



Közzététel: 2022. március 11.

A tanulmány címe:

A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése

Szerzők:

TARJÁNI ARIELLA JANKA,

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem PhD-hallgatója

E-mail: tarjani.janka@gtk.bme.hu

KALLÓ NOÉMI,

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi docense

E-mail: kallo.noemi@gtk.bme.hu

DOBOS IMRE,

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára

E-mail: dobos.imre@gtk.bme.hu

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0266>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Sztj.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Sztj. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:
„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 100. évfolyam 3. számában megjelent, Tarjáni Ariella Janka, Kalló Noémi, Dobos Imre által írt, 'A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése' című tanulmány (link csatolása)*”
7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Tarjáni Ariella Janka – Kalló Noémi – Dobos Imre

A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése

Statistical analysis of 2020 data for the international digital economy and society index

TARJÁNI ARIELLA JANKA,
a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem PhD-hallgatója
E-mail: tarjani.janka@gtk.bme.hu

KALLÓ NOÉMI,
a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem egyetemi docense
E-mail: kallo.noemi@gtk.bme.hu

DOBOS IMRE,
a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem egyetemi tanára
E-mail: dobos.imre@gtk.bme.hu

A tanulmány célja az Európai Bizottság által készített nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index (international digital economy and society index, I-DESI) dimenzióinak elemzése többváltozós statisztikai módszerekkel. A szerzők az EU- (Európai Unió) tagállamok és az EU-n kívüli országok adatainak szétválaszthatóságát diszkriminanciaanalízissel vizsgálják, a dimenziók értékeinek átlagát varianciaanalízissel hasonlítják össze. A dimenziók közötti korrelációt Pearson-féle és parciális korrelációs együtthatók alapján számítják, az összefüggéseket oksági láncon ábrázolják. Főkomponens-elemzés segítségével az öt dimenziót két főkomponensre vezetik vissza és az előző évi adatokhoz viszonyítva értelmezik. A kiugró adatokat a Mahalanobis-távolságokkal értékelik. Eredményeik alátámasztják az Európai Bizottság álláspontját a digitális gazdaság vizsgált dimenzióinak szoros összefüggéséről, valamint azt, hogy nincs jelentős különbség az EU-tagállamok és az EU-n kívüli országok között.

TÁRGYSZÓ: nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index (I-DESI), információs és kommunikációs technológiák, többváltozós statisztikai elemzés

The aim of this study is to analyse the dimensions of the international digital and society index (I-DESI) prepared by the European Commission using multivariate statistical methods. The distinction between EU (European Union) member states and non-EU countries states is examined through discriminant analysis and the means are compared by analysis of variance. Correlation between dimensions is studied by Pearson and partial correlation coefficients, and the relationships between dimensions are plotted on a causal chain. The five dimensions are traced back to two main components using factor analysis, and interpreted compared to the previous year's data. Outliers

are rated with Mahalanobis distances. Countries are then grouped using a hierarchical cluster analysis. The results support the European Commission's view of the close link between the dimensions of the digital economy and no evidence of a significant difference is found between EU member states and non-EU actors.

KEYWORD: international digital economy and society index (I-DESI), information and communication technology, multivariate statistical analysis

Az I-DESI egy összetett mutatószám, amellyel az *Európai Bizottság* (*European Commission* [2021a]) az EU-tagállamok digitális fejlődését kívánja követni, és összehasonlíja azokat a világ többi részének eredményeivel. A technológiai fejlődés nyomán követése, az EU-tagállamok nemzeti teljesítményének javítása érdekében, az Európai Bizottság egyik legfontosabb feladatává vált, hiszen ezzel tudja biztosítani versenyképességét olyan országokkal szemben, mint az Egyesült Államok, Japán és Dél-Korea.

Az I-DESI öt fő dimenzióból áll.

1. internet-hozzáférés (connectivity): vezetékes és mobil szélessávhasználat;
2. humántőke (human capital): a lakosság digitális tudása;
3. internetes szolgáltatások használata (citizen internet use): a magánszektor online tevékenysége;
4. digitális technológiák integráltsága (business technology): az üzleti szektor digitalizálása;
5. digitális közszolgáltatások (digital public services): online közszolgáltatások kereslete és kínálata.

A fő dimenziók további 24 aldimenzió keresztül értelmezhetők. Az adatsor ebből adódóan egy intervallumskálán mért folytonos többváltozós adathalmaz, ahol minden egységen több mintát (országot), több változóval mérnek.

Az I-DESI-nél apró változtatásokkal ugyanaz a súlyozási rendszer alkalmazható, mint a EU-tagállamokat vizsgáló DESI esetében. Ilyen változtatás, hogy az EU-n kívüli országokból nem állnak rendelkezésre adatok az ultragyors szélessávú internetről és az e-egészségügyről, így ezek az almutatók kimaradtak az I-DESI-ből. Az *Európai Bizottság* (*European Commission* [2021c]) jelentése alapján a DESI és az I-DESI fődimenzióinak és aldimenzióinak korrelációja erős, a 2015 és 2018 közötti időszak pontszámai és az országranglista között 0,89-es korrelációs értéket

közöltek, ezért a két vizsgálat összehasonlítása viszonylag nagy megbízhatósággal végezhető.

Az Európai Bizottság 2020-as hivatalos jelentése a 2015 óta gyűjtött adatok trendelemzése alapján készült. A jelentés megállapítja, hogy a legjobb értékeléssel rendelkező EU-tagállamok korrekciós eredményei azonos vagy magasabb szinten vannak, mint a legjobb EU-n kívüli országoké. A trendelemzés alapján Finnország vezet a rangsort, a legeredményesebb EU-n kívüli ország az Egyesült Államok; Magyarország a középmezőnyben szerepel, 2015 óta fokozatosan zárkózik fel az EU-átlaghoz.

Írásunkban a 2020. évi I-DESI-adatokat elemezzük többváltozós statisztikai módszerekkel. Célunk a 27 EU-tagállamra és 18 EU-n kívüli országra (Ausztrália, Brazília, Kanada, Chile, Kína, Izland, Izrael, Japán, Mexikó, Új-Zéland, Norvégia, Oroszország, Szerbia, Dél-Korea, Svájc, Törökország, Egyesült Királyság és az Egyesült Államok) vonatkozó I-DESI-adatok közötti statisztikai összefüggések feltárása, és az EU-tagállamok eredményeinek összehasonlítása az EU-n kívüli résztvevők értékeivel.

