



Közzététel: 2026. július 29.

A tanulmány címe:

Siker vagy kudarc? Európai innovációs országsoportok és a teljesítményüket meghatározó indikátorok lehatárolása iBBiG biklaszterezési eljárással

Szerzők:

SZÁNTÓ BALÁZS, a Pannon Egyetem PhD-hallgatója

E-mail: szanto.balazs@gtk.uni-pannon.hu

NEUMANNÉ VIRÁG ILDIKÓ, a Pannon Egyetem intézeti tanszékvezető egyetemi docense

E-mail: virag.ildiko@gtk.uni-pannon.hu

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2026.07.hu0603>

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

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Sztj.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, hasznoszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Sztj. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 104. évfolyam 7. számában megjelent, **Szántó Balázs – Neumanné Virág Ildikó** által írt, **Siker vagy kudarc? Európai innovációs országsoportok és a teljesítményüket meghatározó indikátorok lehatárolása iBBiG biklaszterezési eljárással** című cikk (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.

Szántó Balázs – Neumanné Virág Ildikó

Siker vagy kudarc? Európai innovációs országcsoportok és a teljesítményüket meghatározó indikátorok lehatárolása iBBiG biklaszterezési eljárással

Success or failure? Delineating european innovation country groups and the indicators determining their performance using the iBBiG biclustering algorithm

Szántó Balázs, a Pannon Egyetem PhD-hallgatója

E-mail: szanto.balazs@gtk.uni-pannon.hu

Neumanné Virág Ildikó, a Pannon Egyetem intézeti tanszékvezető egyetemi docense

E-mail: virag.ildiko@gtk.uni-pannon.hu

A tanulmány célja annak meghatározása, mely indikátorok determinálják az innováció terén legeredményesebb EU-tagállamok innovációs kiválóságát, illetve a déli, valamint a poszt szocialista tagállamok döntő többségének mérsékelt innovációs teljesítményét mely mutatószámok határozzák meg. Noha a globális gazdasági versenyképesség megőrzése és a társadalmi kihívások kezelése szempontjából az innováció stratégiai jelentősége vitathatatlanul felértékelődött, az Európai Unió innovációs potenciáljának teljes körű kiaknázását korlátozza a tagállami innovációs rendszerek teljesítménye között húzódo markáns törésvonal. Az általunk alkalmazott megközelítés módszertani alapját a közgazdasági szakirodalomban kevésbé elterjedt iBBiG (iterative Binary Biclustering of Gene) biklaszterezési eljárás jelentette, amely a 2025. évi európai innovációs eredménytábla (EIS) összetett innovációs indexének (SII) 32 alapindikátorára épült. A bemutatott algoritmus nemcsak az országok klasztereit képes lehatárolni, hanem azonosítja azokat a kulcsindikátorokat, amelyek meghatározzák az adott országcsoport teljesítményét: kiválóságait, illetve gyengeségeit. Elemzésünk rámutat arra, hogy a felzárkózó térségek innovációs potenciáljának kiaknázása szempontjából kardinális jelentőséggel bír az üzleti szektor innovációs finanszírozási hajlandóságának ösztönzése, a köz- és a magánszereplők közötti tudástranszfer-mechanizmusok erősítése, továbbá a munkaerő hatékonyságának javítása.

Kulcsszavak: EU, innováció, SII, biklaszter

The aim of this study was to determine which indicators drive the innovation excellence of the top-performing EU Member States, and which factors define the moderate innovation performance characterizing the vast majority of Southern and post-socialist Member States. Although the strategic importance of innovation has undeniably increased for maintaining global economic competitiveness

and addressing societal challenges, the full exploitation of the European Union's innovation potential is hindered by a pronounced divide between the performance of Member States' innovation systems. The methodological basis of our approach was the iBBiG biclustering algorithm – iterative Binary Biclustering of Gene, a method less common in economic literature – applied to the 32 sub-indicators of the Summary Innovation Index (SII) from the 2025 European Innovation Scoreboard (EIS). The presented algorithm is not only capable of delineating clusters of countries but also identifies the key indicators that define the performance of a given group: its strengths or its weaknesses. Our analysis reveals that incentivizing the business sector's willingness to finance innovation, strengthening knowledge transfer mechanisms between public and private actors, and improving labor efficiency are of cardinal importance for unlocking the innovation potential of catching-up regions.

