

Közzététel: 2020. február 12.

A tanulmány címe:

**Az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom indexének statisztikai elemzése**

Szerzők:

**BÁNHIDI ZOLTÁN**, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tudományos segédmunkatársa

E-mail: [banhidiz@kgt.bme.hu](mailto:banhidiz@kgt.bme.hu)

**DOBOS IMRE**, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára

E-mail: [dobos@kgt.bme.hu](mailto:dobos@kgt.bme.hu)

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2020.2.hu0149>

**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 98. évfolyam 2. számában megjelent, Bánhidi Zoltán, Dobos Imre által írt, 'Az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom indexének 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.

Bánhidi Zoltán – Dobos Imre

## Az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom indexének statisztikai elemzése

### Statistical analysis of the European Unions's digital economy and society index

BÁNHIDI ZOLTÁN, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tudományos segédmunkatársa  
E-mail: banhidiz@kgt.bme.hu

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

A tanulmány célja az Európai Bizottság által az EU- (Európai Unió) tagországokról publikált DESI (digital economy and society index – digitális gazdaság és társadalom index) öt fő dimenziójának elemzése statisztikai módszerekkel. A szerzők elsőként a dimenziók közötti lineáris összefüggéseket vizsgálják egyszerű Pearson- és parciális korrelációs elemzéssel, valamint faktoranalízissel, kitérve a feltételezhető ok-okozati kapcsolatokra a parciális korrelációs vizsgálat során. Ezután az EU tagországait klaszterelemzéssel és MDS-sel (multidimensional scaling – többdimenziós skálázás) csoportosítják, és statisztikai módszerekkel rangsorolják, végül összevetik eredményeiket az Európai Bizottság által publikált DESI-rangsorral. Ismereteik szerint matematikai-statisztikai módszerekkel a DESI-dimenziókat még nem vizsgálták szisztematikusan, így tanulmányukkal részben ezt a hiányt próbálják pótolni. Elemzésük alátámasztja az Európai Bizottságnak azt a tézisé, hogy a DESI öt dimenziója a digitális gazdaság egymással szorosan összefüggő, ám eredményesen csak egy egységes, összehangolt stratégia alapján fejleszthető részterületeinek mutatóit tömöríti magába. A többváltozós skálázás (egydimenziós változata) alapján készíthető rangsor pedig alátámasztja a DESI kompozit indexen alapuló európai uniós rangsorolás robusztusságát is.

TÁRGYSZÓ: a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI), információs és kommunikációs technológiák, többváltozós statisztikai elemzés

The aim of this paper is to analyse the five principal dimensions of DESI (digital economy and society index) published by the European Commission, with multivariate statistical methods. Firstly, the linear relations between the dimensions are examined through simple Pearson and partial correlation analyses and factor analysis, and their possible causal relations are evaluated. Then using cluster analysis and MDS (multidimensional scaling), the EU member states are grouped based on their DESI data. Finally, the five dimensions of DESI are reduced to one

(to be displayed on a number line) with MDS to rank the EU countries and compare the results with the European Commission's ranking. To the best of the authors' knowledge, the dimensions of DESI have not yet been systematically investigated in the literature by mathematical-statistical methods, hence their study attempts to fill this gap. The results allow one to evaluate the robustness of the official DESI-based country ranking and verify the European Commission's assertion that the five principal dimensions of DESI are 'not isolated areas that contribute separately to digital development but are in fact interconnected'.

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

Az elmúlt 25 év során, az internetgazdaság és az e-kereskedelem kifejezések megjelenése óta számos iparág szerkezete és működése alapvetően, sokszor a „felismerhetetlenségig” megváltozott az IKT-knak (információs és kommunikációs technológia) köszönhetően. Az internet radikális változásokat hozott például a média és a szórakoztatóipar, a könyvek és a műszaki cikkek kiskereskedelme, illetve több olyan szolgáltatóágazat terén, mint a banki és a biztosítási szolgáltatások vagy a turizmus és a közlekedés. Kezdetben ezek a változások csak az információs (vagy digitális) javakat érintették, és más, kevésbé IKT-intenzív iparágakra kisebb mértékben voltak hatással. Idővel azonban, ahogy az IKT-k egyre elérhetőbbé, megfizethetőbbé és elterjedtebbé váltak, az innovációs nyomás más ágazatokban is megnőtt; a digitális átalakulás (transzformáció) az egész gazdaságot elérte.

A digitalizáció szerepét és gazdasági jelentőségét jellemezhetjük például a számítógépek, egyéb IKT-eszközök és -hálózatok elterjedtségét tükröző használati (penetrációs) és lefedettségi (elérhetőségi) mutatók révén. Mára igen közel kerültünk ahhoz, hogy a digitalizáció a világ minden országára, lakosára kiterjedjen: 2020-ra a globális digitális szakadék jelentősen összezsugorodott; Afrikában, Ázsiában és Dél-Amerikában is százmilliók rendelkeznek mobiltelefonnal és internetkapcsolattal (ITU [2017]), miközben az éhezéssel, járványokkal és egészségüggyel kapcsolatos problémák megoldása továbbra is várat magára. A megfizethetőség területén is markáns előrelépésről beszélhetünk, nemcsak az egyre olcsóbbá váló eszközök, hanem a távközlési szolgáltatások csökkenő díjai miatt is.

Az IKT-alapú gazdasági átalakulás mozgatórugói közül a méretgazdaságosságnak köszönhető költségcsökkenés mellett az alkalmazások révén elérhető alapvető előnyöket is ki kell emelnünk. *Eric Smith*, a Google volt vezérigazgatója és *Jared Cohen* külkapcsolati és terrorizmusszakértő szakkönyvükben (*Schmidt–Cohen* [2013]) a digitális korszak jövőjét mutatják be – közérthetően elmagyarázva, hogy miként alakíthat-

ják át gyökeresen az IKT-k az emberek, a vállalkozások és az országok életét, működését. Néhány iparágban, többek között a gépjármű- vagy az elektronikaeszkögyártásban, a vállalatok versenyképességét már ma is alapvetően meghatározza az innovációs folyamataik és az IKT-k alkalmazásának hatékonysága. Ezekben a szektorokban minden szinten (ideértve a gyártósorokat is) egyre inkább teret nyer az emberek, illetve az intelligens gépek együttműködése, valamint a mesterséges intelligencia és a tanuló algoritmusok összefonódása a mindennapi folyamatokkal. A gazdasági és a technológiai trendek azonban azt mutatják, hogy ez az átalakulás nemcsak néhány speciális iparágban megy végbe, hanem lényegében minden ágazatban be fog következni. Egy olyan új, „Ipar 4.0”-ként hívták ökoszisztéma van kialakulóban, amely nemcsak az IKT magas és alacsony humántőke-igényű folyamatokkal, valamint radikális innovációkkal való összefüggését fedi le, hanem rámutat a munkapiacok jövőjére, a finanszírozás új formáira, a nemzetközi stratégiai menedzsment, a szervezeti kultúra és a vezetői módszerek megújulásának kényszerére is (Kovács [2017a], [2017b]; Lasi et al. [2014]).

