

OTDK dolgozat

2023



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

**A COVID-19 HATÁSA
MAGYARORSZÁG NEMZETKÖZI KÖZÚTI
ÁRUFUVAROZÁSÁRA**

**THE IMPACT OF COVID-19 ON THE INTERNATIONAL ROAD
FREIGHT TRANSPORT OF HUNGARY**

Várteleki Richárd

Konzulens: Szabó Zsombor

Kézirat lezárásának dátuma: 2022.11.07.

Tartalom

1.	Bevezetés.....	1
2.	Irodalmi összefoglalás, áttekintés	2
3.	Módszertan.....	5
3.1.	Korrelációs számítás.....	5
3.2.	Regresszió számítás	6
3.3.	Alkalmazás az EXCEL-ben	7
3.3.1.	A regressziós statisztika	7
3.3.2.	Varianciaanalízis	8
3.3.3.	Koefficienseket tartalmazó táblázat	9
4.	Modell specifikáció	10
4.1.	Függő változó és a magyarázó változók bemutatása	10
4.2.	A vírus által fertőzöttek számát tartalmazó modell korrelációanalízise és változóinak pontos ismertetése	15
4.3.	A COVID-19 hatásait dummy változóval figyelembe vevő modell korrelációanalízise és pontos ismertetése	17
5.	Eredmények ismertetése.....	19
5.1.	Fertőzöttek számát figyelembe vevő modell	19
5.2.	A vírus hatásait dummy változóval figyelembe vevő modell.....	22
6.	Modellek összevetése, összegzés	25
6.1.	Összehasonlítás	25
6.2.	Összegzés.....	27

Ábrajegyzék

1. ábra: Gázolaj átlagár és a nemzetközi szintre fuvarozott tömeg.....	11
2. ábra: Euró árfolyam és a magyar nemzetközi közúti árufuvarozás	12
3. ábra: Magyarország hazai és nemzetközi közúti árufuvarozása	13
4. ábra: A nemzetközileg fuvarozott árutömeg és a GDP százalékos alakulása	14
5. ábra: COVID-19 új fertőzöttek száma Magyarországon	15
6. ábra: A modell alapján becsült és a valós adatok.....	22
7. ábra: Dummy változóval szemléltetett COVID-19 hatások alapján számított modell és a valós nemzetközi szintre közúton fuvarozott árutömeg alakulása	24
8. ábra: A tényadatok és a modellek alapján számított értékek	27

Táblajegyzék

1. táblázat Irodalmi összefoglalás (forrás: saját gyűjtés).....	3
2. táblázat: Varianciaanalízis tábla (forrás: saját)	9
3. táblázat: Korrelációs vizsgálat (forrás: EXCEL)	16
4. táblázat: Korrelációanalízis (forrás: EXCEL).....	18
5. táblázat: Fertőzöttek számát figyelembe vevő modell eredményei (forrás: EXCEL).....	19
6. táblázat: A COVID-19 hatásokat dummy változóval figyelembe vevő modell eredményei (forrás: EXCEL).....	23
7. táblázat: Regressziós statisztika eredményeinek összevetése (forrás: EXCEL) ...	25
8. táblázat: P és t értékek (forrás: EXCEL).....	25

1. Bevezetés

A COVID-19 világjárvány jelentős hatással volt az emberiség utóbbi éveire. Az emberek egy általuk eddig még nem látott arcát tapasztalták meg a világnak. Félelem a vírustól, bezártság, ingerszegény környezet, kijárási korlátozások, távolságtartás, maszkviselési kötelezettség és még rengeteg más, itthon eddig nem tapasztalt jelenség. Vállalatok kényszerültek leépítésekre, vendéglátók és szállodák kerültek régóta nem látott mély pontra, jelentős számú ember jövője vált bizonytalanná, érezhetőek voltak a gazdasági hatásai a járválynak. Sokakat viselt meg érzelmileg, akár egy hozzátartozójuk elvesztése révén is a betegség.

A történelem során már számos hasonló történetet vészeltek át őseink, alkalmazkodva az új helyzet okozta lehetőségekhez. Ez a pandémia időszaka alatt is így történt. Az otthonról történő munkavégzés népszerűvé vált, sok esetben el is rendelték azt. Több idő jutott sokaknak a családjukra, önmagukra. Egy borzasztó, világméretű járvány is hordozhat némi előnyt, csak fel kell fedezni azt.

Ebben a dolgozatban a COVID-19 hatásait fogom vizsgálni Magyarország nemzetközi közúti árufuvarozására, természetesen más hatásokat is vizsgálva. A hazai teljes nemzetközi fuvarozás 36,4 %-át [17] teszi ki a közúton végzett, amely jelentős. A rövid bevezetést követően az általam olvasott szakirodalom releváns alkotásait veszem sorra. Azt követően a módszertant ismertetem, mely a többváltozós lineáris regresszió lesz. A módszertan után bemutatom a vizsgált függő és független változókat, ezeknek a relevanciáját, majd a COVID-19 vírust kétféleképpen figyelembe véve fogom elvégezni a vizsgálatot. Ezután értékelem a kapott eredményeket külön, majd a két különbözőt egymással összevetve is. Ezek tükrében fogom a következtetéseimet levonni a COVID-19 és egyéb változók Magyarország nemzetközi közúti árufuvarozásra gyakorolt hatásáról, melyeket a szakirodalomban található eredményekkel, konklúziókkal is összevetek.

Előjáróban, az elemzés eredményétől függetlenül, a COVID-19 hatásait a vizsgált témában lehet számszerűsíteni és statisztikai adatokként kezelni. A valóságban azonban teljesen másként kell ezt a szörnyűséget felfogni. Egy emberi élet leírhatatlan egyetlen strigulával, dummy változóval. Ez nem is célja a tanulmánynak, csupán a vizsgálathoz szükséges számszerűsítés.

2. Irodalmi összefoglalás, áttekintés

Az 1. táblázat összefoglalva tartalmazza a releváns, általam olvasott tudományos munkákat.

Az irodalmi áttekintésben főképp olyan tudományos munkákat mutatok be röviden, melyek a COVID-19-cel vagy valamely más, világméretű rendkívüli eseménnyel kapcsolatosak, a 2001. szeptember 11-én történt terrortámadással. A vírussal kapcsolatos munkák természetesen illenek a témához. A szeptember 11-gyel kapcsolatosak pedig azért különösen fontosak, mivel szigorú határellenőrzések, lezárások követték őket, hasonlóan a COVID-19-hez.

Juan Nicolas Gonzalez és társai [5] Kolumbiában vizsgálták a COVID-19 hatásait a GDP segítségével. Tanulmányuk azt mutatta ki, hogy országukban a GDP növekedése vagy csökkenése együtt jár a közúti fuvarozási teljesítmény azonos irányú mozgásával, mivel a GDP visszaesett 2020-ban, ezért azt a következtetést vonták le, hogy a vírus negatív hatással volt. Ez egyezik Ana Alises [13] és társai által bemutatottakkal, miszerint a fejlettebb országok tudják növelni a GDP-jüket a fuvarozási teljesítmény növekedése nélkül, a kevésbé fejlettek pedig a fuvarozási teljesítmény növelésével tudnak magasabb GDP-t elérni. Az elemzést az Egyesült Királyságra és Spanyolországra végezték 2014-ben.

Dominic Loske [7] német kiskereskedelmi boltokba történő élelmiszerfuvarozást vizsgálta 2020-ban. A COVID-19 fertőzöttek és a vírusban meghaltak függvényében elemezte regressziót használva az összefüggést. Azt a következtetést vonta le, hogy a betegség terjedése, ezáltal a fertőzöttek és a halottak számának növekedése, pozitív hatással volt a fuvarozott élelmiszerekre. Szintén egy élelmiszeriparral, pontosabban mezőgazdasággal kapcsolatos kanadai tanulmány, melynek szerzője Richard S. Gray [15], 2020-ban azt mutatja ki, hogy más iparágak visszaesése miatt a mezőgazdaság fuvarozási teljesítménye nőtt a COVID-19 első hulláma alatt.

San-Ju Ho és társai [8] Kínát vizsgálták 2019 december és 2020 augusztus között. A fogyasztói árindex, üzemanyag termelés és a vírus által fertőzöttek számának függvényében elemezték a fuvarozási teljesítményeket. Azt a konklúziót vonták le, hogy a fertőzöttek számának növekedése pozitív hatással volt a fuvarozásra. Irena Lacka és Blazej Supron [4] Lengyelországot vizsgálva 2021-ben a COVID-19 rövid távú hatásait a közúti áru fuvarozásra negatívnak találták, azonban a hosszabb távú hatását már pozitívnak.

1. táblázat Irodalmi összefoglalás (forrás: saját gyűjtés)

cím	földrajzi terület	vizsgált rendkívüli esemény hatása a köz- úti áru fuvarozásra	vizsgált változók	rendkí- vüli ese- mény
Impact of COVID-19 pandemic on road freight transport-A Colombian case study [5]	Kolumbia	ország helyzetétől függ	GDP, Közlekedési Minisztérium adatbázis adatai	COVID-19
The COVID-19 pandemic and transportation engineering [6]	Általános	sok további ismeret szükséges kimutatásához	Általános	
The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics- An empirical analysis in German food retail logistics [7]	Németország	Fertőzöttek magasabb száma esetén több száraz árut szállítanak	COVID-19 fertőzöttek és halálozások száma, különböző típusú termékek szállítási volumene	
The impact of COVID-19 on freight transport- Evidence from China [8]	Kína	Pozitív, fertőzöttek számával nő a közúti fuvarozási forgalom	Fogyasztói-árindex, benzin- és gázolaj termelés, COVID-19 fertőzöttek száma	
Road freight transport companies facing the Covid-19 pandemic [14]	Lengyelország	Negatív	Kérdőív	
The impact of COVID-19 pandemic on the global trade [9]	Vietnám	Negatív	Lezárások, korlátozások vizsgálata	
Pandemic waves and the time after COVID-19: Consequences for the transport sector [12]	Globális	Csomagküldő cégek a nagy nyertesek	Általános	
Agriculture, transportation, and the COVID-19 crisis [15]	Kanada	Mezőgazdasági termékek közötti szállítási növekszik	Általános	
Truck movement across the Canada-US border: The effects of 9/11 and other factors [10]	USA	Negatív	GDP, autóipari termelés, árfolyam, benzin ára, 9/11 hatások, 2008-as válság	2001.09.11-i terrortámadás
The impacts of 9/11 on Canada-U.S. trade [16]		Kikötőket vizsgál, az eredmény változó	GDP, árfolyam, 9/11, USA importja Kanadából	

Szintén lengyel elemzők ([14]) 2021-ben kérdőíves kutatással a vírus első hullámát vizsgálták közúti áruszállítást végző vállalatok esetén, negatív eredményre jutottak a szektort illetően. Thuy Dung Vo és társa [9] 2021 januárjában az előző esztendőt tekintve és a Vietnám területén történt lezárásokat vizsgálva negatív hatását mutatták ki a fertőzésnek az áruszállításra.