Tanulmányunk felépítése a következő. Az 1. fejezetben egy rövid áttekintést adunk a digitalizáció mérésével, a mutatószámok elemzésével kapcsolatos legfrissebb szakirodalomról. A 2. fejezetben összefoglaljuk a kutatási kérdéseinket és a felhasznált statisztikai módszereket. A 3. fejezet tartalmazza a statisztikai elemzéseket: a diszkriminanciaanalízist, az átlagok összehasonlítását, a korreláció vizsgálatát, a főkomponens-elemzést, a parciális korreláció elemzését. Végül a 4. fejezetben következtetéseinket foglaljuk össze.

1. Szakirodalmi áttekintés

Tanulmányunk előzménye *Bánhidi és Dobos* [2020], illetve *Bánhidi, Dobos és Nemeslaki* [2020] munkái, amelyek az EU-tagállamokra készített 2019-es DESI-jelentést elemzik többváltozós statisztikai módszerekkel. A szerzők a dimenziók közötti lineáris összefüggéseket vizsgálták korrelációs, valamint főkomponens-elemzéssel, az oksági láncot szintén parciális korreláció segítségével állították fel. Az EU-tagállamokat klaszterelemzéssel csoportosították. A módszer sorát jelen írásunkban az EU-tagállamok és az EU-n kívüli országok adatainak diszkriminanciaanalízisével és átlagaiknak összehasonlításával egészítjük ki.

Az I-DESI vizsgálatáról kevés hazai és nemzetközi irodalom található. A források jellemzően más mérési módszerekkel és rangsorolási eljárásokkal hasonlítják

össze a DESI-rendszert, kapcsolatot keresnek a DESI és az egyéb mutatószámok között, vagy tagországi, illetve regionális elemzésben mutatják be az eredményeket.

A digitalizált gazdaság mérési módszereiről *Kokh és Kokh [2019]* készített részletes összefoglalást. Írásukban az IKT (információs és kommunikációs technológia) fejlesztési indexet, a Huawei globális hálózati indexét, az e-kormányzati fejlesztési indexet, a DESI-t, az I-DESI-t, a Boston Consulting Group gazdaság-digitalizálási indexét, a globális digitális versenyképességi indexet, a digitális evolúciós indexet és az Ivanov digitális indexet mutatták be. Az indexek számítási módszertanának elemzése és összehasonlítása után a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a mutatószámok az országok egészét jellemzik a digitális gazdaság fejlődése szempontjából, és nincs közöttük olyan, amelyik az egyes iparágak, valamint szolgáltatások digitalizációs szintjét méri, illetve szektorspecifikus elemzéseket lehetne végezni.

Más rangsorolási módszerre példa *Bánhidi és Dobos [2021]* munkája, amelyben a szerzők a kompozit DESI alapján rangsorolták az országokat. A felhasznált adat-elemzési módszer a burkológörbe-elemzés (data envelopment analysis/composit indices [DEA/CI]) és az ideális megoldásokhoz hasonló preferenciarendszer technikája (technique for order of preference by similarity to ideal solution, TOPSIS) volt. E két eljárás és a DESI eredményei alapján is a rangsort az északi országok (Finnország, Svédország, Dánia) vezetik, Magyarország pedig a középmezőnyben foglal helyet.

A DESI más indexekkel való kapcsolatát elemezte *Stavytskyy, Kharlamova és Stoica [2019]*, akik a fogyasztásiindex-növekedés, a vásárlóerő-paritás és a munkanélküliség hatását vizsgálták a DESI indexre az EU-tagállamok esetében 2013 és 2018 között. Eredményeik igazolták, hogy a DESI-értékeket 98 százalékban az előző évek határozzák meg, és a fogyasztási index 1 százalékos emelkedése 0,2 százalékos növekedést, a munkanélküliség 1 százalékos növekedése pedig 0,2 százalékos csökkenést eredményez a DESI értékeiben, tehát a pozitív piaci mutatószám emelkedése a DESI-érték növekedésével jár.

Başol és Yalçın [2020] a DESI-dimenziók és a munkaerő-piaci mutatószámok kapcsolatát tárták fel. Tanulmányukban a 2018-as DESI-dimenziókat, a pozitív (személyes keresetek, foglalkoztatási ráta) és negatív (munkaerőpiaci bizonytalanság, hosszútávú munkanélküliségi ráta) foglalkoztatási mutatókat elemezték korreláció- és regressziószámítással. Arra a következtetésre jutottak, hogy a DESI-érték emelkedésével a foglalkoztatási arány és a személyes kereset növekszik, valamint a hosszú távú munkanélküliségi ráta és a munkaerőpiaci bizonytalanság csökken, tehát a digitalizálás fejlődése a pozitív foglalkoztatási mutatóknak kedvez.

Polozova, Kolupaieva és Sheiko [2021] a digitalizáció és a munkaerő-termelékenység, illetve a globális versenyképességi index közötti kapcsolatot vették górcső alá. Klaszterelemzésük során négy klasztert különítettek el: a vezetőket, a perspektivikus országokat, a követőket és az átmeneti országokat. Ebben az elemzésben is az északi országok kerültek az élvonalba. A DESI és a munkaerő-

termelékenység közötti kapcsolatot sikerült igazolni, a DESI és a versenyképességi index kapcsolata azonban nem volt egyértelmű.

Esses, Csete és Németh [2021] a fenntarthatóság és a digitalizáció kapcsolatát a Visegrádi országok adatain elemezték. Tanulmányukban a DESI, a bruttó hazai termék (gross domestic product, GDP), a humán fejlettségi mutató (human development index, HDI) és a társadalmi haladás mutató (social progress index, SPI) dimenziói között kerestek összefüggéseket a fenntarthatósági célok szerint. Eredményeik értékelésében kitértek a Covid19-járvány hatásaira, amely 2020-ban ugrásszerű fejlődést idézett elő az országok digitalizációjában az előző évi adatokhoz képest.

