzetközi vándorlás hivatalos statisztikai definíciója a szokásos tartózkodási hely fogalmának 12 hónapos tartózkodási időtartamára épül, tanulmányunkban a migrációnak egy tágabb, földrajzi mobilitásként felfogott értelmezését javasoljuk, amely magában foglalja a rövidebb, legalább három hónapos mozgásokat is. Vizsgálódásunkat ily módon kiterjesztettük a csupán néhány hónapos vagy szezonális jellegű, határokon átívelő mobilitási formákra is, amelyek a hivatalos statisztika számára láthatatlanok maradnak (KSH, 2022). A kibővített definíciónak megfelelően a migráció, vándorlás és mobilitás kifejezéseket a továbbiakban szinonimaként használjuk a három hónapot meghaladó külföldi tartózkodásokra vonatkozóan. Végezetül azt is fontos megjegyeznünk, hogy bár mind a hivatalos vándorlási statisztikák, mind az elemzésünkben felhasznált adatok a társadalombiztosítási nyilvántartásokon alapulnak, eltérő fogalmi és módszertani megközelítésük miatt ezek egymással való összehasonlításából nem lehetséges messzemenő következtetéseket levonni (lásd Ligeti, 2021).

Tanulmányunk első fázisában a nyers adatforrásunkat úgy alakítottuk, hogy longitudinális szerkezetének segítségével, az adatjavításokat követően, megállapíthatjuk az egyes személyekhez köthető mobilitások időtartamát. E lépés tette lehetővé, hogy beazonosíthassuk a fentebb vázolt, tágan értelmezett mobil népességet, amelynek jellemzőit felhasználtuk a későbbi elemzés során. Az előkészített és tisztított adatbázist oly módon transzformáltuk, hogy a végeredményként kapott állomány rekordjai egy-egy vándorlási eseményt jelentsenek. Ezek mindegyikéhez a következő attribútumokat rendeltük:

- A vándorlás típusa, amely alatt a földrajzi mobilitás irányát értettük. Lehetséges értékei a kivándorlás, illetve a visszavándorlás.

- A vándorlás dátuma, amely a rendelkezésre álló input adatforrás sajátosságainak megfelelően 2011. január 1. és 2021. december 31. közé esik (a TAJ adatbázis 2010-re vonatkozó adatainak használatától, azok „zajossága” miatt eltekintettük).
- A vándorló személy korcsoportja a vándorlás időpontjában: mivel előzetes vizsgálataink szerint a 17 éven aluliak nem hoznak önálló migrációs döntést, hanem szüleikkel együtt vándorolnak, illetve a 65 év feletti adatok nem reprezentatívak, csupán az aktív korú, 17–65 év közöttiek rekordjait tartottuk meg. Ezeket négy korcsoportra osztottuk: a 17–24, a 25–34, a 35–44 és a 45–65 év közöttiek.
- A vándorlásban érintett ország: a kivándorlás célországa, illetve a visszavándorlás küldő országa. Mivel a kivándorló magyar állampolgárok jelentős része Ausztriát, Németországot vagy az Egyesült Királyságot választja új lakóhelyéül, ezeket külön kezeltük. Az utóbbival, vándorlási mintázatuk hasonlósága miatt összevontuk Írországot. Szintén hasonló jellemzőik miatt, közös kategóriába tettük a Benelux államokat, illetve Svédországot, Norvégiát, Dániát és Finnországot. A fennmaradó országok pedig az „Egyéb” kategóriába kerültek.

Ezt követően került sor a mikroszintű adatok havi szintű aggregálására, amely lehetővé tette az idősoros elemzést. E fázis végeredményeként állt elő egy k csoportból álló idősorpanel, amely a vándorlás típusa, az esemény éve és hónapja, a vándorló személy korcsoportja és a vándorlásban érintett ország szerint tartalmazza a vándorlási események számát. Annak érdekében, hogy a havi szintű adatokat egymással összehasonlíthassuk, ezeket elosztottuk az adott hónap napszámával, így kaptuk meg az adott hónapra jellemző napi átlagos vándorlások számát. Ezek logaritmusát véve normalizáltuk a mutató varianciáját az egész időszakra.⁶ Az értelmezhetőség javítása céljából eredményeinket a havi vándorlások számára visszatranszformálva prezentáljuk.

MÓDSZERTANI ÁTTEKINTÉS

Módszertani megközelítésünk kulcsmozzanata, hogy olyan tényellentétes adatsorokat képzünk, amelyek megmutatják, hogy a koronavírus megjelenése nélkül hány magyar állampolgár vándorolt volna külföldre, illetve hány fő tért volna haza Magyarországra. Ily módon, a becslés és a ténylegesen megvalósult

⁶ Ez az idősorelemzésben használt Box-Cox transzformáció egyik speciális esete, amely esetében $\lambda = 0$ (Lásd Box és Cox, 1964).

vándorlások különbségéből indirekt következtetéseket vonhatunk le a COVID-19 járvány migrációra gyakorolt hatásaira nézve. Formálisan kifejezve tehát az alábbi egyenlet megoldását keressük:

$$(1) \quad \omega_{T+h} = y_{T+h} - y_{T+h}^C,$$

ahol y a vándorlók tényleges száma, y^C az ennek megfelelő tényellentétes adat. T a vizsgált referenciaidőszak kezdetét jelenti, h pedig a T időpont óta eltelt időt. Az (1) egyenlet ismeretlene a tényellentétes y^C , amelynek azonosítási lehetőségei állnak tanulmányunk módszertani megközelítésének középpontjában. Mivel egy, a járvány által nem érintett vándorlási kontrollcsoport beazonosítása nem lehetséges, olyan – a koronavírust megelőző, 2019 végéig terjedő időszak adatain alapuló – idősoros modellek felállítására van szükség, amelyek valid módon jelzik előre, hogy hogyan alakult volna a magyar állampolgárok ki- és visszavándorlása 2020-ban és 2021-ben, ha a járványhelyzet nem következett volna be. Modellezésünk során abból a feltételezésből indultunk ki, hogy valamely t időpontra jellemző vándorlási adatok kifejezhetők azok korábbi értékeinek függvényeként. A pandémia előtti, azaz a járvány hatásaitól mentes havi szintű migrációs adatokra építve, lehetőségünk nyílik előrejelezni a tényellentétes mobilitási szinteket:

$$(2) \quad y_{T+h}^C = f(y_1, \dots, y_T) + u_{T+h} \quad \text{ahol} \quad E(u_{T+h}|Y) = 0$$

Más hatásvizsgálatokkal ellentétben, jelen esetben nem határozható meg pontosan a beavatkozás – azaz a világjárvány – kezdődátuma. Bár a magyarok földrajzi mobilitását érintő első korlátozások 2020 áprilisától léptek életbe, feltételezzük, hogy sokan változtattak migrációs viselkedésükön az azt megelőző hónapokban is. Ebből fakadóan előfordulhat, hogy a modellezéshez használt tanító adatbázisunk (*training data set*) időkereteinek túlzott, a 2020-as év első hónapjaira is kiterjedő bővítése az eredmények torzulásához vezetne. Az ezzel kapcsolatos kísérleteink rámutattak arra, hogy a 2019 decemberével záródó tanító adatbázis mellett érhető el a torzítás minimális szintje, amely ugyanakkor azt is lehetővé teszi, hogy modellünk figyelembe vegye az idősor mintázatában legkésőbb bekövetkező, a járvány hatásaitól még független változásokat.

