

AZ EU DIGITÁLIS DESI 2020 MUTATÓK KAPCSOLATA MAKROGAZDASÁGI ADATOKKAL¹

BÁNHIDI ZOLTÁN – DOBOS IMRE
BME Közgazdaságtan Tanszék

Tanulmányunk célja az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutatója (*Digital Economy and Society Index, DESI*) 2020. évi kiadásának öt fő dimenziója, illetve két makrogazdasági mutató (AIC [tényleges egyéni fogyasztás] és GDP/fő [bruttó hazai termék]) összekapcsolt elemzése többváltozós statisztikai módszerekkel. Vizsgálataink két részre oszthatók. Elsőként a változók közötti lineáris összefüggéseket vizsgáljuk egyszerű Pearson- és kanonikus korrelációs elemzés, regressziós elemzés, valamint faktoranalízis révén. Itt elsősorban arra a kérdésre keressük a választ, hogy a digitális átalakulás előrehaladását, annak dimenzióit milyen módon és mértékben befolyásolja a gazdasági fejlettség. Ezután az Európai Unió tagállamait a digitális-gazdasági fejlettségük alapján csoportosítjuk klaszterelemzés és többdimenziós skálázás révén. Ennek eredményei szerint az uniós országok három jól elkülönülő csoportra oszthatóak, amelyek közül az elsőbe a gyengébben fejlett, főként kelet-közép- és dél-európai periféria, a másodikba a fejlett nyugati-északi államok, a harmadikba pedig két élvonal tartozik.

Kulcsszavak: DESI, digitalizáció, gazdasági fejlettség, winsorizáció.

1 Bevezetés

A digitális átalakulás az információs és kommunikációs technológiák (IKT) egyre szélesebb körű és egyre intenzívebb használata révén a társadalom és a gazdaság különböző területein végbemenő változásokat foglalja magában. Az online kereskedelem és az internetes szolgáltatások fejlődése számtalan új lehetőséget kínál valamennyi gazdasági szereplőnek, lehetővé téve a fogyasztók számára a termékkínálat egyszerűbb áttekintését, az árak könnyebb összehasonlítását, illetve a vállalatok – köztük a kis- és középvállalkozások – számára is esélyt nyújt a nemzetközi terjeszkedésre, a külföldi piacok gyors és egyszerű elérésére.

Az internetgazdaság megjelenése óta számos iparág szerkezete és működése alapvetően, sokszor a felismerhetetlenségig változott meg a digitális átalakulásnak köszönhetően. Az internet gyökeres változásokat hozott például a média és szórakoztatóipar, a kiskereskedelem és több szolgáltató ágazat, mint a banki és biztosítási szolgáltatások vagy a turizmus, utazások terén is.

¹Beérkezett 2024. augusztus 9. DOI: <https://doi.org/10.15170/SZIGMA.55.1234>. E-mail: banhidi.zoltan@gtk.bme.hu.

Új munkahelyek jöttek létre az ún. tudásgazdaságban, a digitális tartalomgyártásban és az online kereskedelemben is. Emellett a vállalkozások digitalizációja egyre több munkakörben kínál lehetőséget a távoli munkavégzésre is, ami a cégek és a munkavállalók számára is rugalmasabb munkaszervezést, az utazási idők és költségek csökkentését teszi lehetővé.

A vállalatok és kormányzatok a digitális technológiákat a folyamatok racionalizálására, a hatékonyság növelésére, valamint új üzleti modellek és közszolgáltatások létrehozására használják fel; ugyanakkor az államnak, a szervezeteknek és a munkavállalóknak alkalmazkodniuk, fejlődniük is kell ahhoz, hogy versenyképesek tudjanak maradni a digitális korban.

Cikkünkben az Európai Bizottság (2020a) által 2020-ban közzétett *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutatóról* szóló jelentés (a továbbiakban: DESI; Digital Economy and Society Index) öt fő dimenzióját és az Eurostat egy főre jutó GDP (bruttó hazai termék, *Gross Domestic Product*) és AIC (tényleges egyéni fogyasztás, *Actual Individual Consumption*) indikátorait (együttesen: digitális, illetve makrogazdasági változókat) használjuk fel a digitális és gazdasági fejlődés kapcsolatának elemzésére az Európai Unió 28 országában. Legfontosabb kérdéseink, hogy a hét változó, illetve a makrogazdasági és digitális változók csoportja között milyen statisztikai összefüggések, kölcsönhatások mutathatók ki; egymáshoz képest mennyiben tekinthetők redundánsnak, és milyen mögöttes (látens) változók segítségével adhatjuk vissza az adatbázis varianciáját. A változók közötti összefüggések feltárása után pedig arra a kérdésre keressük a választ, hogy az uniós országok hogyan csoportosíthatók a digitális-gazdasági fejlettségük szerint a többváltozós statisztika módszereivel (klaszterelemzés és többdimenziós skálázás).

Cikkünk a következőképpen épül fel: a második fejezetben egy rövid áttekintést adunk a DESI adatok elemzésével kapcsolatos szakirodalomról, különös tekintettel a statisztikai vizsgálatokra, illetve a digitális és gazdasági fejlettség összefüggéseit taglaló munkákra. Ezután a DESI mutatót, és ennek öt fő dimenzióját, illetve a gazdasági mutatóinkat tartalmazó adatbázisunkat mutatjuk be röviden; egy külön fejezetben taglalva az adatbázisban található kiugró adatokat, ezek kezelésének módját (winszorizáció). Az ötödik fejezet tartalmazza a statisztikai elemzést: a digitális dimenziók és a makrogazdasági változók közötti lineáris összefüggések feltárását klasszikus korrelációs elemzés, kanonikus korrelációs vizsgálat, regressziós elemzés és faktoranalízis segítségével végezzük el; majd a látens változókat tárjuk fel főkomponensanalízis segítségével. Ezt követően a digitális-gazdasági fejlettséget tekintve homogénnek tekinthető országcsoportokat klaszterelemzés és többdimenziós skálázás (MDS) révén azonosítjuk. Végül az utolsó fejezetben összefoglaljuk a kutatási eredményeinket, levonjuk a legfontosabb tanulságokat, kitérve az elemzésünk korlátaira, illetve a lehetséges folytatási irányokra is.

2 Rövid szakirodalmi áttekintés

Az országok digitális fejlettségét, a digitális átalakulás (Verhoef et al., 2021) folyamatát rengeteg tudományos közlemény vizsgálja. E tanulmányok szerzői a vizsgált témától függően nemritkán hivatkoznak a DESI kompozit index vagy az egyes DESI-dimenziók és -mutatók értékeire (a lentiekben említett munkák mellett lásd még Kotarba (2017), Moroz (2017), Stoica és Bogoslov (2017) és Stavtyskyy et al. (2019) tanulmányait). E fejezetben egy rövid áttekintésben elsősorban azokra a frissebb, 2020 után megjelent munkákra fókuszáltunk, amelyek a DESI statisztikai vizsgálatára irányulnak, vagy amelyek a digitális és gazdasági fejlettség összefüggését veszik górcső alá.