Szintén a DESI és a GDP összefüggését igazolta *Turuk* [2021] Közép- és Kelet-Európa digitális vállalkozásainak helyzetét vizsgálva. A 2015-től 2019-ig gyűjtött adatokat felhasználva mutatta ki az országok egy főre jutó GDP-je és a DESI közötti kapcsolatot. Számításai szerint a DESI-dimenziók közül az internetes szolgáltatások használatának, a digitális technológiák integráltságának és a digitális közszolgáltatásoknak van pozitív hatásuk az egy főre jutó GDP alakulására. Nem mutatott ki szignifikáns kapcsolatot viszont az internet-hozzáférés, illetve a humántőke és az egy főre jutó GDP között.

Regionális elemzésekre példa *Russo* [2020] munkája, aki a DESI-re vonatkozó európai irányelveket követve tett javaslatot az olaszországi Abruzzo-régió technológiai fejlesztési kereteinek újjáépítésére. Tanulmányában feltérképezte Abruzzo digitális gazdaságát, a fejlődés idősoros vizsgálatával ismertette a digitalizáció időbeli lefolyását, és egyedi adatgyűjtőrendszert állított fel a fejlődés nyomon követéséhez. Szintén egy tagországi elemzést készített *Gurău* [2021] Románia digitalizációjának helyzetéről.

2. Módszerek

Munkánk során a 2020 decemberében közzétett (*European Commission* [2021c]) I-DESI-felmérés eredményeit elemezzük többváltozós statisztikai módszerekkel. A vizsgált adatsort a Függelék F1. táblázata tartalmazza. Az eljárások kiválasztásának alapja egy előző évi elemzés volt (*Bánhidí–Dobos* [2020]), amellyel így összehasonlíthattuk a 2020-as eredményeket. A módszerek sorát kiegészítettük a diszkriminancia-analízissel és az átlagok összehasonlításával mind az EU-tagállamok, mind az EU-n kívüli országok tekintetében. Kutatási kérdéseink és a választott metódusok a következők:

1. Szét lehet-e választani az adatállományt az EU és az EU-n kívüli országok csoportjára? – diszkriminanciaanalízis.
2. Van-e különbség az EU-tagállamok és az EU-n kívüli országok átlagai között? – átlagok összehasonlítása.
3. Milyen lineáris összefüggések mutathatók ki a mutatószámrendszer dimenziói között? – korrelációs számítás.
4. Milyen mértékben tudjuk csökkenteni a változók számát? – főkomponens-elemzés.
5. Milyen oksági kapcsolatok feltételezhetők a változók között? – parciális korrelációs számítás.

Az adatelemzést grafikus vizsgálatokkal kezdtük. A diszkriminanciaanalízis során kiszámítottuk a Wilks-féle λ és a kanonikus korreláció értékeit. Az átlagok összehasonlításához a varianciaanalízis feltételeit Gauss-hálóval, Shapiro–Wilk-, Kolmogorov–Smirnov- és Box-tesztel ellenőriztük. A korreláció vizsgálatához a Pearson-féle korrelációs együtthatókat használtuk. A kiugró értékeket a Mahalanobis-távolságok alapján értékeltük. A dimenziók között feltárt erős korreláció (0,35–0,82) miatt a változók számát főkomponens-elemzés segítségével csökkentettük forgatás nélkül, illetve varimax rotációval. A mintavétel megfelelőségét a Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) mérőszámmal (0,804) ellenőriztük, a modell megfelelőségét Bartlett-tesztel értékeltük. A változók között feltételezhető oksági láncot parciális korreláció segítségével állítottuk fel, amelyet kevésbé szigorú, 15 százalékos szignifikanciaszinten végeztünk. Az eredményeket az IBM Statistics Package for Social Sciences (SPSS) statisztikai szoftverrel állítottuk elő.

3. Eredmények

A grafikus vizsgálatok segítenek abban, hogy általános benyomásunk alakuljon ki az adatsorról, illetve megállapíthassuk, vannak-e kiugró adatok, különbségek, egyéb rendellenességek a csoportok között. A többváltozós adatsorok szemléltetéséhez *Rencher* [2002] profilokat (oszlopdiaagram), pókhálódiagramot, karakterisztikus jeleket, boxplot diagramot javasol. Az SPSS csak az oszlopdiaagramokat támogatja ezek közül. A Függelék F1. ábrája a vizsgált országok I-DESI-értékeit mutatja be.

Az adatsor szemrevételezéséből kiderül, hogy előfordulnak alacsony mért értékek az EU-tagállamoknál (például Görögország és Lengyelország) és az EU-n kívüli országoknál (például Brazília és Mexikó) egyaránt. Ugyanakkor magas értékek is találhatóak mind az EU-tagállamoknál (például Finnország és Hollandia), mind az

EU-n kívüli országoknál (például Korea és az Egyesült Államok). Néhány, a mintában szereplő ország profilja meglehetősen kiegyensúlyozott, ahol az összes I-DESI-komponens közel áll egymáshoz. Ilyen uniós ország például Ausztria, Írország, Luxemburg és Svédország; az EU-n kívüli csoport hasonló példái az Egyesült Királyság és az Egyesült Államok. Vannak olyan országok, ahol az egyik komponens értéke kétszer olyan magas, mint a másiké. Görögországban az internet-hozzáférés és a digitális közszolgáltatások értéke háromszorosa a humántőkének, és kétszerese az internetes szolgáltatások használatának, valamint a technológiák integráltságának. Brazíliában és Kínában is hasonló jelenség figyelhető meg.

Az EU-tagállamokban jellemzően magas az internet-hozzáférés értéke, de bizonyos országokban a digitális közszolgáltatásoké a legmagasabb, néhány esetben pedig a digitális technológiák integráltsága emelkedik ki (például Finnországban, Németországban, Hollandiában és Svédországban). Az EU-n kívüli országokban általában a digitális közszolgáltatások értékei a legmagasabbak, négy esetben az internet-hozzáférése. (Lásd az F1. ábrát.) A digitális technológiák integráltsága az első helyen áll Izraelben és Svájcban, az internetes szolgáltatások használata pedig Izlandon a legmagasabb az öt dimenzió közül. A humántőke értéke egy ország esetében sem magasabb a többi dimenzió értékénél.