A (2) egyenletben a teljes ki- és visszavándorlási flow-kat vettük alapul, így azonban ezek összetételét illetően fontos információk maradnak rejtve: elképzelhető, hogy egyes vándorlási csoportok idősorai egymástól, illetve az összesített flow adatoktól eltérő mintázatot mutatnak. Ezen információvesztésnek a

kiküszöbölésére az idősorokat csoportos struktúrában is meghatároztuk, ahol a teljes, összesített flow-k az egyes bontások szerinti – *base-level* – idősorok összegével egyeznek meg.⁷ Ennek során az összesített idősort az előző fejezetben meghatározott változók mentén ún. idősorpanelekre bontottuk, azaz minden típus-korcsoport-célszág kombinációhoz külön, csoportspecifikus idősorokat rendeltünk. Ezt követően ezek mindegyikét külön modelleztük, majd megbecsültük a hozzájuk tartozó tényellentétes idősorokat. Az így kapott egyenkénti (*base level*) becslések összege megegyezik a teljes, összesített flow idősorok tényellentétes értékével:

$$(3) \quad \hat{y}_{T+h}^C = \sum_{i,j,k} \hat{y}_{ijk,T+h}^C$$

ahol i a korcsoport, j a célország és k a vándorlás iránya. Az ily módon előállított csoportos előrejelzések két célt szolgálnak. Egyrészt, az aggregált mutató tényellentétes értéke pontosabb (koherensebb), másrészt jobb betekintés nyílik a koronavírus különböző migráns csoportokra gyakorolt hatásaira.

A diszaggregált előrejelzéseknél megengedtük, hogy a felhasznált modell és/vagy annak paraméterei csoportról csoportra változzanak, hiszen a különböző idősoroknál más-más modellek működhetnek jobban. A tanulmányban háromféle algoritmust használtunk az R programnyelv 4.2-es verziójának *modeltime* könyvtárából (lásd Dancho, 2022):

- a) A TBATS⁸ modell egy klasszikus idősorelemzési modell, amely az exponenciális simítás (exponential smoothing) és ARIMA (autoregresszív integrált mozgóátlag) modelleket ötvözi, lehetővé téve a komplexebb szezonális effektusok figyelembevételét (lásd De Livera et al., 2011). Ezt a modellt viszonyítási alapként használtuk.
- b) A PROPHET modell három komponenst használ az idősorelemzéshez: ezek a trend, a szezonális és a hiba. A modell a trend meghatározásához automatikus töréspontkeresést használ, a szezonális pedig Fourier-sorokkal modellezi. Habár ezt az algoritmust főként üzleti területeken használják, automatizált működésének köszönhetően tanulmányunkban is megfelelő eszköznek bizonyult az általunk felhasznált sok idősor kezelésére (lásd Taylor és Letham, 2017).

⁷ A csoportos idősorelemzés módszeréről lásd bővebben Hyndman et al., 2011.

⁸ A TBATS mozaikszó a modell komponenseinek kezdőbetűiből áll össze. T: Trigonometrikus szezonális, B: Box-Cox transzformáció, A: ARIMA hiba, T: trend, S: szezonális komponens.

- c) A Boosted PROPHET modellben két algoritmus egészíti ki egymást. Először a b) pontban bemutatott PROPHET modell segítségével meghatároztuk az idősor trendkomponensét. Ezt követően, a trend és a tényleges érték közötti hiba mértékére építve, a gépi tanulásban használatos XGBoost regressziós modell alapján (lásd Chen and Guestrin, 2016) azonosítottuk a szezonális elemet. Tehát, míg a PROPHET modell gyengébben teljesít a szezonális komponens megtalálásában, de erős a trend meghatározásában, az XGBoost a szezonális mintázatok tanulásában nyújt jobb teljesítményt, habár nem képes az extrapolációra, azaz nem tudja kezelni a trendet. A Boosted PROPHET egy kevert modell, amelynek segítségével kiaknázzhatjuk mindkettő előnyeit.

A lehető legjobb teljesítmény eléréséhez a fenti modellek paramétereit kalibrálni szükséges. Ehhez a COVID-19 járvány előtti időszak adatait felbontottuk *training* és *test* adathalmazokra, ahol az utolsó év megfigyeléseit (2019/01 – 2019/12) a modellek különböző paramétereinek teszteléséhez használtuk. A hibatagok szórásának vizsgálatával (grid-search módszerrel), a root-mean-square error (RMSE) scoring metrikára alapozva ellenőriztük, hogy az egyes modellek milyen paraméterek mellett adják a legpontosabb előrejelzést a 2019-es évre. Ezt követően a három kalibrált modellből minden panelben kiválasztottuk a legjobban teljesítőt és azokat a teljes training időszak adataira illesztettük, hogy így előrejelezhessük a koronavírus időszakának mobilitási idősorait. A tesztidőszakon elvégzett modellkalibrálás és modellszelekció eredményeit, valamint a teljesítmény alapján kiválasztott modellek statisztikáit az 1. mellékletben összegeztük.

EREDMÉNYEK

Az adatok előkészítésének lezárultával előállt adatállományunk megközelítőleg 440 ezer, a vándorlás időpontjában 17–65 éves személy közel 660 ezer vándorlási eseményét tartalmazta. Ezek többsége kivándorlási esemény (66%), a maradék pedig visszavándorlás. A teljes vizsgált időszakban, a kivándorlások 24%-a Németország, 20%-a Ausztria, 17%-a pedig az Egyesült Királyság, illetve Írország felé irányult. A visszavándorlások esetében ugyanezek az arányok rendre 25%, 27% és 21% (lásd 1. táblázat).