Bánhidi et al. (2020) a DESI fő dimenzióit elemzik többváltozós statisztikai módszerekkel. Először az öt alapidimenzió lineáris kapcsolatát vizsgálják egyszerű Pearson- és parciális korrelációelemzéssel, illetve faktoranalízissel, elsősorban a lehetséges lineáris összefüggésekre összpontosítva. Eredményeik alátámasztják az Európai Bizottság azon téziséét, miszerint a DESI fő dimenziói szorosan összefüggnek egymással, így eredményesen egy koherens, összehangolt stratégia mentén fejleszthetők. Ezt követően az uniós tagállamokat klaszterelemzéssel és többdimenziós skálázással (MDS, Multidimensional Scaling) csoportosítják, majd többváltozós statisztikai módszerekkel rangsorolják, és az így kapott rangsorokat összehasonlítják az Európai Bizottság saját (scoring modell alapján készült) országsorrendjével, rámutatva, hogy e különböző módszerek viszonylag hasonló eredményre vezetnek.

Olczyk és Kuc-Czarnecka (2022) ugyancsak a DESI dimenzióit, az index módszertani megfelelőségét vizsgálja, de elemzik az index gazdasági fejlettséggel való kapcsolatát is. Eredményeik szerint a DESI öt fő dimenziójából kettő (az internetes szolgáltatások használata és a digitális közszolgáltatások), az összesen 37 indikátor majdnem fele (18) elhagyható anélkül, hogy az index alapján képzett országsorrend lényegesen módosulna. A redundáns változók, dimenziók kiszűrése mellett a szerzők javaslatot tesznek a scoring modell súlyvektorának optimalizálására is. A gazdasági fejlettséggel való kapcsolatot tekintve pedig azt találják, hogy az egy főre jutó GDP-t mind az eredeti, mind az általuk módosított index jelentős mértékben képes magyarázni, a digitális fejlettség különösen a szegényebb országok esetén fontos növekedésösztönző tényező.

Laitsou et al. (2020) tanulmányukban a DESI dimenzióit a görög gazdaság digitális teljesítményének értékelésére használják, és a Gompertz-modell segítségével készíteneek előrejelzést arra, hogy Görögország a digitális fejlettséget tekintve hogyan zárkozhat fel az élenjáró uniós országokhoz. A szerzők szerint annak ellenére, hogy Görögország a digitalizáció keresleti és kínálati oldalán egyaránt kihívásokkal néz szembe, megfelelő kormányzati politikák alkalmazásával 2030-ra elérheti az uniós átlagot.

Kovács et al. (2022) fő vizsgálati kérdése, hogy a digitális fejlettséget tekintve kimutatható-e felzárkózás az uniós országok között; elemzésükben szintén a DESI adataira támaszkodnak. Eredményeik szerint az EU-tagállamok között a digitális fejlettségi különbségek a 2016 és 2021 közötti vizsgálati

időszakban csökkentek (σ -konvergencia), a kezdeti fejlettségi szint és a növekedési ráta között pedig szignifikáns negatív korreláció mutatható ki (β -konvergencia).

Tarjáni et al. (2022) a DESI nemzetközi kibővítésének tekinthető I-DESI (International Digital Economy and Society Index) adatain végeznek többváltozós statisztikai elemzést. Tanulmányukban az uniós és külső országok adatainak szétválaszthatóságát diszkriminanciaanalízissel vizsgálják, a dimenziók értékeinek átlagát varianciaanalízissel hasonlítják össze. A fő dimenziók közötti kapcsolatokat Pearson-féle és parciális korrelációs együtthatók alapján elemzik, az összefüggéseket egyfajta láncon keresztül bemutatva. Főkomponens-elemzés segítségével az öt DESI-dimenziót két főkomponensre redukálják, és az előző évi adatokhoz viszonyítva értelmezik, a kiugró adatokat a Mahalanobis-távolságokkal értékelve. Eredményeik ugyancsak alátámasztják az Európai Bizottság álláspontját a digitális gazdaság vizsgált dimenzióinak szoros összefüggéséről, emellett úgy találják, hogy a digitális fejlettséget tekintve összességében nincs jelentős különbség az uniós és EU-n kívüli országok csoportjai között.

Tokmergenova et al. (2021) elemzése a dimenziók közötti multikollinearitásra és a dimenziók közötti statisztikai kapcsolatokra összpontosított, ugyancsak az I-DESI adatainak felhasználásával. Eredményeik erős multikollinearitást, redundanciát mutatnak a dimenziók között.

Végül Bánhidi és Dobos (2021) az I-DESI országrangsorának stabilitását vizsgálja a TOPSIS és többdimenziós skálázás (MDS) segítségével. Az eredményeik azt mutatják, hogy a kutatásban alkalmazott eltérő módszertanok alapján viszonylag hasonló rangsorok képezhetők, Magyarország helyezése azonban a választott módszer függvényében viszonylag jelentős ingadozást mutat.

3 A digitális gazdaság mérése

Az először 2014-ben kiadott DESI-mutatórendszer, bár megalkotásától fogva élénk szakértői viták keretében állt, mégis az egyik legfontosabb és leggyakrabban hivatkozott mutató az európai digitalizáció folyamatának jellemzősekor.

A DESI-t alkotó alapmutatók a nemzeti hatóságok, statisztikai hivatalok által (főként az Eurostat statisztikai szolgálaton keresztül) biztosított adatok, ugyanakkor ezek mellett az Európai Bizottság az általa felkért specialista kutatócégek, konzorciumok által mért, becsült adatokat is felhasznál, pl. a szélessávú hálózatok elterjedtségének, árviszonyainak jellemzésére. Ezeket az alapmutatókat normalizálják, majd ezek súlyozott átlagaként számítják ki a dimenziókat és magát a DESI összmutatót is (az Európai Bizottság által az uniós szakpolitikai szempontok szerint meghatározott szubjektív súlyrendszerral).