A digitális szakadék klasszikus formájának eltűnésével, az IKT-használat, a közösségi média és az e-kormányzati szolgáltatások elterjedésével együtt pedig új „szakadékok”, kihívások is megjelennek, például az adatvédelem, a kiberbiztonság vagy éppen az álhírek és a médiaértés területén. Mindezek rákényszerítenek minket a kormányzat és az üzleti világ új együttműködési formáinak, a közpolitika és a tudományos technológiai programok digitális átalakulással való összefüggésének átgondolására, és ami még ennél is fontosabb arra, hogy miként kellene az új vezetési formáknak reagálniuk ezekre a kihívásokra.

Jelen tanulmányban a *European Commission* [2019a] által közzétett, 2019. évi DESI-jelentést elemezzük annak öt fő dimenziója alapján. Célunk a 28 EU-tagországra rendelkezésre álló adatok statisztikai összefüggéseinek és az öt DESI-dimenzió közötti lineáris kapcsolatok vizsgálata. Ezeken túl azt is tanulmányozzuk, hogy milyen háttér- (látens) változók segítségével adhatjuk vissza az adatbázis varianciáját, a dimenziók közötti összefüggések feltárása után pedig arra keressük a választ, hogy az EU-tagországok milyen módon rangsorolhatók a digitális fejlettségük szerint. Végül azt elemezzük, hogy a DESI és dimenziói statisztikai értelemben mennyire konzisztensen jellemzik az EU-tagországok digitális fejlettségét.

Tanulmányunk a következőképpen épül fel: az 1. fejezetben egy rövid áttekintést adunk a digitalizáció mérésével, a DESI-adatok elemzésével kapcsolatos szakirodalomról, a 2. fejezetben pedig a DESI-keretrendszer és az elemzésre kerülő öt fő dimenziót mutatjuk be. A 3. fejezet tartalmazza a statisztikai elemzést: a dimenziók közötti lineáris összefüggéseket először klasszikus korrelációs elemzéssel, parciális korrelációs együtthatók vizsgálatával és faktoranalízissel tárjuk fel, majd az EU-tagországokat klaszterelemzés és MDS révén csoportokra osztjuk, és az MDS egydimenziós változatának segítségével rangsoroljuk. Eredményeinket az Európai

Bizottság által közzétett súlyszámokra épülő rangsorokkal is összevetjük. Végül az utolsó fejezetben összefoglaljuk az eredményeket.

## 1. Rövid szakirodalmi áttekintés

A digitális társadalom és gazdaság érettségét, a digitális transzformáció folyamatát a témában megjelent tudományos közlemények nagy része országok (vagy régiók) szintjén vizsgálja, vagy két ország (esetleg egy viszonylag homogén országcsoport tagjainak) digitális fejlettségét hasonlítja össze. E tanulmányok szerzői a vizsgált témától függően gyakran hivatkoznak a DESI kompozit index vagy az egyes DESI-dimenziók és -mutatók értékeire, amelyek relevanciáját, az adott terület jellemzésére való megfelelését viszont általában nem elemzik.

*Stoica–Bogoslov* [2017] a DESI öt dimenziója segítségével, idősoros elemzéssel jellemzik Románia és az EU digitális versenyképességét; bemutatva, hogy Románia jelentős fejlődésen ment keresztül a vizsgált időszakban. A szerzők azonban korrelációs elemzést nem végeznek a rendelkezésre álló adatokon. *Kontolaimou–Skintzi* [2018] Görögország adatait veszik górcső alá. Kutatásukban részletesen tanulmányoznak olyan, a humántőkével és a nemi esélyegyenlőséggel kapcsolatos kérdéseket, amelyeket a görög gazdaság „digitális felzárkózása” szempontjából kulcsterületként azonosítanak. Írásukban kitérnek a dinamikus hatásokra is, de az adatok korlátozott elérhetősége miatt elemzésük nem teljes körű. *Mirke–Kašparová–Cakula* [2019] ugyancsak a humántőke dimenzióját vizsgálják összehasonlítva a Cseh Köztársaság és Lettország felnőtt lakosságának internetalapú (online) oktatásban való részvételi hajlandóságát, amelyek eredményeik szerint nem mutatnak statisztikailag szignifikáns különbségeket.

*Nikolov–Krumova* [2019] főként a DESI ötödik dimenziója által lefedett e-kormányzati szolgáltatásokat és ezeknek a szociokulturális tényezőkkel, különbségekkel való összefüggését elemzik az EU tagországaiban. A szerzők röviden kitérnek a digitális infrastrukturális fejlettség (a DESI internet-hozzáférési dimenziója) és a digitális közszolgáltatások közötti pozitív összefüggésre is. *Russo* [2020] Olaszország Abruzzo tartományára kíván egy, a technológiai fejlődés mérését szolgáló mutatórendszer meghatározni, a DESI-vel kapcsolatos európai irányelveket követve, azokat helyi szintre adaptálva.

*Scupola* [2018] cikke a dán állam digitális átalakulását, az e-kormányzati szolgáltatásokkal kapcsolatos helyi tapasztalatokat mutatja be, amely különösen tanulságos azt figyelembe véve, hogy Dánia a DESI-rangsorokban évek óta az egyik legjobban szereplő tagország. Ez a szerző szerint Dánia kedvező adottságain túl jelentős rész-

ben a digitalizáció melletti erős kormányzati elkötelezettségnek is köszönhető. *Urs* [2018] ugyancsak a digitális közszolgáltatások fejlődését vizsgálja – elsősorban a helyi önkormányzatok szintjén – Romániában, ahol szerinte – többek között – éppen a központi kormányzat hasonló elkötelezettségének, koherens stratégiájának hiánya és a digitális készségekkel kapcsolatos problémák tekinthetők jelentős gátló tényezőknek.

*Alonso–García* [2018] azt vizsgálják, hogy a digitalizáció miként változtatja meg a vállalkozói ökoszisztémát. Kutatásuk eredményei alapján a vállalkozások életciklusát, a sikeres startupok számára a legnagyobb, több mint egymilliárd dollár cégértékű vállalatok közé való bekerüléshez szükséges időt jelentősen lerövidíti a digitális átalakulás. *Ćurko–Ćurić–Vukšić* [2017] munkájában a DESI az okos (smart) üzletvitel szempontjából kerül elemzésre. A vizsgálat középpontjában az Ipar 4.0 koncepció áll, amelyet a szerzők a digitális gazdaság fontos alkotóelemeként értelmeznek, és ennek általános hatásait mutatják be. *Götz* [2017] szintén az Ipar 4.0 hatását vizsgálja a német-lengyel gazdasági kapcsolatokban. Következtetései szerint a digitális transzformáció a fizikai folyamatokon is túlmutató pozitív hatással lehet a német-lengyel kapcsolatokra.