1. táblázat. A teljes vizsgált időszak (2011–2021) vándorlási eseményeinek megoszlása célországokként, a 17–65 évesen vándorlók esetében

| | Kivándorlás | | Visszavándorlás | | Összesen | |
|--------------------------------|-------------|------|-----------------|------|----------|------|
| Ausztria | 89 044 | 20% | 59 661 | 27% | 148 705 | 23% |
| Németország | 106 311 | 24% | 54 698 | 25% | 161 009 | 24% |
| Egyesült Királyság és Írország | 72 714 | 17% | 46 713 | 21% | 119 427 | 18% |
| Benelux és skandináv országok | 27 676 | 6% | 14 797 | 7% | 42 473 | 6% |
| Egyéb és ismeretlen | 140 348 | 32% | 47 183 | 21% | 187 531 | 28% |
| Összesen | 436 093 | 100% | 223 052 | 100% | 659 145 | 100% |

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

2. táblázat. A teljes vizsgált időszak (2011–2021) vándorlási események megoszlása korcsoportonként, a 17–65 évesen vándorlók esetében

| | Kivándorlás | | Visszavándorlás | | Összesen | |
|--------------|-------------|------|-----------------|------|----------|------|
| 17–24 évesek | 97 386 | 22% | 29 028 | 13% | 126 414 | 19% |
| 25–34 évesek | 159 376 | 37% | 85 713 | 38% | 245 089 | 37% |
| 35–44 évesek | 105 301 | 24% | 60 385 | 27% | 165 686 | 25% |
| 45–65 évesek | 74 030 | 17% | 47 926 | 21% | 121 956 | 19% |
| Összesen | 436 093 | 100% | 223 052 | 100% | 659 145 | 100% |

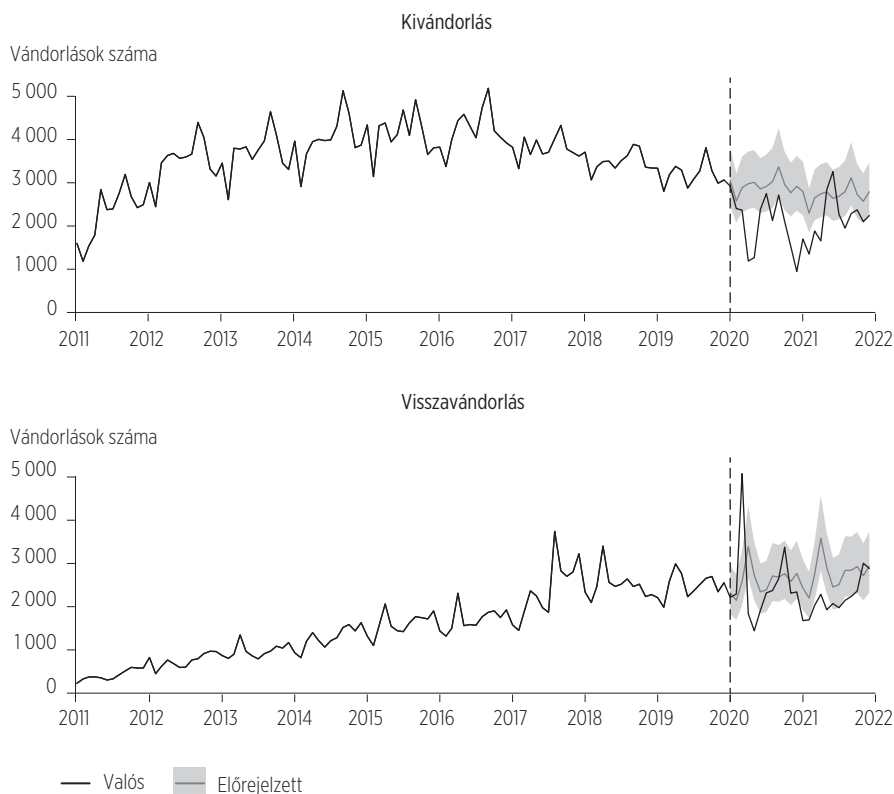
Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

2011 óta mindegyik célországban növekszik a rövidebb időtartamot felölelő migrációs események aránya, ez Ausztria esetében a legmagasabb, ahol 2021-ben a kivándorlások 43%-a nem haladta meg az egy éves tartózkodási időt (Németországban ugyanez az arány 26%, míg az Egyesült Királyságban 12%). A vándorlási folyamatok időbeli alakulását tekintve fontos kiemelni, hogy míg az évtized első felét – az európai célországok munkaerőpiaci nyitásának köszönhetően – növekvő elvándorlás jellemezte, később, a hazai adatforrások alapján, a visszavándorlások száma már felülmúlta a kivándorlásokét. Lassult tehát az évenkénti elvándorlás lendülete, melyben minden bizonnyal a Brexit is szerepet játszott, azonban nagyobb részt annak köszönhető, hogy a mobilabb népesség jelentős része az évtized közepére már kivándorolt. Azt is meg kell jegyeznünk, hogy az évtized második felében éppen a korábban kivándoroltak nagyobb száma tette lehetővé a visszavándorlások növekedését is, így hozzájárulva a magyar állampolgárok vándorlási egyenlegének pozitívvá válásához. Ami az évközi szezonalitást illeti,

ezek leginkább a kivándorlás esetében voltak megfigyelhetők, kisebb tavaszi és nagyobb őszi kiugrásokkal.

Ezen időbeli folyamatokra alapoztuk tehát a korábban leírt, megszakított idő-soros elemzésünket, amelynek segítségével elkészítettük a 2020 elejétől 2021 végéig tartó időszakra vonatkozó szimulációs modelljeinket. A tényleges és a szimulációkból előálló tényellentétes adatsorok összehasonlításával igyekeztünk megválaszolni a COVID-19 járvány vándorlásra gyakorolt hatásait célzó kutatási kérdésünket. A különbségek jobb megértéséhez a havi szintű eltérések abszolút mértékén túl (1. ábra), azok egymáshoz viszonyított arányát is vizsgáltuk (2. ábra). Végezetül, hogy a koronavírus teljes hatását számszerűsítsük, a havi szintű eltéréseket kumuláltuk a járvány általunk vizsgált teljes időszakára (3. ábra).

1. ábra: A tényleges és tényellentétes havi szintű ki- és visszavándorlások száma (2011–2021)

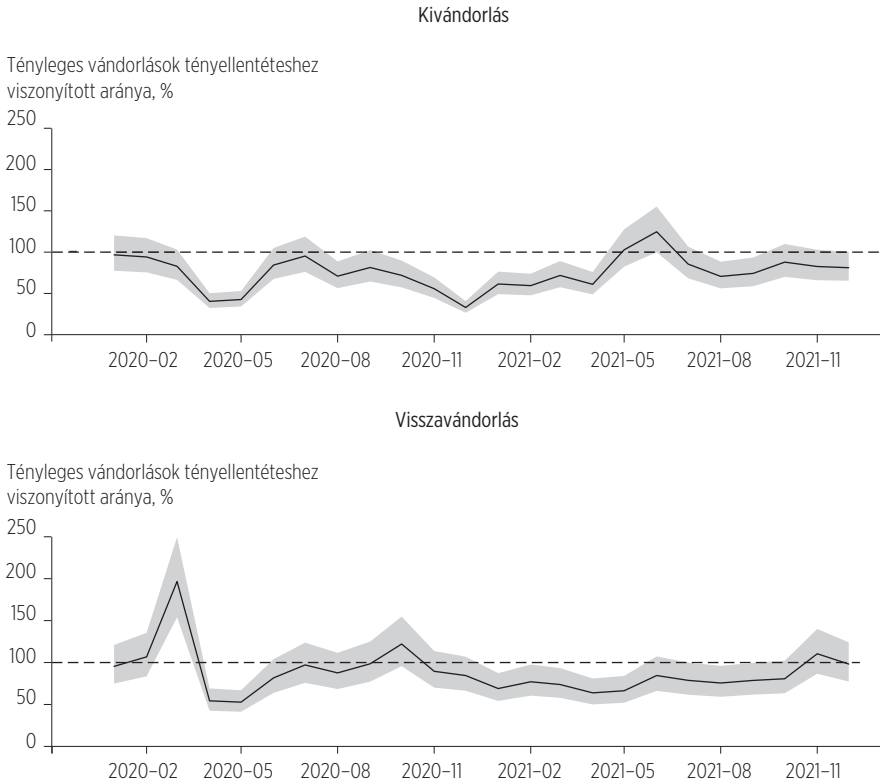


Megjegyzés: Szürke sávval jelöltük az előrejelzések 95%-os konfidencia intervallumát.