A DESI fő előnye, hogy az Európai Bizottság és más EU-intézmények által is támogatott, mind a 27 (korábban 28) tagországban alkalmazott mérőrend-

szer, amely a teljesítményeket összehasonlíthatóvá, a digitális ökoszisztémák fejlődését követhetővé teszi az egyes tagországokban és az EU egészében egyaránt. Ezekkel az előnyökkel azonban szorosan összefüggenek a DESI hátrányai is: mivel az index számításának alapjául szolgáló felméréseket valamennyi tagországban el kell végezni, azok módszertanának is kellően általánosnak, mindenhol alkalmazhatónak kell lennie. Ebből következően azonban a felmérések eredményei is általánosak, így nem feltétlenül alkalmasak mélyebb szakpolitikai elemzések támogatására vagy egyedi jelenségek jellemzésére. Hasonlóan jelentős hátrány, hogy a mutatórendszer aldimenziói és egyedi mutatói gyakran változnak, illetve az adatgyűjtés és az adatok publikálása között jelentős idő telik el, így 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 csak a részletes módszertani függelékekből olvashatók ki. Végül pedig problémát okozhat az is, hogy a mérési módszertan és az adatok minősége a tagországok sajátos adatgyűjtési módszere és eltérő értelmezése (pl. nyelvi okok) miatt esetenként eltérhet.

A DESI-hez kapcsolódó szakpolitikai viták színhelyei főként az EU intézményei és a tagországok kormányzatai mellett működő szakpolitikai műhelyek, fórumok voltak, ugyanakkor az adatbázis tudományos kutatásokban való felhasználása sem mondható ritkának. Ritkább ugyanakkor magának az adatbázisnak, a DESI fő dimenzióinak a matematika-statisztikai eszközökkel való vizsgálata, amelyre a saját kutatásunkban vállalkoztunk.

A DESI-jelentések célja az EU-tagországok digitális átalakulás terén elért előrehaladásának mérése és értékelése. A DESI kompozit index által lefedett mutatókat a 2020. évi kiadásban öt szakpolitikai részterületre (dimenzióra) osztották, amelyeket az országjelentések struktúrája is követ (lásd az *1. táblázatot*.) A dimenziók magyar megnevezésének megadásakor a 2020. évi jelentést (ebben elsősorban a magyar nyelvű, Magyarországról szóló országjelentést) követjük, amelynek alapmutatói ténylegesen a 2019. évben mért indikátorok.

DESI dimenziók	Releváns szakpolitikai területek és indikátorok
Internet-hozzáférés	Vezetékes és mobil szélessávú hálózatok és árak
Humán tőke	Alap- és magasabb szintű digitális készségek, jártasság
A digitális technológia integráltsága	Üzleti digitalizáció és e-kereskedelem
Digitális közszolgáltatások	E-kormányzati és e-egészségügyi szolgáltatások
Internetes szolgáltatások használata	Az állampolgárok online tartalomfogyasztása, kommunikációja és tranzakciói

1. táblázat. A DESI 2020 fő dimenziói és azok szakpolitikai tartalma. *Forrás:* Európai Bizottság (2020) alapján.

A fenti öt digitális dimenzió mellett az Eurostat (2020) egy főre jutó, szintén a 2019. évre vonatkozó bruttó hazai termék (GDP [per capita]) és

tényleges egyéni fogyasztás (AIC) mutatóit alkalmaztuk az országok gazdasági fejlettségének, teljesítményének, illetve életszínvonalának jellemzésére. A 2019. év alapulvételét elsősorban az indokolta, hogy nem szeretttük volna, ha elemzésünket a COVID-19 világjárvány (az egyes országokban különböző mértékben jelentkező) hatásai torzítják.

A gazdaságstatisztikából jól ismert GDP mutató egy adott ország területén belül, adott évben előállított, végső felhasználásra rendelkezésre álló javak és szolgáltatások piaci értékét, azaz a gazdaság teljesítményét tükrözi. Ezzel szemben az AIC az egy főre jutó tényleges fogyasztást mutatja be, amely a lakossági életszínvonalat kívánja jellemezni. A két mutató természetesen szoros kapcsolatban van egymással, hiszen a magas életszínvonalat, fogyasztási szintet fenntartható módon csak a megfelelő gazdasági teljesítmény alapozhatja meg. Ugyanakkor együttes használatukkal átfogóbb képet kaphatunk egy ország gazdasági fejlettségéről.

4 A statisztikai adatok előkészítése a vizsgálatokhoz

Az elemzés során a 2020. évi DESI jelentés adatait (az öt fő dimenzióra megadott értékeket) használtuk fel, amelyeket a <https://digital-agenda-data.eu> weboldalról töltöttünk le (2. táblázat). A DESI-ben a dimenziók értékeit az ezeket alkotó normalizált alapmutatók súlyozott átlagaként számítják ki, a 2. táblázatban megadott értékek ezért 0–100 határok közé eső pontszámként értelmezhetők. A dimenziókat alkotó alapmutatók százalékban mért értékek (pl. lakosságárányos 4G-lefedettség) vagy pontszámok (pl. vállalkozásoknak szóló digitális közszolgáltatások értékelése), amelyeket lineáris (min-max) transzformációval normalizálnak, úgy, hogy az értékek (tizedestörtként) 0–1 közé (így százalékban 0–100 közé) essenek. A normalizáció és az aggregálás módszere részletesen a DESI módszertani függelékében kerül kifejtésre, ahol az adatforrások teljes listája is megtalálható (Európai Bizottság, 2020b).

A DESI adataink között két adatsor esetén található kiugró, outlier adat. A pozitív irányba kilógó finn HC adat és a negatív irányba kilógó bolgár IDT adat (az adott időszakban) véleményünk szerint a finn oktatási rendszer valós előnyeit (Cai és Gut, 2020), illetve a bolgár vállalati digitalizáció valós hátrányát (Idriz és Sterev, 2022), gyengességét tükrözi, illetve az eltérés mértéke nem kirívó, így ezek miatt nem láttuk feltétlenül szükségesnek az outlier adatok kezelését. Az ír IDT-előny ugyancsak magyarázható, az ott bejegyzett amerikai technológiai (Big Tech) vállalatok és a hozzájuk kapcsolódó beszállítói kör révén az írországi vállalati szféra feltehetőleg valóban előrébb tart, mint az uniós mezőny többi része, noha az amerikai óriások jó része alapvetően adóoptimalizálási megfontolásokból választotta Írországot (Ting és Grey, 2019).