*Cîmpian–Lázár–Gabor* [2016] többváltozós statisztikai módszerek (főkomponens-analízis, K-közép-klaszteranalízis, hierarchikus klaszteranalízis) segítségével, Eurostat-adatok alapján vizsgálják, hogy az EU-tagországok miként csoportosíthatók az IKT- és a makroökonómiai jellemzőik függvényében. Eredményeik alapján három ilyen klaszter határozható meg: az öt legnagyobb gazdaság és a fejlett IKT-szektorral rendelkező kis tagországok tartoznak egy-egy csoportba, a harmadik pedig egy atipikus klaszter, amelyet főként a volt szocialista országok alkotnak.

## 2. A digitális gazdaság mérése és a DESI-mutatórendszer

Az IKT-k egyre szélesebb körű elterjedésének köszönhetően ma minden korábbinál több adat áll rendelkezésre azok alkalmazásairól és a hatásairól. Számtalan mutató tesz kísérletet a digitális gazdaság és társadalom, illetve a közszolgáltatások fejlettségének mérésére, a digitális átalakulás jellemzésére.

E mutatók első csoportja a digitalizáció világszintű hatásait és állapotát kívánja felmérni. Idesorolhatók az Egyesült Nemzetek Szervezetének, a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet, a Világbank és a Nemzetközi Távközlési Egyesület jelentései, illetve néhány olyan nagyobb tanácsadó cég globális felmérései, mint a Forrester, az IDC (International Data Corporation), a Gartner vagy a McKinsey.

A második csoportba azok a mérőszámok tartoznak, amelyeket egy régióra vagy egy geopolitikai térséghez tartozó, jól definiált országcsoportra számítanak. Tipikusan ilyenek az EU által készített és közzétett jelentések, valamint az ún. eredménytáblák (scoreboards), például a DSI (digital skills indicator – digitális készségek mutatója), a CCS (consumer conditions scoreboard – fogyasztói körülmények eredménytáblája) és az általunk elemzett DESI is.

Végül a harmadik csoportba azok az országspecifikus felmérések tartoznak, amelyeket az IKT alkalmazásának és hatásainak jellemzésére a helyi kutatócégek vagy az országos statisztikai hivatalok készítenek.

## 2.1. A DESI

Az először 2015-ben kiadott DESI, bár megalkotásától fogva élénk szakértői viták kereszttüzében áll, és – mint később bemutatjuk – problémák azonosíthatók a számításának alapját képező felmérés módszertanával, illetve adatgyűjtési rendszerével kapcsolatban is, az egyik legfontosabb és leggyakrabban hivatkozott mutató, amely véleményünk szerint „megkerülhetetlen” az európai digitalizáció folyamatának jellemzésekor. Az előbb említett szakértői viták színhelyei főként az EU intézményei és a tagországok kormányzatai mellett működő szakpolitikai műhelyek, fórumok voltak, a tudományos közlemények között ugyanakkor viszonylag kevés DESI-t vizsgáló munkát találhatunk (de ezek is csak a DESI más mérőszámokkal, mutatókkal való összehasonlítására irányulnak; *Kotarba* [2017], *Moroz* [2017], *Giannone–Santaniello* [2018], *Csótó* [2019]). Ismereteink szerint matematikai-statisztikai módszerekkel a DESI-dimenziókat eddig még nem vizsgálták szisztematikusan, tanulmányunkkal ezért részben ezt a hiányt próbáljuk pótolni.

A DESI-jelentések célja az EU-tagországok digitális átalakulás terén elért előrehaladásának mérése és értékelése (*European Commission* [2019b]). A DESI kompozit index által lefedett mutatókat öt nagy szakpolitikai részterületre (dimenzióra) osztják, amelyeket az évente kiadott országjelentések struktúrája is követ. (Lásd az 1. táblázatot.) A dimenziók magyar megnevezésének megadásakor a magyar nyelvű, 2019. évi Magyarországról szóló országjelentést követjük (*European Commission* [2019d]), a korábbi (2018-as és azt megelőző) DESI-jelentések magyar változataiban azonban ezektől eltérő magyar megfelelőket találhatunk (például connectivity: hálózati összekapcsoltság).

1. táblázat

*A 2019-es DESI fő dimenziói*  
(Main dimensions of DESI 2019)

Dimenzió (vizsgálatunk változója)	Figyelembe vett mutatók jellege, száma
1. Internet-hozzáférés ( <i>Connectivity</i> )	Vezetékes és mobil széles sávú hálózatok elterjedése és ára (5 aldimenzió, 10 egyedi mutató)
2. Humántőke ( <i>Human capital</i> )	Alapvető és magasabb szintű digitális készségek (2 aldimenzió, 6 egyedi mutató)
3. Internetes szolgáltatások használata ( <i>Use of internet services</i> )	Online tartalmak, kommunikáció és elektronikus tranzakciók igénybevétele (3 aldimenzió, 13 egyedi mutató)
4. Digitális technológiák integráltsága ( <i>Integration of digital technology</i> )	Vállalkozások digitalizáltsága és e-kereskedelem (2 aldimenzió, 6 egyedi mutató)
5. Digitális közszolgáltatások ( <i>Digital public services</i> )	E-kormányzati és e-egészségügyi szolgáltatások (2 aldimenzió, 8 egyedi mutató)

*Megjegyzés.* Zárójelben a *European Commission* [2019a] jelentésében szereplő angol elnevezéseket tüntetjük fel.

*Forrás:* Saját szerkesztés a *European Commission* [2019a], [2019d] jelentése alapján.

A DESI a szakértők és kormányzatok által gyakran használt és hivatkozott mutatórendszer, amelynek kétségtelen érdemei mellett jelentős hibái és korlátai is vannak. Fő előnye, hogy az Európai Bizottság és más EU-intézmények által is támogatott, mind a 28 tagországban alkalmazott mérőrendszer, amely a teljesítményeket összehasonlíthatóvá, a digitális ökoszisztémák fejlődését követhetővé teszi az egyes tagországokban és az EU egészében egyaránt.

Az előnyökkel azonban szorosan összefüggenek a DESI hátrányai: mivel az index számításának alapjául szolgáló felméréseket mind a 28 tagországban végzik, azok módszertanának is kellően általánosnak, mindenhol alkalmazhatónak kell lennie. Ebből következően azonban a felmérések eredményei is általánosak, így nem alkalmasak mélyebb szakpolitikai elemzések támogatására vagy egyedi jelenségek jellemzésére. Hasonlóan jelentős hátrány, hogy a DESI-mutatórendszer aldimenziói és egyedi mutatói gyakran változnak, véleményünk szerint néhány új mutató esetében a változások szükségszerűsége, szakpolitikai tartalma megkérdőjelezhető.

Egy másik hátrány, hogy az adatgyűjtés és az adatok publikálása között jelentős idő telik el, ezért a mutatók értékei sokszor évekkal korábbi állapotokat tükröznek, nem pedig az aktuális szakpolitikai erőfeszítések eredményeit. Az aldimenziók és mutatók gyakori változásai miatt az idősoros elemzés lehetősége is erősen korlátozott, különösen azért, mert e változások részletei sokszor rosszul dokumentáltak, bizonyos eltérések csak a részletes módszertani függelékekből olvashatók ki. Végül



pedig problémát okoz az is, hogy a mérési módszertan a tagországok sajátos adatgyűjtési módszere és eltérő értelmezése miatt nem egységes.

