

A digitális gazdaság fejlettségének nemzetközi összehasonlítása, módszertani keretek

Az I-DESI dimenziói alapján az Európai Unióban és Oroszországban

Jelen tanulmányban Oroszország digitális fejlődését hasonlítjuk össze az Európai Unió országaival a Nemzetközi digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (I-DESI) öt fő dimenziója alapján. Kutatásunk célja a dimenziók közötti kapcsolatok és redundancia vizsgálata, a 29 vizsgált ország csoportosítása a többváltozós statisztikai elemzés eszközeivel, valamint Oroszország helyzetének részletesebb vizsgálata. Tanulmányunkban az I-DESI öt fő dimenziójából főkomponens-analízis segítségével (PCA) két látens dimenziót (faktort) emelünk ki, illetve a dimenziók közötti oksági kapcsolatokat is feltárjuk parciális korrelációs elemzés révén, amely megmutatja, hogy e dimenziók közül kettő a másik három dimenzió által megmagyarázható. Ezt követően klaszterelemzés segítségével csoportosítjuk a 29 országot, illetve többdimenziós skálázás (MDS) segítségével meghatározzuk az országok és országcsoportok helyzetét a két főkomponens által alkotott térben. Eredményeink alapján Oroszország a digitalizációt tekintve közepesen fejlett országnak tekinthető, de a földrajzi és gazdasági jellemzőit is tükröző egyedi jellegzetességeinek, sajátos fejlődési mintázatának köszönhetően egymagában önálló csoportot alkot a vizsgált országokon belül.

Kulcsszavak: digitalizáció, I-DESI, korrelációs elemzés, klaszterelemzés, többdimenziós skálázás, főkomponens-analízis.

Szerzői információ

Bánhidi Zoltán, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

<https://orcid.org/0000-0003-0262-5197>

Madina Tokmergenova, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

<https://orcid.org/0000-0002-3125-0497>

Dobos Imre, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

<https://orcid.org/0000-0001-6248-2920>

Így hivatkozzon erre a cikkre:

Bánhidi Zoltán, Madina Tokmergenova, Dobos Imre. „A digitális gazdaság fejlettségének nemzetközi összehasonlítása, módszertani keretek”.

Információs Társadalom XXII, 1. szám (2022): 9–28.

===== <https://dx.doi.org/10.22503/infars.XXII.2022.1.1> =====

A folyóiratban közölt művek

a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Így add tovább! 4.0

Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően használhatók.

International benchmarking and methodological framework for the development of the digital economy

Based on the principal dimensions of I-DESI in the European Union and Russia

In our paper, we benchmark the digital development of Russia against the countries of the European Union, based on the five principal dimensions of the International Digital Economy and Society Index (I-DESI). We analyse the relationships and redundancy between these dimensions and group the 29 countries in our data set with multivariate statistical methods, highlighting the position of Russia. Principal Component Analysis (PCA) is used to reveal two latent components and causal relationships between our five main dimensions are examined with partial correlation analysis. Then cluster analysis is used to group the 29 countries and their position on the plane of the two components is explored with multidimensional scaling (MDS). According to our results, although Russia is a moderately developed country in terms of its digital development, its development path seems to stand out from that of its EU counterparts, owing to its unique geographic and economic characteristics.

Keywords: *digitalisation, I-DESI, correlation analysis, cluster analysis, multidimensional scaling, principal component analysis*

*All materials
published in this journal are licenced
as CC-by-nc-nd 4.0*

1. Bevezetés

Az Európai Bizottság az uniós országokra vonatkozóan évente publikál egy jelentést A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutatóról (Digital Economy and Society Index, EU DESI), emellett pedig két évente jelenteti meg a külső szakértők által készített, A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő nemzetközi mutatóról (International Digital Economy and Society Index, I-DESI) szóló tanulmányt és adatbázist, melyek fő célja, hogy az EU egészének és egyes országainak digitális fejlődése összemérhető legyen az unión kívüli fejlett és közepesen fejlett országokéval, például Oroszországéval. Jelen tanulmányunkban ez utóbbi adatbázisban szereplő dimenziók (mint változók) és országok (mint objektumok) statisztikai elemzését kívánjuk elvégezni, feltárva hogy a dimenziók milyen (sztochasztikus) kapcsolatban vannak egymással, milyen redundancia figyelhető meg köztük, és hogy objektumaink hogyan csoportosíthatók a többváltozós statisztikai elemzés módszereivel.

| Dimenzió | Az adott dimenzióban szerepeltetett indikátorok |
|--------------------------------------|---|
| Internet-hozzáférés | vezetékes szélessávú lefedettség, vezetékes szélessávú penetráció, mobilinternet-penetráció, 4G lefedettség, nagy sebességű, szélessávú (NGA) lefedettség, nagy sebességű internet-hozzáférésre való előfizetések, vezetékes szélessávú internet-hozzáférés ára |
| Humán tőke | internethasználók aránya, rendszeres internethasználók aránya, tudásintenzív munkakörben alkalmazottak aránya, IKT-hez kötődő felsőfokú végzettségűek aránya |
| Internethasználat | online hírfogyasztás, közösségi oldalak, internetbankolás, interneten vásárlók a lakosság arányában, internetes eszközök átlagos száma |
| Digitális technológiák integráltsága | legfrissebb technológiák rendelkezésre állása, technológiák vállalati szintű alkalmazása, közösségi média, vállalatok közötti (B2B) internetes adatsere, biztonságos internetes szerverek |
| Digitális közszolgáltatások | e-kormányzat fejlettségi index, teljes körű online ügyintézés, nyílt hozzáférésű adatok |

1. táblázat: Az I-DESI 2018 dimenziói, az egyes dimenziókban szerepeltetett indikátorok

Mindkét összetett indikátor (EU DESI és I-DESI) ugyanazon öt fő dimenzió (Internet-hozzáférés, Humán tőke, Internethasználat [azaz internetes szolgáltatások használata a fogyasztók által], Digitális technológiák integráltsága [vállalatok általi használata], Digitális közszolgáltatások) mentén jellemzi az országok digitális fejlettségét, bár az aldimenziók és egyedi indikátorok terén már jelentősebb eltérések vannak közöttük. Mivel az I-DESI nem támaszkodhat az uniós statisztikai adatszolgáltatásra, ezért egy egyszerűbb mutatórendszert használ, 24 egyedi indikátorral (lásd 1. táblázat), amely főként nemzetközi szervezetek (World Economic Forum, OECD, Világbank) nyilvános adatbázisainak adataira épül. Ugyanakkor ezen indikátorok kiválasztása során kiemelt szempont, hogy az EU DESI és I-DESI fő dimenziók értékei a mindkét adatbázisban megtalálható uniós országok esetén egymással erős

korrelációt mutassanak, az erre vonatkozó vizsgálat adatait az I-DESI-tanulmányban is közreadják. A jelen tanulmányban a 2018-ban kiadott (2013–16 közötti egyedi indikátoradatok alapján összeállított) I-DESI-adatbázis öt fő dimenziójának adatait használtuk fel, amely adatokat a függelékben található 7. táblázatban mutatjuk be (European Commission 2018).