		Internet- hozzá- férés (CN)	Hu- mán tőke (HC)	Internetes szolgáltatások használata (UoI)	A digitális technológiák integráltsága (IDT)	Digitális köz- szolgáltatások (DPS)
Ausztria	AT	47,154	56,730	54,020	40,576	80,836
Belgium	BE	52,027	50,388	61,161	65,870	71,731
Bulgária	BG	38,495	33,916	36,649	17,865	61,761
Ciprus	CY	38,457	35,803	54,478	34,484	68,956
Csehország	CZ	44,881	48,644	54,144	49,595	62,377
Németország	DE	59,396	56,419	61,565	39,532	66,372
Dánia	DK	65,821	61,277	75,153	65,148	87,130
Észtország	EE	51,856	66,659	65,415	41,150	89,334
Görögország	EL	33,369	34,791	46,089	28,196	51,500
Spanyolország	ES	60,794	47,558	60,776	41,216	87,275
Finnország	FI	59,172	78,442	76,341	67,045	86,995
Franciaország	FR	49,844	47,431	53,059	42,048	76,709
Horvátország	HR	41,153	49,154	55,479	41,467	55,754
Magyarország	HU	59,787	41,835	55,899	25,307	57,767
Írország	IE	45,691	56,399	62,089	74,320	80,629
Olaszország	IT	48,882	43,831	57,322	49,469	81,446
Litvánia	LT	49,987	32,456	44,481	31,225	67,479
Luxemburg	LU	63,349	58,218	58,851	38,210	73,742
Lettország	LV	61,761	35,021	53,984	28,305	85,063
Málta	MT	58,718	61,759	65,903	54,904	78,129
Hollandia	NL	60,323	64,162	75,203	65,746	80,961
Lengyelország	PL	51,343	37,272	49,639	26,243	67,407
Portugália	PT	53,921	37,765	48,088	40,872	75,121
Románia	RO	56,185	33,158	35,894	24,927	48,409
Svédország	SE	64,369	71,724	75,954	62,135	79,342
Szlovénia	SI	50,232	48,349	51,714	40,946	70,755
Szlovákia	SK	47,464	41,807	53,365	32,570	55,612
Egyesült Királyság	UK	48,818	63,004	73,312	54,189	70,772

2. táblázat. DESI alapadataink. *Forrás:* <https://digital-agenda-data.eu>.

A 3. táblázatban az elemzéshez használt makrogazdasági adatokat foglaltuk össze. Az adatok, különösen a GDP/fő mutató esetén, nagyon erősen kiugró adatokat tartalmaznak. Luxemburg és Írország esetében a GDP/fő adatok a multinacionális vállalatok (adóoptimalizálási) döntései által torzítottak, nem az ír és luxemburgi gazdaság valós erejét mutatják. Írország esetében ezt a torzítást az Ír Központi Bank honlapjára kikerült (volt jegybankelnök által jegyzett) tanulmány is elismeri (Honohan, 2021).

Emiatt outlier menedzsmentet kellett alkalmaznunk. Erre két lehetőség ígérkezik: *trimming*, vagyis az outlier adatok törlése, és *winsorizing*, vagyis a kiugró adatok lekerekítése. A trimminget, mint lehetőséget nem választottuk, mert ezzel vizsgálandó országokat is kizártunk volna az elemzésből. Így maradt a winsorizáció. Erre is több lehetőség adódik.

A winsorizáció esetén egy szimmetrikus „csonkolást” hajtunk végre, azaz az alulról és a felülről lekerekített értékeket azonos számban alulról növeljük, illetve felülről csökkentjük. Két módszert ismertetünk. Mindkét módszer abból indul ki, hogy ugyanannyi darab adatot változtatunk meg az adatok eloszlásában, és a meghatározott alsó és felső érték alatt, illetve felett állandó lesz az érték. Ez azt jelenti, hogy ha pl. 90 százalékos winsorizációt hajtunk végre, akkor az alsó 5 százalékban lévő megfigyeléseket egy állandóval, míg a

felső 95 százalékba eső értékeket egy másik konstanssal helyettesítjük.

Az első módszerrel a határokat az alábbi képlettel határozzuk meg:

$$\tilde{x}_{np/2} = \begin{cases} \frac{x_{np/2} + x_{np/2+1}}{2} & \text{ha } n\frac{p}{2} \in Z \\ x_{\lceil np/2 \rceil} & \text{ha } n\frac{p}{2} \notin Z \end{cases}$$

ahol n a megfigyelések száma, p a winsorizáció mértéke, pl. 90 százalék, Z az egész számok halmaza, és $\lceil x \rceil$ az x értékénél nagyobb legkisebb egész szám.

A másik winsorizációs módszer, amelyet percentilis számításnak is neveznek, kicsit bonyolultabb, de tartalmazza az MS Excel szoftver. Számításaink során ezt a módszert használtuk. A képlet ebben az esetben:

$$x_{\lfloor (n-1)p+1 \rfloor} + [(n-1)p + 1 - \lfloor (n-1)p + 1 \rfloor](x_{\lfloor (n-1)p+1 \rfloor+1} - x_{\lfloor (n-1)p+1 \rfloor}),$$

ahol az $\lfloor x \rfloor$ az x értékénél kisebb legnagyobb egész szám. A többi érték az előzőekkel egyezik meg.

A számításaink eredményét a 3. táblázat tartalmazza. Luxemburg és Írország kiugró GDP/fő adatait 172-es értékkel helyettesítettük, míg az alsó értékeknél Bulgária és Horvátország értékeit növeltük meg a GDP esetén. Az AIC mutatónál Németország és Luxemburg mutatói csökkentek, és Bulgária fogyasztási adatát korrigáltuk felfelé. A megváltoztatott kiugró értékeket dőlttel jelöltük. Ezzel az adatállományt előkészítettük a statisztikai elemzésre.

		GDP/fő PPS (EU27 = 100)	AIC/fő PPS (EU27 = 100)	GDP/fő PPS (wins)	AIC/fő PPS (wins)
Ausztria	AT	127	118	127	118
Belgium	BE	117	115	117	115
Bulgária	BG	<i>53</i>	<i>59</i>	<i>66</i>	<i>66</i>
Ciprus	CY	89	95	89	95
Csehország	CZ	92	85	92	85
Németország	DE	121	<i>123</i>	121	<i>121</i>
Dánia	DK	129	116	129	116
Észtország	EE	84	75	84	75
Görögország	EL	68	77	68	77
Spanyolország	ES	91	91	91	91
Finnország	FI	111	113	111	113
Franciaország	FR	106	109	106	109
Horvátország	HR	<i>65</i>	66	<i>66</i>	66
Magyarország	HU	73	67	73	67
Írország	IE	<i>191</i>	97	<i>172</i>	97
Olaszország	IT	95	99	95	99
Litvánia	LT	82	90	82	90
Luxemburg	LU	<i>261</i>	<i>135</i>	<i>172</i>	<i>121</i>
Lettország	LV	69	71	69	71
Málta	MT	99	80	99	80
Hollandia	NL	128	114	128	114
Lengyelország	PL	73	79	73	79
Portugália	PT	79	86	79	86
Románia	RO	69	79	69	79
Svédország	SE	120	112	120	112
Szlovénia	SI	88	81	88	81
Szlovákia	SK	74	73	74	73
Egyesült Királyság	UK	105	115	105	115

3. táblázat. Makrogazdasági alapadataink. Forrás: Eurostat (2020).

