



Közzététel: 2023. július 25.

A tanulmány címe:

**A Network Readiness Index (NRI) elemzése többváltozós statisztika alkalmazásával**

Szerzők:

**BÁNHIDI ZOLTÁN**

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének tudományos segédmunkatársa

E-mail: [banhidi.zoltan@gtk.bme.hu](mailto:banhidi.zoltan@gtk.bme.hu)

**TOKMERGENOVA MADINA**

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének PhD-hallgatója

E-mail: [tokmergenova.madina@gtk.bme.hu](mailto:tokmergenova.madina@gtk.bme.hu)

**DOBOS IMRE**

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének egyetemi tanára

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

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2023.07.hu0618>

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

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
  - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
  - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
  - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:  
„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 101. évfolyam 7. számában megjelent, Bánhidi Zoltán–Tokmergenova Madina–Dobos Imre által írt, A Network Readiness Index (NRI) elemzése többváltozós statisztika alkalmazásával című tanulmány (link csatolása)*”
7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem feltétlenül esnek egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Bánhidi Zoltán – Tokmergenova Madina – Dobos Imre

## A Network Readiness Index (NRI) elemzése többváltozós statisztika alkalmazásával

### Multivariate Statistical Analysis of the Network Readiness Index (NRI)

Bánhidi Zoltán, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének tudományos segédmunkatársa

E-mail: banhidi.zoltan@gtk.bme.hu

Tokmergenova Madina, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének PhD-hallgatója

E-mail: tokmergenova.madina@gtk.bme.hu

Dobos Imre, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közgazdaságtan Tanszékének egyetemi tanára

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

A Network Readiness Index (NRI) egy olyan mutatórendszer, amely az országok digitális fejlettségét és a digitális transzformáció gazdasági, társadalmi hatásait méri. A tanulmány célja, hogy többváltozós statisztikai eszközök segítségével jellemezze az NRI 12 alpillére közötti kapcsolatokat. Elsőként egyszerű korrelációs elemzést végzünk az alpillérek közötti lineáris összefüggések kimutatására, majd főkomponens-elemzés (PCA) segítségével elvégezzük adataink leképezését egy alacsonyabb dimenziós térbe, illetve az alpillérek közötti oksági kapcsolatokat parciális korrelációs együtthatók segítségével elemezzük. A változók vizsgálata után klaszterelemzéssel homogén csoportokat képzünk az adatbázisban szereplő 130 országból. Vizsgálataink eredményei alapján elmondható, hogy a 12 alpillér egymással szorosan összefügg, információtartalmuk viszonylag csekély információvesztéssel visszaadható, mindössze két látens változó segítségével. A klaszterelemzés eredményei alapján elmondható, hogy az Európai Unió országai között a digitális fejlettséget, versenyképességet tekintve igen komoly különbségek mutathatók ki: míg az északi és a nyugati tagországok a világ élvonalában vannak, addig a balkáni térség országai inkább a közepes jövedelmű és a (jobban teljesítő) fejlődő országokkal állnak hasonló fejlettségi szinten.

Kulcsszavak: digitális transzformáció, Network Readiness Index, többváltozós statisztika

The Network Readiness Index (NRI) is an aggregate index that measures countries' digital development and the economic and social impact of digital transformation. This study aims to characterise the relationships between the 12 sub-pillars of the NRI using multivariate statistical tools. First, we perform a simple correlation analysis on the sub-pillars to identify linear relationships between variables. We then perform Principal Component Analysis (PCA) to map our data into a lower dimensional space and analyse the causal relationships among the sub-pillars using partial correlation coefficients. After examining the variables, we use cluster analysis to form homogeneous

groups of the 130 countries in the database. The results of our tests show that the 12 sub-pillars are highly correlated, and their information content can be reproduced with relatively little loss of information using only two latent variables. The cluster analysis results show significant differences in digital development and competitiveness among EU member states, with the Nordic and Western countries at the global forefront, while the Balkan countries are more in line with middle-income and (better performing) developing countries.

Keywords: digital transformation, Network Readiness Index, multivariate statistics

A digitális technológiák fejlettségének, gazdasági és társadalmi hatásának mérése a gazdaságfejlesztési tervek megalapozását szolgáló helyzetelemzés és a hatékony digitalizációs stratégiák kidolgozásának alapfeltétele a kormányzatok számára. A digitális transzformáció (digitális átalakulás) az országok gazdasági és társadalmi fejlődését alapvetően megváltoztató folyamat, amely folyamatos alkalmazkodást kíván az államoktól és a magánszereplőktől egyaránt. Bár a digitalizáció mind társadalmi, mind egyéni (vállalati) szinten számtalan fejlesztési lehetőséget kínál, a lemaradó egyének életszínvonala, a lemaradó vállalatok gazdasági életképessége is veszélybe kerülhet, így fontos kormányzati feladat a „digitális szakadékok” áthidalása, illetve törekvés az új szakadékok kialakulásának megelőzésére. *Davenport és Redman (2020)* szervezeti szinten a digitális transzformáció négy kulcstényezőjét különbözteti meg, ezek a technológia, az adat, az üzleti folyamat, illetve a szervezeti alkalmazkodóképesség. Ha egy szervezet a felsoroltak közül bármelyik területen jelentősen lemarad, azt kockáztatja, hogy a digitális átalakulás vesztesei közé kerül – mindez pedig aggregált szinten, azaz a teljes vállalati és kormányzati szféra, illetve a társadalom szintjén az országok versenyképességére, a gazdasági fejlettségre és az életszínvonalra is visszahat.