Tanulmányunk a következőképpen épül fel: a második fejezetben egy rövid áttekintést adunk a DESI és Oroszország digitális fejlődése témájában megjelent szakirodalomról. A harmadik fejezetben többváltozós statisztikai elemzés alapján öt kutatási kérdést válaszolunk meg, amelyek a DESI-dimenziók egymáshoz való viszonyára és a 29 ország fejlettségi szintek és jellemzők alapján történő csoportosítására vonatkoznak. Elsőként a korrelációs mátrixot elemezzük, majd főkomponens-analízis segítségével ötdimenziós adatainkat kétdimenziósra redukáljuk, ezt követően pedig az öt fő dimenzió közötti összefüggéseket parciális korrelációs elemzés alapján tárjuk fel. Mindezek után klaszteranalízis segítségével csoportosítjuk a keresztszeti egységeinket (a 29 országot), és többdimenziós skálázás (MDS) révén helyezzük el az országokat, illetve országcsoportokat a két főkomponens terében, kiemelten vizsgálva Oroszország helyzetét. Végül az utolsó, negyedik fejezetben mutatjuk be tanulmányunk fő következtetéseit.

2. Szakirodalmi áttekintés

Bánhidi, Dobos és Nemeslaki (2019) az Európai Unió és Oroszország digitális fejlettségét hasonlította össze három különböző módszer alapján:

- az Európai Bizottság által alkalmazott, előre meghatározott súlyokra épülő pontozásos (scoring) modell segítségével;
- a többdimenziós skálázás (MDS) egydimenziós változata révén (az adatokat egy számegyenesre vetítve, azt rangsorolásra használva);
- a burkológörbe-elemzés (Data Envelopment Analysis, DEA), illetve annak egy kiterjesztése (DEA / CWA; Common Weights Analysis, közös súlyok módszere) segítségével.

A DEA-val és a többdimenziós skálázással kapott rangsorok nagyon hasonlóak voltak egymáshoz és az eredeti DESI-súlyvektorral kapott rangsorhoz (amelyet a pontszámok közötti magas korreláció is alátámasztott). Ez a rangsorolás robusztuságát mutatja, illetve azt, hogy a súlyvektor megválasztása (észszerű határokon belül) csak mérsékelten befolyásolja az országok rangsorait. A tanulmány eredményei szerint Oroszország az EU-országok utolsó harmadával kerül egy szintre a digitális fejlettségét tekintve, de az eltérő fejlődési mintázatainak köszönhetően helyezése érzékenyebb a rangsorolási módszerre (a megválasztott súlyvektorra), mint a többi országé.

Miethlich et al. (2020) Svájc, Oroszország és Azerbajdzsán példáján vizsgálta a digitális transzformáció mutatóit és azok hatását a nemzeti versenyképességre. Eredményeik szerint Svájc és Oroszország egyaránt jó teljesítményt nyújt az informatikai oktatási szolgáltatások területén, azonban a szellemi tulajdonjogok védelme terén Oroszország jelentős kihívásokkal küzd. A szerzők klaszterelemzést is végrehajta-

nak a távközlési, számítógépes és információs (TCI) szolgáltatások exportjának adatai alapján; Oroszország azokkal az országokkal kerül egy klaszterbe, amelyeknek nem célja a TCI-szolgáltatások exportja.

Ermolaev et al. (2019) nemzetközi mutatók alapján értékelte Oroszország digitális gazdaságának fejlődését. Az eredményeik azt mutatják, hogy e téren a legnagyobb kihívást az internetfelhasználók arányának növelése, a digitális infrastruktúra létrehozása és az IKT-technológiák elérhetőségének biztosítása jelenti az országnak.

Revinova et al. (2018) az Oroszországon belüli regionális különbségeket vizsgálták a digitalizáció vonatkozásában. Eredményeik szerint a digitális technológiák fejlettségében az Oroszországi Föderáció régiói között jelentős különbségek vannak – az északnyugati szövetségi körzet a legfejlettebb, Moszkva és Szentpétervár kiemelkedik az országos átlagból. A szerzők szerint a fejletlenebb régiók lemaradásának legfőbb oka a digitális infrastruktúra és a finanszírozás hiánya.

Stavytskyy et al. (2019) három hipotézist vizsgált, és kimutatta, hogy a magas fogyasztási szint, és az alacsony munkanélküliség szignifikáns korrelációt mutat a DESI-pontszámmal. A szerzők egy DESI-hez hasonló szempontrendszer szerint kísérlék meg Ukrajna digitális fejlettségének értékelését is (amely sem a DESI, sem az I-DESI-adatbázisban nem szerepel), és megállapítják, hogy az ország a digitalizáció szempontjából viszonylag elmaradott, jelentős erőfeszítésekre lenne szüksége a felzárkózáshoz.

Moroz (2017) két hasonló mutatórendszer, az NRI (Networked Readiness Index) és a DESI alapján értékeli Lengyelország digitális fejlettségét összehasonlítva azt az uniós országokéval. A két mutatórendszer szerkezete viszonylag hasonló, azonban amíg az NRI viszonylag kedvezőnek mutatja Lengyelország helyzetét, a DESI-értékelés szerint jelentős lemaradást mutat az uniós országok átlagához képest.

Korovin (2018) az oroszországi ipar digitalizációjának kihívásait elemzi a technológiák, berendezések, szoftvertermékek tekintetében. A szerző szerint e tényezők mellett a munkatermelékenység is döntő fontosságú abban, hogy Oroszország vezető pozíciót érjen el az ipari digitalizációban. A vizsgálat viszonylag kedvezőnek értékeli az ország helyzetét az automatizálás, az informatika és a kommunikáció, valamint az egyetemi diplomások számának növekedése terén, de gyengeségként értékeli, hogy az orosz gazdaságban továbbra is alacsony a kereslet ezekre a szakemberekre.

Baskakova és Soboleva (2019) az internethez való hozzáférés és a digitális kompetenciák szintje alapján vizsgálta az oroszországi funkcionális analfabetizmust. Eredményei azt mutatják, hogy az idősebb felnőttek, az alacsony iskolai végzettségű, alacsony jövedelmű, vidéki lakosság a funkcionális analfabetizmus szempontjából a legmagasabb kockázatnak kitett csoportok. A szerzők értékelése szerint az Oroszországon belüli regionális különbségek szintén hozzájárulnak a digitális gazdaság egyenlőtlen fejlődéséhez.

Mironova et al. (2019) a digitális oktatást és a digitális írástudást a modern gazdasági és társadalmi fejlődés fő tényezőiként azonosítják, és vizsgálják ezek helyzetét Oroszországban. A szerzők szerint a digitális transzformáció sikeres megvalósításához elengedhetetlenül fontos a generációs különbségek figyelembevétele is.

Kuvayeva (2019) tanulmányában Oroszország digitális integrációra való felkészültségét értékeli. A szerző megállapítja, hogy nincs egységes statisztikai mérő-

szám az összes ország, köztük Oroszország, digitális felkészültségének értékelésére; a technológiákba történő beruházások szintje, a csúcstechnológiai ipar fejlődése, a digitális átmenetre való felkészültség pedig Oroszországban igen alacsony a fejlett országokhoz képest.

Vishnevsky (2020) a digitális gazdaság és az ipar fejlődése közötti kapcsolatot elemezi. Statisztikai elemzéssel kimutatja, hogy a digitális gazdaság fejlődése jelentős részben függ az állóeszközökbe történő beruházásoktól. Eredményei szerint a technológiákba történő beruházások növelik a makrojövedelem szintjét, hatékonyan segítve a gazdasági fejlődést. Hasonló témával foglalkozik Akberdina (2018) is, értékelése szerint az ipari digitalizáció lehetetlen fejlett ipari szektor nélkül, a digitalizáció, az automatizálás szintje viszont meghatározza a fejlett technológiák ipari alkalmazásának mértékét.