5 A DESI dimenziók statisztikai vizsgálata

A következő kutatási kérdéseket (KK) kívántuk megválaszolni a többváltozós statisztikai elemzés (Tabachnik et al., 2013; Kovács, 2014) eszközeivel:

1. KK: Milyen lineáris összefüggések, kapcsolat mutathatók ki a digitális dimenziók és makrogazdasági adatok (változók) között?
2. KK: Milyen lineáris összefüggés tárható fel a digitális dimenziók és azok csoportjai és a makrogazdasági adatok között?
3. KK: Milyen mértékben tudjuk látens változók bevezetésével csökkenteni a változók számát?
4. KK: A mutatórendszer alapján milyen csoportokba sorolhatóak az uniós országok?

A kutatási kérdéseinkre a következő statisztikai eszközök alapján adunk választ: A lineáris kapcsolatok elemzésére az egyszerű Pearson- és a kanonikus korrelációs együtthatókat használjuk. A Pearson-korreláció alkalmas két változó közötti lineáris összefüggés irányának és erősségének meghatározására. A kanonikus korrelációk alapján pedig a változócsoportok közötti kapcsolatok meglétére következtethetünk. A korrelációs együtthatók alapján indokoltnak láttuk olyan adatredukciós módszerek alkalmazását, amellyel a változók száma csökkenthető, ehhez főkomponens-elemzést alkalmaztunk. Ennek segítségével meghatározható azon látens dimenziók szükséges száma és tartalma, amelyek az adatsor varianciáját kevesebb változóval adják vissza. Az országok csoportosítását klaszteranalízis révén végeztük el, a változók hét-dimenziós terében egymáshoz közelebb eső országokat sorolva azonos csoportba (klaszterbe). Egy másik csoportosítási módszer, a többdimenziós skálázás (MDS) segítségével elemezhető, hogy mennyire tekinthetők stabilnak a klaszteranalízis eredményei; hogyan adhatók vissza az országok különbségei egy kevesebb dimenziós térben. A síkbeli ábrázolhatóság kedvéért tanulmányunkban a két dimenzióra való redukciót alkalmazzuk. Számításaink elvégzéséhez az IBM SPSS 28 statisztikai programcsomagot alkalmaztuk.

5.1 1. KK: Korrelációs vizsgálat

A 4. táblázat mutatja, hogy a változók közötti korrelációk minden esetben közepesnek vagy magasnak mondhatók. Majdnem mindegyik korrelációs együttható szignifikáns, és mindegyik pozitív előjelű, ami a változók közötti azonos irányú együttmozgást mutatja. A digitális dimenziók és a gazdasági indikátorok közötti kapcsolatokat tekintve az mondható el, hogy a makromutatókkal (mind a GDP-vel, mind az AIC-vel) a legmagasabb korrelációt a Digitális technológiák integráltsága és a Humán tőke dimenziója mutatja, az Internet-hozzáférés viszont csak közepes kapcsolatot. Véleményünk szerint ebben közrejátszott az a körülmény is, hogy a szegényebb EU-tagállamok, pl. hazánk is, uniós forrásokból több támogatás lehívására voltak jogosultak, és ezeket fordíthatták hálózatfejlesztésre is (Szupergyors Internet Program).

	Humán tőke	Internetes szolgáltatások használata	A digitális technológiák integráltsága	Digitális köz- szolgáltatások	GDP/fő PPS	AIC/fő PPS
Internet-hozzá- férés	0,453	0,528	0,295	0,497	0,35	0,374
Humán tőke		0,894	0,777	0,572	0,631	0,586
Internetes szolg. használata			0,818	0,622	0,538	0,569
Digitális techn. integráltsága				0,577	0,633	0,604
Digitális köz- szolgáltatások					0,467	0,453
GDP/fő PPS (EU27 = 100)						0,791

4. táblázat. A változók közötti korrelációs együtthatók mátrixa

5.2 2. KK: Kanonikus korreláció

A kanonikus korreláció esetén nem két változó között keressük a lineáris kapcsolatot, hanem változócsoportok között (Füstös et al., 1986). Először azt vizsgáljuk, hogy az egyes digitális dimenziók milyen lineáris kapcsolatban vannak a makrogazdasági mutatókkal. Ebben az esetben, mivel csak egy változó van az egyik csoportban, ezért gyakorlatilag a kanonikus korreláció megegyezik az R értékével, ami a lineáris regresszióból ismert R-négyzet négyzetgyöke. Az eredmények azt mutatják, hogy az Internet-hozzáférés és a Digitális közszolgáltatások dimenziók közepes kanonikus korrelációt mutatnak a makrogazdasági mutatókkal. Ugyanakkor a másik három dimenzió ezekkel az adatokkal erős korrelációt mutat.

Az adatállományunkra egy másik kérdést is feltehetünk, ami úgy hangzik, hogy az öt digitális változó milyen kanonikus korrelációs kapcsolatban van a két makrogazdasági adattal. A kanonikus korrelációelemzés ebben az esetben két olyan változó között keresi a Pearson-féle korrelációt, amelyek a két változócsoport lineáris függvényeként adódnak. Erre az adathalmazra csak két korrelációs együttható adódik, mivel a két változóhalmaz közül a kisebb határozza meg a kiszámítandó kanonikus korrelációk számát. Az 5. táblázat utolsó két sorában mutatjuk be ezt a két korrelációs együtthatót.

Modell	R
Internet-hozzáférés	0,384
Humán tőke	0,647
Internetes szolgáltatások használata	0,587
Digitális technológiák integráltsága	0,655
Digitális közszolgáltatások	0,487
5 dimenzió, 1. modell	0,727
5 dimenzió, 2. modell	0,257

5. táblázat. A változócsoportok közötti korreláció

A táblázatból azonnal látható, hogy a két kanonikus korreláció közül a második modellel nyert kanonikus korreláció gyenge, ezért csak az első korrelációt tudjuk elfogadni. Tehát megállapítható, hogy a két kanonikus korreláció közül az elsőt fogadhatjuk el, ami erősnek tekinthető a maga 0,727-es értékével. Ez egyben arra is felhívja a figyelmet, hogy a makrogazdasági adatok és a digitális dimenziók között erős pozitív kapcsolat mutatható ki.

5.3 3. KK: Főkomponens-elemzés alkalmazása

A látens változók feltárása során a főkomponens-analízis módszerét alkalmaztuk, forgatás nélkül, illetve varimax rotációval. A forgatást a komponensek jobb elkülönítése érdekében alkalmaztuk. A mintavétel megfeleléségét mutató Kaiser-Meyer-Olkin mérőszám értéke 0,792 volt, amely magasnak mondható, a modellünk alkalmazását mutatja. A Bartlett-teszt (*Bartlett's test of sphericity*) eredménye szintén szignifikáns 132,784-es értékkel, ami hasonlóképpen alátámasztja a modell megfeleléségét. Modellünkben a komponenssúlyok négyzetösszege 0,8 és 0,9 között van, ami azt mutatja, hogy a főkomponenseink a variancia nagy részét magyarázzák. Számításaink alapján két főkomponens már elégségesnek bizonyult, és a variancia 76,535 százalékát magyarázza.