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

2020 februárjában mutatkoztak először a pandémia migrációs hatásai. A kivándorlások száma ekkor indult gyors ütemű csökkenésnek (bár az első hónapokban még nem találtunk szignifikáns eltéréseket a szimulációs modellünk és a tényleges adatok között). 2020 márciusában, az első utazási korlátozások várható bevezetésének hírére korábban nem tapasztalt mértékben ugrott meg a tényleges visszavándorlások száma, közel megkétszerezve a szimulációs becsléseinket. Ezt követően, áprilisban és májusban, a határzárak bevezetésének hatására a ki- és visszavándorlási események száma is jelentős mértékben visszaesett: az előrejelzett vándorlási eseményeknek körülbelül fele valósult csak meg.

2. ábra: A tényleges havi szintű ki- és visszavándorlások tényellentétes adatokhoz mért aránya (2020–2021)

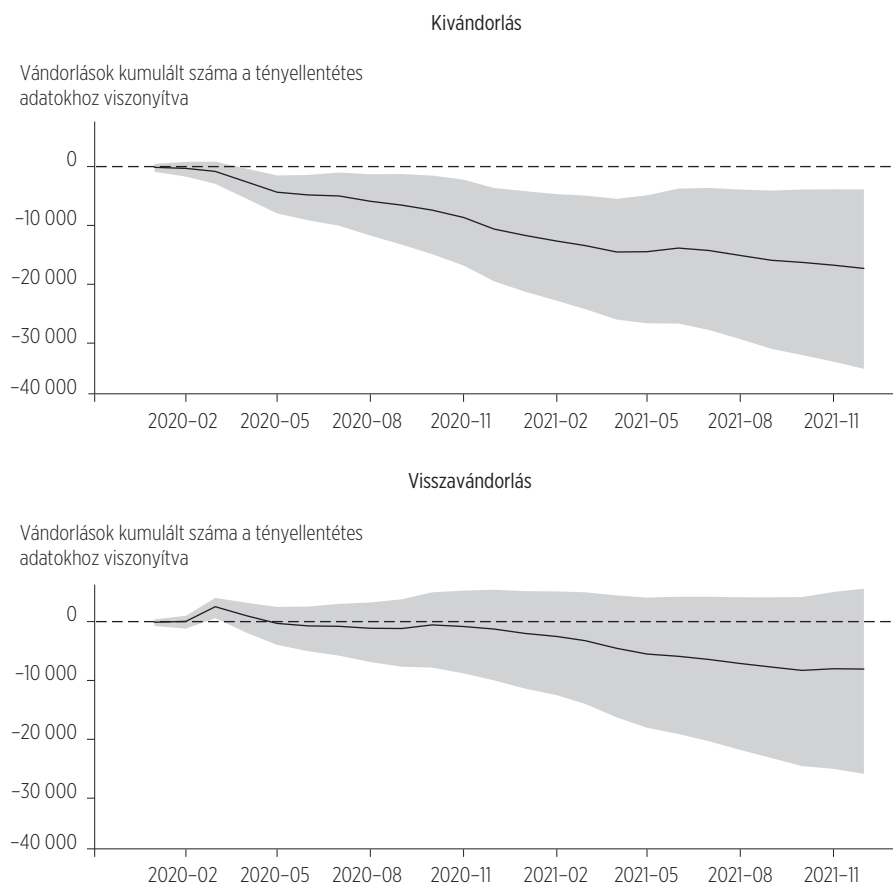


Megjegyzés: Szürke sávval jelöltük az előrejelzések 95%-os konfidencia intervallumát.

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

A fent említett jelentősebb kilengések és időszakos elmozdulások után, melyeket nagymértékben a járvány megfékezése érdekében hozott kormányzati döntések alakítottak, a következő másfél évet a ki- és visszavándorlásoknak egy valamelyest hullámzó, de többségében a becsült értékek alatti szintje jellemezte. Ez a lefelé való eltérés a visszavándorlások esetében a 2021-es év végéig fokozatosan eltűnt, míg a kivándorlásoknál – bár az eltérés nem szignifikáns – a negatív tartományban maradt.

3. ábra: A megvalósult havi ki- és visszavándorlások száma a tényellentétes adatokhoz viszonyítva, a 2020–2021 időszakra kumulálva



Megjegyzés: Szürke sávval jelöltük az előrejelzések 95%-os konfidencia intervallumát.

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

A tényleges és tényellentétes kivándorlások közötti eltérések kumulált értékeinek alakulása (lásd 3. *ábra*) jól mutatja, hogy a járvány erőteljes negatív hatást gyakorolt a magyarok kivándorlására a teljes vizsgált időszakra nézve, és szintén negatív, ám nem szignifikáns hatást fejtett ki a visszavándorlásokra: a járvány két éve alatt 17,3 ezer kivándorlás (25%) és megközelítőleg nyolcezer visszavándorlás (12%) maradt el az előzetesen várt migrációs eseményekhez képest.

A kivándorlások esetében a járvány leglátványosabb hatása a korábban jelentős mértékű szezonális felborulásában érhető tetten, ami jelentősen hozzájárult a tényleges és a becsült kivándorlási számok közti különbségek kialakulásához is. Ezzel szemben a visszavándorlások mintázatát tekintve csupán a járványhelyzet kezdeti szakaszában láthatunk egy nagyobb kiugrást, ennek kumulatív hatása azonban a kétéves időszak végére elenyészik. Mivel az egyes célterületek és korcsoportok tekintetében különböző módokon alakultak a járvány migrációs hatásai, a továbbiakban ezeket az eseteket külön-külön is megvizsgáltuk.