3. Kutatási kérdések és a statisztikai elemzés módszertana

Az I-DESI-dimenziók többváltozós statisztikai elemzése során felhasznált módszereinket két nagyobb csoportra oszthatjuk. Az elsőbe tartozó módszerekkel az öt fő dimenzió (a változóink) közötti sztochasztikus kapcsolatokat vizsgáljuk. E csoportba három vizsgálati módszer tartozik: elsőként a dimenziók korrelációs mátrixát vizsgáljuk meg. Ezután változóinkat főkomponens-analízis segítségével a köztük lévő lineáris kapcsolat erőssége szerint osztjuk csoportokra. A főkomponens-analízis kiindulópontja a korrelációs mátrix, célja pedig az ehhez tartozó variancia lehető legnagyobb mértékű visszaadása kevesebb változó segítségével. Végül pedig parciális korrelációs elemzés segítségével térképezzük fel a változóink közötti összefüggéseket, redundanciákat és ok-okozati kapcsolatokat, ez a módszer ugyanakkor nem alkalmas az oksági kapcsolat irányának meghatározására.

Vizsgálati módszereink másik csoportja a vizsgált keresztszeti egységek (esetünkben a 29 ország) helyét vizsgálja a dimenziók, illetve az azokból képzett változók terében. Az első ilyen módszer a klaszterelemzés, amely az országok által alkotott, viszonylag homogén csoportokat határoz meg valamely távolságmetrika szerint. Másik módszerünk a többváltozós skálázás (Multidimensional Scaling, MDS), amely abból az alapfeltetelezésből indul ki, hogy meghatároztuk a vizsgálati objektumok közötti távolságokat, és ezt követően egy alacsonyabb dimenziós térben helyezzük el őket e távolságok lehetőség szerinti megtartásával.

A fent leírt matematikai-statisztikai módszerekkel három hipotézist tesztelünk, a harmadik hipotézist két alhipotézisre bontva. Az első a digitális dimenziók közötti lineáris kapcsolatot (korrelációt és redundanciákat) vizsgálja:

H1. Az öt digitális dimenzió információtartalmát jelentősebb információvesztés nélkül ki tudjuk fejezni látnis változókkal (komponenssel) a digitális dimenziók között erős lineáris kapcsolatok (redundanciák) miatt.

A változók közötti lineáris kapcsolatok feltárása után a változók közötti oksági kapcsolatok feltérképezésére térünk át, az EU DESI-adatbázison végzett korábbi vizsgálataink (Bánhidi, Dobos és Nemeslaki 2020) alapján feltételezett oksági kapcsolatrendszer a H2. hipotézisben írjuk le:

H2. A digitális dimenziók két oksági csoportra oszthatók a parciális korrelációk segítségével.

A H3. hipotézis, amelyeket a H3a. és H3b. alhipotézisekre bontunk, Oroszország pozícióját vizsgálja az Európai Unió országaihoz viszonyítva, a digitális gazdaság és társadalom fejlettsége szempontjából. E hipotézis vizsgálatához csoportosítási eljárásokat alkalmazunk. Első alhipotézisünk Oroszország helyzetére vonatkozik:

H3a. Oroszország a digitális fejlettség tekintetében a vizsgált uniós országok közül leginkább a közép- és kelet-európai, valamint a dél-európai országokhoz hasonlít.

Korábbi vizsgálataink (Bánhidi, Dobos és Nemeslaki 2019) során feltártuk, hogy bár Oroszország digitális fejlettségének szintje ezen országokéhoz hasonló, a fejlődés mintázata, jellegzetességei eltérnek ezen országcsoportétól, ezért úgy véljük, hogy az ország e csoporton belül külön alcsoportot alkot (amelyben rajta kívül nincsen más tag). Az utolsó, H3b. alhipotézisünk ezen alcsoport létezésére vonatkozik:

H3b. A digitális fejlettség tekintetében Oroszország egymagában külön ország-csoportot alkot.

Hipotéziseinket a már ismertetett öt statisztikai elemzési módszerrel, öt kutatási kérdés mentén (KK1-KK5.) vizsgáltuk, amelyeket alkalmasnak ítéltünk hipotéziseink igazolására.

Kutatási kérdéseink a következők:

- KK1. Milyen lineáris kapcsolat, milyen erősségű korreláció van az I-DESI-dimenziók között? A digitális dimenziók valóban a digitális fejlettség érdemben elkülönülő területeit mérik-e?
- KK2. Hogyan csökkenthető az I-DESI-dimenziók száma az információtartalom jelentős vesztesége nélkül? Az öt dimenzió információtartalmát milyen látens változók (főkomponensek) segítségével adhatjuk vissza, és ezek mit jelentenek?
- KK3. Milyen oksági kapcsolatok tárhatók fel az I-DESI-dimenziók között? Mely dimenziók értelmezhetők okokként és melyek következményekként?
- KK4. Milyen klaszterekbe sorolható az általunk vizsgált 29 ország, és mely országcsoporttal mutat hasonlóságokat Oroszország?
- KK5. Hogyan ábrázolhatók az országok a digitális fejlettséget visszaadó dimenziók terében, ha a távolságok megtartása mellett két dimenzióba, azaz a síkba képezzük le az országokat? Hol helyezkedik el e „térképen” Oroszország?

A H1. hipotézist a KK1. kérdéshez és a KK2. kérdéshez kapcsolódó elemzéssel vizsgáljuk, a H2. hipotézist a KK3. kérdésen, a H3a. és H3b. alhipotéziseket pedig a KK4. és KK5. kérdésen keresztül.

Az elemzést az SPSS 26 program segítségével végeztük, az elemzéshez használt alapadatokat a Függelék tartalmazza (European Commission 2018).

3.1. KK1.: Lineáris kapcsolatok feltárása korrelációs mátrix segítségével

Első korrelációs vizsgálatunk eredményeit a 2. táblázatban mutatjuk be. Ebben látható, hogy a digitális dimenziók mindegyike között legalább mérsékelt, de több eset-

ben erős korreláció van. A korrelációs együtthatók mindegyike pozitív előjelű, ami arra utal, hogy egymással szorosan összekapcsolódnak, egymást erősítik.