A forgatás nélküli faktormodellben az első faktor a variancia 64,215 százalékát adja vissza. E faktor esetében a komponenssúlyok értéke 0,593 felett van, így mindegyik változó erősen korrelál ezzel a faktorral. A második faktorról mindegyik változó gyenge korrelációt mutatott, kivéve az Internet-hozzáférést, amelynek esetében a korreláció erős (0,640) volt. Ez a második komponens a variancia 12,320 százalékát magyarázza. Ezen eredmények alapján forgatást alkalmaztunk az eredmények jobb értelmezhetősége érdekében.

A varimax-rotációval kapott eredményeink szerint a két komponens szintén a teljes variancia 76,535 százalékát magyarázza, de a változók komponenssúlyaira a korábbiaktól eltérő, a 6. táblázatban feltüntetett értékeket kaptuk.

Az első főkomponenssel erősen korrelált a GDP, AIC, a digitális technológia integráltsága és a humántőke, míg a második komponens esetében magas az internet-hozzáférés, a digitális közszolgáltatások és az internetes szolgáltatások használata dimenziók faktorsúlya.

	Komponensek*	
	1	2
GDP/fő PPS (EU27 = 100)	0,871	0,162
AIC/fő PPS (EU27 = 100)	0,847	0,181
Digitális technológia integráltsága	0,792	0,380
Humán tőke	0,708	0,546
Internetes szolgáltatások használata	0,633	0,657
Digitális közszolgáltatások	0,390	0,710
Internet-hozzáférés	0,085	0,868

* A faktoranalízis módszere: Főkomponens-analízis

Elforgatás módszere: varimax Kaiser-normalizációval

6. táblázat. A főkomponens-mátrix a forgatás után (komponenssúlyok)

A Humán tőke és Internetes szolgáltatások használata dimenziók átfednek a két komponens között azzal, hogy a korrelációk a két dimenzió és két komponens között magasak. Ezért azokat mint „hidakat” értelmezhetjük a két komponens, azaz a gazdasági és társadalmi komponens között.

Ezek után azt vizsgáljuk, hogy a makrogazdasági adatok mennyire magyarázzák meg a digitális dimenziókat.

5.4 4. KK: Országok csoportosítása klaszteranalízissel

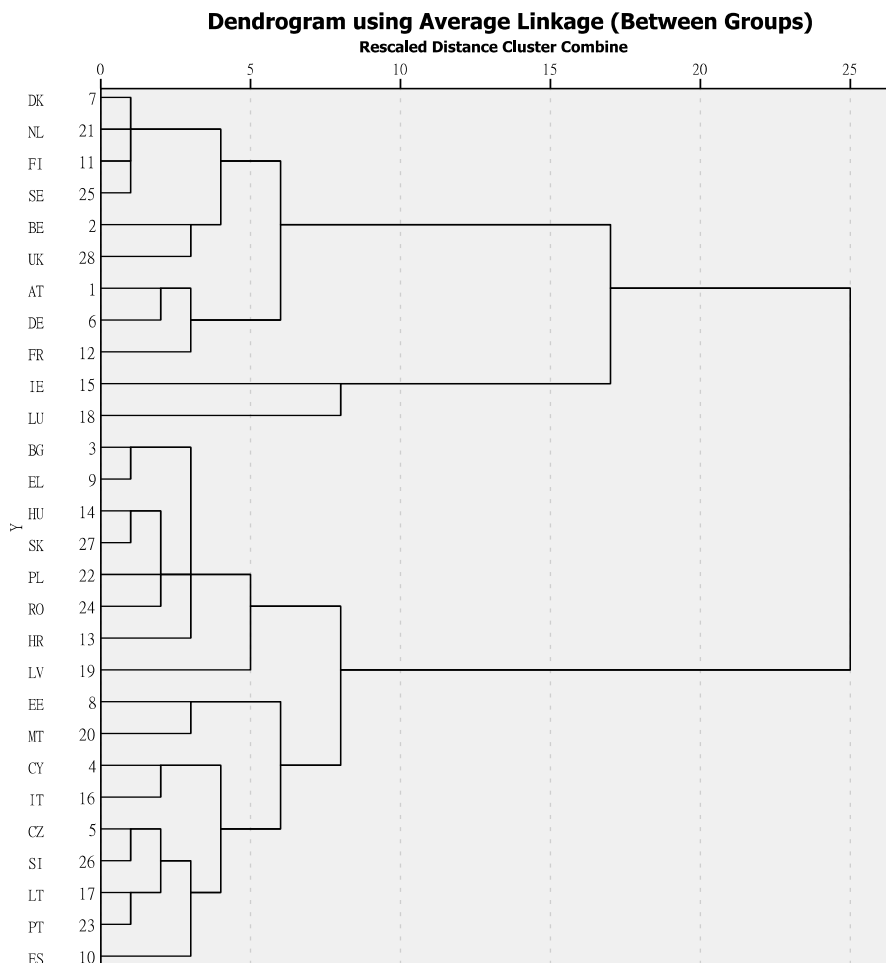
A klaszteranalízis egy olyan statisztikai módszer, amellyel a megfigyeléseinket, jelen esetben az uniós országokat a változóink (az öt digitális dimenzió és két makrogazdasági mutató) terében az elhelyezkedésük alapján csoportosítjuk. Elemzésünkben hierarchikus klaszteranalízist alkalmaztunk, távolságmérték-ként a négyzetes euklideszi távolságot használtuk, és figyelembe vettük, hogy adataink intervallumskálán értelmezhetők. A kapott eredményeket és dendrogramot a 1. ábrán tüntettük fel.

A dendrogram lehetővé teszi a klaszterek összekapcsolódásának és szétválásának megfigyelését, különböző klaszterszámok mellett is. Azt az esetet tekintjük, ahol a klaszterek kívánt száma kettő. Az algoritmus ebben az esetben a digitális gazdaság terén legjobban teljesítő 11 országot különíti el egy klaszterbe. Ezek az országok Finnország, Svédország, Hollandia, Dánia, Írország, Belgium, az Egyesült Királyság, Luxemburg, Írország, Németország és Ausztria. Három klaszter esetén az algoritmus erről a csoportról választja le a két kiugró értékkel rendelkező Luxemburgot és Írországot (a többi ország klaszterjének változatlanul hagyásával). Ez esetleg arra is utalhat, hogy a winszorizációval nyert adatok továbbra is torzíthatják a valós helyzet alapján nyert adatokat. A három klaszterünk tehát:

1. klaszter (2): Luxemburg és Írország;
2. klaszter (9): Dánia, Hollandia, Finnország, Svédország, Belgium, Egyesült Királyság, Ausztria, Németország és Franciaország;
3. klaszter (17): Bulgária, Görögország, Magyarország, Szlovákia, Lengyelország, Románia, Horvátország, Lettország, Észtország, Málta, Ciprus, Olaszország, Csehország, Szlovénia, Litvánia, Portugália és Spanyolország.