Születtek tanulmányok, melyek a COVID-19 hullámait vették figyelembe - például [12] - mely a közlekedés hozzáférhetősége és a vírus terjedése között állapított meg kapcsolatot. Chris Hendrickson és társa tanulmányukban [6] azt említi, hogy még sok információra és tanulmányra van szükség annak érdekében, hogy meg tudjuk pontosan mondani a COVID-19 hatásait a közlekedési és áru fuvarozási ágazatra.

Hanna F. Maoh és társszerzői [10] 2016-ban írt tudományos munkájukban a teherautók mozgását vizsgálták a Kanada-USA határon. A GDP, a két ország devizájának árfolyama és a benzin ára voltak a függő változók vizsgálataik során, a 9/11-hez és a 2008-as gazdasági világválság hatásának érdekében dummy változókat rendeltek ezen eseményekhez. Elemzésük kimutatta a valuta árfolyam hatását a két ország között közlekedő kamionok fuvarozásának irányára, továbbá a terrortámadás negatív hatásait is kimutatta a Nagy-tavak környéki határátkelőkre. Ebben a témában írt Paul Storer és Steven Gliberman is 2006-ban [16], csak ők a kikötők mutatót vizsgálták. Egyértelmű hatását nem bizonyították a terrortámadásnak, a különböző kikötők különböző eredményekkel szolgáltak.

Szintén az amerikai kontinensen, a Mexikó-USA határt vizsgálva René Cabral és társai [11] a Mexikóból az USA-ba átlépő járművek számát tanulmányozta a mexikói peso és az amerikai dollár, a munkanélküliség, a GDP és dummy változók segítségével a 2001-es terrortámadás és a 2008-as gazdasági világválság függvényében. Azt a következtetést vonta le, hogy az átkelő járművek számát legfőképpen a valuták árfolyama határozza meg.

Az áru fuvarozással kapcsolatban magyar szakirodalmat is találtam, azonban a COVID-19 hatásairól itthon kevesebb kutatás született, emiatt nem gondolom relevánsnak ezen források használatát. A csekély számú ezen témával foglalkozó magyar cikk is indokolja, hogy ez a téma hazánkban még nem kellően feltárt, emiatt is tartom hasznosnak a munkám.

3. Módszertan

A következőkben ismertetem a felhasznált módszereket, eljárásokat, melyeket munkám során felhasználtam. Az Excel program adatelemzés bővítményét, azon belül is a regressziószámítást, használtam a számolásokhoz, így ennek értelmezését is bemutatom.

3.1. Korrelációszámítás

A vizsgálat során lineáris regressziószámítást fogok végezni. A bemenő adatok egymással való kapcsolatának megvizsgálása szükséges ahhoz, hogy a későbbiekben felállított modell helyes legyen. Ezen kapcsolat megvizsgálására a korrelációszámítás biztosít megfelelő lehetőséget. Erre több módszer is lehetséges, a teljesség igénye nélkül ilyenek [1]

- rangkorreláció,
- előjelkorreláció,
- korrelációs együttható,
- asszociáció vizsgálata.

Összefüggések vizsgálata során megkülönböztetünk tényező- és eredményismérveket. A vizsgált paraméter az eredményismérv, a rá ható tényezők a tényezőismérvek [1]. A felsorolt korreláció vizsgálati lehetőségek használatával meg lehet becsülni két adatsor függésének mértékét. Rangkorreláció, előjelkorreláció és a korrelációs együttható vizsgálata esetén a kapcsolat iránya is meghatározható. Ezen három módszer esetén a kapott eredmény egy -1 és 1 közötti szám. Az előjel a kapcsolat irányát, az abszolút érték pedig annak erősségét határozza meg. Az irány itt azt jelenti, hogy a tényezőismérv valamilyen irányú változása esetén (pozitív vagy negatív) az eredményismérv azonos vagy ellentétes irányban változik.

A korábbiak közül a Pearson-féle korrelációs együttható számítási módját fogom bemutatni. Az alkalmazandó képlet a következő:

$$(1) \quad R = \text{Corr}(x, y) = \frac{C(x, y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Az (1) képletben az egyes tagok jelentése a következő:

- C: kovariancia,
- σ_x : x ismérv szórása,
- σ_y : y ismérv szórása,
- R: Pearson-féle korrelációs együttható.

A kovariancia kiszámítása a következőképpen történik:

$$(2) \quad C(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}}) \cdot (y_i - y_{\text{átl}})}{n}$$

A (2) képletben az egyes paraméterek a következők:

- n : megfigyelések száma,
- x_i, y_i : az adott ismerv i -edik tagja,
- $x_{\text{átl}}, y_{\text{átl}}$: az adott ismerv átlaga.

Az (1) képlet nevezőjében szereplő szórások a következőképpen számíthatók:

$$(3) \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}})^2}{n}}; \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{átl}})^2}{n}}; \sigma_x \cdot \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{átl}})^2}{n}}$$

Az (1) egyenletbe a (2) és (3) egyenleteket behelyettesítve a korreláció

$$(4) \quad R = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}}) \cdot (y_i - y_{\text{átl}})}{n}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{átl}})^2}{n}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}}) \cdot (y_i - y_{\text{átl}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{átl}})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\text{átl}})^2}}$$

A (4) egyenletben feltüntetettek szerint szokás a korrelációs együttható kiszámítását elvégezni. Az egyenleten is jól látszik, hogy az R érték -1 és 1 közé eshet, az előjelét a számláló előjele dönti el. Az R^2 értéket is szokás használni a korreláció erősségének megadására, értéke 0 és 1 közé eshet és determinációs együttható a neve. [1]

3.2. Regressziószámítás

A regressziós elemzés egy olyan módszer, amely során a függő változót (y) egy vagy több független, magyarázó változóval (x_i) próbáljuk becsülni. A függő és független változók között feltételezett kapcsolat lehet lineáris és nemlineáris [2]. A dolgozat során lineáris regressziót alkalmaztam, így ennek az elvét fogom ismertetni.

A lineáris regresszió során a ponthalmazunkra egy egyenest illesztünk, melynek pontjai a következőként néz ki:

$$(5) \quad y_i = \alpha + \left(\sum_{j=1}^k \beta_j \cdot x_{ij} \right) + e_i, \forall i \in [1 \dots n]$$

- y_i : a függő változó adatsorának i -edik értéke,
- x_{ij} : a j -edik független változó adatsorának i -edik eleme,
- α : az egyenes tengelymetszete,
- β_j : a j -edik független változóhoz tartozó koefficiens,
- k : a független változók számával,

- n : megfigyelések száma,
- e_i : hibatag.

A megalkotott egyenes akkor lesz a legpontosabb, hogyha az alappontoktól mért távolságok összege a legkisebb. Akkor, hogyha az egyenes és az alappontok közötti távolságot előjelesen összegezzük, akkor a pozitív és a negatív hibák összegként adhatnak nullát, azonban közben a hiba jelen lesz a modellünkben. Ennek kiküszöbölése érdekében az e_i hibák négyzetösszegét tekintjük és ennek a minimális, optimális esetben 0, értéket keressük, hiszen ekkor már minden hiba pozitív előjellel fog szerepelni, továbbá a kapott másodfokú függvény α és β_j értékeitől fog függeni [2].

$$(6) \quad \sum_i^n e_i^2 = E,$$

ahol e_i az (5) egyenletet átrendezve kapható.

A (6) egyenletben szereplő E -t parciálisan deriválva α -val és a független változókhoz tartozó β_j koefфициensekkel, majd az így kapott egyenletrendszert nullával egyenlővé téve és megoldva megkapjuk az α és β_j értékeket, melyek a legkisebb hibát fogják adni a regresszió során. Ezt az eljárást nevezzük a legkisebb négyzetek módszerének.

3.3. Alkalmazás az EXCEL-ben

A fent leírt regressziószámítást alkalmaztam a Microsoft EXCEL programban, az Adatelemzés bővítményt és a regressziószámítás parancsot használva. A program az eredményeket három táblázatban közölte, melyek a regressziós statisztika, a varianciaanalízis és a koefфициenseket tartalmazó táblák.

3.3.1. A regressziós statisztika

Ebben a táblában a következő értékek szerepelnek:

- R értéke, ahol R a többváltozós korrelációs együttható,
- R^2 értéke,
- *korrigált* $R^2 = R_{korr}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-q-1}$, ahol q a magyarázó változók száma, n a megfigyeléseké,
- standard hiba,
- megfigyelések száma.

Az R és R^2 értékek a 0-ben bemutatottakhoz hasonlóan a modell által kapott és a valós eredmények összefüggését vizsgálja. A standard hiba is a becslésünk pontosságát jelzi, minél kisebb, annál jobb. Kiszámítása többváltozós regresszió esetén:

$$(7) \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (y_i^{becsült} - y_i)^2}{n-q-1}},$$

ahol $y_i^{becsült}$ a regressziós modell alapján számolt érték.

A regressziós statisztika tábla tehát a kapott adatok és az eredeti adatok összefüggését vizsgálja, természetesen minél szorosabb, erősebb az összefüggés, annál jobb a felállított modell.

3.3.2. Varianciaanalízis

A varianciaanalízis nevű táblában található a regressziószámítás egyik legfontosabb mutatója, az F-próba és annak szignifikancia szintje. Ha nem szignifikáns, akkor a modell a véletlentől függ, ezáltal alkalmatlan bármilyen becslésre, magyarázatra, döntéstámogatásra. Másképp fogalmazva az F-próba azt a nullhipotézist vizsgálja, hogy a koefficiensek értéke nulla. A felállított modell akkor megfelelő, ha ezt a nullhipotézist el lehet utasítani a választott szignifikanciaszint mellett. A 2. táblázat a varianciaanalízis tábla mezőit tartalmazza.