3.1. Diszkriminanciaanalízis

A grafikus vizsgálatok után diszkriminanciaanalízissel tártuk fel, hogy az EU-tagállamok adatai elkülönülnek-e az EU-n kívüli országok eredményeitől. Mivel a két minta nem azonos elemszámú, a csoportok méretével korrigáltuk az adatokat.

1. táblázat

Sajátérték és kanonikus korreláció
(Eigenvalue and canonical correlation)

Függvény	Sajátérték	Variancia (%)	Kumulált variancia (%)	Kanonikus korreláció
Diszkriminanciafüggvény	0,208	100,0	100,0	0,415

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

A két országcsoport elkülönítésénél a kanonikus korreláció a leghasznosabb mérőszám az 1. táblázat alapján, és egybeesik a Pearson-féle korrelációs együttható-

val. A kanonikus korreláció értéke gyenge, 0,5 alatti, ez alapján nem lehet elkülöníteni a két adatsort.

2. táblázat

Diszkriminanciaanalízis
(Discriminant analysis)

Függvény	Wilks-féle λ	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i> -érték
Diszkriminanciafüggvény	0,828	7,637	5	0,177

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

A Wilks-féle λ magas értéke azt mutatja, hogy a csoportosító változóval kialakított besorolás szerint nincs különbség az EU-tagállamok és az EU-n kívüli országok átlagai között, és csupán az adatsor alapján nem lehet szétválasztani a csoportokat. A kapcsolódó χ^2 -próba azt a hipotézist teszteli, hogy az EU-tagállamok és az EU-n kívüli országok adatai azonos sokaságból származnak-e. Mivel az eredmény nem szignifikáns, az EU-tagállamok és EU-n kívüli országok szerinti csoportosítás akár véletlenül is adódhat.

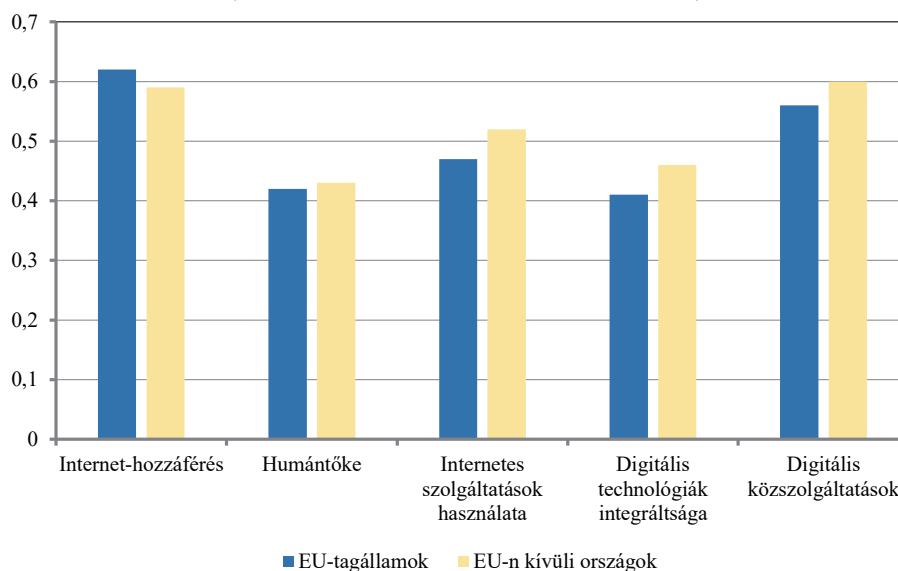
3.2. Többváltozós varianciaanalízis

A többváltozós varianciaanalízis (multivariate analysis of variance, MANOVA) a többváltozós átlagok közötti különbséget vizsgálja. Az elemzés megbízhatóságához szükséges feltételezések a minták függetlensége, a többváltozós normalitás, és a variancia-kovariancia mátrixok egyenlősége (a variancia homogenitása). A minták függetlensége esetünkben feltételezhető, mivel a különböző minták más-más országokból származnak. A többváltozós normalitást és a varianciák egyenlőségét grafikus és numerikus vizsgálatok alapján láttuk be.

A többváltozós normalitás vizsgálatához *Rencher* [2002] az egyes változók külön-külön történő ellenőrzését javasolja. Ha minden változóra feltételezhető a normalitás, akkor a többváltozós eloszlás is normálisnak tekinthető. Az egyváltozós normalitásvizsgálat általában grafikus elemzéssel történik, mivel ez gyors és megbízható módszer a rendellenességek diagnosztizálására. A változókra készített Gauss-hálók alapján nincs okunk feltételezni a normalitástól való eltérést. A Kolmogorov–Smirnov-teszt egyik változó esetében sem szignifikáns, a Shapiro–Wilk-teszt a digitális technológiák integráltságánál 0,05-os szinten gyengén szignifikáns eredményt mutat. Mivel a két próba közül a Shapiro–Wilk-féle statisztikai szempontból erősebb (*Kovács* [2014]), ezért az egy- és többváltozós esetekben is feltételeztük a normalitást.

A variancia homogenitását a változók szórásának összehasonlításával és Box-tesztel vizsgáltuk. Az öt (dimenzió) változó szórása hasonló a két országcsoportban, ami a variancia homogenitására utal. A csoportok között a legjelentősebb különbség az internet-hozzáférésben mutatkozott, ahol az EU-csoport szórása fele (0,0510) az EU-n kívüli csoporténak (0,1043). A többváltozós variancia homogenitásának igazolására végzett Box-teszt eredménye nem volt szignifikáns, ezért a kovarianciamatrixok egyenlőségét feltételeztük. Ezzel a többváltozós varianciaanalízis feltételeit ellenőriztük, az eredményeit hitelesnek tekintettük. A dimenziók átlagait az 1. ábra szemlélteti.