Az országok digitális fejlettségét, a digitalizáció gazdasági és társadalmi hatásait mérő *Network Readiness Index* (hálózati felkészültségi index, NRI) mutatórendszer a washingtoni Portulans Institute évente adja ki. Az Európai Unió (EU) Nemzetközi Digitális Gazdasági és Társadalmi Indexével (*International Digital Economy and Society Index*, I-DESI) ellentétben az NRI földrajzi értelemben teljeskörűsége törekszik, 2021-ben 130 országra vonatkozóan publikált adatokat, szemben az I-DESI 45 országával, amely főként a fejlett országokat értékeli (*Tarjáni et al., 2022*). Az NRI célja, hogy bemutassa a felmérésben szereplő országok előrehaladását a digitális technológiák alkalmazása, illetve azoknak a versenyképesség és a jólét javítása érdekében történő felhasználása terén, valamint, hogy tükrözze a gazdaságok digitális átalakulását befolyásoló tényezőket. Az NRI 60 indikátorát összesen négy fő pillér (*pillar*) – technológia, emberek,

kormányzás, hatás – és 12 alpillér (*sub-pillar*) alá sorolják be, amelyek az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat

**A Network Readiness Index pillérei és alpillérei**  
*Pillars and sub-pillars of the Network Readiness Index*

Pillérek	Alpillérek	Súlyok
Technológia ( <i>Technology</i> )	Hozzáférés ( <i>Access</i> )	1/12
	Tartalom ( <i>Content</i> )	1/12
	Jövőbeni technológiák ( <i>Future Technologies</i> )	1/12
Emberek ( <i>People</i> )	Egyének ( <i>Individuals</i> )	1/12
	Vállalatok ( <i>Businesses</i> )	1/12
	Kormányok ( <i>Governments</i> )	1/12
Kormányzás ( <i>Governance</i> )	Bizalom ( <i>Trust</i> )	1/12
	Szabályozás ( <i>Regulation</i> )	1/12
	Bevonás ( <i>Inclusion</i> )	1/12
Hatás ( <i>Impact</i> )	Gazdaság ( <i>Economy</i> )	1/12
	Életminőség ( <i>Quality of Life</i> )	1/12
	Fenntarthatósági hozzájárulás ( <i>SDG Contribution</i> )	1/12

Forrás: Dutta–Lanvin (2020, 25. old.) alapján saját fordítás és szerkesztés.

Az NRI első pillére a Technológia, amely a hálózati gazdaság megalapozása szempontjából is alapvető jelentőségű. Ez a pillér három alpillért foglal magában (Hozzáférés, Tartalom és Jövőbeni technológiák), amelyek egyenlő mértékben járulnak hozzá a technológiai fejlettségi szint értékeléséhez. A második pillér (Emberek) az IKT-használat mérésére vonatkozik három elemzési szinten: az Egyének, a Vállalatok és a Kormányok szintjén. Az NRI harmadik pillére a Kormányzás, amely a hálózati gazdaságon belüli tevékenységek háttérét biztosító rendszerek hatékonyságát tükrözi, és szintén három alpillérral rendelkezik: ezek a Bizalom, a Szabályozás és a Bevonás. Végül a negyedik pillér a digitális technológiák össztársadalmi hatását méri három alpillér, a Gazdaság, az Életminőség, valamint a fenntartható fejlődési célokhoz (*Sustainable Development Goals*, SDG) való hozzájárulás (a továbbiakban: Fenntarthatósági hozzájárulás) mentén (Dutta–Lanvin, 2020).

E tanulmány célja az NRI 2021. évi kiadásának adatai alapján négy fő kutatási kérdés megválaszolása. Az első kérdésünk az, hogy az NRI 12 alpillére milyen szorosan függ össze egymással, mennyire figyelhető meg köztük multikollinearitás. Ezt követően főkomponens-analízissel vizsgáljuk meg azt, hogy az alpillérek

száma hogyan redukálható a látens változókkal a lényeges információk megőrzése mellett (2. kérdés), illetve milyen oksági kapcsolat tárható fel az alpillérek között (3. kérdés). Az első kutatási kérdésünkhöz kapcsolódó egyszerű korrelációs elemzés eredményei arra hívják fel a figyelmet, hogy az NRI esetében a 12 alpillér közötti korreláció minden esetben legalább közepesen erősnek vagy erősnek mondható, azaz a változók között jelentős multikollinearitás figyelhető meg. A következő kutatási kérdésre adott válasz a két látens faktor által magyarázott viszonylag magas varianciaarány. Az egyik ilyen komponens az egyének, vállalkozások digitális technológiákhoz való hozzáférését méri, a másik a digitális folyamatok továbbfejlesztését jeleníti meg. A harmadik kutatási kérdésünk vizsgálatára alkalmazott parciális korrelációs elemzéssel további összefüggéseket tárunk fel a változóink között, megkísérelve egy oksági lánc felvázolását, illetve a „függő” és a „független” változók elkülönítését. Végül az alpillérek közötti kapcsolatok elemzése után arra a kérdésre is választ keresünk, hogy az NRI-ben szereplő 130 ország milyen homogén csoportokra osztható – ehhez a klaszterelemzés módszerét használjuk.

## 1. Rövid szakirodalmi áttekintés

Számos olyan mutatórendszer létezik, amely a digitális átalakulás, a digitális fejlettség mértékét kívánja országcsoportok, illetve országok szintjén jellemezni, de tanulmányunkban ezek közül csak az NRI-t elemző, illetve annak adatait felhasználó frissebb szakirodalmi munkák bemutatására törekszünk.

*Silva és munkatársai (2022)* azokat a meghatározó tényezőket vizsgálták, amelyek jelentősen befolyásolják az NRI gazdasági és társadalmi pilléreit. A szerzők az NRI hiányosságait és korlátait a lakosság digitális technológiákhoz való hozzáféréseinek problémájaként tárgyalták, és szakpolitikai ajánlásokat fogalmaztak meg a digitális szakadék kezelésére.