Kivándorlások

A kifelé irányuló mobilitás célországait tekintve fontos kiemelni, hogy néhány hónaptól eltekintve a Németországba irányuló vándorlások nem mutattak szignifikáns eltéréseket az előrejelzett értékektől (lásd 4. *ábra*). Ugyanez elmondható kisebb mértékben a Benelux, illetve a skandináv országok összességére is. Az Ausztria irányába történő mozgások tényleges száma vegyesen alakult becsléseinkhez képest (bár a teljes kétéves időszak kumulatív értékei szerint szintén nem tértek el szignifikánsan a becsülttől). Ennek okai azonban a többi célterülettől egészen eltérő vándorlási mintázatokban keresendők. Az ausztriai kivándorlásokat a földrajzi közelség következtében erőteljes szezonális jellemzi, ez azonban a koronavírus-járvány hatására teljesen felborult. A vándorlások számának erőteljes hullámszerűsége, főként a járvány kezdetén, nem a korábbi évekre jellemző szezonális effektusok, hanem a vírus megfékezése érdekében hozott kormányzati döntések hatottak. Ez különösen nagy különbségeket eredményezett a várt és a tényleges vándorlások között például 2020 őszén, amikor a határátelések szigorítása miatt a kivándorlók száma jelentősen visszaesett, holott a korábbi években ebben az időszakban épp ellenkezőleg, sokkal többen érkeztek Ausztriába. Úgy tűnik azonban, hogy a legtöbben nem mondtak le végleg a kivándorlási terveikről, csak elhalasztották azokat. Erre utal legalábbis, hogy 2020 és 2021 nyár elején a kivándorlási számok növekedése éppen ellentétesen alakult a korábbi évek szezonális hullámai alapján várt alacsony értékekkel.

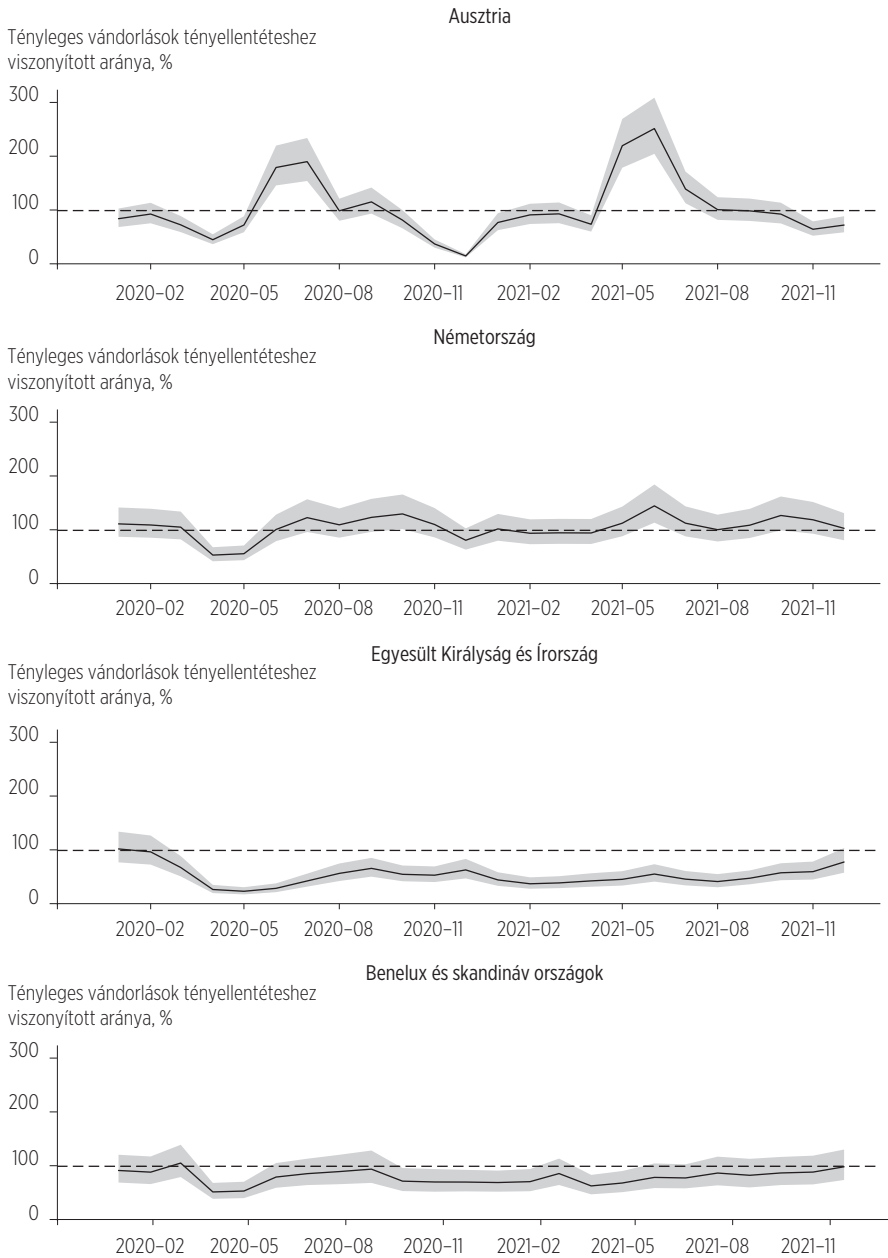
Az Egyesült Királyságba és Írországba – ahol a magyar kivándorlók száma a járványtól függetlenül is meredeken csökkenő tendenciát mutat már a 2010-es évek közepe óta – a vizsgált két év folyamán szignifikánsan kevesebben, havi szinten körülbelül feleannyian vándoroltak, mint amire az előrejelzéseink alapján számíthattunk. Az adatok alapján nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket arra vonatkozóan, hogy ez a célországok beutazási korlátozásaiból, a járványhelyzet okozta munkaerő-piaci sokkból vagy a nagyobb földrajzi távolságból és az ebből fakadó korlátozottabb utazási lehetőségekből következik-e. Ez utóbbi hatások jelenlétére következtethetünk az „egyéb és ismeretlen” kategóriába sorolt országokba történő vándorlások esetén is, hiszen ez a kategória öleli fel az Európán kívüli világot. Ahogyan ez az országcsoport, úgy az Egyesült Királyság és Írország esetén is elmondhatjuk, hogy a vizsgált időszakban mindvégig a várt értéknél szignifikánsan alacsonyabb – a becslt értékek egyharmada körüli – szinten volt a kivándorlások száma.

Az egyes korcsoportokhoz tartozók kivándorlását is különböző módokon érintette a járvány. Összességében a legfiatalabbak (17–24 évesek) és a legidősebbek (45–65 évesek) vándorlási mintázataira gyakorolt kisebb hatást a koronavírus, habár minden vizsgált korcsoport esetében megfigyelhető a kivándorlási számok időszakos visszaesése az utazási korlátozások bevezetésekor. Egymáshoz viszonyítva a két legfiatalabb korcsoport is különbözik egymástól: míg a 17–24 évesek esetében csak az előbb említett lezárásokhoz köthető időszakokban (2020 tavaszán, illetve 2020–21 tele környékén) tértek el szignifikánsan az előre becslt kivándorlási értékek a ténylegesen megvalósulttól, addig a 25–34 évesek kivándorlása a 2021. május és június hónapok kivételével a teljes időszakban szignifikáns mértékben maradt el a várt értékektől. Feltételezzük, hogy e különbségek az életciklus jellemzőihez is kapcsolódnak, hiszen – szemben a 25–34 évesekkel – a legfiatalabb korcsoport tagjai feltehetőleg még családalapítás előtt állnak, őket nem várják Magyarországon maradt házastársaik, gyermekeik.