A korrelációs mátrixhoz azonban kapcsolódik egy további fontos kérdés is, amely a DESI-dimenziók statisztikai elemzésre való alkalmasságára vonatkozik, nevezetesen, hogy mennyire ortogonálisak, azaz kollinearissak ezek a dimenziók a digitális gazdaság és társadalom megértése szempontjából? Vagy más szavakkal, hogyan járulnak hozzá ezek a dimenziók az Európai Unió és Oroszország digitális fejlettsége különböző aspektusainak statisztikai értékeléséhez? A túl magas korreláció ebben a tekintetben aggasztó lehet, arra utalhat, hogy a DESI-modellben a dimenziók között multikollinearitás, redundancia áll fenn, azaz egyes dimenziók önmagukban kevés hozzáadott értéket képviselnek.

| | | Humán tőke | Internet-használat | Digitális technológiák integráltsága | Digitális közszolgáltatások |
|--------------------------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Internet-hozzáférés | Korrelációs együttható | 0,492** | 0,773** | 0,699** | 0,454* |
| | Kétoldali szig. | 0,007 | 0,000 | 0,000 | 0,013 |
| Humán tőke | Korrelációs együttható | | 0,753** | 0,665** | 0,501** |
| | Kétoldali szig. | | 0,000 | 0,000 | 0,006 |
| Internet-használat | Korrelációs együttható | | | 0,826** | 0,594** |
| | Kétoldali szig. | | | 0,000 | 0,001 |
| Digitális technológiák integráltsága | Korrelációs együttható | | | | 0,681** |
| | Kétoldali szig. | | | | 0,000 |

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

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

2. táblázat: Az I-DESI-dimenziók korrelációs mátrixa

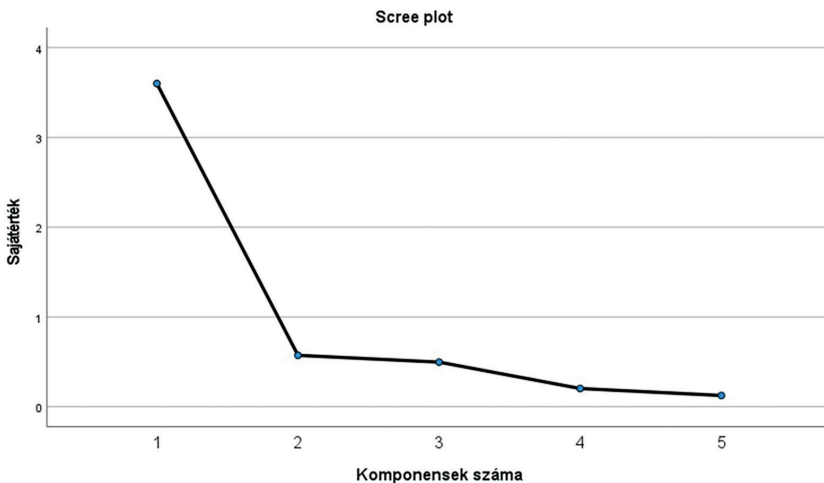
A korrelációk közül a legerősebb az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága közötti, 0,826-os értékkel. A magas korreláció egyben alapot ad annak a hipotézisnek a felállítására, hogy e két dimenzió között valószínűleg van valamilyen ok-okozati kapcsolat is (ezt a 3. kutatási kérdés kapcsán, parciális korrelációs elemzéssel vizsgáljuk). Az Internet-hozzáférés és Internethasználat, valamint az Internet-hozzáférés és a Humán tőke között szintén magas 0,773 és 0,753 korrelációs együtthatókat kaptunk. Ezek szintén arra utalhatnak, hogy az Internethasználat

valamilyen ok-okozati kapcsolatban állhat az említett két dimenzióval. Feltételezéseink szerint ez azt jelentheti, hogy az utóbbi két dimenzió következménye az internetes szolgáltatások használata. A Digitális technológiák integráltsága dimenzió erős közepes korrelációt mutat az Internet-hozzáférés, a Humán tőke és a Digitális közszolgáltatások dimenzióival. A korrelációk értékei 0,699, 0,665 és 0,681; az ezekhez kapcsolódó oksági láncok feltárását szintén a parciális korrelációs elemzésben tesszük meg.

Összességében a korrelációs elemzés azt mutatja, hogy erős multikollinearitás van az I-DESI dimenziói között. Ez egyben arra is utalhat, hogy a változók száma jelentősen csökkenthető látens változókkal. Az ehhez kapcsolódó alhipotézist a 2. kutatási kérdés kapcsán, főkomponens-analízis segítségével vizsgáljuk meg.

3.2. KK2.: Látens változók feltárása főkomponens-analízissel

A főkomponens-analízis a változók, esetünkben az I-DESI-dimenziók közötti korrelációs mátrixból indul ki. E módszerrel a korrelációs mátrixot a korrelációs mátrix sajátértékeinek és sajátvektorainak felhasználásával próbáljuk reprodukálni. Ehhez a sajátértékeket nagyság szerint csökkenő rendbe rendezzük. A korrelációs mátrix sajátértékei megmutatják a korrelációs mátrixban található információmennyiség, azaz a variancia arányát. Egy elfogadható főkomponens-elemzési modellben nem szükséges a teljes varianciát visszaadni a sajátvektorokkal, elegendő, ha annak kétharmadát visszaadják.



1. ábra: A főkomponens-modell scree plot diagramja

Az optimális komponensek számának megállapításához az 1. ábra scree plot diagramja nyújt segítséget. Az ábra alapján a második komponenstől a diagram lapossá válik, ezért két komponens elegendőnek tűnik a főkomponens-modell becsléséhez.

Az így előállított főkomponens-mátrix megmutatja, hogy mely változók milyen komponensekkel mutatják a legnagyobb korrelációt. Emellett azt is megmutatja, hogy a digitális dimenziók milyen csoportokba sorolhatók, azaz melyek a jelentős mértékben korrelált változók.

A főkomponens-analízis egyben ahhoz is információt nyújt, hogy miként csökkenthető az egymással erősen korrelált dimenziók száma. Ehhez az elemzéshez a főkomponens-analízis módszerét Varimax-elforgatással használjuk az I-DESI-dimenziók közötti lineáris kapcsolatok meghatározására. A Kaiser-Meyer-Olkin mintavételi megfelelőségi mérőszám azt mutatja, hogy a 0,812-es értékkel a modell jól illeszkedik, azaz szignifikáns. A Bartlett-féle mutató szintén szignifikáns, ami megerősíti a modell megfelelőségét. A főkomponens-analízis fő eredményeit a 3. táblázatban mutatjuk be.

| | Komponens | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 |
| Internet-hozzáférés | 0,908 | 0,149 |
| Internethasználat | 0,843 | 0,444 |
| Digitális technológiák integráltsága | 0,703 | 0,595 |
| Humán tőke | 0,625 | 0,509 |
| Digitális közszolgáltatások | 0,233 | 0,931 |

Elemzési módszer: Főkomponens-analízis.

Elforgatás módszere: Varimax Kaiser-normalizációval.

3. táblázat: Az elforgatott főkomponensek mátrixa

A kommunalítások értékei 0,8 és 0,9 között vannak, ami azt jelenti, hogy a becsült komponensek megőrizték az eredeti adatállomány varianciájának nagy részét. Az eredmények szerint két komponens már elegendőnek bizonyult, együttesen a variancia 83,459 százalékát adták vissza. Az elforgatott főkomponenseknél az első komponens értéke 49,476 százalék, a második komponens pedig a variancia 33,983 százalékát adja vissza. Az első komponens (a 3. táblázatban vastagítással kiemelt) súlyai 0,625 fölött vannak, ami azt jelenti, hogy négy dimenzió is erősen korrelált ezzel a komponenssel, kivételt a Digitális közszolgáltatások dimenziója képez, amely gyenge korrelációt mutat 0,233-as értékkel. A második komponens elforgatás nélkül a variancia 11,463 százalékát magyarázta meg, rotációval pedig minden változóval erősen korrelált, kivéve egy dimenziót, az Internet-hozzáférést, amelynek értéke 0,149 volt.

Mielőtt rátérnénk a két komponens értelmezésére, megjegyezzük, hogy három dimenzió, nevezetesen a Humán tőke, az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága erősen korrelál mindkét komponenssel, azaz bizonyos mértékig magyarázza azokat. Az első komponenssel az Internet-hozzáférés, míg a második komponenssel a Digitális közszolgáltatások dimenziója rendkívül erős korrelációt mutat, ami azt jelenti, hogy e két változó csak az egyik komponenshez rendelhető.