1. ábra. Az I-DESI dimenziók átlagai közötti különbségek
(Differences between the means of I-DESI dimensions)



Forrás: Saját szerkesztés a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

Az EU-tagállamokban általában magasabb az internet-hozzáférés I-DESI komponens értéke, míg az EU-n kívüli országokban nagyobb az internetes szolgáltatások használata, a digitális technológiák integráltsága és a digitális közszolgáltatások. A két csoport között nincs jelentős különbség a humántőkét tekintve. A 3. táblázatban mutatjuk be varianciaanalízis eredményeit.

A 3. táblázatban az F -próba azt a nullhipotézist teszteli, hogy az öt dimenzió értékei az EU-tagállamokban és az EU-n kívüli országokban mérve származhat-e azonos sokaságból. Magas p -értékeket kaptunk, tehát az öt dimenzió egyike sem szignifikáns 0,05-os szinten, ezért nincs okunk feltételezni, hogy a két csoport között jelentős különbség lenne. Az η^2 legnagyobb értéke az internetes szolgáltatások hasz-

nálata esetében 0,031, vagyis az EU-tagállamok és EU-n kívüli országok közötti különbségnek mindössze 3,1 százalékát magyarázza ez a dimenzió, az adatok együtt is vizsgálhatók a továbbiakban.

3. táblázat

MANOVA-táblázat
(MANOVA table)

Faktor		SS	df	MS	F-érték	p-érték
Internet-hozzáférés	Csoportok között	0,005	1	0,005	0,849	0,362
	Csoporton belül	0,252	43	0,006		
Humántőke	Csoportok között	0,001	1	0,001	0,119	0,731
	Csoporton belül	0,529	43	0,012		
Internetes szolgáltatások használata	Csoportok között	0,023	1	0,023	1,368	0,249
	Csoporton belül	0,710	43	0,017		
Digitális technológiák integráltsága	Csoportok között	0,027	1	0,027	0,559	0,459
	Csoporton belül	2,078	43	0,048		
Digitális közszolgáltatások	Csoportok között	0,020	1	0,020	0,910	0,345
	Csoporton belül	0,950	43	0,022		

Megjegyzés. MANOVA (multivariate analysis of variance): szórásanalízis.

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

3.3. Korrelációvizsgálat

Miután beláttuk, hogy nincs különbség az EU és EU-n kívüli országok adatai között, a korrelációvizsgálatot már a teljes adatsoron is elvégeztük. (Lásd a 4. táblázatot.) Az eredmények alapján a változók közötti korreláció minden esetben pozitív, tehát azonos irányba mozognak együtt. Ez az adatok kontextusából is következik, hiszen mind az öt dimenzió a digitális fejlődés egy aspektusát hivatott leképezni (*European Commission* [2021c]). A vizsgált tíz esetből kilencben 0,01 szinten, míg a digitális technológiák integráltsága és a digitális közszolgáltatások között csak 0,05-os szinten szignifikáns a korreláció. A 2019-es adatsort tekintve (*Bánhid-Dobos* [2020]) minden esetben 0,01-os szinten volt szignifikáns a korreláció. Csupán az EU-tagállamok adatait véve, ugyanez az érték 0,467, ami szintén nem szignifikáns 0,01-os szinten. Kizárólag az EU-n kívüli országok adatait tekintve, a digitális közszolgáltatások dimenzió egyetlen másik DESI-dimenzióval sem mutat szignifikáns korrelációt, ami arra enged következtetni, hogy a digitális közszolgáltatások I-DESI

komponens értéke kevésbé erősen kapcsolódik a másik négy mutatószámhoz és a digitális fejlettséghez.

4. táblázat

A Pearson-féle korrelációs együtthatók mátrixa
(Matrix of Pearson's correlation coefficients)

Dimenzió	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
Internet-hozzáférés	0,626**	0,641**	0,656**	0,433**
	0,000	0,000	0,000	0,003
Humántőke		0,705**	0,730**	0,602**
		0,000	0,000	0,000
Internetes szolgáltatások használata			0,823**	0,444**
			0,000	0,002
Digitális technológiák integráltsága				0,355*
				0,017

*A korreláció 0,05-os szinten szignifikáns (kétoldali).

**A korreláció 0,01-os szinten szignifikáns (kétoldali).

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

A változók közötti kapcsolatokat a multikollinearitás alapján is vizsgáltuk. A dimenziókra kapott varianciainflációs tényezők az 5. táblázatban láthatók. Mivel ennek az értéke mindegyik változóra 5 alatti, ezért a változók multikollinearitása nem áll fenn, a közöttük levő lineáris kapcsolatok nem számottevők.

5. táblázat

Varianciainflációs tényezők
(Variance inflation factors)

Dimenzió	VIF
Digitális technológiák integráltsága	3,996
Internetes szolgáltatások használata	3,515
Humántőke	3,136
Internet-hozzáférés	2,007
Digitális közszolgáltatások	1,688

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

3.4. Főkomponens-elemzés

A dimenziók közötti erős korrelációk miatt főkomponens-elemzést végeztünk a modell egyszerűsítésére és a látens változók felderítésére. A KMO-mérőszám 0,804, ami a mintavétel megfelelőségét mutatja, és látens változók létezését valószínűsíti. A Bartlett-teszt eredménye szignifikáns, ez a korrelációvizsgálathoz hasonlóan a változók között fennálló kapcsolatot bizonyítja, ami alkalmassá teszi az adatsort a főkomponens-elemzésre. A kommunalítások értékei 0,6 és 0,9 közöttiek, tehát a főkomponensek a variancia nagy részét magyarázzák. Számításaink szerint a forgatás nélküli modellben az első faktor a variancia 68,8 százalékát magyarázza. Az első faktor esetében a faktorsúlyok értékei 0,810 feletti, négy változó erősen korrelál vele, de a digitális közszolgáltatások kevésbé, csak 0,653 a faktorsúly értéke. Két főkomponens már elégséges a variancia 83,4 százalékának magyarázatához. A második faktorra a digitális közszolgáltatások mutatja a legnagyobb korrelációt 0,737 értékkel.

Az eredmények megerősítése érdekében forgatást alkalmaztunk varimax-rotációs módszerrel: a két főkomponens ugyanúgy a variancia 83,4 százalékát magyarázza, de a faktorsúlyok eltérők. A forgatás után kapott faktorsúlyokat a 6. táblázat foglalja össze. A forgatás három iteráció után konvergált.