Visszavándorlások

Az egyes célországokat külön-külön vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a koronavírus-járvány első hullámának kezdetén tapasztalt kiugróan magas visszavándorlási értékek szinte teljes egészében az Ausztriából hazatérőknek köszönhetők (lásd 5. ábra). Míg márciusban az Ausztriából hazatérők száma a várt érték közel négyszerese volt, a többi vizsgált célterület esetében nem tapasztaltunk szignifikáns eltéréseket. A Németországból, illetve a Benelux és skandináv országokból

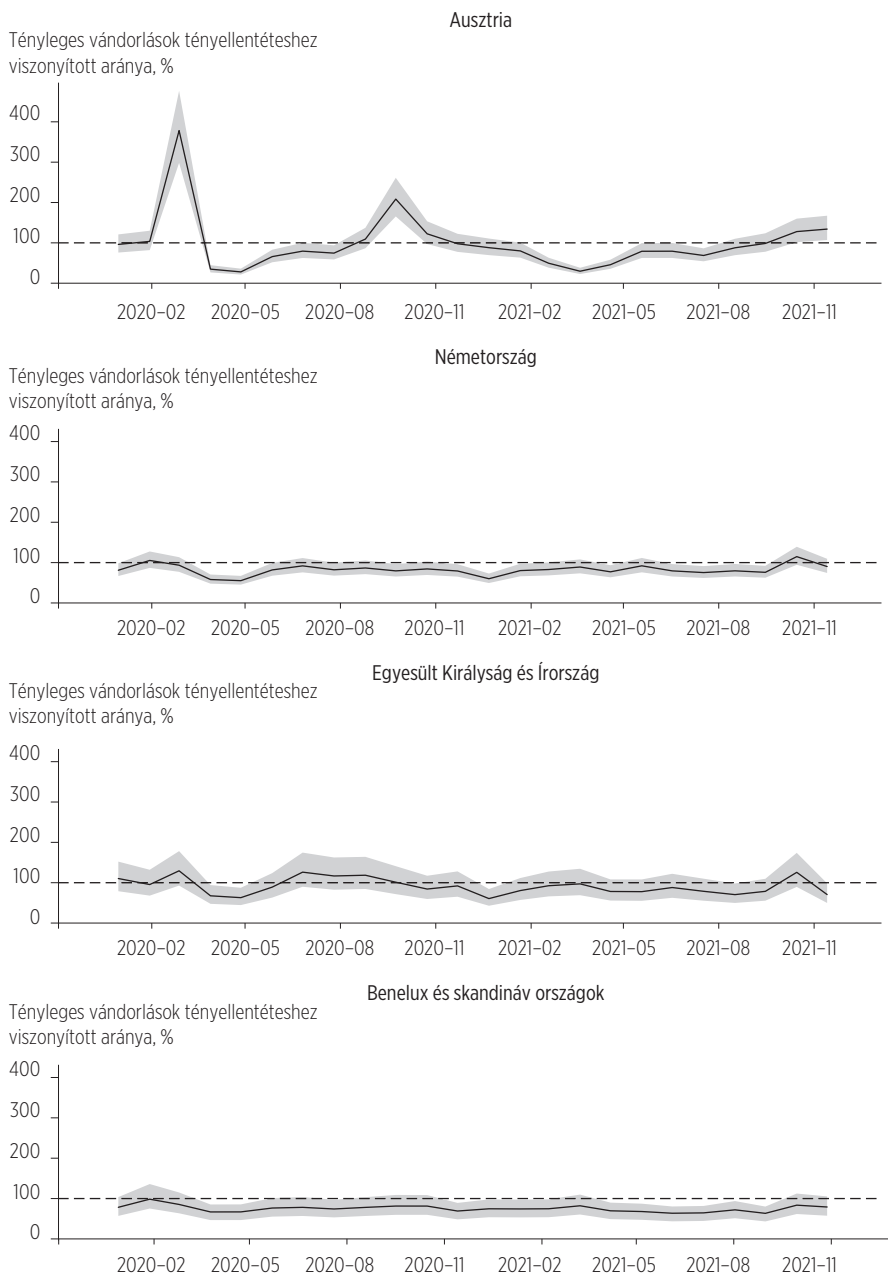
4. ábra: A tényleges havi szintű kivándorlások tényellentétes adatokhoz mért aránya főbb célterületek szerint (2020–2021)



Megjegyzés: Szürke sávval jelöltük az előrejelzések 95%-os konfidencia intervallumát.

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

5. ábra: A tényleges havi szintű visszavándorlások tényellentétes adatokhoz mért aránya főbb célterületek szerint (2020–2021)



Megjegyzés: Szürke sávval jelöltük az előrejelzések 95%-os konfidencia intervallumát.

Forrás: saját számítás a NEAK TAJ adatai alapján.

visszavándorlók esetében a 2020. tavaszi kiugrás lényegében elmaradt. Ez valószínűleg annak tulajdonítható, hogy az Ausztriába vándorló magyarok jelentős része rövidebb távra, főként időszakos, szezonális munkavállalóként érkezett az országba, így a járványhelyzet okozta bizonytalanság is jobban ösztönözte őket a hazatérésre. Ahogyan korábban említettük, feltételezhető, hogy a külföldön töltött idő mértékével párhuzamosan a kivándorlók integrációja mélyül, munkaerő-piaci helyzetük és életkörülményeik egyre kevésbé különböznek a célország honos társadalmától, ezért a járványhelyzet kisebb hatással van a visszavándorlási döntésükre.

A 2020 áprilisában és májusában bevezetett utazási korlátozások következtében elsősorban az Ausztriából, de kisebb mértékben a többi országból visszatérők száma is a becsült értékek alatt maradt. Az év második felében az Ausztriából hazaérkezők száma a várt érték kétszerese körül alakult, de a többi esetben nem tért el szignifikánsan a becsült értékektől (Németországból, illetve a Benelux és skandináv országokból kissé az előrejelzett számok alatt maradt, míg az Egyesült Királyság és Írország esetében éppen meghaladta azt). A 2021-es év folyamán az Ausztriából hazatérők száma kezdetben alulmúlta, majd meghaladta a szimulált adatokat. A többi ország esetében nem találtunk jelentős eltéréseket.

A tényleges visszavándorlások a várttól való eltérésének kumulált különbsége alapján elmondhatjuk, hogy a kétéves időszak végére a legkevésbé Ausztria, illetve az Egyesült Királyság és Írország esetében csökkent a visszavándorlások száma, azonban egyik esetben sem volt szignifikáns az eltérés.