2. táblázat: Varianciaanalízis tábla (forrás: saját)

	df	SS	MS	F	F szignifikanciája
Regresszió	q	$\sum_{i=1}^n (y_i^{becs} - y_{\hat{a}tl})^2$	$\frac{SS_r}{df_r}$	$\frac{\frac{SS_r}{df_r}}{\frac{SS_m}{df_m}}$	táblázat alapján, egész adatsorra vonatkozik
Maradék	$n - q - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i^{becs} - y_i)^2$	$\frac{SS_m}{df_m}$		
Összesen	$n - 1$	$\sum_{i=0}^n (y_i - y_{\hat{a}tl})^2$			

Amennyiben a hipotézis nem utasítható el, akkor a felállított modell véletlentől való függése miatt alkalmatlan lesz megfelelő következtetések levonására. A koefficiensek értéke ekkor nem kellő bizonyossággal tér el nullától, így a vizsgált független változók hatása nem bizonyítható.

3.3.3. Koefficienseket tartalmazó táblázat

Ebben a táblában található az α és β_i értékek, melyekkel a regressziós egyenest fel tudjuk írni $y_i = \alpha + (\sum_{j=1}^k \beta_j * x_{ij})$ alakban. A táblázat tartalmaz továbbá egy p-értéket és egy t-értéket, melyek úgy kerülnek kiszámításra, hogy a program minden változóra elvégez egy t-próbát, amelyhez számol szignifikanciaszintet. Ezek azt mutatják meg, hogy mekkora szignifikancia szint mellett utasítható el az a hipotézis, hogy az adott magyarázó változóhoz tartozó koefficiens értéke nulla, vagyis az a tény, hogy az a független változó nem hat a függő változóra.

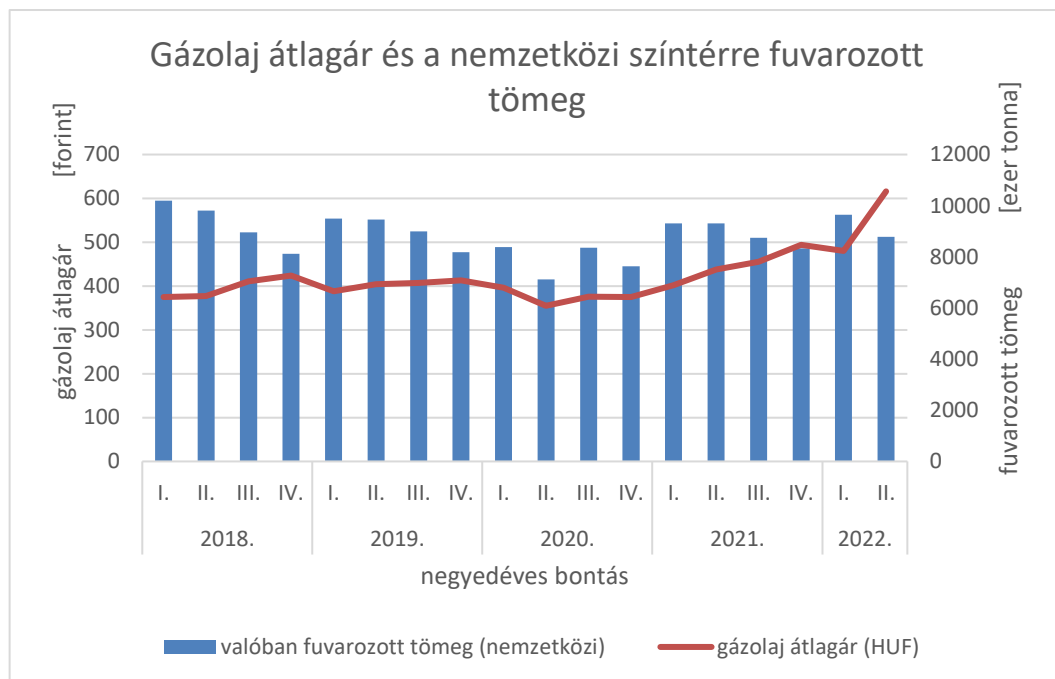
4. Modell specifikáció

4.1. *Függő változó és a magyarázó változók bemutatása*

A módszertan bemutatása után ismertetem a lineáris regressziós elemzéshez felhasznált függő változót és a magyarázó változókat. A felhasznált adatok mindegyike negyedéves bontásban szerepel és 2018 első negyedévéől 2022 második negyedévéig terjed. A modell specifikációját [10] ihlette.

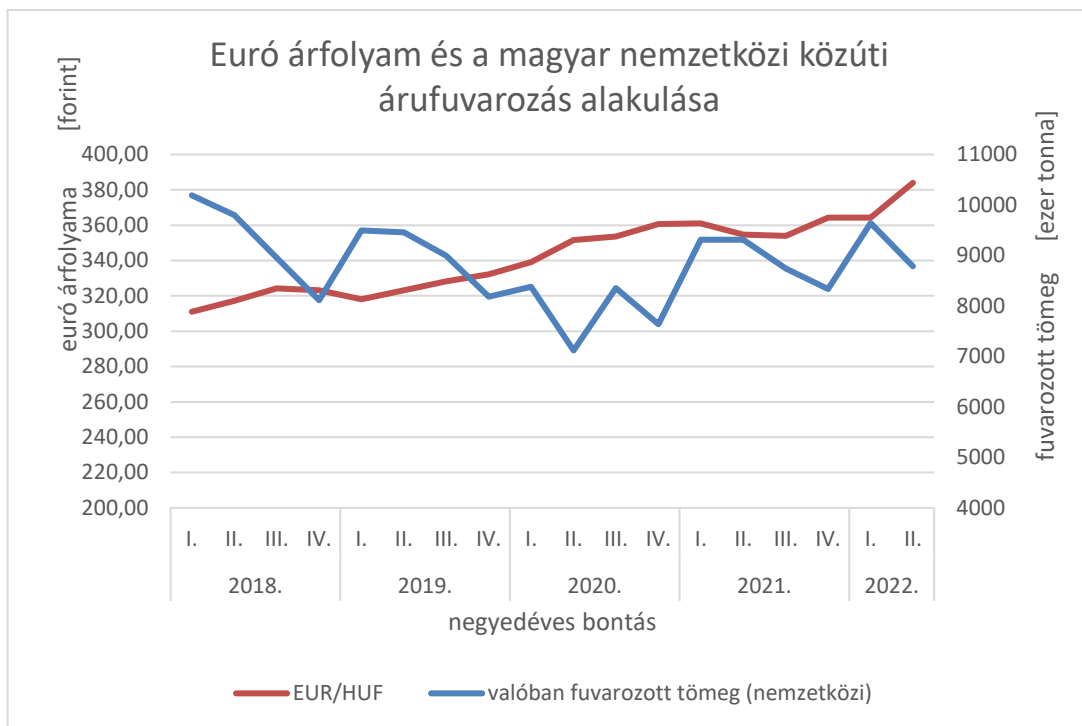
A függő változó Magyarország nemzetközi közúti árufuvarozása, pontosabban a közúton fuvarozott áru tömege lesz. Azért választottam ezt, mivel a COVID-19 hatásai nemzetközi viszonylatban, a határzárak és az egyes országok különböző szigorításai miatt, relevánsnak tűntek számomra vizsgálat szempontjából. A felhasznált adatsort a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) honlapjáról gyűjtöttem [18].

A magyarázó változók közül az első, melyet ismertetek az a gázolaj átlagár. Ezen adatokat havi bontásban találtam meg, a Wolters Kluwer netjogtár [19] és a Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV) [20] oldalán, ezekből képeztem negyedéves átlagokat. Az üzemanyag egy jelentős részét képezi a fuvarozók önköltségének, emiatt az alacsonyabb gázolaj ár előnyös lehet számukra, azonban az árának esése sokszor a kereslet hiánya miatt történik, jó példa erre a 2020 tavaszán történtek. Az 1. ábra a gázolaj átlagár és a nemzetközi szintésre fuvarozott tömeg alakulását mutatja 2018 első negyedévéől.



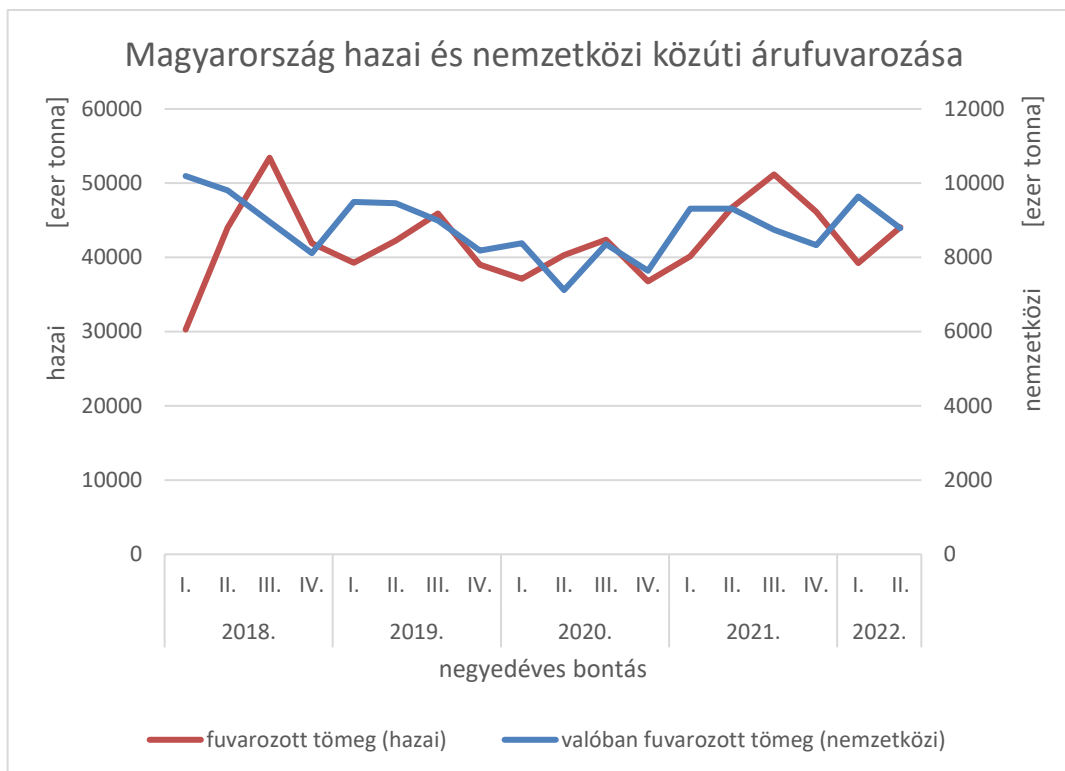
1. ábra: Gázolaj átlagár és a nemzetközi szintésre fuvarozott tömeg
(forrás: [18] és [19] alapján saját szerkesztés)