6. táblázat

Faktorsúlyok a forgatás után
(Factor weights after rotation)

Dimenzió	Faktorok	
	Digitális felkészültség	Digitális alkalmazások
Digitális technológiák integráltsága	0,932	0,136
Internetes szolgáltatások használata	0,881	0,240
Internet-hozzáférés	0,767	0,295
Humántőke	0,718	0,539
Digitális közszolgáltatások	0,210	0,962

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

Az első főkomponenssel erősen korrelál a digitális technológiák integráltsága, az internetes szolgáltatások használata és az internet-hozzáférés, a második faktor esetében pedig kiemelt jelentősége van a digitális közszolgáltatások hatásának, míg a humántőke hatása közepesen magas. Az előző évi adatok elemzésében (*Bánhidi-Dobos* [2020]) a digitális technológiák integráltsága inkább a második főkomponens-

sel korrelált. A változás véleményünk szerint a Covid19-járvány hatását mutatja a digitalizációra, ahogy az üzleti, munkahelyi digitális alkalmazások hatása a „home office” miatt keveredni kezdett a lakossági felhasználás jellemzőivel. A hatás átmeneti jellegét feltételezve a faktorok korábbi elnevezéseit megtartottuk.

3.5. Parciális korrelációs elemzés

A dimenziók közötti oksági kapcsolatokat parciális korrelációs elemzéssel állítottuk fel. A 10 együttható közül a kevésbé szigorú, 15 százalékos szignifikancia-szinten 6-ot találtunk szignifikánsnak, ezeket a 7. táblázat tartalmazza. A szignifikáns együtthatók értékei 0,2 és 0,6 között vannak, tehát gyenge és közepes erősségű oksági kapcsolatok jellemzik a rendszert.

7. táblázat

A parciális korrelációs együtthatók mátrixa
(Partial correlation coefficients matrix)

Dimenzió	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
Internet-hozzáférés	0,143	0,147	0,228	0,136
	0,365	0,353	0,147*	0,390
Humántőke		0,119	0,380	0,469
		0,425	0,013*	0,002**
Internetes szolgáltatások használata			0,519	0,150
			0,000**	0,342
Digitális technológiák integráltsága				-0,252
				0,107*

* A korreláció 0,15-os szinten szignifikáns (kétoldali).

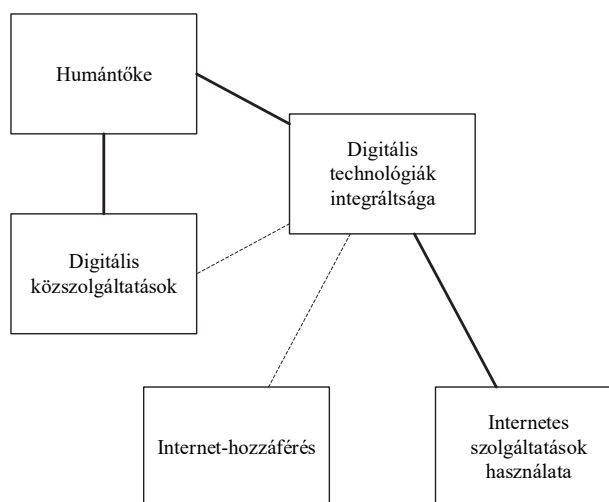
** A korreláció 0,01-os szinten szignifikáns (kétoldali).

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2021b] adatbázisa alapján.

A parciális korrelációs együtthatók alapján felállítottuk az oksági láncot a változók között, melyet a 2. ábra illusztrál. A 2019. évi adatok alapján készült ábrához képest (*Bánhidí–Dobos* [2020] 161. oldal) az internet-hozzáférés továbbra is független változónak tekinthető, de már nem kapcsolódik az internetes szolgáltatások használatához, közvetlenül a digitális technológiák integráltságával van összefüggésben. A humántőke esetében már nem egyértelmű a változó függetlensége, és szintén nem

kapcsolódik az internetes szolgáltatások használatához. Az internetes szolgáltatások használata azonban a 2020-as adatsor alapján is kapcsolódik a digitális technológiák integráltságához, ahogy a másik három változó is, valamint a digitális technológiák integráltsága az előző évi adatokhoz képest közelebb csúszott a magánszektorra jellemző tényezőkhöz, feltehetően a Covid19-járvány hatására. A digitális közszolgáltatások változója már nemcsak a digitális technológiák integráltságához, hanem a humántőkéhez is erősen kapcsolódik.

2. ábra. A változók közötti oksági kapcsolatok
(Causal relations between the variables)



Forrás: Saját szerkesztés a European Commission [2021b] adatbázisa alapján.

4. Következtetések

Tanulmányunkban az I-DESI öt dimenzióját vizsgáltuk többváltozós statisztikai módszerekkel. Az adatok grafikus elemzése alapján megállapítottuk, hogy az EU-tagállamokban jellemzően magas az internet-hozzáférés I-DESI komponens értéke, míg az EU-n kívüli országok esetében általában a digitális közszolgáltatások értékei a legmagasabbak. A diszkriminanciaanalízis alapján beláttuk, hogy az EU-tagállamokra és az EU-n kívüli országokra vonatkozó adatsor nem különül el egymástól, az átlagok összehasonlításánál pedig nem mutatkozik jelnetős különbség a két csoport között, ezért a két adatsor elemzését együtt folytattuk. A korrelációszámítás alapján megállapítottuk, hogy a változók közötti kapcsolat erős, a legerő-

sebb az internetes szolgáltatások használata és a digitális technológiák integráltsága közötti, ez alapján az adatok megfelelőek a főkomponens-elemzéshez. Vizsgálatunk során két főkomponenset különítettünk el.

Az első főkomponenssel erősen korrelált a digitális technológiák integráltsága, az internetes szolgáltatások használata és az internet-hozzáférés, a második faktor esetében pedig kiemelt jelentősége volt a digitális közszolgáltatások hatásának. A humántőke mindkét faktorban közel azonos mértékben szerepelt. A parciális korrelációs elemzés alapján felállítottuk az oksági láncot a változók között, és megállapítottuk, hogy a digitális technológiák integráltsága az előző évi adatokhoz képest közelebb csúszott a magánszektorra jellemző tényezőkhöz, feltehetően a Covid19-járvány hatására.