*Mietlich és szerzőtársai (2021)* célja az volt, hogy megvizsgálják a vállalati irányítás változásait a Covid19-járvány alatt. Következtetéseik szerint a teljes körű és eredményes digitális transzformáció a vállalati üzleti folyamatok irányítási rendszerének átalakításával érhető el. A digitálisplatform-alapú üzleti modellek használatának eredményeit összehasonlítva a legígéretesebbet választották ki a Covid19-járvány által érintett környezetben történő alkalmazásra. Ennek gyakorlati alkalmazását Azerbajdzsánban, Oroszországban és Svájcban vizsgálták, az NRI segítségével.

*Goncharenko és Shynkarenko (2022)* Norvégia digitális fejlődését elemezték különböző digitális indexek, köztük az NRI segítségével. Eredményeik szerint a koncentrált nagy adatbázisok kis száma, az e-kereskedelem alacsony forgalma és a technológiák határokon átnyúló online értékesítése akadályozza a terület teljes lefedettségét, valamint az 5G-mobilinternethez való hozzáférést. A szerzők az eredmények alapján gyakorlati szakmai ajánlásokat is tettek a norvég gazdaság hatékony digitális fejlesztésére.

*Moroz (2017)* két index, az NRI és a DESI (*Digital Economy and Society Index*) alapján hasonlította össze Lengyelország digitális fejlődését a többi uniós országgal. A két index eredményei hasonlóak, azonban az NRI adatai valamivel kedvezőbb képet festenek Lengyelország helyzetéről, a DESI alapján nagyobb lemaradás mutatható ki Lengyelország digitális felkészültségében más uniós országokhoz képest.

*Sitnicki és Netreba (2020)* a kelet-európai országok NRI-adatokon keresztül mért digitális fejlettségét és annak versenyképességre gyakorolt hatását vizsgálta feltáró faktorelemzéssel. A szerzők szintén rávilágítottak az NRI és a DESI közötti jelentős hasonlóságokra, illetve a digitalizációs indexek versenyképességi (*Global Competitiveness Index*, GCI), illetve e-kormányzati felkészültségi (*E-government Readiness Index*) mutatókkal való pozitív korrelációjára is.

*Mergel és szerzőtársai (2019)* szerint a közszektorban a digitális transzformáció eredményeit, hatását három egymásra épülő szinten lehet vizsgálni: a kimenetek (*output*), az eredmények (*outcome*) és a hatások (*impact*) szintjén. A tanulmány szerint a kimenetek magukban foglalják az előállított konkrét termékek vagy szolgáltatások mennyiségét és minőségét (például a szolgáltatás földrajzi lefedettségét és átviteli kapacitását). A digitális átalakulás eredményei a kimenetek közvetlen következményeként ragadhatók meg, és például a támogatott szolgáltatások és folyamatok minőségjavulása tartozik ide. A hatások közé sorolható, hogy a digitális transzformáció hogyan vezet több vagy jobb minőségű közjavak létrehozásához, valamint milyen egyéb, szélesebb értelemben vett társadalmi, gazdasági és kulturális előnyökkel jár (pl. támogatja a polgárok befogadását, a szabályozást, a jogi és a politikai kereteket).

*Soltész és Zilahy (2020)* egy népszerű fuvarmegosztó platform és a hozzá kapcsolódó hálózat jellemzőit vizsgálta hálózatelméleti megközelítéssel, és arra a következtetésre jutott, hogy e hálózat belső szerkezete skálafüggetlen jellemzőket mutat. A szerzők azonban azt is sugallják, hogy bár ezek a hálózatok jelentős növekedési potenciállal rendelkeznek, előbb-utóbb kifogynak a „szabad csomópontokból”, és elérik a telítődési pontot.

## 2. Vizsgálati módszertan

A statisztikai elemzések megkezdése előtt a 12 NRI-alpillérből álló adathalmazunk megbízhatósági vizsgálatát végeztük el a Cronbach-alfa segítségével. E vizsgálat arra a kérdésre keresi a választ, hogy mennyire erős a változók belső konzisztenciája. Adatbázisunk Cronbach-alfája 0,974, ami azt jelzi, hogy a 12 változó belső konzisztenciája jó. Ez abból állapítható meg, hogy a Cronbach-alfa értéke 0,80 felett van. (Ha ez az érték 0,70 alatt lenne, akkor a változók belső konzisztenciája nem lenne elfogadható, így az eredmények megkérdőjelezhetőek lennének.)

Kutatásunkban a változók (a Portulans Institute által publikált NRI 2021-es jelentésének 12 alpillére) közötti kapcsolatok elemzésére, illetve az objektumok (esetünkben országok) csoportosítására többváltozós statisztikai elemzési módszereket alkalmazunk, SPSS 28 szoftver segítségével.

Az első három kutatási kérdésünkhöz kapcsolódóan a 12 alpillér közötti összefüggéseket vizsgáljuk. Elsőként az alpillérek korrelációs mátrixát nézzük meg, majd főkomponens-elemzést alkalmazunk, amely a változókat a változók közötti lineáris kapcsolat erőssége szerint csoportokra osztja. A főkomponens-elemzés a változók közötti korrelációs mátrixból indul ki, és annak varianciáját adja vissza a lehető legnagyobb mértékben. Végezetül a változók közötti oksági kapcsolatokat parciális korrelációs elemzés segítségével térképezzük fel. Utóbbi módszerrel kapcsolatban megjegyeznénk, hogy bár elméletileg alkalmas a változóink közötti ok-okozati kapcsolatok, az oksági lánc feltárására, nem alkalmazható azonban az oksági kapcsolatok irányának meghatározására.