A második magyarázó változó a forint/euró árfolyama szintén negyedéves bontásban, melyhez adatokat a Magyar Nemzeti Bank oldaláról gyűjtöttem [21]. Nemzetközi áru fuvarozásról lévén szó, Európa legfőbb fizetőeszközének forinttal való összevetése fontos. Az irodalomban is sokszor vizsgálják ezt a tényezőt (valutaárfolyam), általában két ország összevetésében [10][16][11]. Jelen esetben nem két ország vizsgálatáról van szó, viszont a különböző valuták árfolyama fontos szerepet játszik nemzetközi üzletek esetében. Az összes olyan ország valutájának a felvétele, amelybe magyar vállalatok is fuvaroznak szinte lehetetlen, ezen fizetőeszközöket reprezentálja az elemzésben az euró. A várt hatás nem egyértelmű. Logikus magyarázat lenne az, hogy a gyengébb forint kedvez a magyar vállalatoknak külföldi fuvarozás esetén, hiszen ekkor az erősebb euró az itthoni viszonyokhoz képest többet érne. Azonban az sem kizárt, hogy a hatás ellenkező legyen, a gyengülő forint gyengítse a nemzetközi fuvarozást, hiszen ezen vállalatok hazai munkákat is végeznek, az ezekért kapott díjak a valutánk gyengülésével nemzetközi szinten kevesebbet érnek, ezáltal nehezebb is lehet tartani a külföldi versenytársakkal a lépést. A 2. ábra a magyar nemzetközi közúti áru fuvarozás és az euró árfolyam alakulását mutatja.



2. ábra: Euró árfolyam és a magyar nemzetközi közúti áru fuvarozás
(forrás: [18] és [21] alapján saját szerkesztés)

A harmadik vizsgált független változó a hazai közúti áru fuvarozás általános választott mérőszáma, a hazai piacon fuvarozott áru tömege negyedéves bontásban. Ezen adatokat szintén a KSH honlapjáról [22] gyűjtöttem. Ezen magyarázó változót amiatt tartottam fontosnak belefoglalni az elemzésembe, mivel a hazai és nemzetközi piac mozgásait a szektorban jól bemutatja. Választ kaphatunk arra, hogy ezen adatok esetében a két piac erősödése egy időben, egymást támogatva történt-e vagy inkább egymás rovására, esetleg egymástól statisztikailag függetlenül. A 3. ábra mutatja a két változó alakulását az egyes negyedévek során.



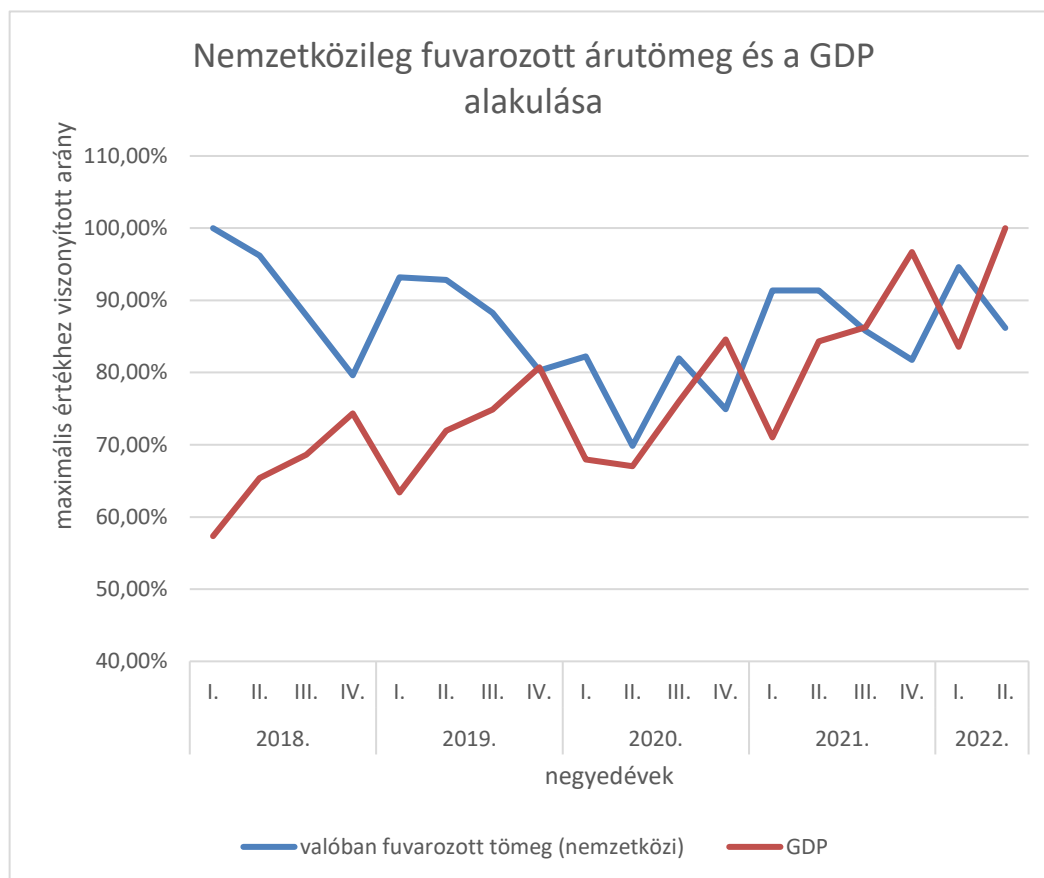
3. ábra: Magyarország hazai és nemzetközi közúti áru fuvarozása

(forrás: [18] és [22] alapján saját szerkesztés)

A GDP hatásait is érdemes lehet vizsgálni, szintén negyedéves bontásban, melyhez a KSH adatait használtam [24]. A hivatkozott irodalomban szerepelnek olyan munkák, melyek arról számolnak be, hogy egyes fejlődő országok közúti áru fuvarozása a GDP-re jelentős hatással van [5], azonban fejlettebb országok, régiók esetében, mint például az Európai Unió, a GDP növekedése a fuvarozási teljesítmény növekedése nélkül is végbe ment [13]. A 4. ábra a nemzetközileg fuvarozott árutömeg és a GDP alakulását mutatja.

A tanulmány során két elemzést is végzek, melyek a vírus figyelembevételének módjában fognak különbözni. A most tárgyalt független változó csak az egyik elemzésben fog szerepelni. Ez a magyarázó változó nem más, mint a COVID-19 új fertőzöttek száma Magyarországon az adott negyedévekben, melynek adatait a koronamonitor weboldaláról szereztem [23]. Új fertőzött ebben az esetben azon személyeket jelöli, akik az adott negyedévben fertőződtek meg, tehát nem egy kumulált adatsorról van szó. Ezen tényező pontosan számszerűsíti a vírus által sajnálatos módon megfertőződött személyek számát. A halálesetek és a fertőzöttségi adatsor azok, melyek erre a számszerűsítésre alkalmasak lennének, ezek közül választottam utóbbit. Több kapcsolódó irodalom is a fuvarozásra és a közúti áru fuvarozásra gyakorolt hosszabb távú pozitív hatásáról írt a COVID-19-

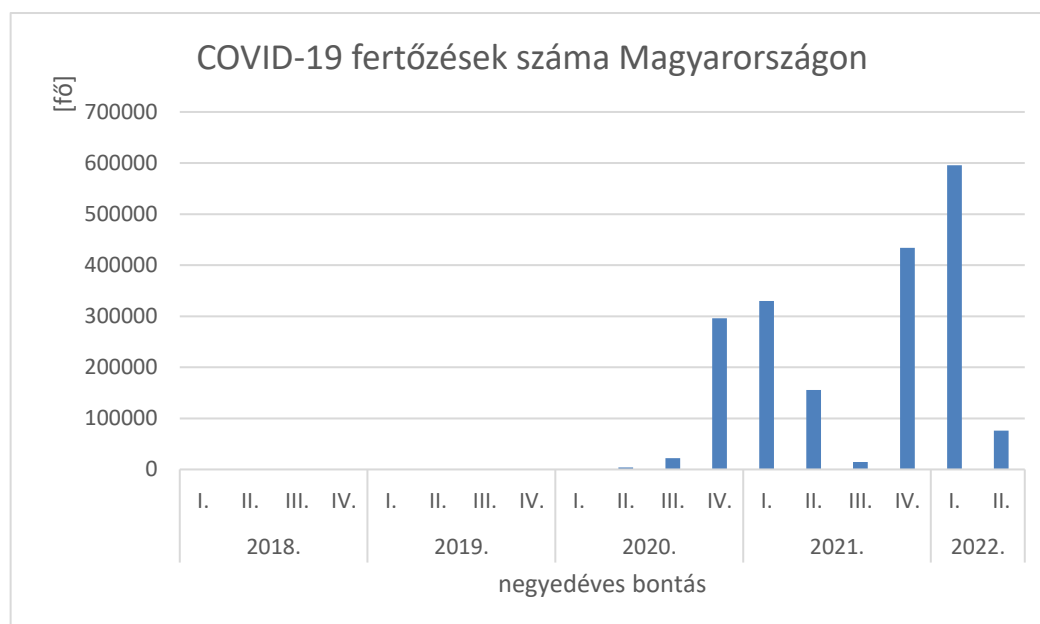
nek[4][8], én is hasonló eredményre számítok. Az 5. ábra a megbetegedések számát tartalmazza az egyes negyedévekben.



4. ábra: A nemzetközileg fuvarozott árutömeg és a GDP százalékos alakulása
(forrás:[18] és [24] alapján saját szerkesztés)

A további magyarázó változók mindegyike dummy változó [3], melyek egy hatást, egy pontos adatokkal nem számszerűsíthető eseményt reprezentálnak, 0 és 1 értéket vesznek fel a tanulmányomban attól függően, hogy a vizsgált hatás jelen volt-e az adott időszakban. Az első ilyen hatás, melyet szerepeltetek a modellben, a vírus miatti lezárásokat, korlátozásokat, távolságtartási szabályokat fogja képviselni. A két elemzés annyiban fog különbözni, hogy az egyikben a fertőzöttek száma reprezentálja majd a vírus hosszabb távú hatásait, a másikban pedig az erre kijelölt dummy változó. Az utóbbi természetesen kevésbé differenciál.