### 3. A DESI-dimenziók statisztikai vizsgálata

Munkánk során a 2019. júniusban közzétett jelentés adatait (az öt fő dimenzióra megadott értékeket) használtuk fel, amelyeket a 2. táblázat mutat be (*European Commission* [2019c]). Jelen tanulmányunkban a következő kutatási kérdéseket kívántuk megválaszolni a többváltozós statisztikai elemzés (*Tabachnick–Fidell–Ullman* [2007]) eszközeivel:

1. Milyen lineáris összefüggések, kapcsolatok mutathatók ki a fő dimenziók (változók) között?
2. Milyen mértékben tudjuk látens dimenziók (faktorok) bevezetésével csökkenteni a változók számát?
3. Milyen oksági kapcsolatok azonosíthatók (feltételezhetőek) a változók között?
4. A mutatórendszer alapján milyen csoportokba sorolhatók az EU-tagországok?
5. Milyen tagországi rangsort képezhetünk statisztikai módszerekkel, és ez hogyan viszonyul a DESI-rangsorhoz?

2. táblázat

*Vizsgálatunk alapadatai (a 2019-es DESI-jelentés dimenziói)*  
(Basic data of our study [dimensions of the DESI Report 2019])

Tagország		Dimenzió (változó)				
		Internet-hozzáférés	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
neve	betűjele					
Ausztria	AT	58,535	55,653	51,478	38,158	66,670
Belgium	BE	66,077	49,616	54,433	62,109	65,959
Bulgária	BG	51,567	28,512	32,527	18,127	51,500
Ciprus	CY	55,724	34,645	46,144	37,967	58,121
Csehország	CZ	59,226	44,811	47,932	42,496	55,227
Dánia	DK	73,560	61,499	74,087	61,288	77,817

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(Folytatás)

Tagország		Dimenzió (változó)				
		Internet-hozzáférés	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
neve	betűjele					
Egyesült Királyság	UK	63,623	61,635	67,609	51,960	67,333
Észtország	EE	61,967	62,447	60,727	39,197	79,539
Finnország	FI	66,084	77,539	69,213	58,335	79,867
Franciaország	FR	56,605	47,014	49,243	40,661	64,052
Görögország	EL	41,183	32,748	39,398	32,793	46,943
Hollandia	NL	72,647	61,782	72,747	63,002	78,812
Horvátország	HR	50,094	47,098	49,657	38,564	53,013
Írország	IE	62,632	53,825	53,087	68,710	70,226
Lengyelország	PL	51,930	36,846	43,920	24,786	52,464
Lettország	LV	65,282	40,446	49,074	25,857	73,704
Litvánia	LT	50,813	42,182	52,144	49,686	73,258
Luxemburg	LU	73,310	69,881	62,404	38,719	59,270
Magyarország	HU	60,377	42,119	48,033	25,425	49,766
Málta	MT	65,899	55,049	60,575	48,685	60,175
Németország	DE	63,353	54,431	58,910	41,898	51,870
Olaszország	IT	57,608	32,640	40,366	32,273	58,659
Portugália	PT	57,887	35,228	44,481	42,826	71,362
Románia	RO	53,456	31,086	31,935	20,467	43,210
Spanyolország	ES	65,202	44,495	53,352	44,644	78,402
Svédország	SE	70,419	71,630	72,357	57,261	77,729
Szlovákia	SK	52,627	44,193	47,884	34,460	53,577
Szlovénia	SI	58,515	46,332	46,648	40,090	64,707

*Forrás:* Saját szerkesztés a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

### 3.1. Az általunk alkalmazott statisztikai módszerek

A kutatási kérdéseinkre a következő statisztikai módszerek segítségével adunk választ. A lineáris, illetve oksági kapcsolatok elemzésére az egyszerű Pearson- és a parciális korrelációs együtthatókat használjuk. A klasszikus korrelációs elemzés alkalmas a változók közötti lineáris összefüggés erősségének meghatározására, a parciális korrelációs elemzés eredményeiből pedig az ok-okozati kapcsolatok meg-létére következtethetünk (bár az utóbbi módszerrel az oksági kapcsolat iránya nem meghatározható). A korrelációs együtthatók alapján indokolt lehet a változók száma-

nak csökkentése, melyhez faktoranalízist alkalmazunk. Ennek segítségével meghatározható azon látens dimenziók szükséges száma és tartalma, amelyek az adatsor varianciáját kevesebb változóval „adják vissza”.

Az EU-tagországokat először hierarchikus klaszterelemzés révén csoportosítjuk, a változók ötdimenziós terében az egymáshoz közelebb esőket azonos csoportba (klaszterbe) sorolva. Egy másik módszer, az MDS ALSCAL (alternating least-squares algorithm – váltakozó legkisebb négyzetek algoritmus) segítségével az is elemezhető, hogy mennyire tekinthetők stabilnak, és robusztusnak a klaszterelemzés eredményei; hogyan csoportosíthatók a tagországok, és miként adhatók vissza a közöttük levő különbségek egy kevesebb dimenziószámú térben. A síkbeli ábrázolhatóság kedvéért tanulmányunkban az öt dimenziót két dimenzióra redukáljuk. Ezt követően pedig a tagországok rangsorának elkészítéséhez szintén MDS-sel az „egydimenziós térbe”, azaz a számegyenesre vetítjük a tagországok adatait. E módszer az adatok megfelelő illeszkedése esetén alkalmas rangsor-meghatározásra is. Számításainkhoz az IBM SPSS 20 statisztikai programcsomagot használtuk.

### 3.2. Korrelációs vizsgálat

A korrelációs vizsgálat során tanulmányoztuk a változók közötti lineáris kapcsolatok erősségét.

3. táblázat

*A dimenziók (változók) közötti Pearson-féle korrelációs együtthatók mátrixa*  
(Matrix of the Pearson correlation coefficients between the dimensions [variables])

Dimenzió (változó)	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
Internet-hozzáférés	0,740**	0,796**	0,587**	0,622**
	0,000	0,000	0,001	0,000
Humántőke		0,913**	0,674**	0,596**
		0,000	0,000	0,001
Internetes szolgáltatások használata			0,764**	0,689**
			0,000	0,000
Digitális technológiák integráltsága				0,677**
				0,000

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

Forrás: Saját számítás a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

A 3. táblázat adatai szerint a változók közötti korreláció minden esetben legalább közepes vagy magas. Mindegyik korrelációs együttható szignifikáns és pozitív előjelű, ami a változók közötti azonos irányú együttmozgást mutatja. Mindez összhangban van az Európai Bizottság által közzétett DESI-módszertani függelék értelmezésével (*European Commission* [2019b] 6. old.), amely szerint az öt dimenzió nem öt elkülönült, a „digitális fejlődéshez” egymástól függetlenül hozzájáruló területhez tartozik, hanem a digitális gazdaság egymással szorosan összefüggő öt részterületéhez, amelyek eredményesen csak egységes, összehangolt stratégia alapján fejleszthetők.