A Covid19-járvány utóhatásának vizsgálatához érdemes a következő években is elvégezni hasonló elemzéseket – hogy megtudjuk, tartós trend szerint alakul-e a magánszektor és a vállalkozások digitalizációjának közeledése, vagy csak a járvány hatása érvényesült ebben az időszakban –, és ezzel hosszú távú következtetéseket vonhassunk le a járványok és a digitalizáció kapcsolatáról.

Függelék

F1. táblázat

A 2020. évi I-DESI-felmérés eredményei, vizsgálatunk alapadatai
(Basic data and results of the 2020 I-DESI study)

Ország, országcsoporthoz tartozás és súlysúly	Dimenzió					I-DESI
	Internet-hozzáférés	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások	
Súlysúly	0,25	0,25	0,15	0,20	0,15	
EU27-tagállamok átlaga	0,62	0,42	0,47	0,41	0,56	0,50
Ausztria	0,60	0,50	0,48	0,43	0,57	0,52
Belgium	0,63	0,33	0,55	0,51	0,43	0,49
Bulgária	0,60	0,37	0,27	0,22	0,49	0,40
Ciprus	0,63	0,41	0,50	0,20	0,64	0,47
Csehország	0,61	0,40	0,45	0,42	0,48	0,47
Dánia	0,73	0,58	0,74	0,66	0,83	0,70
Észtország	0,63	0,49	0,52	0,49	0,77	0,57
Finnország	0,70	0,60	0,58	0,80	0,74	0,68
Franciaország	0,67	0,50	0,41	0,46	0,86	0,57
Görögország	0,59	0,35	0,36	0,13	0,59	0,40

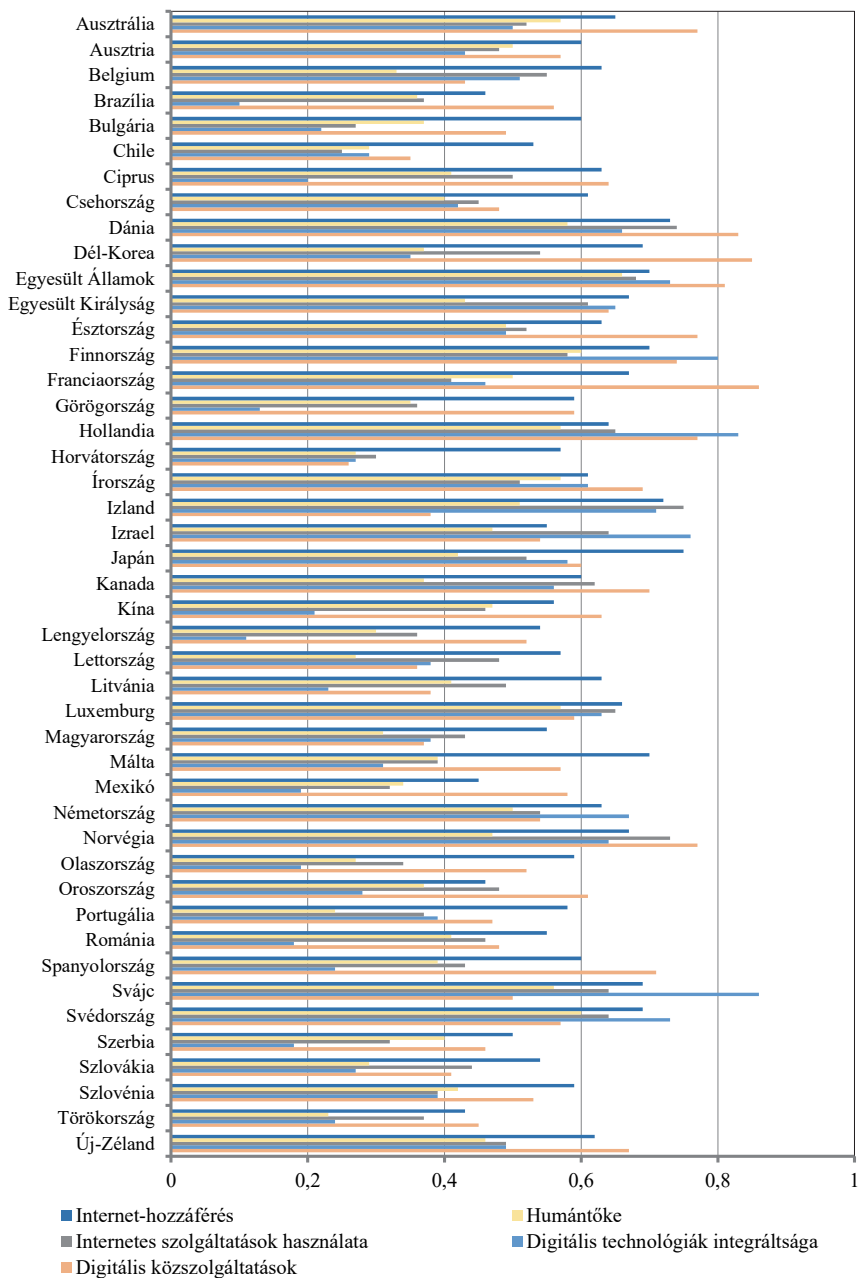
(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