A változók közötti kapcsolatok elemzése után az objektumok (országok) csoportosítására klaszterelemzést alkalmazunk, azaz egy meghatározott távolságmérték segítségével a változók (12 NRI-alpillér) terében azonosítjuk (soroljuk viszonylag homogén csoportokba) az egymáshoz hasonló objektumokat (országokat).

Az általunk alkalmazni kívánt (fentiekben összefoglalt) négy elemzési módszerrel négy kutatási kérdést vizsgálunk. Ezek a következők.

1. kutatási kérdés: Milyen lineáris összefüggések vannak az NRI-alpillérek között?

2. kutatási kérdés: Hogyan adható vissza az NRI-alpillérek információtartalma kevesebb változóval (látens változók, főkomponensek)? Hogyan értelmezhetőek ezek a látens változók?

3. kutatási kérdés: Milyen oksági kapcsolat tárható fel az NRI alpillérei között? Mely alpillérek értelmezhetőek okokként és melyek következményekként?

4. kutatási kérdés: Milyen klaszterekre (csoportokra) osztható az általunk vizsgált 130 ország?

Az első három kutatási kérdésünkhöz kapcsolódóan két hipotézist is felállítottunk. Az első hipotézisünk, amelyet két alhipotézisre bontunk (H1a. és H1b.), az alpillérek közötti valószínűségi (lineáris) kapcsolatokra vonatkozik:

H1a. Az alpillérek között erős lineáris kapcsolat van, azaz az alpillérek redundáns információt tartalmaznak.

Az 1. kutatási kérdéshez kapcsolható H1a. alhipotézis – igazolása esetén – arra is rámutat, hogy valószínűleg az alpillérek számának csökkentése jelentős információvesztés nélkül lehetséges. A 2. kutatási kérdéshez kapcsolódó H1b. hipotézis egy ezzel összefüggő feltételezésünket fejezi ki:

H1b. A 12 alpillér információtartalma (jelentős információvesztés nélkül) kifejezhető két látens változóval, azaz komponenssel.

A változók közötti lineáris kapcsolatok feltárása után a változók közötti oksági kapcsolatok feltérképezésére vállalkozunk a 3. kutatási kérdésben. Az általunk előzetesen feltételezett oksági kapcsolatrendszer a H2. hipotézisben írjuk le:

H2. Az alpillérek két oksági csoportra (független és függő változókra) oszthatók a parciális korrelációk segítségével.

### 3. Eredmények

#### 3.1. Az 1. kutatási kérdés vizsgálata korrelációelemzéssel

Az első kutatási kérdést, azaz a 12 alpillér közötti lineáris kapcsolatokat korrelációs mátrix segítségével vizsgáltuk. A 2. táblázatban látható eredmények várakozásainknak megfelelően azt mutatják, hogy a korrelációs együtthatók mindegyike pozitív előjelű. Emellett látható az is, hogy az alpillérek között minden esetben legalább közepesen erős vagy erős korreláció mutatható ki.

A változók korreláltságát nagyon fontos aspektusnak tartjuk az NRI-alpillérek többváltozós regressziós modellekben való további felhasználása szempontjából, amelyek esetében a kérdés az, hogy mennyire ortogonálisak, azaz kollineárisak ezek a dimenziók a digitális gazdaság és társadalom megértése szempontjából. Avagy, milyen többletinformációval járulnak hozzá az egyes alpillérek a digitális transzformáció előrehaladásának értékeléséhez? A magas korreláció ebben az összefüggésben arra utal, hogy az alpillérek között multikollinearitás áll fenn, az egyes változók (önmagukban, a többi változóhoz képest) viszonylag csekély hozzáadottinformáció-értéket képviselnek.



2. táblázat

**Korrelációs mátrix (az NRI alpillérei)**  
*Correlation matrix (of NRI sub-pillars)*

Megnevezés	Tartalom	Jövőbeni technológiák	Egyének	Vállalatok	Kormányok	Bizalom	Szabályozás	Bevonás	Gazdaság	Életminőség	Fenntarthatósági hozzájárulás
Hozzáférés	Pearson-korreláció	0,827**	0,651**	0,832**	0,806**	0,861**	0,784**	0,857**	0,731**	0,813**	0,788**
	p-érték (kétoldali)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Tartalom	Pearson-korreláció		0,758**	0,868**	0,815**	0,875**	0,790**	0,803**	0,747**	0,795**	0,808**
	p-érték (kétoldali)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Jövőbeni technológiák	Pearson-korreláció			0,563**	0,779**	0,781**	0,705**	0,672**	0,881**	0,644**	0,622**
	p-érték (kétoldali)			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Egyének	Pearson-korreláció				0,779**	0,720**	0,691**	0,817**	0,660**	0,783**	0,785**
	p-érték (kétoldali)				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vállalatok	Pearson-korreláció					0,836**	0,778**	0,809**	0,775**	0,752**	0,759**
	p-érték (kétoldali)					0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kormányok	Pearson-korreláció						0,887**	0,814**	0,824**	0,750**	0,700**
	p-érték (kétoldali)						0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bizalom	Pearson-korreláció							0,793**	0,805**	0,759**	0,763**
	p-érték (kétoldali)							0,000	0,000	0,000	0,000
Szabályozás	Pearson-korreláció								0,766**	0,685**	0,732**
	p-érték (kétoldali)								0,000	0,000	0,000
Bevonás	Pearson-korreláció									0,682**	0,767**
	p-érték (kétoldali)									0,000	0,000
Gazdaság	Pearson-korreláció										0,691**
	p-érték (kétoldali)										0,000
Életminőség	Pearson-korreláció										
	p-érték (kétoldali)										0,728**
											0,000

\*\*A korreláció 1%-os szinten szignifikáns (kétoldali).

\*A korreláció 5%-os szinten szignifikáns (kétoldali).

Forrás: saját szerkesztés.