### 3.3. Faktoranalízis

A korrelációs elemzés eredményei alapján arra következtethetünk, hogy a változók közötti szoros összefüggés miatt célszerű faktorelemzést végezni a változósám csökkentésére. A látens változók feltárása során főkomponens-analízist végeztünk forgatás nélkül, illetve Varimax-rotációval. A forgatásra a faktorok jobb elkülönítése érdekében került sor. A mintavétel megfelelőségét mutató Kaiser–Meyer–Olkin-mérszám értéke 0,831, amely magasnak mondható, és a modell jó illeszkedését mutatja. A Bartlett-teszt eredménye szignifikáns; ez szintén alátámasztja a modell megfelelőségét. Modellünkben a kommunalitások 0,8 és 0,9 között vannak, ami azt mutatja, hogy a főkomponenseink a variancia nagy részét magyarázzák. Számításaink alapján két főkomponens már elégségesnek bizonyul, és a variancia 86,514 százalékát magyarázza.

A forgatás nélküli faktormodellben az első faktor a variancia 76,669 százalékát adja vissza. E faktor esetében a faktorsúlyok értéke 0,810 felett van, tehát mindegyik változó erősen korrelál vele. A második faktoralal mindegyik változó gyenge korrelációt mutat, kivéve a digitális technológiák integráltságát, amely esetében a korreláció gyengén közepes (0,460). A második faktor a variancia 9,846 százalékát magyarázza. Az eredmények jobb értelmezhetősége érdekében forgatást alkalmaztunk.

A Varimax-rotációs adatok szerint is a két faktor a teljes variancia 86,514 százalékát magyarázza, de a változók faktorsúlyaira az előbbiektől eltérő értékeket kapunk. (Lásd a 4. táblázatot.) Az első főkomponenssel erősen korrelál az internet-hozzáférés, a humántőke és az internetes szolgáltatások használata változó; míg a második faktor esetében magas a digitális technológiák integráltságának és a digitális közszolgáltatásoknak a faktorsúly, az internetes szolgáltatások használatáé pedig közepesen magas. Véleményünk szerint ezért az első főkomponens a digitalizáció infrastrukturális hátterét, alapfeltételeit jellemzi (főként a lakossági felhasználók esetében); míg a második a digitális alkalmazásokat (elsődlegesen az üzleti, illetve a kormányzati szférában).

4. táblázat

*A főkomponens-mátrix (faktorsúlyok) a forgatás után*  
(Principal component matrix [factor weights] after the rotation)

Dimenzió (változó)	Faktor	
	Digitális felkészültség	Digitális alkalmazások
Internet-hozzáférés	0,835	0,339
Humántőke	0,877	0,359
Internetes szolgáltatások használata	0,829	0,500
Digitális technológiák integráltsága	0,444	0,783
Digitális közszolgáltatások	0,326	0,873

*Megjegyzés.* Speciális faktoranalízis-módszerként főkomponens-analízist alkalmaztunk Varimax-rotációval és Kaiser-normalizációval.

*Forrás:* Saját számítás a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

### 3.4. Parciális korrelációs elemzés

A faktoranalízis után, amely segített megérteni a DESI struktúráját, illetve feltárni a látens dimenziókat, a változók közötti oksági kapcsolatokra parciális korrelációs elemzés útján következtetünk. A parciális korrelációs együtthatók, amelyeket viszonylag megengedő, 12 százalékos szignifikanciaszinten értelmezünk, négy szignifikáns és hat nem szignifikáns kapcsolatra utalnak. (Lásd az 5. táblázatot.) Ez a hat nem szignifikáns korreláció esetében azt jelenti, hogy a változók között a többi változó hatásának kiszűrése után már nem következtethetünk lineáris összefüggésre. A négy szignifikáns parciális korrelációs együttható értéke 0,3 és 0,7 között van, ami a változók gyenge, illetve közepes erősségű lineáris kapcsolatára utal a másik három változó hatásának kiszűrése után.

Az eredmények alapján feltételezhető oksági láncolatot az 1. ábrán mutatjuk be. Mivel a korrelációs együtthatókkal nem lehetséges az ok-okozati kapcsolat irányának megállapítása, az összefüggéseket irányjelző nyilak nélkül ábrázoljuk. Ugyanakkor feltételezhető, hogy az internetes szolgáltatások használata egyaránt függhet az internet-hozzáférés és a humántőke változótól, mely összhangban van a *European Commission* ([2019b] 17. old.) értelmezésével. A humántőke és az internetes szolgáltatások használata közötti parciális korrelációs együttható magas értéke alapján azt is valószínűsíthetjük, hogy a „szofisztikáltabb” internetalapú szolgáltatások (e-bankolás, online vásárlás stb.) esetében az EU-tagországokban már nem az IKT-eszközök és -hálózatok elérhetősége, illetve megfizethetősége, hanem a digitális készségek („digitá-

lis írástudás”) hiánya tekinthető inkább gátló tényezőnek. Az internetes szolgáltatások használata meghatározhatja a digitális technológiák integráltságát, amely viszont a digitális közszolgáltatásokra hathat. Eredményeink és a dimenziók tartalma alapján valószínűsíthető, hogy az internet-hozzáférés és a humántőke független, míg az internethasználat, a digitális technológiák integráltsága és a digitális közszolgáltatások függő változóknak tekinthetők.

5. táblázat

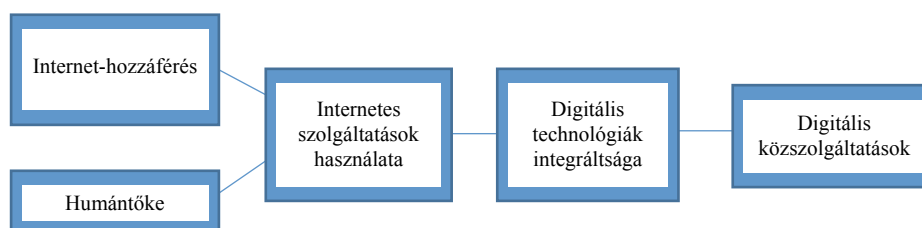
*A dimenziók (változók) közötti parciális korrelációs együtthatók mátrixa*  
(Matrix of the partial correlation coefficients between the dimensions [variables])

Dimenzió (változó)	Humántőke	Internetes szolgáltatások használata	Digitális technológiák integráltsága	Digitális közszolgáltatások
Internet-hozzáférés	0,067	0,356	-0,109	0,200
	0,750	0,080	0,603	0,337
Humántőke		0,745	-0,052	-0,103
		0,000	0,805	0,524
Internetes szolgáltatások használata			0,379	0,187
			0,062	0,371
Digitális technológiák integráltsága				0,320
				0,119

*Megjegyzés.* A cellákban feltüntetett értékek a következők: parciális korrelációs együtthatók (felső) és a hozzájuk tartozó, kétoldali szignifikanciaszint (alsó).