A következő dummy változó a COVID-19 kitörését fogja szimbolizálni, hiszen az akkor tapasztalható lezárások kevés más, általam tapasztalt történéshez hasonlíthatók. Ez az érték csak egyetlen negyedévben fog felvenni 1-es értéket, a többiben 0-t.



5. ábra: COVID-19 új fertőzöttek száma Magyarországon

(forrás: [23] alapján saját szerkesztés)

Az utolsó dummy változó egy minden év utolsó negyedére vonatkozó hatást fog szimbolizálni. Nemzetközi tekintetben ilyenkor a karácsony és a leltározások hatása negatívan befolyásolhatja a nemzetközi közúti áru fuvarozást.

4.2. A vírus által fertőzöttek számát tartalmazó modell korrelációanalízise és változóinak pontos ismertetése

A multikollinearitás elkerülése miatt végeztem korreláció vizsgálatot a változóimra. Az első modellem változói a következők:

- függő változó: nemzetközi szintre közúton fuvarozott árutömeg,
- magyarázó változók:
 - euró/forint árfolyam,
 - gázolaj átlagára forintban,
 - GDP,
 - hazai szintre fuvarozott árutömeg,
 - COVID-19 fertőzöttek száma Magyarországon,
 - dummy változók:
 - COVID-19 kitörése (2020 második negyedében 1, a többiben 0),

- évvégi, karácsonyi hatás (minden év utolsó negyedében 1, egyébként 0).

Az első modellre végzett korrelációs vizsgálat eredményeit a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Korrelációs vizsgálat (forrás: EXCEL)

korreláció (R érték)	fuvarozott tömeg, nemzetközi	GDP	gázolaj átlagár (HUF)	EUR/HUF	fuvarozott tömeg, hazai	COVID-19 kitörése	COVID-19 új fertőzések száma Ma- gyarorszá- gon	év vége/ karácsony
fuvarozott tömeg, nemzetközi	1							
GDP	-0,2959	1						
gázolaj átlagár (HUF)	0,0731	0,8021	1					
EUR/HUF	-0,3602	0,7945	0,6183	1				
fuvarozott tömeg, hazai	-0,0580	0,3770	0,3230	0,1570	1			
COVID-19 ki- törése	-0,5343	-0,2050	-0,2712	0,1083	-0,0886	1		
COVID-19 új fertőzések Ma- gyarországon	0,0363	0,5414	0,3993	0,6644	-0,0708	-0,1498	1	
év vége/karác- sony	-0,5229	0,3757	0,0455	0,0682	-0,1289	-0,1296	0,2401	1

A 3. táblázat narancssárga színnel jelölt értékek olyan mértékű függést jelölnek a magyarázó változók között, pontosabban a GDP és az euró árfolyam, továbbá a GDP és a gázolaj átlagár között, melyek torzíthatják a modellünk. Általánosan elfogadott szabály, hogy $R^2 > 0,7$ esetén a változók nem alkalmazhatók együttesen multikollinearitás fellépése nélkül. Jelen esetben az R^2 a GDP és a gázolaj átlagár között 0,64, míg a GDP és az euró/forint árfolyam között 0,63 értékű, A korrelációhoz tartozó szignifikanciaszint 99% feletti mindkét esetben. R^2 értéke alapján tehát ez az úgynevezett ökölszabály nem indokolná a GDP eltávolítását. Azonban a GDP nélkül elvégzett regresszió standard hibája kisebb, mint az, amelyiket GDP-vel végeztünk. A kritikusnál kisebb, de viszonylag magas korrelációk és a pontosabb modell érdekében a GDP-t elhagyom. A korábban említett irodalomban arról írnak, hogy az Európai Unió legtöbb tagállama és a fejlettebb államok a GDP növekedését a közúti fuvarozás növelése nélkül érték el [5][13], emiatt is gondolkom úgy, hogy a vizsgálat céljának megfelelő modellt kapok ebben az esetben.

A vírus hatásait a fertőzöttek számával figyelembe vevő modell változói tehát:

- függő változó: nemzetközi szintésre közúton fuvarozott árutömeg

- magyarázó változók:
 - euró/forint árfolyam,
 - gázolaj átlagára forintban,
 - hazai szintérre fuvarozott árutömeg,
 - COVID-19 új fertőzöttek száma Magyarországon,
 - dummy változók:
 - COVID-19 kitörése (2020 második negyedévében 1, a többiben 0),
 - évvégi, karácsonyi hatás (minden év utolsó negyedévében 1, egyébként 0).

4.3. A COVID-19 hatásait dummy változóval figyelembe vevő modell korrelációanalízise és pontos ismertetése

A második modell egy függő változóban fog eltérni az előzőtől, a COVID-19 által megfertőződöttek helyett itt egy COVID-19 hatás elnevezésű dummy változót fogok szerepeltetni. Ezzel a vírust, mint korlátozásokat, szigorításokat, szabályozásokat kiváltó tényezőt veszek figyelembe. Az a kérdés, hogy mely hónapokra, negyedévekre érvényesítem a modellben ezt a hatást a következők alapján döntöttem el: maszkviselés, külföldi utazások korlátozása, kijárási korlátozások, szórakozóhelyek szabályozott zárási ideje, online oktatás. Ezen faktorokat figyelembe véve sem egyértelmű ezt eldönteni, hiszen a hatások nem szűnnek meg egyik pillanatról a másikra. Emiatt a következő értékeket rendeltem a vírust képviselő dummy változóhoz:

- 2020 első negyedévtől 2021 második negyedévig: 1,
- a többi esetben: 0.

A GDP-t, a két modell összehasonlíthatósága miatt itt sem veszem figyelembe, hiszen a cél a vírus hatásainak elemzése. A modellben szereplő változók tehát a következők:

- függő változó: nemzetközi szintérre közúton fuvarozott árutömeg,
- magyarázó változók:
 - euró/forint árfolyam,
 - gázolaj átlagára forintban,
 - hazai szintérre fuvarozott árutömeg,

- dummy változók:
 - COVID-19 kitörése (2020 második negyedévében 1, a többiben 0),
 - évvégi, karácsonyi hatás (minden év utolsó negyedévében 1, egyébként 0),
 - COVID-19 hatások (2020 második negyedévtől 2021 második negyedévig 1, egyébként 0).

Korrelációanalízist is végrehajtottam a változókra, melyek szerepelnek ebben az elemzésben. Az eredményeket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Korrelációanalízis (forrás: EXCEL)

<i>korreláció (R értéke)</i>	<i>fuvarozott tömeg, nemzetközi</i>	<i>gázolaj átlagár (HUF)</i>	<i>EUR/HUF</i>	<i>fuvarozott tömeg, hazai</i>	<i>COVID-19 kitörése</i>	<i>COVID-19 hatások</i>	<i>év vége/karácsony</i>
fuvarozott tömeg, nemzetközi	1						
gázolaj átlagár (HUF)	0,0731	1					
EUR/HUF	-0,3602	0,6183	1				
fuvarozott tömeg, hazai	-0,0580	0,3230	0,1570	1			
COVID-19 kitörése	-0,5342	-0,2712	0,1083	-0,0886	1		
COVID-19 hatások	-0,3820	-0,3365	0,4222	-0,1134	0,3911	1	
év vége/karácsony	-0,5229	0,0455	0,0682	-0,1289	-0,1296	-0,0331	1

A kapott eredmények elfogadhatók, nem áll fent multikollinearitás, így a modellben változtatást nem eszközöltem.

5. Eredmények ismertetése

5.1. Fertőzöttek számát figyelembe vevő modell

A végrehajtott elemzés adatait az 5. táblázat tartalmazza, ahol

- β az adott független változóhoz tartozó koefficiens jelöli,
- t érték a t -próbához tartozó próbastatisztika értékét jelöli,
- R , R^2 a korábban említett korreláció értékek,
- t próbastatisztikához tartozó szignifikanciaszint (p -érték és $*$ ¹ is ezt jelöli),
- F -próba próbastatisztika-értéke,
- F -próbastatisztika-értékéhez tartozó szignifikanciaszint.

5. táblázat: Fertőzöttek számát figyelembe vevő modell eredményei (forrás: EXCEL)

	Koefficiensek (β)	t érték	p -érték
Tengelymetszet	17896,1938	10,0411***	$7,1 \cdot 10^{-7}$
gázolaj átlagár (HUF)	4,6584	2,4451*	0,0325
EUR/HUF	-29,5702	-4,5662***	0,0008
fuvarozott tömeg, hazai	-0,0189	-1,1886	0,2596
Covid kitörése	-1282,6294	-3,2439**	0,0078
Covid fertőzések száma	0,0022	3,6298**	0,0040
év vége/karácsony	-1238,3616	-6,4843***	$4,52 \cdot 10^{-5}$
R értéke	0,9450		
R^2	0,8931	15,3188***	
Megfigyelések	18		

Az eredmények közül az F -értéket megvizsgálva látszik, hogy szignifikanciaszintje kisebb, mint 0,1% (pontos értéke 0,092%), tehát az a hipotézis elutasítható 99,9 %-os valószínűséggel, hogy a modell a véletlentől függ. Ez már pozitív eredmény, hiszen az elemzésből esetlegesen megállapított következtetések, összefüggések sem a véletlenre alapozottak ilyen esetben.

Az R^2 értéke magas, a modellünk alkalmas döntéstámogatásra és további következtetések levonására. A 0,9 körüli érték igen jónak mondható, a magyarázó változók jól leírják a vizsgált, közúton végzett nemzetközi fuvarozást hazánkban.