A klaszterezést elvégeztük arra az esetre is, amikor elhagytuk a két outlier országot. Az elhagyással azonban az eredmény nem árnyalható. Az 1. ábrán látható dendrogramot kaptuk azzal a különbséggel, hogy abban Írország és Luxemburg nem szerepel.

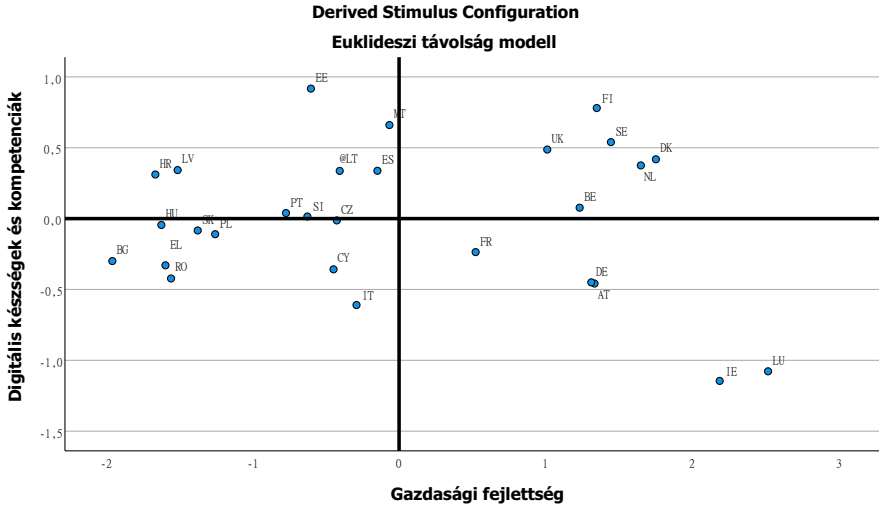
A következő fejezetben a csoportképzést egy másik módszerrel, többváltozós skálázással is elvégezzük.



1. ábra. A klaszteranalízis dendrogramja

5.5 4. KK/2: Országok csoportosítása többdimenziós skálázással

A többdimenziós skálázás alkalmazása során azt a legkisebb dimenziószámú teret keressük, amelyben a megfigyeléseink közötti távolságok legjobban viszzaadhatók. Adatainkat ennek megfelelően a hét változós (dimenziós) térből egy kisebb dimenziószámú térbe vetítjük, de a dimenziószám kiválasztásánál szem előtt tartjuk az ábrázolhatóság szempontját is. A többdimenziós skálázásról jó áttekintést ad Kovács (2014) könyve az érdeklődőknek. Esetünkben az adatokat a kétdimenziós térbe, a síkba vetítjük. Az eredményül kapott térkép a 2. ábrán látható. Az alkalmazott többdimenziós skálázási módszer az SPSS 29-ben az ALSCAL módszer volt.



2. ábra. Az országok elhelyezkedése a síkban

A vízszintes tengelyen látható dimenzió véleményünk szerint a „gazdasági fejlettség” dimenziójaként azonosítható, az egyes országcsoportok főként e szerint különíthetők el (lásd az ábrán kiemelt három nagy csoportot), az eredményül kapott országcsoportok nagyon hasonlóak a klaszteranalízis eredményeihez, ezért ehelyütt nem ismételnénk meg a korábbi fejezetben leírtakat. A függőleges tengely értelmezésünk szerint azt mutatja, hogy a gazdasági fejlettséghez képest a relatív digitális fejlettség mennyiben tér el felfelé vagy lefelé: Észtország például egy gazdaságilag az átlagnál kevésbé fejlett, de a digitalizációban élvonalbeli országgént a legészakibb helyzetű EU-tagállam, míg Írország és Luxemburg kiemelkedő gazdasági fejlettségéhez nem párosul hasonlóan kiugró digitális teljesítmény.

Modellünk nagyon jónak mondható. A stressz mutató értéke 0,073, amely azt fejezi ki, hogy az eltérések négyzetösszege a hét- és kétdimenziós távolságok között nagyon alacsony. Ugyanakkor az R-négyzet mutató értéke 0,980, amely nagyon erős lineáris kapcsolatot mutat a két különböző dimenziószámú térben található pontok között. A 0,9 feletti R-négyzet értékeket már nagyon jónak tekinthetjük.

A 7. táblázatban a többdimenziós skálázással nyert koordináták és a hét változónk közötti rangkorrelációt vizsgáltuk. Az eredmény azt mutatja, hogy a két makrogazdasági változó az első koordinátával mutat erős egyezést, míg a másik dimenziótól függetlennek mutatkozik. A DESI öt dimenziója közül négy mindkét MDS-koordinátával erős lineáris kapcsolatot mutat. Ugyanakkor az Internet-hozzáférés dimenzióval mindkét koordinátának gyengén közepes kapcsolata van. Ez alátámasztja az MDS-koordináták általunk javasolt elnevezését.

	MDS1	MDS2
Internet-hozzáférés	,275*	,265**
	0,040	0,048
Humán tőke	,520**	,414**
	0,000	0,002
Internetes szolgáltatások használata	,499**	,424**
	0,000	0,002
Digitális technológiák integráltsága	,568**	,355**
	0,000	0,008
Digitális közszolgáltatások	,416**	,368**
	0,002	0,006
GDP/fő PPS (EU27 = 100)	,904**	-0,005
	0,000	0,968
AIC/fő PPS (EU27 = 100)	,739**	-0,059
	0,000	0,664

*Korreláció 0,05 szign. szinten (2-oldalú)

**Korreláció 0,01 szign. szinten (2-oldalú)

7. táblázat. A többdimenziós skálázás dimenziói és a statisztikai változóink közötti Kendall-féle tau-b korrelációi

6 Konklúzió

Tanulmányunkban először a változók közötti lineáris kapcsolatokat vizsgáltuk egyszerű Pearson- és kanonikus korrelációelemzéssel, regresszióelemzéssel és faktorelemzéssel. Itt arra a kérdésre összpontosítottunk, hogy a digitalizáció dimenzióit hogyan és milyen mértékben befolyásolja a gazdasági fejlettség. Eredményeink azt mutatják, hogy a digitális és a gazdasági szféra érezhetően összekapcsolódik, azaz a várakozásoknak megfelelően a gazdasági növekedés és a digitális átalakulás egymást segítve működik. Regressziós elemzésünk ugyanakkor azt is kimutatta, hogy a digitális dimenziók értékeit a gazdasági fejlettség nem determinálja egyértelműen, a közöttük lévő összefüggés általában csak közepes erősségűnek, sőt az internet-hozzáférés dimenziója esetében mérsékeltnek mondható.