A korrelációs mátrix alapján a legmagasabb korreláció a Hozzáférés és az Egyének alpillérek között mutatható ki, 0,902-es értékkel. Ez azt jelenti, hogy a két alpillér között valószínűleg van valamilyen ok-okozati kapcsolat is. A Hozzáférés és a Bizalom, valamint a Hozzáférés és a Bevonás közötti 0,861, illetve 0,857 korrelációs együttható csaknem hasonlóan erős lineáris összefüggést mutat, illetve a Bizalom alpillér szintén erősen korrelált a Kormányok (0,887), a Vállalatok (0,881) és a Tartalom (0,875) alpillérekkel, amelyek értékei szintén ok-okozati kapcsolatok jelenlétére utalhatnak (ezt a 3. kutatási kérdés kapcsán, parciális korrelációs elemzéssel vizsgáljuk). A többi korrelációs együttható ezeknél alacsonyabb (kevésbé erős összefüggést mutat), de még a legalacsonyabb érték (0,563) is közepesen erős korrelációt jelent.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a korrelációs elemzés közepesen erős vagy erős lineáris kapcsolatot mutat ki az NRI valamennyi alpillére között. Mindez valószínűsíti, hogy a változók száma jelentős információvesztés nélkül csökkenthető a látens változókkal (2. kutatási kérdés), amely lehetőséget a következő alfejezetben vizsgáljuk meg.

### 3.2. A 2. kutatási kérdés vizsgálata főkomponens-elemzéssel

A második kutatási kérdést (hogyan tömöríthető a 12 alpillér információtartalma kevesebb változóba) a főkomponens-elemzés módszerével vizsgáltuk. Ez megmutatja, hogyan lehetne csökkenteni az erősen korreláló alpillérek számát. A főkomponens-elemzés módszerét varimax rotációval és rotáció nélkül alkalmaztuk az NRI-álpillérek közötti lineáris kapcsolatok feltárására, az ezek információtartalmát visszaadó látens változók meghatározására.

A főkomponens-elemzéssel végezhető vizsgálatok a változók, esetünkben az alpillérek közötti korrelációs mátrixból (ennek sajátértékeiből és sajátvektoraiából) indulnak ki. A korrelációs mátrix sajátértékei a korrelációs mátrixban található információ mennyiségét, azaz a variancia arányát mutatják; ezeket csökkenő nagyságrendbe rendezzük. Egy elfogadható főkomponens-elemzési modellben nem szükséges a teljes varianciát visszaadni a sajátvektorokkal, elegendő, ha annak kétharmadát megőrizzük. Az így előállított komponensmátrix azt is megmutatja, hogy az alpillérek milyen fő csoportokba sorolhatók, azaz melyek a nagymértékben korreláló változók. A főkomponensek ortogonálisabbá tételére a varimax rotációs módszert alkalmazzuk.

A 3. táblázatban a főkomponens-elemzés eredményeit mutatjuk be. A kommunalitási értékek 0,7 és 0,8 között vannak, ami azt jelenti, hogy a becsült komponensek megőrizték az eredeti adatállomány varianciájának nagy részét. Elemzésünk eredményei szerint két komponens már elégséges, együttesen a variancia 85,311%-át adják vissza (ami nagyobb, mint 66%, amelyet a főkomponens-

elemzésben ökölszabályként használnak). Az első komponens vastag betűvel szedett súlyai 0,664 fölött vannak, ami azt jelenti, hogy majdnem minden változó erősen korrelál ezzel a komponenssel. A második komponens rotáció nélkül a variancia 6,188%-át magyarázta meg. A varimaxrotációval végzett főkomponens-elemzés pontosabb eredményeket mutat, az első komponens a variancia 48,049%-át, a második pedig 37,262%-át adja vissza.

Az ilyen főkomponens-modellek jóságát a Kaiser–Mayer–Olkin-mérőszámmal lehet meghatározni, ennek 0,943-es értéke megerősíti, hogy a modell szignifikáns. A Bartlett-féle sfericitási teszt szintén szignifikáns, ami azt bizonyítja, hogy a modell eredményei elfogadhatóak.

3. táblázat

**A főkomponens-elemzés eredményei**  
*Results of the principal component analysis*

Megnevezés	Fő komponens	
	1	2
Egyének	<b>0,883</b>	0,298
Hozzáférés	<b>0,844</b>	0,437
Fenntarthatósági hozzájárulás	<b>0,814</b>	0,356
Bevonás	<b>0,798</b>	0,462
Életminőség	<b>0,771</b>	0,436
Tartalom	<b>0,698</b>	<b>0,603</b>
Bizalom	<b>0,669</b>	<b>0,668</b>
Vállalatok	<b>0,665</b>	<b>0,643</b>
Szabályozás	<b>0,664</b>	<b>0,558</b>
Jövőbeni technológiák	0,310	<b>0,913</b>
Gazdaság	0,386	<b>0,856</b>
Kormányok	0,563	<b>0,749</b>

Forrás: saját szerkesztés, főkomponens-analízis (varimax, Kaiser-normalizációval).

Mielőtt rátérnénk a két komponens jelentésére, megjegyezzük, hogy négy alpillér – a Tartalom, a Bizalom, a Vállalatok és a Szabályozás – erősen korrelálnak mindkét komponenssel, azaz bizonyos mértékig mindkettőt magyarázzák. Az első komponenssel az Egyének, a Hozzáférés, a Fenntarthatósági hozzájárulás, a Bevonás és az Életminőség alpillérek, míg a második komponenssel a Jövőbeni technológiák, a Gazdaság és a Kormányok alpillérek rendkívül erős korrelációt mutatnak, ami azt is jelenti, hogy ezen alpillérek csak az egyik komponenshez rendelhetők. Véleményünk szerint az első komponens a lakosság digitális technológiákhoz való hozzáféréseként értelmezhető, mivel ebben található az Egyének és a Hozzáférés alpillérek. A második komponens pedig a digitális folyamatok továbbfejlesztését mérheti a Jövőbeni technológiák alpillér mentén. Mivel

a Tartalom, a Bizalom, a Vállalatok és a Szabályozás alpillérek erősen korrelálnak mindkét komponenssel, ezek inkább eredményváltozóknak, mint inputoknak tekinthetők, amint azt a parciális korrelációs elemzés eredményei is mutatják a következőkben.