*Forrás:* Saját számítás a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

*1. ábra. A dimenziók (változók) közötti ok-okozati összefüggések*  
(Causal relations between the dimensions [variables])

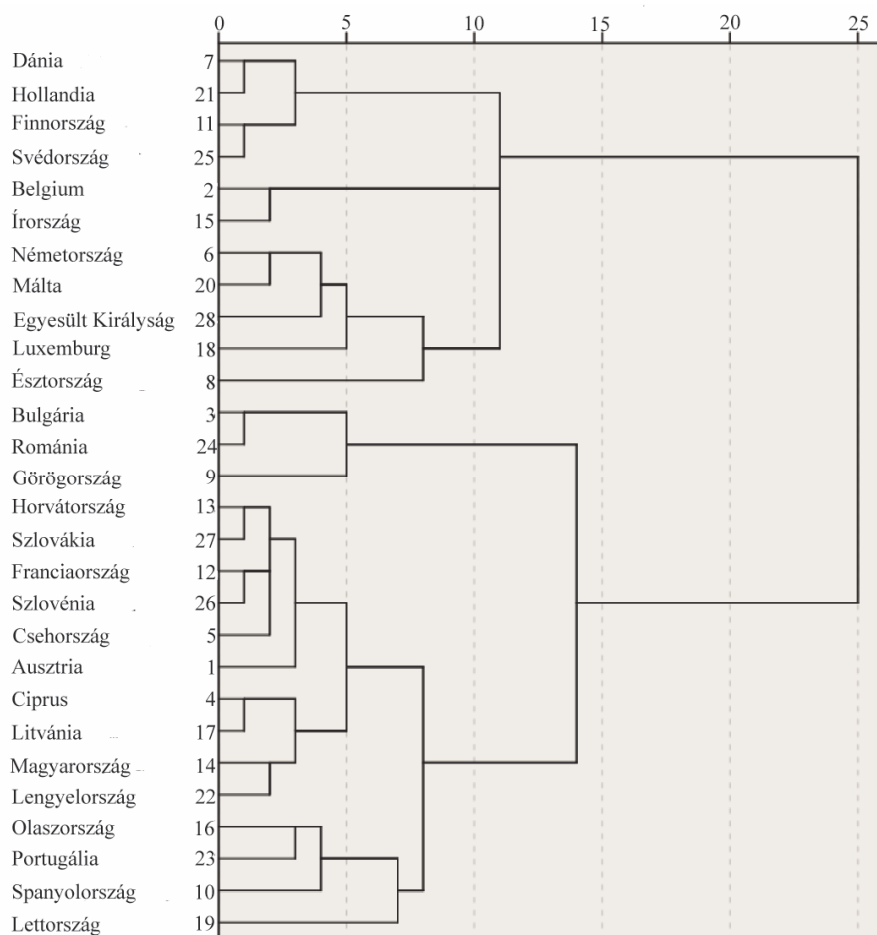


*Forrás:* Saját összeállítás a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

### 3.5. Az EU-tagországok csoportosítása klaszterelemzéssel

A klaszterelemzés egy olyan statisztikai módszer, amellyel a megfigyeléseinket, jelen esetben az EU-tagországokat a változóink (az öt dimenzió) „terében” az elhelyezkedésük alapján csoportosíthatjuk. A klaszterelemzés különböző fajtái közül mi a hierarchikus klaszterelemzést alkalmaztuk, távolságmértékként a négyzetes eukliedesi távolságot használtuk, míg a csoportképzés alapja a csoporton belüli kapcsolat volt. Figyelembe vettük, hogy az adataink intervallumskálán értelmezhetők. Az eredményeink alapján készült dendrogramot a 2. ábra mutatja.

2. ábra. A klaszterelemzés dendrogramja  
(Dendrogram of the cluster analysis)



Forrás: Saját számítás a European Commission [2019c] adatbázisa alapján.

A dendrogram lehetővé teszi a klaszterek összekapcsolódásának és szétválásának megfigyelését különböző klaszterszámok mellett. Elsőként azt az esetet tekintjük, ahol a klaszterek száma kettő. Az algoritmus ebben az esetben a digitális gazdaság terén legjobban teljesítő 11 tagországot különíti el egy klaszterbe. Ezek a következők: Dánia, Hollandia, Finnország, Svédország, Belgium, Írország, Németország, Málta, Egyesült Királyság, Luxemburg és Észtország. A másik klasztert Bulgária, Románia, Görögország, Horvátország, Szlovákia, Franciaország, Szlovénia, Csehország, Ausztria, Ciprus, Litvánia, Magyarország, Lengyelország, Olaszország, Portugália, Spanyolország és Lettország alkotja.

Három klaszter esetén az algoritmus az utóbbi, fejletlenebb csoportról választja le a közülük is leggyengébb három tagországot, Bulgáriát, Romániát és Görögországot (a fejlettek klaszterének változatlanul hagyásával). Ha a klaszterek számát négyre növeljük, akkor a negyedik klaszter a „digitálisan fejlett” országcsoportból a legjobban teljesítő „északiakat” (Finnország, Svédország, Dánia és Hollandia) különíti el. Végül öt klaszter esetén a jól teljesítő tagországok klaszteréből az előbbieket mellett még Írország és Belgium is kiválik.

A következő alfejezetben a csoportképzést egy másik módszerrel, MDS-sel végezzük. Ez egyrészt alkalmas annak vizsgálatára, hogy a klaszterelemzésünk eredményei mennyire robusztusak, másrészt lehetőséget ad az adatok ábrázolására az ötről kettőre redukált dimenziók terében. (Lásd a 4. táblázatot.)

### 3.6. A tagországok csoportosítása MDS-sel

Az MDS alkalmazása során azt a legkisebb dimenziószámú teret keressük, amelyben a megfigyeléseink közötti távolságok még megfelelő módon visszaadhatók. Adatainkat így az ötdimenziós térből egy kevesebb dimenziószámú (kétdimenziós) térbe vetítjük, de a dimenziószám kiválasztásánál szem előtt tartjuk az ábrázolhatóság szempontját is. (Lásd a 3. ábrát.)

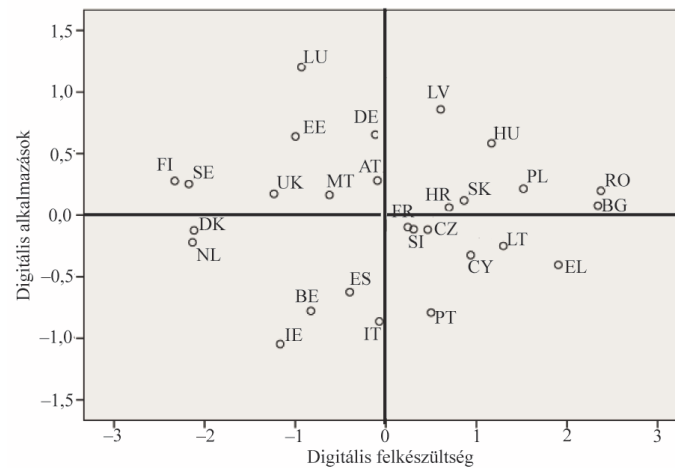
A 3. ábrán látható két dimenziót digitális felkészültségnek és digitális alkalmazásoknak neveztük el. A tagországok elhelyezkedése a vízszintes tengely mentén szorosán követi a DESI kompozit index (rangsor) szerinti helyezéseket, és egyfajta fejlettségi mutatónak tekinthető; a függőleges tengely ugyanakkor e fejlettség „ki-egyensúlyozottságát”, a lehetőségek kihasználását mutatja. A 3. ábrán elkülöníthető országcsoportok nagyon hasonlóak a klaszterelemzés eredményeihez, ezért itt nem ismételjük meg az előző alfejezetben leírtakat.