Ország, országcsoport átlaga és súlysúlyszám	Dimenzió					
	Internet- hozzáférés	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások	I-DESI
Hollandia	0,64	0,57	0,65	0,83	0,77	0,68
Horvátország	0,57	0,27	0,30	0,27	0,26	0,35
Írország	0,61	0,57	0,51	0,61	0,69	0,60
Lengyelország	0,54	0,30	0,36	0,11	0,52	0,36
Lettország	0,57	0,27	0,48	0,38	0,36	0,41
Litvánia	0,63	0,41	0,49	0,23	0,38	0,44
Luxemburg	0,66	0,57	0,65	0,63	0,59	0,62
Magyarország	0,55	0,31	0,43	0,38	0,37	0,41
Málta	0,70	0,39	0,39	0,31	0,57	0,48
Németország	0,63	0,50	0,54	0,67	0,54	0,58
Olaszország	0,59	0,27	0,34	0,19	0,52	0,38
Portugália	0,58	0,24	0,37	0,39	0,47	0,41
Románia	0,55	0,41	0,46	0,18	0,48	0,42
Spanyolország	0,60	0,39	0,43	0,24	0,71	0,47
Svédország	0,69	0,60	0,64	0,73	0,57	0,65
Szlovákia	0,54	0,29	0,44	0,27	0,41	0,39
Szlovénia	0,59	0,42	0,39	0,39	0,53	0,47
EU-n kívüli országok átlaga	0,59	0,43	0,52	0,46	0,60	0,52
Ausztrália	0,65	0,57	0,52	0,50	0,77	0,60
Brazília	0,46	0,36	0,37	0,10	0,56	0,37
Chile	0,53	0,29	0,25	0,29	0,35	0,35
Dél-Korea	0,69	0,37	0,54	0,35	0,85	0,54
Egyesült Államok	0,70	0,66	0,68	0,73	0,81	0,71
Egyesült Királyság	0,67	0,43	0,61	0,65	0,64	0,59
Izland	0,72	0,51	0,75	0,71	0,38	0,62
Izrael	0,55	0,47	0,64	0,76	0,54	0,58
Japán	0,75	0,42	0,52	0,58	0,60	0,57
Kanada	0,60	0,37	0,62	0,56	0,70	0,55
Kína	0,56	0,47	0,46	0,21	0,63	0,46
Mexikó	0,45	0,34	0,32	0,19	0,58	0,37
Norvégia	0,67	0,47	0,73	0,64	0,77	0,64
Oroszország	0,46	0,37	0,48	0,28	0,61	0,43
Svájc	0,69	0,56	0,64	0,86	0,50	0,66
Szerbia	0,50	0,40	0,32	0,18	0,46	0,38
Törökország	0,43	0,23	0,37	0,24	0,45	0,34
Új-Zéland	0,62	0,46	0,49	0,49	0,67	0,54

Forrás: Saját szerkesztés a European Commission [2021b] adatbázisa alapján.

F1. ábra. A vizsgált országok I-DESI-értékei
(I-DESI data of the examined countries)



Forrás: Saját szerkesztés a European Commission [2021b] adatbázisa alapján.

Irodalom

- BÁNHIDI Z. – DOBOS I. [2020]: Az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom indexének statisztikai elemzése. *Statisztikai Szemle*. 98. évf. 2. sz. 149–168. old. <https://doi.org/10.20311/stat2020.2.hu0149>
- BÁNHIDI, Z. – DOBOS, I. – NEMESLAKI, A. [2020]: What the overall digital economy and society index reveals: A statistical analysis of the DESI EU28 dimensions. *Regional Statistics*. Vol. 10. No. 2. pp. 42–62. <https://doi.org/10.15196/RS100209>
- BÁNHIDI Z. – DOBOS I. [2021]: A digitális fejlődés rangsorolása a DEA-típusú összetett indikátorok és a TOPSIS módszerével. *Statisztikai Szemle*. 99. évf. 3. sz. 253–265. old. <https://doi.org/10.20311/stat2021.3.hu0253>
- BAŞOL, O. – YALÇIN, E. C. [2020]: How does the digital economy and society index (DESI) affect labor market indicators in EU countries? *Human Systems Management*. Pre-press. <https://doi.org/10.3233/HSM-200904>
- ESSES, D. – CSETE, M. S. – NÉMETH, B. [2021]: Sustainability and digital transformation in the Visegrad Group of Central European Countries. *Sustainability*. Vol. 13. No. 11. Article No. 5833. <https://doi.org/10.3390/su13115833>
- GURĂU, M. I. [2021]: The impact of social media in the digitization process. *Global Economic Observer*. Vol. 9. No. 1. pp. 139–146.
- KOKH, L. V. – KOKH, Y. V. [2019]: Analysis of existing approaches to measurement of digital economy. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. Vol. 12. No. 4. pp. 78–89. <https://doi.org/10.18721/JE.12407>
- KOVÁCS E. [2014]: *Többváltozós adatelemzés*. Typotex. Budapest.
- POLOZOVA, T. – KOLUPAIEVA, I. – SHEIKO, I. [2021]: *Digital Gap in EU Countries and Its Impact on Labour Productivity and Global Competitiveness*. Proceedings of the International Scientific Conference ‘Hradec Economic Days’ 2021. Vol. 11. University of Hradec. Králové. <https://doi.org/10.36689/uhk/hed/2021-01-065>
- RENCHER, A. C. [2002]: *Methods of Multivariate Analysis*. Wiley-Interscience. Danvers.
- RUSSO, V. [2020]: Digital economy and society index (DESI). European guidelines and empirical applications on the territory. In: *Sarasola Sánchez-Serrano, J. – Maturo, F. – Hošková-Mayerová, Š.* (eds.): *Qualitative and Quantitative Models in Socio-Economic Systems and Social Work. Studies in Systems, Decision and Control*. Springer. New York. pp. 427–442. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18593-0_31
- STAVYTSKYI, A. – KHARLAMOVA, G. – STOICA, E. A. [2019]: The analyses of the digital economy and society index in the EU. *Baltic Journal of European Studies Tallinn University of Technology*. Vol. 9. No. 3. pp. 245–261. <https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032>
- TURUK, M. [2021]: An overview of digital entrepreneurship in Central and Eastern European countries. In: *Wu, R. M. X. – Mircea, M.* (eds.): *E-Business: Higher Education and Intelligence Applications*. IntechOpen Ltd. London. pp. 19–29.

Internetes források

EUROPEAN COMMISSION [2021a]: *I-DESI 2020: How digital is Europe compared to other major world economies?* <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/i-desi-2020-how-digital-europe-compared-other-major-world-economies>

EUROPEAN COMMISSION [2021b]: *Raw data – International Digital Economy and Society Index 2020.* https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=72353

EUROPEAN COMMISSION [2021c]: *International Digital Economy and Society Index 2020.* https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=72352