### 3.3. A 3. kutatási kérdés vizsgálata parciális korrelációelemzéssel

A harmadik kutatási kérdést parciális korrelációelemzéssel vizsgáltuk. A parciális korrelációs együtthatók két alpillér között úgy számíthatók ki, hogy kiszűrjük a másik 10 alpillér hatását. A parciális korrelációs mátrix a 4. táblázatban látható. A csillaggal jelölt együtthatók mindegyike legalább 5%-os szinten szignifikáns. A többi korreláció azonban nem szignifikáns, így nullának tekinthető. A 4. táblázatban szereplő részleges korrelációk alapján feltérképezhetők a változók közötti oksági kapcsolatok. Amint az már a főkomponens-elemzés komponenseiből is látható volt, a „független változók” a Hozzáférés, a Tartalom, a Jövőbeli technológiák és a Bizalom, a „függő változók” pedig a Gazdaság és az Életminőség.

### 3.4. A 4. kutatási kérdés vizsgálata klaszterelemzéssel

A negyedik kutatási kérdésünkhöz kapcsolódóan az országokat klaszterelemzéssel csoportosítjuk. A klaszterelemzés egy olyan, többváltozós statisztikai módszer, amely lehetővé teszi az objektumok (esetünkben az NRI-adatbázis 130 országa) homogén csoportokba sorolását a 12 NRI-alpillér alapján, egy meghatározott távolságmérték segítségével. A klaszterelemzésünk eredményeit (4 klaszter esetén) az 1. ábra és a Függelék (F1. táblázat) foglalja össze. A táblázat azt is megmutatja, hogyan alakultak ki az egyes csoportok.

Az első klaszterbe az Európai Unió fejlett tagországai tartoznak, továbbá Norvégia, az Egyesült Királyság, az Egyesült Államok, Ausztrália, Új-Zéland, Hongkong, Dél-Korea, Japán, Izrael, Izland, Kanada és Szingapúr. A második klaszterbe az EU közepesen fejlett országai, illetve Kína, Malajzia, az Egyesült Arab Emírségek, Katar, Szaúd-Arábia, Bahrein és Omán sorolható. A harmadik klasztert az EU balkáni perifériája (Görögország, Bulgária, Románia), valamint Latin-Amerika országai, a FÁK-országok többsége, Törökország, India és Mongólia alkotják. Végül a negyedik klaszterbe kerülnek a FÁK-országok közül Kirgizisztán és Tádzsikisztán, valamint Pakisztán, Latin-Amerika és – kevés kivétellel – Afrika országai. Összességében megállapíthatjuk, hogy a fejlett országok leginkább az első és a második klaszterbe kerültek, míg a közepesen fejlett és a fejlődő országok többsége a harmadik és a negyedik klaszterbe sorolható.

4. táblázat

**Parciális korreláció az NRI-alpillérek között**  
*Partial correlation between NRI sub-pillars*

Megnevezés	Tartalom	Jövőbeni technológiák	Egyének	Vállalatok	Kormányok	Bizalom	Szabályozás	Bevonás	Gazdaság	Életminőség	Fenntarthatósági hozzájárulás
Hozzájárulás											
Tartalom											
Jövőbeni technológiák											
Egyének											
Vállalatok											
Kormányok											
Bizalom											
Szabályozás											
Bevonás											
Gazdaság											
Életminőség											

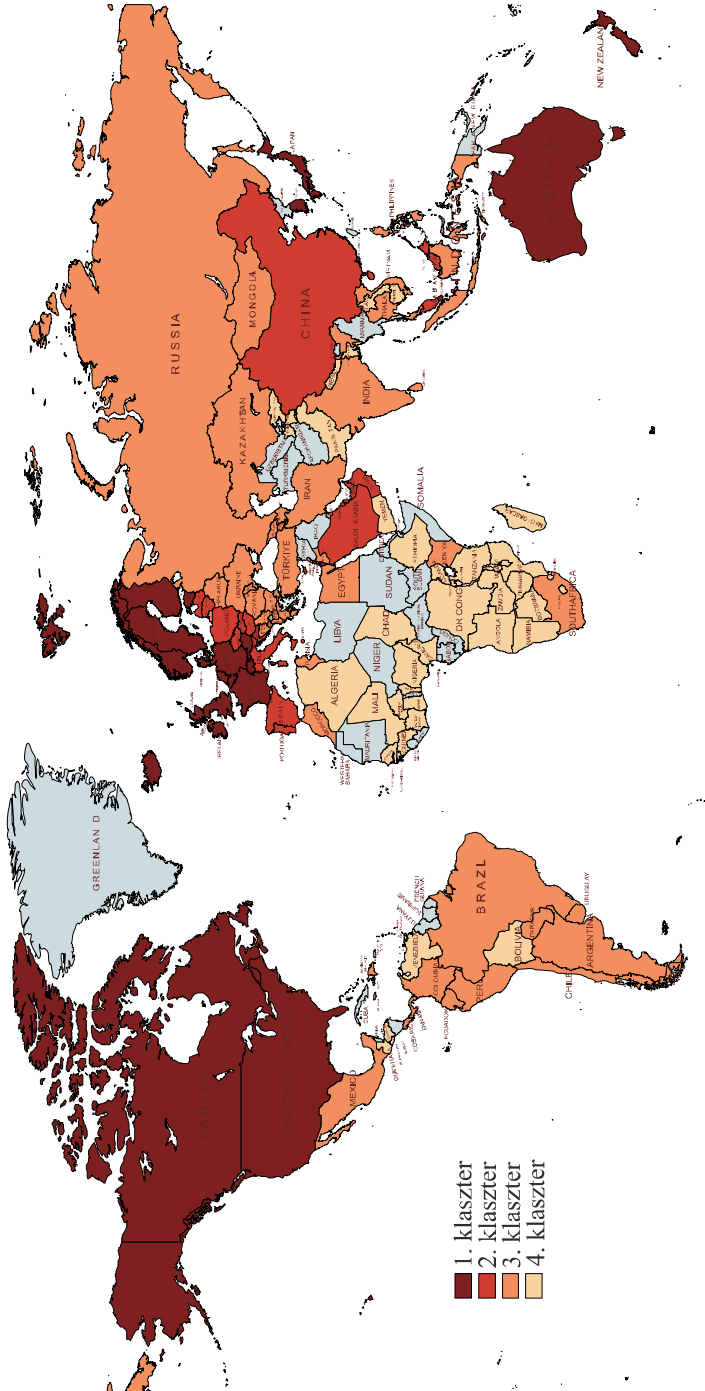
\*\*A korreláció 1%-os szinten szignifikáns (kétoldali).