Értékelésünk szerint az első komponens a digitális gazdaságra való felkészültségként értelmezhető, mivel magában foglalja a technikai felkészültségként értelmezhető Internet-hozzáférést, valamint a humán felkészültséget tükröző Humán tőkét. A második komponens a digitális alkalmazásokat mutatja, különös tekintettel a kormányzati és vállalati alkalmazásokra. Mivel az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága dimenziók erősen korreláltak mindkét komponenssel, ezek értékelésünk szerint inkább eredményváltozóknak, mint független változóknak tekinthetők, amint azt majd a parciális korrelációs együtthatók is mutatják.

A két komponens vektorait a többdimenziós skálázáshoz is felhasználtuk az országok csoportosítására, a főkomponensek terében való elhelyezésükre.

3.3. KK3.: Az oksági kapcsolatok feltárása parciális korrelációs elemzéssel

A parciális korrelációs együtthatók a dimenziók közötti páronkénti lineáris kapcsolat erősségét mutatják úgy, hogy kiszűrjük az I-DESI öt dimenziója közül a másik három hatását. A parciális korrelációs együtthatók mátrixa a 4. táblázatban látható. A szürke háttérrel jelölt korrelációs együtthatók mindegyike legalább 6 százalékos szinten szignifikáns; a többi korreláció viszont nem szignifikáns.

| | | Humán tőke | Internet-használat | Digitális technológiák integráltsága | Digitális közszolgáltatások |
|--------------------------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Internet-hozzáférés | Korrelációs együttható | -0,237 | 0,529** | 0,214 | -0,079 |
| | Kétoldali szig. | 0,244 | 0,005 | 0,293 | 0,702 |
| Humán tőke | Korrelációs együttható | | 0,521** | 0,128 | 0,038 |
| | Kétoldali szig. | | 0,006 | 0,535 | 0,854 |
| Internet-használat | Korrelációs együttható | | | 0,373 | 0,074 |
| | Kétoldali szig. | | | 0,060 | 0,718 |
| Digitális technológiák integráltsága | Korrelációs együttható | | | | 0,419* |
| | Kétoldali szig. | | | | 0,033 |

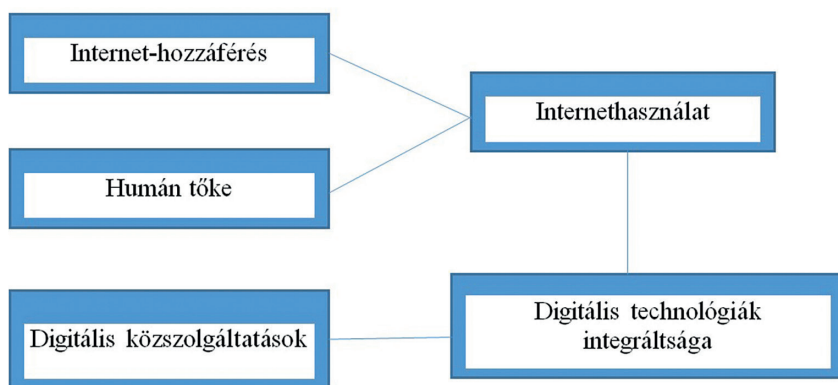
**A korreláció 0,01 szinten szignifikáns (kétoldali).

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

4. táblázat: Az I-DESI-dimenziók közötti parciális korrelációs együtthatók

A 4. táblázatban szürke háttérrel jelölt szignifikáns parciális korrelációs együtthatók alapján feltérképezhetők a változók közötti oksági kapcsolatok. Amint az már a főkomponens-analízis komponenseiből is látható volt, legalább három független változó azonosítható. Ezek az Internet-hozzáférés, a Humán tőke és a Digitális közszolgáltatások dimenziói. A „függő változók” pedig az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága.

A háttérhatások kiszűrése után az Internet-hozzáférés és a Humán tőke dimenziók mutatják a legmagasabb (parciális) korrelációt az Internethasználattal. E két korreláció 0,500 feletti értékeket mutat. Emellett közepesen erős (parciális) korreláció van az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága, valamint utóbbi dimenzió és a Digitális közszolgáltatások között.



2. ábra: A dimenziók közötti oksági kapcsolatok

Ezeket az oksági kapcsolatokat a 2. ábrán ábráztuk. A parciális korrelációs együtthatókon túl az indikátorok tartalmát is figyelembe véve feltételezhetjük, hogy az Internet-hozzáférés és a Humán tőke dimenziók magyarázzák az Internetes szolgáltatások használatát, míg a Digitális technológiák integráltságát a Digitális közszolgáltatások dimenzió magyarázza. Emellett az Internet használata és a Digitális technológiák integráltsága között közepesen erős kapcsolat áll fenn.

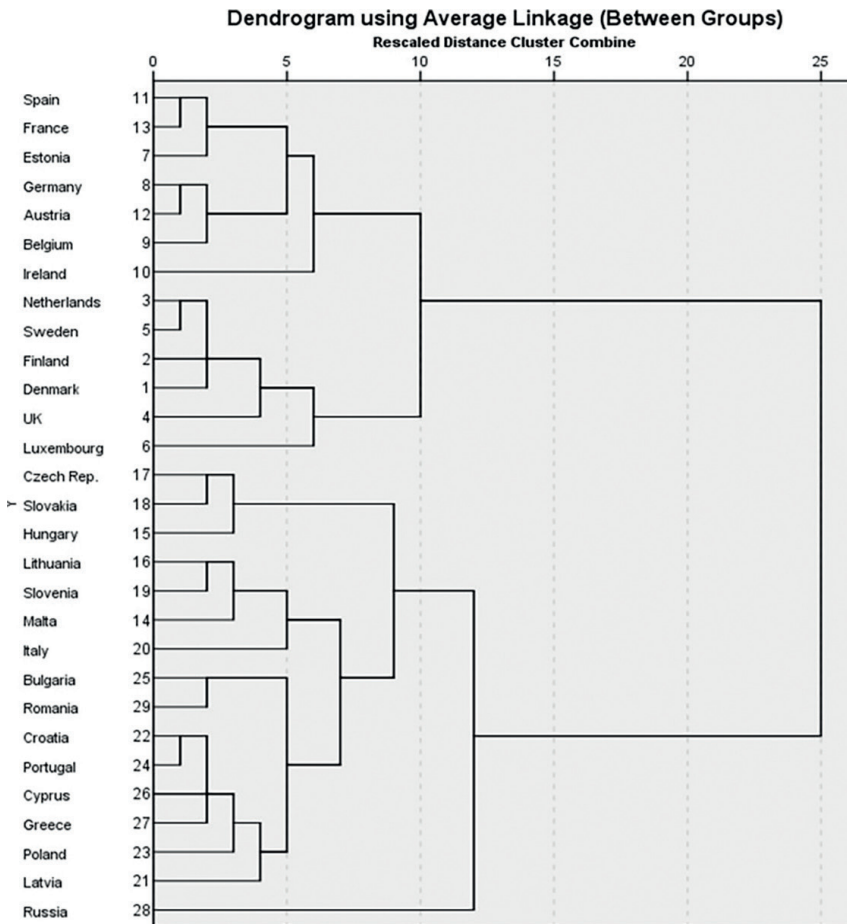
A kapott eredmények úgy is értelmezhetők, hogy az öt alapidimenzió közül kettő, nevezetesen az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága, a másik három, azaz az Internet-hozzáférés, a Humán tőke és a Digitális közszolgáltatások által kifejezhető. Ezt megerősíti egy regressziós elemzés eredménye is, amelyben két dimenzió (az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága) lineáris regressziója mindkét esetben magas, 0,700 feletti R-négyzetet mutatott. A részleteket ebben a cikkben nem ismertetjük, azokat egy későbbi tanulmányban fogjuk bemutatni.