A korcsoportok szerinti hatások nem tértek el lényegesen az összesített eredményektől a visszavándorlások esetében.

KONKLÚZIÓ

Tanulmányunk elsőként vizsgálja a koronavírus-járvány magyar állampolgárok nemzetközi vándorlására gyakorolt közvetlen és közvetett hatásait. A vizsgálathoz olyan tényellentétes adatsorokat képeztünk a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) TAJ nyilvántartásában szereplő, legalább 3 hónapos időtartamú ki- és visszavándorlási adatokból, amelyek megmutatják, hogy a koronavírus megjelenése nélkül hány magyar állampolgár vándorolt volna külföldre, illetve hány fő tért volna haza Magyarországra.

A hibrid, gépi tanulási módszerekkel kiegészített, megszakított idősoros elemzés tanító adatbázisát (*training data set*) a 2011–2019 közötti vándorlási

adatok adták, a diszaggregált idősorok bontási dimenzióit a főbb vándorlási célterületek és a korcsoportok jelentették. Háromféle algoritmus (TBATS, PROPHET, illetve Boosted PROPHET modellek) segítségével elsőként havi szintű, tényellen-téses vándorlási mutatókat alkottunk a 2020-as és 2021-es évek folyamataira nézve, majd összehasonlítottuk ezeket a tényleges vándorlási adatokkal. Ily módon, az előrejelzett és a ténylegesen megvalósult vándorlások különbségéből indirekt következtetéseket vonhattunk le a COVID-19 járvány migrációra gyakorolt hatásainak tekintetében.

A pandémia kezdeti időszakát jelentős, ám csupán időszakos elmozdulások jellemezték. Ezeket főként a járvány megfékezése érdekében hozott kormányzati intézkedések alakították. 2020 márciusában, az első utazási korlátozások várható bevezetésének hírére korábban nem tapasztalt mértékben ugrott meg a tényleges visszavándorlások száma, majd a határzárak bevezetésének hatására a ki- és visszavándorlások száma is jelentősen visszaesett, 60, illetve 50%-kal. A következő időszakot a vándorlásoknak egy hullámzó, de többé-kevésbé a becsült értékek alatti szintje jellemezte. Összességében, az általunk vizsgált járványidőszakra elmondható, hogy 17 ezer kivándorlás és nyolcezer visszavándorlás maradt el az előzetesen várt migrációs eseményekhez képest. Ez az eltérés azonban csak a kivándorlások esetén volt szignifikáns.

A földrajzi közelséggel összefüggésben, leginkább az Ausztriába irányuló kivándorlásokat jellemezte szezonális mintázat a korábbi években, ez azonban a járvány hatására felborult. A pandémia időszakát Ausztria esetében nem a kivándorlások elmaradásával, hanem azok elhalasztásával írhatjuk le a legjobban. Ezzel szemben az Egyesült Királyságba és Írországba havi szinten körülbelül feleannyian vándoroltak, mint amire az előrejelzéseink alapján számíthattunk, így a járvány hatására valóban elmaradtak a kivándorlások ezekbe az országokba. A koronavírus-járvány első hullámának kezdetén tapasztalt kiugróan magas visszavándorlási értékek szinte teljes egészében az Ausztriából hazatérőknek köszönhetők, ami az ide irányuló rövidtávú mobilitási formák magas számával magyarázható.

IRODALOM

- Chen, T. and Guestrin, C. (2016). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining*, 785–794.
- Borsellino, R., Bernard, A., Charles-Edwards, E. and Corcoran J. (2022). A regional renaissance? The shifting geography of internal migration under COVID-19. *Australian Geographer* 53(4), 405–423.
- Csányi, Z., Ligeti, A. S., Novák, J., Urbán, F. és Zöldi, L. (2021). A nemzetközi vándorlás fogalma és mérése a hazai hivatalos statisztikában. *Demográfia*, 64(1), 79–102.
- Csányi, Z. és Ligeti, A. S. (2019). *Reconciling administrative and survey data for measuring circular migration in Hungary*. (Conference of European Statisticians) Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.
- Dancho, M. (2022). Modeltime: The Tidymodels Extension for Time Series Modeling. R package version 1.2.2. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=modeltime>.
- De Livera, A. M., Hyndman, R. J. and Snyder, R. D. (2011). Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing, *Journal of the American Statistical Association*, 106(496), 1513–1527.
- Genschel, P. and Jachtenfuchs, M. (2021). Postfunctionalism reversed: solidarity and rebordering during the COVID-19 pandemic. *Journal of European Public Policy*, 28(3), 350–369.
- González-Leonardo, M., López-Gay, A., Newsham, N., Recaño, J. and F. Rowe (2022). Understanding patterns of internal migration during the COVID-19 pandemic in Spain. *Population, Space and Place* 28(6): e2578.
- González-Leonardo, M., Potančoková, M., Yildiz, D. and F. Rowe (2023). Quantifying the impact of COVID-19 on immigration in receiving high-income countries. *PLoS ONE* 18(1): e0280324.
- Gödri, I. (2018). Nemzetközi vándorlás. In Monostori, J., Őri, P. és Spéder, Zs. (szerk.): *Demográfiai portré 2018. Jelentés a magyar népesség helyzetéről*. Budapest: KSH Népeségtudományi Kutatóintézet.
- Hárs, Á. és Simon, D. (2015). *A munkaerő-migráció változása a kétezres években Magyarországon: Vizsgálat a munkaerő-felmérés adatai alapján*. (Budapest Working Papers on the Labour Market, No. BWP - 2015/2.) Budapest: Hungarian Academy of Sciences, Institute of Economics, Centre for Economic and Regional Studies.
- Hyndman, R. J., Ahmed, R. A., Athanasopoulos, G. and Shang, H. L. (2011). Optimal combination forecasts for hierarchical time series. *Computational Statistics and Data Analysis*, 55(9), 2579–2589.
- Kapitány, B. és Spéder, Zs. (2021). Gyermekvállalás. In Monostori, J., Őri, P. és Spéder, Zs. (szerk.), *Demográfiai portré 2021. Jelentés a magyar népesség helyzetéről*. Budapest: KSH Népeségtudományi Kutatóintézet.
- Koroutchev, R. (2021). The COVID-19 mobility impacts on the migration flow in South-East Europe: The situation in 2021 and before 1989. *Journal of Liberty and International Affairs*, 7(1), 39–50.