Modellünk illeszkedése nagyon jónak mondható. A stresszmutató értéke 0,089, amely azt fejezi ki, hogy a távolságok négyzetösszegének különbsége az öt- és kétdimenziós távolságok között nagyon alacsony. Ugyanakkor az  $R^2$  értéke 0,969, amely nagyon erős lineáris kapcsolatot mutat a két, különböző dimenziószámú tér-



ben található pontok között. A 0,9 feletti  $R^2$ -értékeket már jónak tekinthetjük (Kovács [2014]).

3. ábra. A tagországok elhelyezkedése a síkban a kétdimenziós MDS alapján  
(Position of EU member states based on the two-dimensional MDS)



Megjegyzés. Az országok betűjelét lásd a 2. táblázatban.

Forrás: Saját számítás a European Commission [2019c] adatbázisa alapján.

### 3.7. Az EU-tagországok rangsorolása a DESI és az MDS alapján

A tagországok rangsorolásának egyik lehetséges módja a DESI kompozit index alapján történő értékelés (az ún. scoring modell). A rangsor alapjául szolgáló végső pontszámot úgy kapjuk meg, hogy a tagországok dimenziókénti értékeit a dimenziókhöz rendelt, Európai Bizottság által megadott súlyokkal megszorozzuk, és az így kapott súlyozott átlagokat összeadjuk. Az értékeléshez használható súlyokra az Európai Bizottság tett ajánlást, de a DESI weboldalán is végezhető érzékenységi vizsgálat más súlyok használatával (European Commission [2019c]). Az Európai Bizottság országjelentéseiben közölt kompozit indexben az internet-hozzáférés és a humántőke dimenziója 25-25, a digitális technológiák integráltsága 20, míg az internetes szolgáltatások használata és a digitális közszolgáltatások dimenziója 15-15 százalékos súllyal szerepel (European Commission [2019b]).

A 6. táblázat második oszlopában az EU-tagországok Európai Bizottság által ajánlott, súlyokkal számított összpontszámai, a harmadik oszlopban pedig a DESI-rangsoruk látható. Az eredmények alapján a közel azonos fejlettségűnek tűnő tagor-

szágcsoportok hasonlóak azokhoz, amelyeket a klaszterelemzés és az MDS alapján határoztunk meg.

6. táblázat

*A DESI kompozit index és az (egydimenziós) MDS alapján készített rangsor*  
(DESI composite index and [one-dimension] MDS-based country rankings)

Ország	DESI kompozit index	Rangsor a DESI alapján	MDS-érték	Rangsor az MDS alapján
Ausztria	53,90082	11.	0,0531	12.
Belgium	59,40373	9.	0,6979	9.
Bulgária	36,24922	28.	-1,7408	28.
Ciprus	45,82536	22.	-0,7317	22.
Csehország	49,98225	20.	-0,3682	17.
Németország	54,44261	13.	0,0797	11.
Dánia	68,80795	4.	1,5683	4.
Észtország	59,98265	8.	0,7935	8.
Görögország	37,99259	26.	-1,4411	26.
Spanyolország	56,11614	12.	0,3130	13.
Finnország	69,93462	1.	1,7309	1.
Franciaország	51,03132	16.	-0,2001	14.
Horvátország	47,41139	19.	-0,5374	18.
Magyarország	45,37883	23.	-0,9269	23.
Írország	61,35322	5.	1,0232	6.
Olaszország	43,87030	24.	0,0421	24.
Litvánia	51,99627	15.	-0,9830	16.
Luxemburg	61,79249	7.	0,9031	5.
Lettország	50,01989	18.	-0,5727	21.
Málta	58,08639	10.	0,4555	10.
Hollandia	68,94153	3.	1,5805	3.
Lengyelország	41,60844	25.	-1,1374	25.
Portugália	49,22030	21.	-0,4591	20.
Románia	36,50069	27.	-1,7598	27.
Svédország	69,47717	2.	1,6068	2.
Szlovénia	50,93290	14.	-0,2446	15.
Szlovákia	46,31629	17.	-0,6518	19.
Egyesült Királyság	61,94772	6.	0,9069	7.

*Forrás:* Saját számítás a *European Commission* [2019c] adatbázisa alapján.

Mint már említettük, az Európai Bizottság által ajánlott, súlyozott DESI kompozit index mellett az MDS is felhasználható a rangsor elkészítéséhez. Ebben az esetben az eredeti adatokat az „egydimenziós térbe” vetítjük. (Lásd a 6. táblázat 4. oszlopát.) A tagországok MDS szerint felállított rangsorát a 6. táblázat 5. oszlopa mutatja. Az MDS stresszmutatójának értéke ebben az esetben 0,20887, amely, bár rosszabb a síkbeli modellnél, továbbra is elfogadhatónak tekinthető. Az  $R^2$  értéke 0,90173, ami a modell jó illeszkedésére utal.

A 6. táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy a súlyozott DESI kompozit indexre épülő rangsor és az MDS-rangsor jelentősen nem tér el egymástól. A súlyok nélkül számított MDS-értékek is szinte a hivatalos DESI-rangsort adják. A két rangsor közötti korrelációs együttható értéke nagyon magas, 0,991, amely igen szoros lineáris összefüggésre utal.

#### 4. Következtetések

Tanulmányunkban a DESI-jelentés öt fő dimenzióját vizsgáltuk a többváltozós statisztika módszereivel. Az általunk végzett egyszerű korrelációs elemzés eredményei szerint az öt dimenzió értékei között közepesen magas vagy erős a kapcsolat. A parciális korrelációs együtthatók alapján azonban már csak négy olyan (páronkénti) korreláció mutatható ki, amely legalább közepes erősségű. Számításaink rávilágítanak arra, hogy az internet-hozzáférés és a humántőke határozzák meg a másik három dimenzió értékeit. A faktoranalízisünk megerősítette, hogy szoros összefüggés van az öt dimenzió között; mindössze egy látens faktorra már a variancia több mint 70 százaléka magyarázható. A forgatással kapott eredmények hasonlóak voltak ahhoz, amelyet a parciális korrelációs elemzés mutatott, azaz az első két dimenzió magyarázza a másik hármat. A klaszterelemzés és az MDS (síkra vetítés) alapján meghatározott EU-tagországcsoporthoz hasonló, csakúgy, mint az egydimenziós MDS, valamint a DESI kompozit index alapján készíthető rangsorok.