Még egy megjegyzést kell tennünk egy korábbi tanulmány eredményeivel kapcsolatban. Bánhidi, Dobos és Nemeslaki (2020) tanulmányában a szerzők a csak uniós országokra készült EU DESI fő dimenziói alapján a 2. ábrához hasonló oksági láncolatot konstruáltak, amelynek értelmezésekor azonban problémát okozott az ok-okozati kapcsolatok irányának meghatározása.

Ha figyelembe vesszük az időbeli ok-okozati összefüggéseket (Pearl 2009), akkor a technológiának, az oktatásnak és a digitális közszolgáltatásoknak rendelkezésre kell állniuk ahhoz, hogy az internetes szolgáltatások használata és a digitális technológiák vállalati alkalmazása fejlődni tudjon. Tehát az oksági lánc végén a lakossági és vállalati alkalmazások állnak mint a három előfeltétel következményei.

3.4. KK4.: Az országok csoportosítása klaszterelemzéssel

A klaszterelemzés egy olyan többváltozós statisztikai módszer, amely lehetővé teszi, hogy a keresztmetszeti egységeinket, esetünkben az EU országait és Oroszországot az I-DESI öt dimenziója alapján csoportosítsuk. A klaszterelemzés eredményeit a 3. ábra dendrogramja foglalja össze, amely azt is megmutatja, hogyan alakultak ki az egyes országcsoportok.



3. ábra: A klaszteranalízis dendrogramja

Az algoritmus az első lépésben az országokat két klaszterre osztja. Az elsőbe, a digitalizációt tekintve, vezető országok tartoznak, nevezetesen Spanyolország, Franciaország, Észtország, Németország, Ausztria, Belgium, Írország, Hollandia, Svédország, Finnország, Dánia, az Egyesült Királyság és Luxemburg. A második lépésben Oroszország kiválik a második klaszterből, önmagában saját országcsoportot alkotva. A harmadik lépésben pedig egy Hollandiából, Svédországból, Finnországból, Dániából, az Egyesült Királyságból és Luxemburgból álló csoport különül el, amely a legjobban teljesítő országokat tartalmazza. Végül, az utolsó lépésben egy ötödik, közép-európai klaszter jön létre, amely Csehországot, Szlovákiát és Magyarországot foglalja magában. A klasztereket az 5. táblázat tartalmazza.

| Klaszter | Országok |
|----------|--|
| 1. | Spanyolország, Franciaország, Észtország, Németország, Ausztria, Belgium, Írország |
| 2. | Hollandia, Svédország, Finnország, Dánia, Egyesült Királyság, Luxemburg |
| 3. | Csehország, Szlovákia, Magyarország |
| 4. | Litvánia, Szlovénia, Málta, Olaszország, Bulgária, Románia, Horvátország, Portugália, Ciprus, Görögország, Lengyelország, Lettország |
| 5. | Oroszország |

5. táblázat: A klaszteranalízis során azonosított országcsoportok

Oroszország a digitális versenyképesség szempontjából a kevésbé (közepe- sen) fejlett országok csoportjába tartozik, amint azt a 3. ábra is mutatja. Ha csak két klasztert hozunk létre, akkor ebben a csoportban foglal helyet. Ugyanakkor, ha már három klaszterre osztjuk az országokat, akkor már elkülönül a mérsékeltlen fejlett országoktól. Ez annak tudható be, hogy bár Oroszország digitális fejlettsége összességében hasonlít a déli és keleti EU-országokéhoz, az erősségei és gyengeségei jelentősen eltérnek azokétól. Míg a kelet-közép-európai EU-országok az Internet-hoz- záférés dimenziójában erősek, Oroszország ebben igen gyenge, ellenben a Humán tőke dimenziójában kiemelkedő teljesítményt nyújt. Lásd az alábbi 6. táblázatot.

| | Internet- hozzáférés | Humán tőke | Internet- használat | Digitális technológiák integráltsága | Digitális közszolgáltatások |
|--------------------|-------------------------|---------------|------------------------|--|--------------------------------|
| Oroszország | 29 | 10 | 23 | 28 | 19 |

6. táblázat: Oroszország pozíciója a 29 ország rangsorában a fő dimenziókat tekintve

Az Internet-hozzáférés dimenziójában elért alacsony helyezés oka véleményünk szerint az, hogy az ország hatalmas területének vezetékes internethálózattal való le- fedése rendkívül nagy kihívást jelent, és bizonyos régiókban a ritkán lakott területek

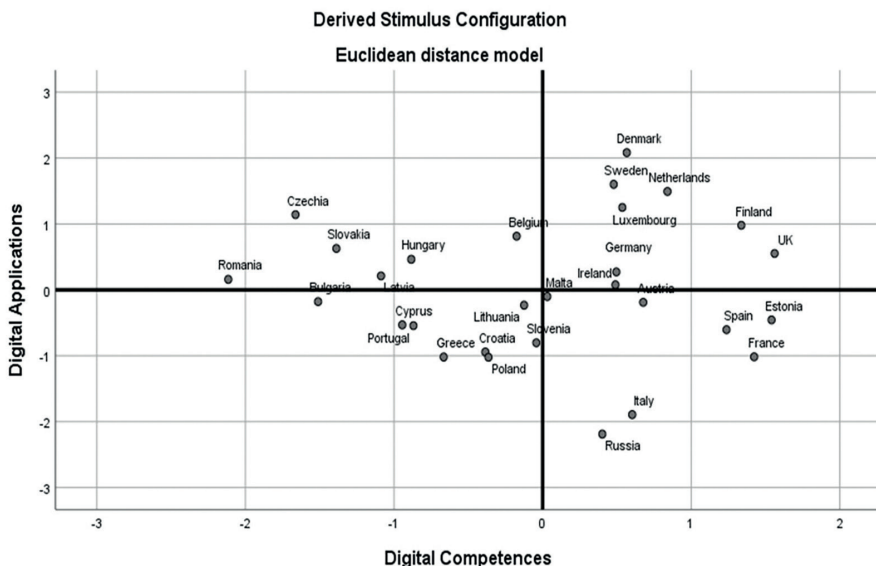
miatt ez üzleti alapon nem, csak jelentős állami támogatással lenne megvalósítható. Mindazonáltal az ország meglehetősen ambiciózus lefedettségi célokat tűzött ki a hálózati infrastruktúrával kapcsolatos hiányosságok leküzdése érdekében.

Az orosz Hírközlési és Médiaügyi Minisztérium 2012-ben nemzeti szélessávú célokat jelentett be, amelyek kimondták, hogy 2018-ra az orosz lakosok 80 százaléka számára elérhetővé kell tenni a 100 Mb/s sebességű szélessávú internetkapcsolatot, s hosszú távon Oroszország minden lakosa számára lehetővé kívánják tenni a szélessávú infrastruktúrához való (megfizethető) hozzáférést (Gelvanovska-Garcia et al. 2015).