¹ *: $p < 5\%$,

**: $p < 1\%$

***: $p < 0,1\%$

A gázolaj átlagár esetén több, mint 95%-os valószínűséggel ki lehet jelteni, hogy a hozzá tartozó koefficiens értéke nem nulla, oksági kapcsolat keresendő. A kapott β értéket tekintve azt láthatjuk, hogy a gázolaj árának emelkedése a vizsgált, közúton történő nemzetközi áru fuvarozást növeli. Ez a kereslet és a kínálat közötti összefüggéssel magyarázható. Az olcsó üzemanyag előnyös lenne a vállalatoknak, azonban ekkor az általuk mutatott igény növekszik, ezáltal a szolgáltató, jelen esetben az üzemanyagot előállító és az azt forgalmazó vállalatok drágábban is túl tudnak adni az általuk kínált gázolajon. 2020 tavaszán emiatt is esett vissza hazánkban (is) az üzemanyagok ára, hiszen hirtelen jelentősen lecsökkent a kereslet irántuk. Ezt az említett visszaesést, hazánk nemzetközi közúti áru fuvarozásának csökkenésével együttesen az 1. ábra tartalmazza.

Az euró árfolyam t próbastatisztika-értéke abszolút értékben igen magas, emiatt a hozzátartozó p-érték alacsony, 0,1% alatti. Ebből nagy pontossággal kijelenthető, hogy az euró árfolyam, ezen vizsgált változókkal együtt, negatív hatással van hazánk nemzetközi közúti áru fuvarozására. Ez egy kissé meglepő tény a szakirodalom, például [10][11] is az ellenkező hatást bizonyította, igaz az USA és két szomszédja esetében. Magyarországon más a helyzet. Ennek pontos magyarázata egy külön elemzést érdemelne. A negatív koefficiens érték és a szignifikancia szint azonban egyértelműen mutatja az euró emelkedésének negatív hatását a modellben. A magyarázatra visszatérve, politikai, geopolitikai, bizalomvesztési okai is lehetnek ennek a ténynek, azonban ezek magyarázata pontos kutatás híján csak teória lenne.

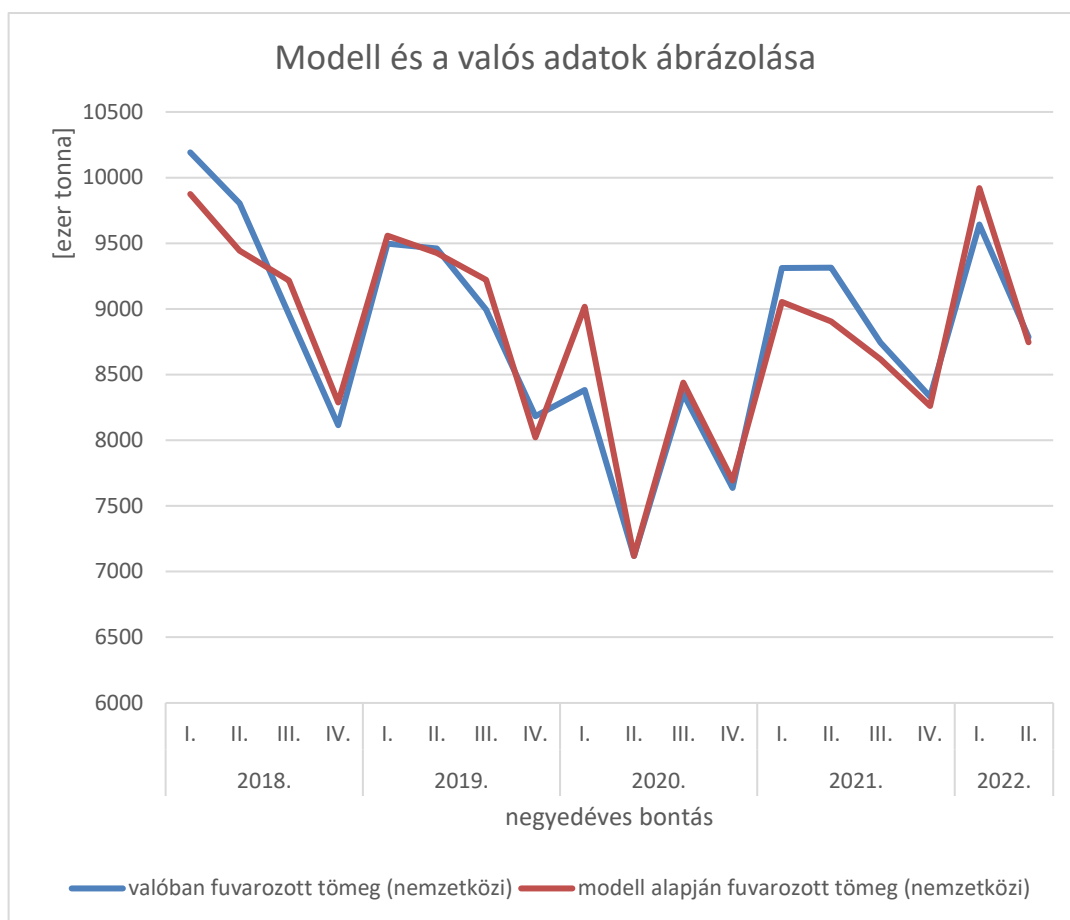
A hazai szintéren közúton fuvarozott tömeg szignifikancia szintje jóval kevesebb, mint 95%, emiatt nem zárható ki annak a valószínűsége, hogy nem befolyásolja a modellt. Azonban a koefficiens negatív előjele a hazai és a nemzetközi piac ellentétes irányú mozgását mutatja. Ez arra enged következtetni, hogy a teljes magyar közúti áru fuvarozás egy bizonyos szintet nem lép túl, korlátos, hiszen, ha a külföldre fuvarozás növekszik, a hazai csökken és fordítva. Azonban a fenti gondolatok az alacsony szignifikanciaszint miatt feltevéssel kezelendők.

A COVID-19 kitörése már az elemzés legfőbb céljaként említett vírust vizsgálja. 99% feletti szignifikancia szint mellett állítható, hogy a vírus kitörése negatív hatással volt az itthoni nemzetközi közúti áruszállításra. Ez a hatás várható volt, világszinten és lokálisan is óriási csapásként érte az embereket a járvány, melynek számszerűsített hatása 2020 második negyedében bizonyított. A legtöbb, általam olvasott irodalom is a járvány kitöréséhez negatív hatást társított [4][9], melyek csoportját az általam végzett elemzés is növeli. Ez az eredmény teljesen logikusan következik az abban az időszakban eltöltött

saját hétköznapijainkból kiindulva is, hiszen az ország határain belüli mozgás is korlátozva volt, a külföldről nem is beszélve. A COVID-19 rövid távú hatásai tehát egyértelműen negatívak ezen modell alapján.

A hosszabb távú hatások szemléltetéséért vettem fel a fertőzöttek számát, mint magyarázó változót. A szignifikancia szint ezen esetben is 99% feletti, hatással van tehát a modellünkre a változó. A koefficiens előjele pozitív, tehát pozitív hatással volt a fertőzöttek száma a nemzetközi közúti áru fuvarozásra hazánkban. A vírus hosszútávú hatásait pozitív és negatív értelemben is fel lehet fedezni a szakirodalomban, a pozitív [4][7] [8] és a negatív [9][14] vélemények megoszlanak. Hazánk esetében és ezen modellben ez egyértelműen pozitív, ezt is vártam eredményül. Oka lehet ennek a csomag házhozszállítás növekedése, továbbá a COVID-19 kitörése miatti negatív hatást követő élénkülés, hiszen a néhány hónapon át tartó rendkívül szigorú korlátozások a gazdaságra is jelentős csapást mértek, így az azt követő fellendülés a közúti áruszállítás térnyeréséhez is vezetett. További magyarázat lehet az ellátási láncok sérülése miatti növekedés. Hiszen amit eddig sokszor például Kínából szerzett be egy vállalat, félkész termék vagy akár egy szükséges elem a termékük előállításához, azt most a nemzetközi korlátozások és a sok Kínában történő városi és tartományi lezárás miatt kénytelen volt máshonnan beszerezni. Az idő szűkössége és a just in time elv miatt, a kiürülő készleteket mihamarabb kellett pótolni. Erre az egyik legkézenfekvőbb megoldás a földrajzilag közelebb eső területekről, közúton megszerezni a szükséges eszközöket a termeléshez.

Az év vége/karácsony elnevezésű változó szignifikanciaszintje is 99,9% feletti. Ez a minden utolsó negyedévben felvett független változó negatív hatással van a vizsgált függő változóra, tehát kijelenthető, hogy az utolsó negyedévekben valami miatt szezonálisan csökken a nemzetközi közúti áru fuvarozás által fuvarozott árutömeg. Ez az évvégi leltározásokhoz is kapcsolódhat, hiszen sok vállalat esetében az év ezen időszakában végzik ezt a tevékenységet. Egy ennél fontosabb indok lehet maga a karácsony, hiszen nemzetközi fuvarozásról lévén szó, hosszabb távú és idejű egy munkának a teljesítése. Azonban sokak ebben az időszakban már a családjuk mellett szeretnék tölteni ezt az időszakot, így a kamiont vezetők hiánya is okozhatja ezt a visszaesést ilyenkor. A modell alapján becsült és a valós adatok alakulását a 6. ábra mutatja. A függőleges tengely 6000-től indul, így próbáltam jobban szemléltetni a különbséget a két görbe között, hiszen, ha a skála 0-tól indult volna a különbség alig lenne észrevehető, ez is a megalkotott modell sikerességét mutatja.



6. ábra: A modell alapján becsült és a valós adatok

(forrás:[18] és saját munka)

5.2. A vírus hatásait dummy változóval figyelembe vevő modell

A modell eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. Az ott szereplő értékek jelentései az előzőekben ismertetettekkel azonos:

- β az adott független változóhoz tartozó koefficiens jelöli,
- t érték a t -próbához tartozó próbastatisztika értékét jelöli,
- R , R^2 a korábban említett korreláció értékek,
- t próbastatisztikához tartozó szignifikanciaszint (p -érték és *2 is ezt jelöli),
- F -próba próbastatisztika-értéke,
- F -próbaértékhez tartozó szignifikanciaszint.

² *: $p < 5$

**: $p < 1\%$

***: $p < 0,1\%$

6. táblázat: A COVID-19 hatásokat dummy változóval figyelembe vevő modell eredményei (forrás: EXCEL)

	Koefficiensek (β)	t érték	p-érték
Tengelymetszet	15401,6089	4,96144***	0,0004
gázolaj átlagár (HUF)	5,6535	1,2175	0,2489
EUR/HUF	-21,5247	-1,5727	0,1441
fuvarozott tömeg, hazai	-0,0314	-1,3763	0,1961
COVID-19 kitörése	-1734,8917	-3,1540**	0,0092
COVID-19 hatások	277,3299	0,5441	0,5972
év vége/karácsony	-1103,1007	-3,9868**	0,0021
R értéke	0,8782		
R ² értéke	0,7712	6,1811**	
Megfigyelések	18		

Az F-érték kellően magas, szignifikanciája 99% feletti, így a felállított modell nem a véletlentől függ, pontosabban 99% valószínűséggel elutasítható az a nullhipotézis, hogy a véletlentől függ. Így már a modell alapján kapott értékek, az ebből levont következtések sem a szerencse szüleményei.