\*A korreláció 5%-os szinten szignifikáns (kétoldali).

Forrás: saját szerkesztés.

1. ábra

Az egyes klaszterek tagjai (négy klaszter esetén)  
*Cluster members (in the case of four clusters)*



## 4. Konklúziók

Tanulmányunk az NRI-álpillérek (mint változók) közötti sztochasztikus lineáris kapcsolatok többváltozós statisztikai módszerekkel való vizsgálatára irányult. Az első három kutatási kérdésünk arra kereste a választ, hogy az NRI 12 álpillére között kimutatható-e multikollinearitás; hogyan adható vissza a 12 álpillér információtartalmának nagy része kevesebb változó segítségével, illetve milyen oksági kapcsolat tárható fel az álpillérek között. Az 1. kutatási kérdéshez kapcsolódó vizsgálati eredmények arra hívták fel a figyelmet, hogy az NRI esetében erős a korreláció a 12 álpillér között, amely arra ösztönzött bennünket, hogy csökkentsük a változók számát főkomponens-elemzés révén. A 2. kutatási kérdésre adott válasz az, hogy a variancia viszonylag magas aránya már két látens változóval (főkomponenssel) visszaadható. A két főkomponenst meg is neveztük. Az egyik a lakosság digitális technológiákhoz való hozzáférését méri, a másik a digitális folyamatok továbbfejlesztését jeleníti meg.

Az elemzések eredményei alapján felállított hipotéziseink mindegyike, azaz a H1a., a H1b. és a H2. egyaránt elfogadható. Véleményünk szerint az álpillérek közötti szoros összefüggés arra világít rá, hogy a digitális transzformációt legeredményesebben összehangolt, a digitalizáció alapfeltételeinek és alkalmazásainak minden fontosabb aspektusát felölelő, az ezekben rejlő szinergialehetőségeket kiaknázó stratégia segíti elő. Másfelől azonban azt a lehetőséget is felveti, hogy az NRI álpillérei közül néhány statisztikai értelemben redundáns, ezt egy további kutatásban, a varianciainflációs tényezőre (*Variance Inflation Factor*, VIF) épülő elemzésben kívánjuk vizsgálni.

A klaszterelemzés eredményei alapján elmondható, hogy az Európai Unió országai között a digitális fejlettséget, versenyképességet tekintve igen komoly különbségek mutatkoznak. Míg az északi és a nyugati tagországok (magorszárok) a világ élvonalában vannak, a balkáni térség országai az NRI-álpillérek értékei alapján inkább a közepes jövedelmű és a fejlődő országokkal vannak azonos (hasonló) fejlettségi szinten. Ugyanakkor az NRI-jelentések adatai számos további vizsgálati lehetőséget kínálnak az országok csoportosításával, rangsorolásával kapcsolatban is.

## Függelék

F1. táblázat

### A klaszterek tagjai különböző klaszterszámok esetén

*Cluster members for different cluster numbers*

Ország	4	3	2	Ország	4	3	2
	klaszter				klaszter		
Svédország	1	1	1	Olaszország	2	2	2
Dánia	1	1	1	Lengyelország	2	2	2
Szingapúr	1	1	1	Malajzia	2	2	2
Hollandia	1	1	1	Szlovákia	2	2	2
Svájc	1	1	1	Ciprus	2	2	2
Finnország	1	1	1	Lettország	2	2	2
Norvégia	1	1	1	Katar	2	2	2
Egyesült Államok	1	1	1	Magyarország	2	2	2
Németország	1	1	1	Kína	2	2	2
Egyesült Királyság	1	1	1	Szaúd-Arábia	2	2	2
Luxemburg	1	1	1	Bahrein	2	2	2
Ausztrália	1	1	1	Horvátország	2	2	2
Kanada	1	1	1	Omán	2	2	2
Koreai Köztársaság	1	1	1	Görögország	3	2	2
Japán	1	1	1	Bulgária	3	2	2
Új-Zéland	1	1	1	Uruguay	3	2	2
Franciaország	1	1	1	Oroszország	3	2	2
Ausztria	1	1	1	Románia	3	2	2
Írország	1	1	1	Chile	3	2	2
Belgium	1	1	1	Thaiföld	3	2	2
Izland	1	1	1	Szerbia	3	2	2
Hongkong	1	1	1	Kuvait	3	2	2
Észtország	1	1	1	Costa Rica	3	2	2
Izrael	1	1	1	Örményország	3	2	2
Spanyolország	2	2	2	Kazahsztán	3	2	2
Málta	2	2	2	Törökország	3	2	2
Szlovénia	2	2	2	Montenegró	3	2	2
Csehország	2	2	2	Brazília	3	2	2
Litvánia	2	2	2	Argentína	3	2	2
Egyesült Arab Emírségek	2	2	2	Mauritius	3	2	2
Portugália	2	2	2	Vietnam	3	2	2