Mivel a 2018-as I-DESI-adatkészlet egy korábbi 4 éves időszak (2013–2016) adatait tartalmazza, ez még nem tükrözi az ezen a területen az elmúlt években elért eredményeket. Ugyanakkor a 6. táblázatból az is látható, hogy Oroszországban az Internet-hozzáférés mellett a digitális technológiák vállalati alkalmazása is sok kívánnivalót hagy maga után.

3.5. KK5.: Az országok elhelyezése a főkomponensek terében, MDS-sel

Elemzésünk következő lépésében az országokat a főkomponens-elemzésünk két komponensének síkjában, azaz térképén, többdimenziós skálázással (MDS) helyeztük el. A 4. ábra szemlélteti az egyes országokat ezen a térképen. A vizuálisan azonosítható országcsoportok nagyon hasonlítanak a klaszterelemzés dendrogramjához. Itt nem ismételjük meg a klaszterelemzés eredményeit; csak Oroszország elhelyezkedését magyarázzuk az így kapott térképen.



4. ábra: Az országok elhelyezkedése a főkomponensek terében

Oroszország a térkép jobb alsó részén látható. Viszonylag messze van a közepe-
sen fejlett országoktól, de a digitálisan fejlettnak tekinthető országoktól is. Az ábra
alapján az Oroszországhoz legközelebbi ország Olaszország. Ez felhívja a figyelmet
arra, hogy Oroszország digitális fejlődése más úton halad, mint az Európai Unió ke-
let-közép-európai országaié.

Egy másik érdekes jelenség, hogy az országok két csoportja, amelyek Oroszország-
hoz Olaszországon kívül a legközelebb esnek, az alábbi tagokat foglalják magukba:

- Spanyolország, Franciaország és Észtország, valamint
- Lengyelország, Szlovénia, Horvátország, Litvánia és Görögország.

A két országcsoport nagyjából egyenlő távolságra van Oroszországtól.

A 4. ábra értelmezése alapján megállapíthatjuk, hogy a térkép Oroszországot és az
EU 28 országát négy síknegyedre osztja a digitális felkészültség és a digitális alkalma-
zások alapján. A jobb felső sarokban, az első síknegyedben azok az országok találha-
tók, ahol mindkét komponens az átlagnál magasabb, azaz mind az alapfeltételek
(összekapcsoltság, digitális írástudás), mind a vállalati és állami digitális alkalmazások
terén jól teljesítenek. Az óramutató járásával megegyező irányban haladva a jobb alsó
sarokba azok az országok kerülnek, ahol az alkalmazások elmaradnak a felkészült-
ségtől. A bal alsó sarokban található az országok, amelyek mindkét komponens
tekintetében az átlagnál gyengébbek (mint Görögország és Bulgária), ami a részletes
klaszterelemzés ötödik és negyedik klaszterének felel meg. Végül az utolsó kvadráns
a bal felső szegmens azokkal az országokkal, amelyek bizonyos mértékig a tényleges
felkészültséget meghaladó mértékben tudják kihasználni a technológia alkalmazásait.

4. Konklúziók

Matematikai-statisztikai elemzéseink alapján minden hipotézisünket, azaz a H1., H2.,
H3a. és H3b. hipotéziseinket egyaránt el kell fogadnunk. Összességében megállapítha-
tjuk, hogy az I-DESI digitális dimenziói redundánsak, a dimenziók közül kettő (az In-
ternethasználat és a Digitális technológiák integráltsága) a többihez képest statisztikai
értelemben kevés érdemi többletinformációt hordoz, és ezek a másik három dimenzió
következményeként megragadhatók. Oroszország pedig, hipotézisünkkel összhang-
ban, külön csoportba sorolható a 29 vizsgált ország között, amely a főkomponensek te-
rében hasonló távolságra van az Európai Unió fejlettebb és kevésbé fejlett országaitól.

Tanulmányunkban két fő kérdésre kerestük a választ. Az első kérdésünk az volt,
hogy az I-DESI öt dimenziójában tárolt információ hogyan csökkenthető a változók
számával, és milyen oksági kapcsolat mutatható ki a dimenziók között. E két problé-
mára az első három kutatási kérdés mentén adhatunk választ.

Az első kutatási kérdés kapcsán ismertetett eredményeink arra hívják fel a figyel-
met, hogy az I-DESI esetében is magas a korreláció az öt digitális dimenzió között,
azaz a változók erősen korreláltak egymással. Ez azt bizonyítja, hogy az Európai
Bizottság tézise az (EU-28) DESI öt fő dimenziója közötti kapcsolatról, mely szerint
ezek „nem elszigetelt területek, amelyek külön-külön járulnak hozzá a digitális fej-
lődéshez”, az I-DESI-adatbázis fő dimenzióira is igaz. A Bizottság ezzel kapcsolatos
értelmezése szerint „a digitális gazdaság fejlődése nem egyes területek elszigetelt

fejlesztésével, hanem csak valamennyi terület összehangolt fejlesztésével érhető el” (European Commission 2020, 4). Bár ezt észszerű szakpolitikai ajánlásként el tudjuk fogadni, ugyanakkor úgy érezzük, hogy a nagyfokú kollinearitás nehezen egyeztethető össze a Bizottság azon követelményével, hogy az index nem tartalmazhat sem statisztikailag, sem az értelmezés szempontjából redundáns mutatókat.

A második kutatási kérdésre adott válasz, hogy az öt dimenzió magas varianciához viszonyítva magyarázható már két látens faktorról is. Ezek közül az első a digitális felkészültséget méri, míg a másik a vállalati és kormányzati digitális alkalmazásokat jeleníti meg. Az ok-okozati összefüggések feltérképezése során arra a következtetésre jutottunk, hogy az Internet-hozzáférés, Humán tőke és Digitális közszolgáltatások dimenziók magyarázzák az Internethasználat és a Digitális technológiák integráltsága dimenziókat, mint okokat. Ez azt is jelenti, hogy a három dimenzió fejlődése elősegítheti a másik kettő növekedését. Ami a dimenziók közötti kapcsolatot illeti, az Európai Bizottság szerint az internet (polgárok általi) használatát és a digitális közszolgáltatásokat a széles értelemben vett digitális infrastruktúra (összekapcsolhatóság és humán tőke) teszi lehetővé, és az alkalmazások szerepét az ilyen infrastruktúra jó minősége erősíti. Míg ezt az állítást az I-DESI Internethasználat dimenziójának parciális korrelációi megerősítették, a statisztikai bizonyítékok sokkal gyengébbnek tűnnek a Digitális közszolgáltatások esetében, amely sokkal szorosabb kapcsolatban állt a Digitális technológiák integráltságával, mint e két, felkészültséget tükröző dimenzióval.

Végül a harmadik és negyedik kutatási kérdés kapcsán végzett vizsgálataink alapján elmondható, hogy Oroszország az EU más országaihoz képest közepesen fejlettnak minősíthető, a főkomponensek térképén való elhelyezkedése azonban eltér a közepesen fejlett uniós országok csoportjától, ami az ország egyedi jellemzőit (erősségeit és gyengeségeit) tükrözi. Oroszország pontszáma az Internet-hozzáférés dimenziójában meglehetősen alacsony. Véleményünk szerint ez az ország egyedi földrajzi és demográfiai jellemzőivel (hatalmas terület és viszonylag alacsony népsűrűség) magyarázható. Ugyanakkor az orosz kormány meglehetősen ambíciós országos szélessávú lefedettségi célokat tűzött ki e lemaradás leküzdése érdekében, amelyek még nem tükröződnek az I-DESI-adatbázisunkban. Kérdésesnek tartjuk azonban, hogy milyen fejlődés várható a Digitális technológiák integráltsága dimenzióban, azaz a vállalati alkalmazások terén.