Az R^2 értéke 0,77, a magyarázó változók ekkora részben magyarázzák a függő változó alakulását. Ez az érték lehetne magasabb is, azonban a korábban említett, vírus hatásait dummy változóval való szemléltetéséhez képest egy jó érték.

A gázolaj átlagár t-próbaértéke alacsony, a szignifikanciaszintje nem éri el a 95%-ot, így megfelelő bizonyossága nem zárható ki az, hogy a változó koefficiense zérus, nem hat a függő változóra. A β értéke pozitív, a gázolaj átlagárának növekedése pozitív hatást mutat az itthoni nemzetközi közúti áru fuvarozásra, azonban a szignifikanciaszint miatt nem zárható ki a véletlentől való függés.

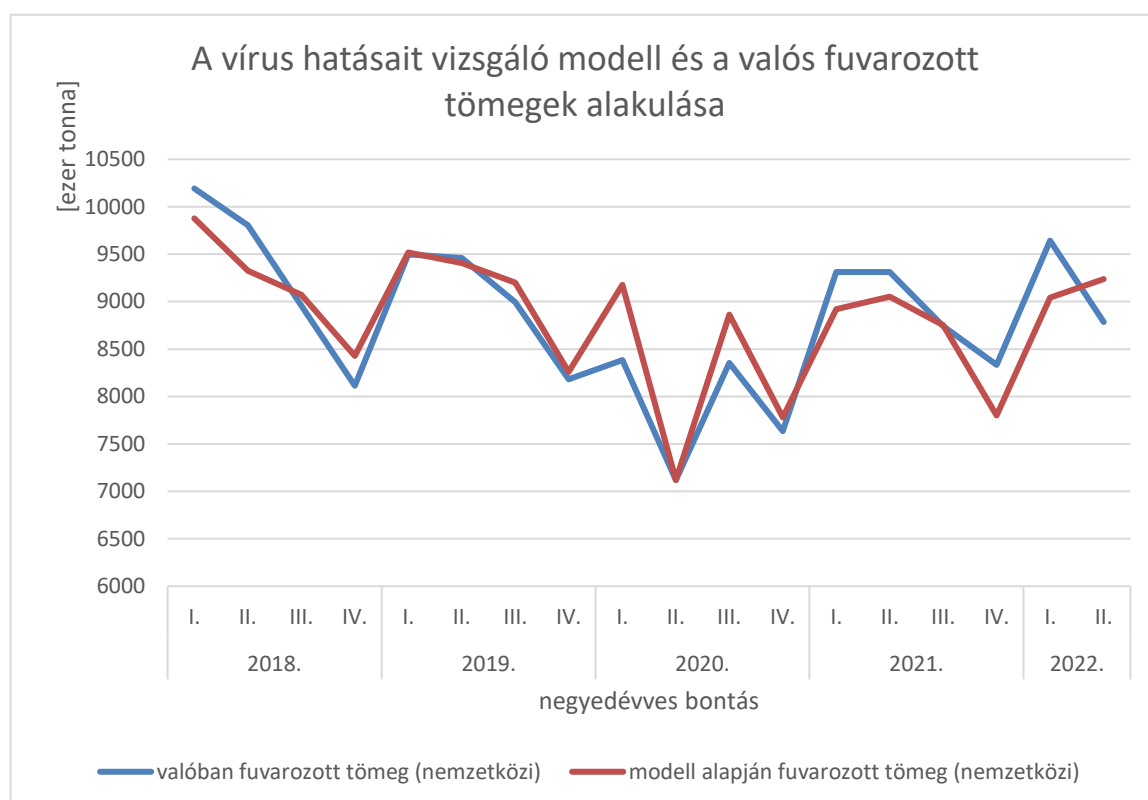
Az euró árfolyamának szignifikanciaszintje szintén nem éri el a 95%-ot, emiatt itt sem zárható ki a koefficiens nulla értéke. Az együttható negatív előjele az árfolyam emelkedésének a nemzetközi szintre fuvarozott tömeg csökkenését eredményezné. Ennek lehetséges okairól az előző modellnél beszéltem.

A hazai szintre fuvarozott árutömeg szintén nem éri el a 95%-os szignifikanciaszintet, csak a 80%-ot, így a hatása nem egyértelmű a függő változóra. A negatív előjel a hazai és a nemzetközi piac egymás rovására történő fejlődését mutathatja, azonban a p-érték (ezáltal a szignifikanciaszint) értéke torzítja a megállapítást.

A COVID-19 kitörése már szignifikáns, hatása egyértelműen negatív. A két modell összehasonlításánál fejteném ki a kapott eredmények összehasonlítását, azonban az látszik, hogy a kitörése mindkét modellben egyértelműen mutatja az általa kiváltott negatív hatást, melynek korábban szintén említettem magyarázatát.

A COVID-19 hatások szignifikanciaszintje rendkívül alacsony, emiatt ebből az adatból következtetést levonni hibás lenne, a koefficiens pozitív, de ez a típusú szemléltetése a vírus hatásainak nem reprezentálta azt megfelelően.

A 7. ábra a valós és a modell alapján kapott értékeket ábrázolja.



7. ábra: Dummy változóval szemléltetett COVID-19 hatások alapján számított modell és a valós nemzetközi szintérre közúton fuvarozott árutömeg alakulása
(forrás:[18] és saját munka)

6. Modellek összevetése, összegzés

6.1. Összehasonlítás

A két modell összehasonlítását leginkább a COVID-19 szempontjából fogom elvégezni, azonban néhány másik magyarázó változóra is kitérek. Először a regressziós statisztika eredményeit vetem össze, melyek alapján a modellek pontosságát is viszonyítani tudom egymáshoz. A 7. táblázat a regressziós statisztika eredményeit tartalmazza.

7. táblázat: Regressziós statisztika eredményeinek összevetése (forrás: EXCEL)

	(1) fertőzöttek számát tekintő modell	(2) hatást dummy változóval reprezentáló modell
R értéke	0,9450	0,8782
R^2 négyzet	0,8931	0,7712
R^2_{korr}	0,8348	0,6465
Megfigyelések	18	18

Ebből a táblázatból az R^2 értékeket emelném ki. A fertőzöttek számát használó modell jobb leírást ad az adatsorról, a 0,89-es érték kimondottan jónak mondható. A magyarázó változók rendkívül jól leírják a közúton végzett nemzetközi közúti áru fuvarozás által mozgatott árutömeget.

A táblázatban látható (1) és (2) érték amiatt került említésre, hogy mostantól könnyebben tudjak hivatkozni a modellekre. A 8. táblázat a p-értékeket és t-értékeket mutatja a két esetben.

8. táblázat: P és t értékek (forrás: EXCEL)

	(1)		(2)	
	t érték	p-érték	t érték	p-érték
gázolaj átlagár (HUF)	2,4452	0,0323	1,2175	0,2489
EUR/HUF	-4,5662	0,0008	-1,5727	0,1441
hazai fuvarozott tömeg	-1,1886	0,2596	-1,3763	0,1961
Covid kitörése	-3,2439	0,0078	-3,1540	0,0092
év vége/karácsony	-6,4843	4,52E-05	-3,9868	0,002134

A t értékek előjele mindkét esetben azonos. Ez azt jelenti, hogy mindkét modell azonos irányú hatást feltételez a változóknak, szignifikanciaszinttől függetlenül. Ezzel a

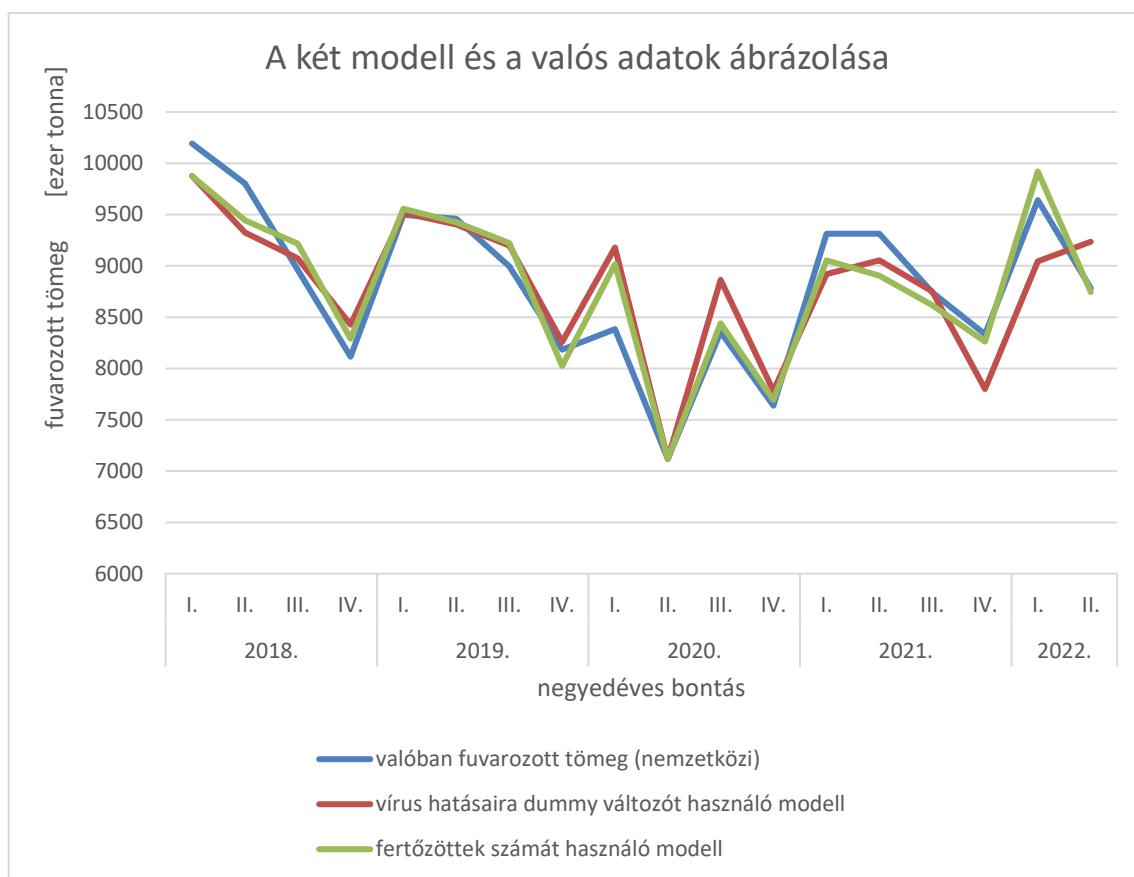
megfelelő p-értékkel rendelkező esetek még inkább alátámaszthatók, hiszen két, kissé eltérő szemlélettel is bizonyítottam valamit.