Ezt követően klaszterelemzés és többdimenziós skálázás segítségével csoportosítottuk az uniós tagállamokat digitális-gazdasági fejlettségük szerint. Eredményeink azt mutatták, hogy az uniós országok három jól elkülöníthető csoportra oszthatók, amelyek közül az elsőbe a kevésbé fejlett közép- és kelet-európai és dél-európai országok, a másodikba a fejlett nyugati és észak-európai országok, a harmadikba pedig két vezető ország sorolható.

A digitális átalakulás és a gazdasági fejlettség kapcsolatának vizsgálatakor természetesen kulcsfontosságú szempont az, hogy a digitális fejlettség, felkészültség milyen mértékben és időtávon belül hat a gazdasági növekedésre és a versenyképességre. E kérdés (illetve az időbeli oksági kapcsolatok) beható vizsgálata azonban keresztmetszeti adatok helyett csak panel adatbázison keresztül lehetséges, amelyet a kutatás folytatásaként tervezünk megvalósítani. Ugyancsak tervezzük a kutatás folytatásaként a 2022. évi DESI (szintén makrogazdasági változókkal összekapcsolva) elemzését is, annak érdekében, hogy felmérjük azt, hogy a koronavírus-járvány és a kapcsolódó lezárások (gazdasági és digitális változók esetében ellentétes) hatásai milyen mértékben változtattak a változók kapcsolatán.

Irodalom

1. 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*, 10, 42–62. <https://doi.org/10.15196/RS100209>
2. Bánhidi, Z., Dobos, I. (2021). A DEA módszertan alkalmazása rangsorolásra az EU-28 és Oroszország példáján. *Sigma*, 52(4), 383–400. <http://real.mtak.hu/137738/1/9348.pdf>
3. Cai, J., Gut, D. (2020). Literacy and digital problem-solving skills in the 21st century: what PIAAC says about educators in the United States, Canada, Finland and Japan. *Teaching Education*, 31(2), 177–208. <https://doi.org/10.1080/10476210.2018.1516747>
4. Európai Bizottság (2020a). The Digital Economy and Society Index (DESI), <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-economy-and-society-index-desi>
5. Európai Bizottság (2020b). The Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 – Methodological Note. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=67082
6. Eurostat (2020). GDP and main components (output, expenditure, income) https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/view/nama_10_gdp
7. Füstös, L., Meszéna, G. Simonné, M. N (1986). *A sokváltozós adatelemzés statisztikai módszerei*. Akadémiai Kiadó, Budapest
8. Honohan, P. (2021). Is Ireland really the most prosperous country in Europe? *Economic Letters*, 1. <https://www.centralbank.ie/docs/default-source/publications/economic-letters/vol-2021-no-1-is-ireland-really-the-most-prosperous-country-in-europe.pdf>
9. Idriz, F., Sterev, N. (2022). The IM (Possible) Transition Towards the Digital Economy in Bulgaria. *Econ. Altern.*, 28(1), 142–150. <https://doi.org/10.37075/EA.2022.1.09>
10. Jarrett, K. (2020). Digital Ireland: Leprechaun economics, Silicon Docks, and crisis. In: *Routledge International Handbook of Irish Studies*, Routledge, 188–198.
11. Kotarba, M. (2017). Measuring digitalization – key metrics. *Foundations of Management*, 9(1), 123–138. <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0010>
12. Kovács, Erzsébet (2014). *Többváltozós adatelemzés*. Budapest: Typotex.
13. Kovács, T. Z., Bittner, B., Huzsvai, L., & Nábrádi, A. (2022). Convergence and the Matthew effect in the European Union based on the DESI index. *Mathematics*, 10(4), 613. <https://doi.org/10.3390/math10040613>
14. Laitsou, E., Kargas, A., Varoutas, D. (2020). Digital Competitiveness in the European Union Era: The Greek Case. *Economies*, 8(4), 85. <https://doi.org/10.3390/economies8040085>
15. Moroz, M. (2017). The level of development of the digital economy in Poland and selected European countries: a comparative analysis. *Foundations of Management*, 9(1), 175–190. <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0014>
16. Olczyk, M., Kuc-Czarnecka, M. (2022). Digital transformation and economic growth-DESI improvement and implementation. *Technological and Economic Development of Economy*, 28, 775–803. <https://doi.org/10.3846/tede.2022.16766>

17. Stavvytsky, A., Kharlamova, G., Stoica, E. A. (2019). The analysis of the digital economy and society index in the EU. *TalTech Journal of European Studies*, 9(3), 245–261. <https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032>
18. Stoica, E. A., Bogoslov, I. A. (2017). A comprehensive analysis regarding DESI country progress for Romania relative to the European average trend. In: *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education* (Vol. 2, No. 1,) 258–266. <https://doi.org/10.1515/cplbu-2017-0034>
19. Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6), 497–516). Boston, MA: Pearson.
20. Tarjáni, A. J., Kalló, N., Dobos, I. (2022). A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése. *Statisztikai Szemle*, 100(3), 266–284. <https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0266>
21. Ting, A., Gray, S. J. (2019). The rise of the digital economy: Rethinking the taxation of multinational enterprises. *Journal of International Business Studies*, 50, 1656–1667. <https://doi.org/10.1057/s41267-019-00223-x>
22. Tokmergenova, M., Bánhidi, Z., Dobos, I. (2021). Analysis of I-DESI dimensions of the digital economy development of the Russian Federation and EU-28 using multivariate statistics. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 37(2), 189–204. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2021.201>
23. Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

RELATIONSHIP OF EU DIGITAL DESI 2020 INDICATORS WITH MACROECONOMIC DATA

The objective of this study is to examine the five principal dimensions of the 2020 edition of the Digital Economy and Society Index (DESI) of the European Union, as well as two macroeconomic indicators (AIC [actual individual consumption] and GDP per capita), employing multivariate statistical techniques. The analysis is divided into two parts: First, the linear relationships between variables are investigated using simple Pearson and canonical correlation analysis, regression analysis, and factor analysis. These methods allow us to address the question of how and to what extent the advancement of digital transformation and its constituent dimensions are shaped by economic growth. Subsequently, the EU Member States are categorized based on their digital and economic development through cluster analysis and multidimensional scaling, which identifies three distinct groups of EU countries. The first group encompasses the less developed, predominantly Central and Eastern and Southern European countries, the second comprises the developed Western and Northern European countries, and the third consists of the two leading countries.

Key words: DESI, digitalization, economic development, winsorization.