Irodalom

- Akberdina, Viktoria V. “Digitalization of industrial markets: Regional characteristics.” *Upravlenets – The Manager* 9, no. 6 (2018): 78–87.
<https://upravlennets.usue.ru/images/76/8.pdf>
- Bánhidi Zoltán, Dobos Imre és Nemeslaki András. “What the overall Digital Economy and Society Index reveals: A statistical analysis of the DESI EU28 dimensions.” *Regional Statistics* 10, no. 2 (2020): 42–62.
<https://doi.org/10.15196/RS100209>

-
- Bánhidi Zoltán, Dobos Imre és Nemeslaki András. "Comparative Analysis of the Development of the Digital Economy in Russia and EU Measured with DEA and Using Dimensions of DESI." *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика* 35, no. 4 (2019): 588–604.
<https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.405>
- Baskakova, Marina és Irina Soboleva. "New Dimensions of Functional Illiteracy in the Digital Economy." *Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow* no. 1 (2019): 244–263.
<http://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-1-244-263>
- Ermolaev, K. N., O. V. Trubetskaya, K. V. Shnyakin és J. A. Pavlova. "Platforms and tendencies for the development of the digital economy in Russia." *SHS Web Conf.* 62, no. 01001 (2019).
<https://doi.org/10.1051/shsconf/20196201001>
- European Commission. "International Digital Economy and Society Index 2018." Utolsó hozzáférés: 2021. június 28.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/international-digital-economy-and-society-index-2018>
- European Commission. "Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 – Methodological Note." Utolsó hozzáférés: 2021. június 28.
http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=67082
- Gelvanovska-Garcia, Natalija, Yuri Hohlov, Vaiva Maciule, Carlo Maria Rossotto és Sergei Shaposhnik. "Russian Federation - A sector assessment: broadband in Russia (English)." Washington, D.C.: World Bank Group, 2015. Utolsó hozzáférés: 2021. augusztus 3.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/934441468298761104/Russian-Federation-A-sector-assessment-broadband-in-Russia>
- Korovin, Grigory B. "Problems of Industrial Digitalisation in Russia." *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics* 19, no. 3 (2018): 100–110.
<https://doi.org/10.29141/2073-1019-2018-19-3-9>
- Kuvayeva, Yulia V. "Digital economy: Concepts and Russia's readiness to transition." *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics* 20, no. 1 (2019): 25–40.
<https://doi.org/10.29141/2073-1019-2019-20-1-3>
- Miethlich, Boris, Denis Belotserkovich, Samira Abasova, Elena Zatsarinnaya és Oleg Veselitsky. "Digital economy and its influence on competitiveness of countries and regions." *Revista ESPACIOS* 41, no. 12 (2020).
<http://revistaespacios.com/a20v41n12/20411220.html>
- Mironova, Olga A., Raisa M. Bogdanova és Yuri A. Kolesnikov. "Aspects of the generational theory application in terms of digital education development in Russia." *Media Education (Mediaobrazovanie)* 59, no. 1 (2019): 93–104.
<https://doi.org/10.13187/me.2019.1.93>
- Moroz, Mirosław. "The Level of Development of the Digital Economy in Poland and Selected European Countries: A Comparative Analysis." *Foundations of Management* 9 (2017): 175–90.
<https://doi.org/10.1515/fman-2017-0014>
- Pearl, Judea. *Causality*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

Revinova, Svetlana és Inna Lazanyuk. "Prerequisites for Development of the Digital Economy in Russia: Differentiation of Regions." *International Journal of Business and Management Studies (IJBMS)* 7, No. 2 (2018).

<http://universitypublications.net/ijbms/0702/html/U8K792.xml>

Stavytsky, Andriy, Ganna Kharlamova és Eduard Alexandru Stoica. "The analysis of the digital economy and society index in the EU." *Baltic Journal of European Studies* 9, no. 3 (2019): 245–261.

<https://doi.org/10.1515/bjes-2019-0032>

Vishnevsky, Valentin. "Цифровая экономика в условиях четвертой промышленной революции: возможности и ограничения." Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика 35, no. 4 (2020): 606–627.

<https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.406>

Függelék

| Ország | Internet-hozzáférés | Humán tőke | Internetes szolgáltatások használata | Digitális technológiák integráltsága | Digitális közszolgáltatások |
|--------------------|---------------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Ausztria | 0,63 | 0,59 | 0,60 | 0,59 | 0,72 |
| Belgium | 0,68 | 0,60 | 0,62 | 0,61 | 0,61 |
| Bulgária | 0,61 | 0,47 | 0,42 | 0,36 | 0,45 |
| Horvátország | 0,54 | 0,45 | 0,49 | 0,46 | 0,56 |
| Ciprus | 0,54 | 0,45 | 0,54 | 0,39 | 0,49 |
| Csehország | 0,67 | 0,58 | 0,58 | 0,39 | 0,43 |
| Dánia | 0,77 | 0,80 | 0,79 | 0,71 | 0,71 |
| Észtország | 0,62 | 0,66 | 0,70 | 0,53 | 0,85 |
| Finnország | 0,72 | 0,73 | 0,78 | 0,67 | 0,83 |
| Franciaország | 0,59 | 0,62 | 0,59 | 0,53 | 0,82 |
| Németország | 0,64 | 0,62 | 0,66 | 0,59 | 0,69 |
| Görögország | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,45 | 0,48 |
| Magyarország | 0,60 | 0,62 | 0,55 | 0,51 | 0,46 |
| Írország | 0,63 | 0,77 | 0,56 | 0,51 | 0,66 |
| Olaszország | 0,51 | 0,50 | 0,42 | 0,47 | 0,68 |
| Lettország | 0,65 | 0,47 | 0,58 | 0,32 | 0,56 |
| Litvánia | 0,61 | 0,53 | 0,58 | 0,46 | 0,63 |
| Luxemburg | 0,65 | 0,67 | 0,79 | 0,77 | 0,64 |
| Málta | 0,64 | 0,48 | 0,57 | 0,57 | 0,66 |
| Hollandia | 0,75 | 0,69 | 0,76 | 0,75 | 0,76 |
| Lengyelország | 0,53 | 0,53 | 0,51 | 0,33 | 0,57 |
| Portugália | 0,60 | 0,43 | 0,47 | 0,39 | 0,55 |
| Románia | 0,61 | 0,43 | 0,48 | 0,27 | 0,39 |
| Oroszország | 0,39 | 0,64 | 0,49 | 0,30 | 0,57 |
| Szlovákia | 0,57 | 0,65 | 0,59 | 0,40 | 0,38 |
| Szlovénia | 0,60 | 0,44 | 0,53 | 0,43 | 0,67 |
| Spanyolország | 0,64 | 0,62 | 0,58 | 0,55 | 0,82 |
| Svédország | 0,75 | 0,69 | 0,78 | 0,65 | 0,73 |
| Egyesült Királyság | 0,74 | 0,65 | 0,72 | 0,68 | 0,90 |

7. táblázat: Az I-DESI-dimenziók alapadatai