- Kortukova, T. O., Dei, M. O., Blahodarnyi, A. M. and Kaminska, N. V. (2020). COVID-19: Regulation of Migration Processes in The European Legal Area. *Cuestiones Políticas*, 38, 321-332.
- KSH [Központi Statisztikai Hivatal] (2022). *Demográfiai Évkönyv, 2021*. Budapest.
- Ligeti, A. S. (2021). A földrajzi mobilitás változó mintázatai: Átmeneti elvándorlás, tartós letelepedés és cirkuláris migráció a magyar állampolgárok körében. *Demográfia*, 64(2-3), 109-135.
- Lücke, M. (2020). COVID-19 impact on international migration: Upheaval in the short run, but few lasting effects. In Felbermayr, G. (szerk.), *The World Economy after the Coronavirus Shock: Restarting Globalization?* Kiel Institute for the World Economy: Kiel, 56-64.
- Martin, S. and Bergmann, J. (2021). (Im)mobility in the Age of COVID-19. *International Migration Review*, 55(3), 660-687.
- Paul, R. (2020). Europe's essential workers: Migration and pandemic politics in Central and Eastern Europe during COVID-19. *European Policy Analysis*, 6(2), 238-263.
- Sanchez, G. and Achilli, L. (2020). *Stranded: The impacts of COVID-19 on irregular migration and migrant smuggling*. European University Institute.
- Taylor, S. J. and Letham, B. (2018). Forecasting at scale. *The American Statistician*, 72(1), 37-45.
- Tóth, G. Cs. (2022). Másfél év pandémia Magyarországon: Mérséklődő különbségek a regionális és korszpecifikus többlethalandóságban. *KRTK-KTI MŰHELYTANULMÁNYOK 2022/04*. Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont: Budapest.

THE MIGRATION OF HUNGARIAN CITIZENS DURING THE COVID-19 PANDEMIC: A methodological attempt to quantify the migratory impact of COVID-19

ABSTRACT

This paper examines the impact of COVID-19 on the international migration patterns of Hungarian citizens. In an attempt to quantify the effect of the pandemics on the outward mobility of Hungarians and their return, we carried out hybrid – machine learning-supported – interrupted time series analyses based on pre-pandemic migration flows data. First, we simulated counterfactual monthly flows for 2020 and 2021, then we compared model-based predictions with the actual size of monthly migrations. In accordance with our results, only 75% of the originally expected emigrations and 88% of return migrations took place due to the pandemic. In the case of return migrations, the shock effect of COVID-19 led to changes only in intra-annual dynamics. Impacts on emigration however lasted in the entire period under examination. While emigration to Austria was characterized by the changing seasonal patterns and the postponement of movements, towards the United Kingdom and Ireland only half of predicted monthly emigrations had come true. An important conclusion we might draw from this experiment is that only a more dynamic and flexible interpretation of human mobility can bring us closer to fully understand the migratory impact of the pandemics.

Keywords: International migration, geographical mobility, COVID-19, machine learning, interrupted time-series analysis

MELLÉKLET

M1. táblázat: A modellszelekció eredménye és a teszt adathalmazra (2019) vonatkozó modell-statisztikák

| | Célország | Korcsoport | Modell | MAE | SMAPE | RMSE | RSQ |
|-------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|------|--------|------|------|
| Kivándorlás | Ausztria | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,10 | 6,61 | 0,14 | 0,93 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,07 | 3,56 | 0,09 | 0,93 |
| | | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,07 | 4,20 | 0,09 | 0,92 |
| | | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,09 | 5,66 | 0,12 | 0,83 |
| | Németország | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,12 | 9,33 | 0,15 | 0,76 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,09 | 4,91 | 0,11 | 0,72 |
| | | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,08 | 6,71 | 0,12 | 0,81 |
| | | 45-65 | PROPHET | 0,09 | 6,13 | 0,11 | 0,80 |
| | Egyesült Királyság és Írország | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,07 | 6,74 | 0,10 | 0,94 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,10 | 6,78 | 0,12 | 0,75 |
| | | 35-44 | TBATS | 0,17 | 26,63 | 0,20 | 0,22 |
| | | 45-65 | PROPHET | 0,18 | 108,85 | 0,21 | 0,28 |
| | Benelux és skandináv országok | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,17 | 56,03 | 0,19 | 0,93 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,10 | 10,80 | 0,13 | 0,74 |
| | | 35-44 | PROPHET | 0,09 | 27,58 | 0,11 | 0,87 |
| | | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,12 | 57,63 | 0,18 | 0,71 |
| Egyéb | 17-24 | PROPHET | 0,11 | 5,00 | 0,14 | 0,68 | |
| | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,05 | 1,84 | 0,06 | 0,83 | |
| | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,08 | 3,56 | 0,10 | 0,77 | |
| | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,08 | 3,39 | 0,10 | 0,53 | |

Megjegyzések: MAE – Mean absolute error, SMAPE – Symmetric mean absolute percentage error, RMSE – Root-mean-square error, RSQ – R-squared

M1. táblázat: A modellszelekció eredménye és a teszt adathalmazra (2019) vonatkozó modell-statisztikák (folytatás)

| | Célország | Korcsoport | Modell | MAE | SMAPE | RMSE | RSQ |
|-----------------|--------------------------------|------------|-----------------|------|--------|------|------|
| Visszavándorlás | Ausztria | 17-24 | TBATS | 0,17 | 27,78 | 0,21 | 0,85 |
| | | 25-34 | PROPHET | 0,08 | 4,21 | 0,10 | 0,93 |
| | | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,09 | 5,28 | 0,11 | 0,85 |
| | | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,08 | 4,52 | 0,09 | 0,87 |
| | Németország | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,09 | 10,86 | 0,11 | 0,22 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,06 | 3,24 | 0,09 | 0,30 |
| | | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,07 | 3,90 | 0,09 | 0,13 |
| | | 45-65 | TBATS | 0,08 | 4,57 | 0,10 | 0,50 |
| | Egyesült Királyság és Írország | 17-24 | TBATS | 0,19 | 31,62 | 0,24 | 0,39 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,10 | 4,53 | 0,11 | 0,05 |
| | | 35-44 | PROPHET | 0,15 | 9,73 | 0,18 | 0,24 |
| | | 45-65 | PROPHET | 0,20 | 26,88 | 0,24 | 0,07 |
| | Benelux és skandináv országok | 17-24 | BOOSTED PROPHET | 0,14 | 68,88 | 0,16 | 0,31 |
| | | 25-34 | TBATS | 0,11 | 13,38 | 0,13 | 0,12 |
| | | 35-44 | BOOSTED PROPHET | 0,12 | 38,02 | 0,14 | 0,33 |
| | | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,13 | 151,93 | 0,17 | 0,07 |
| | Egyéb | 17-24 | PROPHET | 0,12 | 16,33 | 0,15 | 0,63 |
| | | 25-34 | BOOSTED PROPHET | 0,07 | 4,00 | 0,09 | 0,51 |
| | | 35-44 | PROPHET | 0,08 | 5,39 | 0,11 | 0,09 |
| | | 45-65 | BOOSTED PROPHET | 0,12 | 8,55 | 0,15 | 0,38 |

Megjegyzések: MAE – Mean absolute error, SMAPE – Symmetric mean absolute percentage error, RMSE – Root-mean-square error, RSQ – R-squared