(A táblázat folytatása a következő oldalon)



(folytatás)

Ország	4	3	2	Ország	4	3	2
	klaszter				klaszter		
Mexikó	3	2	2	Botswana	4	3	2
Ukrajna	3	2	2	Szenegál	4	3	2
Fehéroroszország	3	2	2	Bolívia	4	3	2
Azerbajdzsán	3	2	2	Honduras	4	3	2
Észak-Macedónia	3	2	2	Namibia	4	3	2
Grúzia	3	2	2	Kambodzsa	4	3	2
Jordánia	3	2	2	Banglades	4	3	2
Jamaica	3	2	2	Guatemala	4	3	2
Moldova	3	2	2	Algéria	4	3	2
Kolumbia	3	2	2	Venezuela	4	3	2
Indonézia	3	2	2	Tádzsikisztán	4	3	2
Fülöp-szigetek	3	2	2	Tanzánia	4	3	2
Dominikai Köztársaság	3	2	2	Pakisztán	4	3	2
Dél-Afrika	3	2	2	Benin	4	3	2
Panama	3	2	2	Nepál	4	3	2
Albánia	3	2	2	Uganda	4	3	2
Irán	3	2	2	Elefántcsontpart	4	3	2
Peru	3	2	2	Zambia	4	3	2
Trinidad és Tobago	3	2	2	Nigéria	4	3	2
Kenya	3	2	2	Kamerun	4	3	2
Srí Lanka	3	2	2	Gambia	4	3	2
Egyiptom	3	2	2	Guinea	4	3	2
Ecuador	3	2	2	Lesotho	4	3	2
Zöld-foki Köztársaság	3	2	2	Szváziföld	4	3	2
Bosznia-Hercegovina	3	2	2	Mali	4	3	2
India	3	2	2	Madagaszkár	4	3	2
Mongólia	3	2	2	Burkina Faso	4	3	2
Libanon	3	2	2	Zimbabwe	4	3	2
Tunézia	3	2	2	Malawi	4	3	2
Paraguay	3	2	2	Mozambik	4	3	2
Marokkó	3	2	2	Etiópia	4	3	2
Kirgizisztán	4	3	2	Burundi	4	3	2
El Salvador	4	3	2	Angola	4	3	2
Ruanda	4	3	2	Jemen	4	3	2
Laosz	4	3	2	Kongói Demokratikus Köztársaság	4	3	2
Ghána	4	3	2	Csád	4	3	2

Forrás: saját szerkesztés.

## Irodalom

- Davenport, T. H. – Redman, T. C. (2020): Digital transformation comes down to talent in 4 key areas. *Harvard Business Review*. Vol. 2. No. 6.  
<https://hbr.org/2020/05/digital-transformation-comes-down-to-talent-in-4-key-areas>
- Dutta, S. – Lanvin, B. (2019): *The Network Readiness Index 2019. Towards a Future-Ready Society*. Portulans Institute, Washington DC, USA.  
<https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf>
- Dutta, S. – Lanvin, B. (2020): *The Network Readiness Index 2020. Accelerating Digital Transformation in a post-COVID Global Economy*. Portulans Institute, Washington DC, USA.  
<https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/10/NRI-2020-Final-Report-October2020.pdf>
- Goncharenko, N. – Shynkarenko, O. (2022): Digital Innovation in the Norwegian Economy with the Introduction of New Forms of Information and Communication Technology. *Three Seas Economic Journal*. Vol. 3. No. 1. pp. 42–49. <https://doi.org/10.30525/2661-5150/2022-1-6>
- Mergel, I. – Edelmann, N. – Haug, N. (2019): Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*. Vol. 36. 101385.  
<https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- Miethlich, B. – Belotserkovich, D. – Abasova, S. – Zatsarinnaya, E. – Veselitsky O. (2021): The Impact of COVID-19 on Digital Enterprise Management. *IEEE Engineering Management Review*. Vol. 49. No. 4. pp. 16–29. <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3119222>
- Moroz, M. (2017): The Level of Development of the Digital Economy in Poland and Selected European Countries: A Comparative Analysis. *Foundations of Management*. Vol. 9. No. 1. pp. 175–190. <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0014>
- Network Readiness Index (2020): *Network Readiness Index Dataset*.  
<https://networkreadinessindex.org/>
- Silva, D. S. – Yamashita, G. H. – Cortimiglia, M. N. – Brust-Renck, P. G. – Ten Caten, C. S. (2022): Are we ready to assess digital readiness? Exploring digital implications for social progress from the Network Readiness Index. *Technology in Society*. Vol. 68. 101875.  
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101875>
- Sitnicki, M. – Netreba I. (2020): Interdependence Assessing for Networked Readiness Index Economic and Social Informative Factors. *Baltic Journal of Economic Studies*. Vol. 6. No. 2. pp. 47–53. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2020-6-2-47-53>
- Soltész P. – Zilahy G. (2020): A Network Theory Approach to the Sharing Economy, *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*. Vol. 28. No. 1. pp. 70–80.  
<https://doi.org/10.3311/PPso.12597>
- Tarjáni A. J. – Kalló N. – Dobos I. (2022): A nemzetközi digitális gazdaság és társadalom index 2020. évi adatainak statisztikai elemzése. *Statisztikai Szemle*. 100. évf. 3. sz. 266–284. o.  
<https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0266>