Korrelációs elemzésünk alátámasztja az Európai Bizottság azon tézisének, amely szerint a DESI öt dimenziója a digitális gazdaság olyan, egymással szorosan összefüggő részterületeinek mérésére szolgáló mutatókat tömörít magába, amelyek eredményesen csak egy egységes, összehangolt stratégia követésével fejleszthetők. A többváltozós skálázás (egydimenziós változata) alapján készíthető rangsor pedig alátámasztja a DESI kompozit indexen alapuló uniós rangsorolás robusztusságát is. Eredményeink alapján ugyanakkor felvethető az a kritika is, hogy az adatállomány *statisztikailag redundáns* dimenziókat tartalmaz, amely ellentmond a szintén az Euró-

pai Bizottság által támasztott követelményeknek (*European Commission* [2019b] 13. old.), így a mutatórendszer továbbfejlesztése során célszerű a dimenzióstruktúra átgondolása és egyszerűsítése. Ennek a felvetésnek az alátámasztásához viszont a DESI aldimenzióit és egyedi mutatóit érintő, részletesebb tartalmi és statisztikai vizsgálatokra lenne szükség.

## Irodalom

- ALONSO, M. A. P. – GARCÍA, J. C. S. [2018]: Digitalization as push and pull factor redefining the entrepreneurship concept. In: *Todorov, K. – Kolarov, K. (eds.): The International Entrepreneurship: Trends, Challenges, Achievements*. Edition 1. Association for Management Development and Entrepreneurship. Varna. pp. 175–191.
- ĆURKO, K. – ĆURIĆ, T. – VUKŠIĆ, V. B. [2017]: Perspective of smart business development. *International Journal of Renewable Energy Sources*. Vol. 2. No. 1. pp. 40–47. <https://pdfs.semanticscholar.org/f8c5/3b27510c618fe412b219e4be8fd34edbb237.pdf>
- CÍMPIAN, L. – LÁZÁR E. – GABOR, M. R. [2016]: EU-tagállamok IKT fejlettségének különbségei – egy klaszterelemzés eredményei. *Információs Társadalom*. 16. évf. 1. sz. 46–56. old. <http://dx.doi.org/10.22503/infars.XVI.2016.1.3>
- CSÓTÓ M. [2019]: Mérimi annyi, mint tudni? Az elektronikus közigazgatás közösségi mérőszámairól. *Vezetéstudomány*. 50. évf. 2. sz. 14–31. old. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.02.02>
- GIANNONE, D. – SANTANIELLO, M. [2018]: Governance by indicators: the case of the Digital Agenda for Europe. *Information, Communication & Society*. Vol. 22. No. 13. pp. 1889–1902. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2018.1469655>
- GÖTZ, M. [2017]: Industry 4.0 – the perspective of international economics. The case of Polish-German relationships. *Przeгляд Zachodni*. Vol. 365. No. 4. pp. 169–185.
- KONTOLAIMOU, A. – SKINTZI, G. [2018]: 4.2. digitisation patterns of the Greek economy and society. *Greek Economic Outlook*. Vol. 2018. No. 37. pp. 41–48.
- KOTARBA, M. [2017]: Measuring digitalization – key metrics. *Foundations of Management*. Vol. 9. No. 1. pp. 123–138. <http://dx.doi.org/10.1515/fman-2017-0010>
- KOVÁCS E. [2014]: *Többváltozós adatelemzés*. Typotex Kiadó. Budapest.
- KOVÁCS O. [2017a]: Az ipar 4.0 komplexitása – I. *Közgazdasági Szemle*. LXIV. évf. Július–augusztus. 823–851. old. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2017.7-8.823>
- KOVÁCS O. [2017b]: Az ipar 4.0 komplexitása – II. *Közgazdasági Szemle*. LXIV. évf. Szeptember. 970–987. old. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2017.9.970>
- LASI, H. – FETTKE, P. – KEMPER, H. G. – FELDT, T. – HOFFMANN, M. [2014]: Industry 4.0. Application-pull and technology-push as driving forces for the Fourth Industrial Revolution. *Business & Information Systems Engineering*. Vol. 6. No. 4. pp. 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- MIRĀĀE, E. – KAŠPAROVÁ, E. – ČAKULA, S. [2019]: Adults' readiness for online learning in the Czech Republic and Latvia (digital competence as a result of ICT education policy and infor-

- mation society development strategy). *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*. Vol. 7. No. 1. pp. 205–215. <https://doi.org/10.21533/pen.v7i1.366>
- MOROZ, M. [2017]: The level of development of the digital economy in Poland and selected European countries: a comparative analysis. *Foundations of Management*. Vol. 9. No. 1. pp. 175–190. <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0014>
- NIKOLOV, H. S. – KRUMOVA, M. Y. [2019]: Hofstede’s model in the context of e-government and open government in EU countries: countries clustering based on similarities and differences. *Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal*. Vol. 3. No. 1. pp. 29–46.
- RUSSO, V. [2020]: Digital Economy and Society Index (DESI). European guidelines and empirical applications on the territory. In: *Sarasola Sanchez-Serrano, J. L. – Maturo, F. – Hoskova-Mayerova, S.* (eds.): *Qualitative and Quantitative Models in Socio-Economic Systems and Social Work*. Springer. Cham. pp. 427–442.
- SCHMIDT, E. – COHEN, J. [2013]: *The New Digital Age: Reshaping the Future of People, Nations and Business*. Alfred A. Knopf. New York.
- SCUPOLA, A. [2018]: Digital transformation of public administration services in Denmark: a process tracing case study. *Nordic and Baltic Journal of Information and Communications Technologies*. Vol. 2018. No. 1. pp. 261–284. <https://doi.org/10.13052/nbjict1902-097X.2018.014>
- STOICA, E. A. – BOGOSLOV, I. A. [2017]: A comprehensive analysis regarding DESI country progress for Romania relative to the European average trend. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education. De Gruyter Open*. Vol. 3. No. 1. pp. 258–266. <https://doi.org/10.1515/cplbu-2017-0034>
- TABACHNICK, B. G. – FIDELL, L. S. – ULLMAN, J. B. [2007]: *Using Multivariate Statistics*. Seventh Edition. Pearson. Boston.
- URS, N. [2018]: E-government development in Romanian local municipalities: a complicated story of success and hardships. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*. Vol. 14. No. 55. pp. 118–129. <http://dx.doi.org/10.24193/tras.55E.8>

## Internetes források

- EUROPEAN COMMISSION [2019a]: *DESI Report 2019*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
- EUROPEAN COMMISSION [2019b]: *DESI 2019 Digital Economy and Society Index – Methodological Note*. Updated: June 2019. [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=59913](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59913)
- EUROPEAN COMMISSION [2019c]: *Digital Scoreboard – Data & Indicators: Digital Economy and Society Index*. <https://digital-agenda-data.eu>
- EUROPEAN COMMISSION [2019d]: *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) 2019, országjelentés – Magyarország*. [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=59993](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59993)
- ITU (INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION) [2017]: *Connecting the Unconnected. Working Together to Achieve Connect 2020 Agenda Targets*. A background paper to the special session of the Broadband Commission and the World Economic Forum at Davos Annual Meeting 2017. [https://broadbandcommission.org/Documents/ITU\\_discussion-paper\\_Davos2017.pdf](https://broadbandcommission.org/Documents/ITU_discussion-paper_Davos2017.pdf)