A COVID-19 kitörése mindkét esetben szignifikáns, és negatív hatású. Ezzel úgy gondolom kutatásom egyik célja sikerült, a vírus kitörésének a hatását sikerült megmutatnom a magyar nemzetközi közúti áru fuvarozásra. Ez a hatás egyértelműen negatív, mely egy teljesen logikus, sokak által így gondolt történés, azonban ezt a számok is igazolják. Ez egyezik a lengyel kutatók [4] által írtakkal, akik rövid távú hatásként szintén ezt állapították meg a hazájukra.

A hosszabb távú hatásokat (1) és (2) különbözően veszi figyelembe, ezt később fejtem ki. A másik olyan változó, amely mindkét esetben szignifikáns, az az év vége/karácsony elnevezésű tényező, mely a két modell által egyértelműen negatív hatású. Ez is egyezik az elvárásokkal, hiszen ezt a szezonálisan megjelenő csökkenést könnyű észrevenni az adatsorban és a feltételezés bizonyosságot is nyer a regressziószámítás végére. Ez a hatás nemzetközi szintén logikusnak is mondható, hazai piacon azonban a karácsonyi hatalmas vásárlási láz miatt ez kevésbé lenne elképzelhető.

A gázolaj átlagár és az euró árfolyam az (1) esetben szignifikánsak, a (2) esetben azonban nem. Az első modellről tehát ezek alapján elmondhatjuk, hogy jóval jobban leírja a függő változó alakulását és a modellben szereplő tagok szinte mindegyike szignifikáns, tehát legalább 95% valószínűséggel hatással vannak a fuvarozott tömegre.

A COVID-19 hosszabb távú hatásait reprezentáló tagok közül egyértelműen a fertőzöttek számát alapul vevő a jobb. Egyrészt azért, mert a fertőzött szám, mint magyarázó változó is szignifikáns volt, míg a dummy változóval reprezentált hatások nem. Másrészt az (1) modell összességében is sokkal jobb, mint (2). Ez visszavezethető ahhoz, hogy a 0 és 1 értékekkel lehetetlen olyan jól differenciálni, mint a fertőzöttek számával, így egy sokkal pontosabb leírását lehet adni a vírusnak. Azonban ez az állítás csak részben igaz. A fertőzöttek száma és az általam a korlátozások és szabályozások alapján felvett dummy változók természetesen egy részben azonosan nullák, azonban vannak olyan időszakok, melyek esetén még számos fertőzött volt, azonban korlátozások, szigorítások már nem voltak tapasztalhatók, ilyen például 2022 első negyedéve, amikor a fertőzöttek száma a maximális volt (5. ábra). Pontosan ez az, ami jól mutatja a hosszabb távú hatást, a szigorítások eltörlése és enyhítése után a közúti áru fuvarozási szektor, nemzetközi tekintetben, élénkültni tudott. A 8. ábra mutatja a három adatsor, az eredeti, az (1) és (2) által alkotott értékeket egy közös diagramban, melyen szintén látszik, hogy a zölddel jelölt vonal jobban leköveti a tényadatok mozgását.



8. ábra: A tényadatok és a modellek alapján számított értékek

(forrás: [18] és saját munka)

6.2. Összegzés

Összességében elmondható, hogy sikerült megfelelő változókat találni Magyarország nemzetközi közúti áru fuvarozásának leírására. A két modell közül egyértelműen pontosabb leírást adott a tényadatokról az, amelyik az új fertőzések számát vette figyelembe, hiszen itt a hosszabb távú hatás vizsgálatára is lehetőség nyílt, továbbá jobban differenciálta a vírus hatásait, mint a 0 és 1 értékeket felvevő dummy változó.

Az elemzés fő célja a COVID-19 hatásainak vizsgálata volt a nemzetközi áru fuvarozásunkra. Az a tény kijelenthető, hogy a vírus hazánkban történő megjelenése, kitörése negatív hatással volt a szektorra. Ez egy lehetséges, a jövőben előforduló hasonló jelenség esetén már alapul szolgálhat az akkori helyzet megfelelő értékelésére.

A vírus hosszabb távú hatásai előre nehezen voltak megmondhatók, azonban az elemzésből kiderül, hogy azok bizony pozitívak voltak. A két modellből csak az egyik adott szignifikáns bizonyítást, azonban arra támaszkodva kijelenthető a pozitív hatása. Ez is

hasznos megállapítás véleményem szerint, a kitörése esetén megállapítottoknál hasznosabb, hiszen a közút árutovábbításban betöltött hatalmas jelentőségét mutatja. A globálisan jelentkező problémák, melyek mindig voltak és lesznek is, sok esetben lokálisan oldhatók meg egy közösség, adott esetben egy állam, számára. Ez a probléma jelen esetben a nemzetközi szintű lezárások és az ellátási láncok sérülése, melyre a megoldást a hiányzó áruk mihamarabbi pótlása jelentette, melyre pedig a közút biztosította lehetőségek a legalkalmasabbak. Tény, hogy kontinenseken átívelő árutovábbításra nem a közút a legalkalmasabb, nem is kell annak lennie. A rugalmasság, melyet biztosít, azonban a legnehezebb időszakokban is megoldást kínálhat a problémákra.

Véleményem szerint a COVID-19 helyén kezelése rendkívül fontos, az igazán hosszútávú hatásai még nem egyértelműek, hiszen a vírus még mindig köztünk van. Azonban a dolgozat által bemutatott gondolatmenet jó példa lehet egy krízishelyzet által okozott nehézségekre hazánkban, továbbá ezen nehézségek által esetenként okozott pozitív hatásokra is.

Felhasznált irodalom

Könyv:

- [1] *Nagy Zoltán: Közlekedésszatisztika*, 2018, Akadémia Kiadó, ISBN: 978 963 454 279 7
- [2] *Bicsák György: Mérnöki számítások*, 2019, Akadémia Kiadó, ISBN: 978 963 454 281 0
- [3] *G.S. Maddala: Introduction to the Econometrics*, 1992, Macmillan Publishing Company, ISBN: 0-02-374545-2

Folyóirat:

- [4] *Irena Lacka, Blazej Supron: The Impact of COVID-19 on Road Freight Transport Evidence from Poland*, European Research Studies Journal Vol. XXIV, Special Issue 3, (2021), pp. 319-333
- [5] *Juan Nicolas Gonzalez, Alberto Camarero-Orive, Nicoletta González-Cancelas, Andres Felipe Guzman: Impact of the COVID-19 pandemic on road freight transportation – A Colombian case study*, Research in Transportation Business & Management, Vol. 43, (2022), <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100802>
- [6] *Chris Hendrickson, Laurence R. Rilett: The COVID-19 Pandemic and Transportation Engineering*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 146, (2020), <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000418>
- [7] *Dominic Loske: The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics: An empirical analysis in German food retail logistics*, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Vol. 6, (2020), <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100165>
- [8] *San-Ju Ho, Wenwu Xing, Wenmin Wu, Chien Chiang Lee: The impact of COVID-19 on freight transport: Evidence from China*, MethodsX, Vol. 8, (2021), <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101200>
- [9] *Thuy Dung Vo, Manh Dung Tran: The impact of COVID-19 Pandemic on the Global Trade*, International Journal of Social Science and Economics Invention, Vol. 7, (2021), <https://doi.org/10.23958/ijsssei/vol07-i01/261>

- [10] *Hanna F. Maoh, Shakil A. Khan, William P. Anderson: Truck movement across the Canada-US border: The effects of 9/11 and other factors*, Journal of Transport Geography, Vol. 53, (2016), pp 12-21, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.04.002>
- [11] *René Cabral, André Varella Mollick, Eduardo Saucedo: Northbound border crossings from Mexico to the U.S. and peso/dollar exchange rate*, Research in Transportation Business & Management, Vol. 33, (2019), <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100423>
- [12] *Werner Rothengatter, Junyi Zhang, Yoshitsugu Hayashi, Anastasiia Nosach, Kun Wang, Tae Hoon Oum: Pandemic waves and the time after COVID-19: Consequences for the transport sector*, Transport Policy, Vol. 110, (2021), pp. 225-237, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.06.003>
- [13] *Ana Alises, Jose Manuel Vassalo, Andrés Felipe Guzmán: Road freight transport decoupling: A comparative analysis between the United Kingdom and Spain*, Transport Policy, Vol. 32, (2014), pp. 186-193, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.01.013>
- [14] *Switala Marcin, Lukasiewicz Agnieszka: Road freight transport companies facing the COVID-19 pandemic*, (2021), <https://doi.org/10.33226/1231-2037.2021.5.2>
- [15] *Richard S. Gray: Agriculture, transportation, and the COVID-19 crisis*, Vol. 68, (2020), <https://doi.org/10.1111/cjag.12235>

Kutatási jelentések:

- [16] *Steven Globerman, Paul Storer: The impacts of 9/11 on Canada-U.S. Trade*, Border Policy Research Institute Publications, (2006)

Elektronikus dokumentumok:

- [17] URL: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0004.html (letöltve: 2022.09.14)
- [18] URL: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0055.html (letöltve 2022.09.15.)
- [19] URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=000G0000.APE&txtreferer=00000003.TXT> (letöltve 2022.09.21.)
- [20] URL: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2022_uzemanyagar (letöltve 2022.09.18)

- [21] URL: <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdezes> (letöltve 2022.09.23.)
- [22] URL: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0054.html (letöltve 2022.09.23)
- [23] URL: <https://atlo.team/koronamonitor/> (letöltve 2022.09.25)
- [24] URL: https://www.ksh.hu/stadat_files/gdp/hu/gdp0087.html (letöltve 2022.09.18.)