Keywords: EU, innovation, SII, bicluster

Az innováció a gazdasági és ipari fellendülés fontos hajtóereje (*Koišová et al., 2018*), meghatározó szerepet játszik a nemzetgazdaságok versenyképességének biztosításában, hozzájárul a zöld gazdaság és az életminőség javításához (*Ionescu et al., 2022; Polyakov et al., 2023*). A szakirodalom az innováció fogalma lehatárolásának és mérésének számos válfaját különbözteti meg (*Stundziene et al., 2024*). Míg a schumpeteri klasszikus megközelítés a már meglévő erőforrások eltérő kombinálására alapozva határozza meg az innováció öt alapesetét – új termékek létrehozása, új termelési eljárások bevezetése, új piacokon való megjelenés, új nyersanyagok alkalmazása, illetve új szervezet létrehozása (*Schumpeter, 1980*) –, addig az OECD modern megközelítése az új, illetve a jelentősen javított termékekre és eljárásokra fókuszál (*Oslo Manual, 2018*). Ezzel szemben tanulmányunkban az innováció értelmezésére és mérésére több pilléren alapuló megközelítésként az Európai Bizottság által publikált kompozitindikátort, az összetett innovációs indexet (SII) alkalmaztuk, amely az innováció rendszerszintű alapfeltételeit – emberi erőforrások, digitalizáció, kutatási rendszerek – a köz- és a magánszféra innovációs beruházásait, az üzleti szektor specifikus innovációs tevékenységeit, valamint a vállalati eredményekben megnyilvánuló gazdasági hatásait foglalja egységes keretbe.

Az EU innovációpolitikájának meghatározó fundamentumát a lisszaboni stratégia jelentette (*Nyíry et al., 2010*), majd a Európa 2020 stratégia keretében bemutatott „innovatív unió” kezdeményezés hivatott felszámolni az EU-n belül tapasztalható, innovációt hátráltató akadályokat (*Šugar et al., 2019*), miközben a Horizont Európa programon keresztül az unió finanszírozással is támogatja a tagállamok kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységét (*Csoma, 2018*). Az innovációt ösztönző állami szerepvállalás felértékelődött (*Rosário et al.,*

2024), stratégiai fontosságúvá vált, hogy a tagállamok olyan támogató innovációs ökoszisztémákat működtessenek, ahol az innovációk gazdasági hasznosítása is megvalósul, azonban ehhez szükséges az innovációs politikák eredményességének pontos mérése (Rejeb, 2008).

Az uniós innovációs politika fejlődésével egyre nagyobb figyelmet kapott a politikai döntéshozók és a kutatók részéről az Európai Unió tagállamai innovációs teljesítményének és az azt befolyásoló kulcsindikátorok vizsgálata (Janger et al., 2016). Az innováció sikeres alkalmazásának képessége globálisan erősen koncentrálik néhány országra (Petralia et al., 2017), ami az Európai Unió tagállamai esetében is megfigyelhető. A közösségi átlagot meghaladó gazdasági erővel rendelkező nyugat- és észak-európai országok innovációs képessége jelentősen túlszárnyalja a többi tagállam lehetőségét (Szántó–Virág, 2025). Ennek az innovációs törésvonalnak a csökkentése kulcsfontosságú az EU globális versenyképességének erősítéséhez, főként az USA-val és Kínával folytatott versenyben (Polyakov et al., 2023), ezért különösen fontos az európai innovációs politika hatékonyságának javítása szempontjából a fejlesztendő területek, kulcsindikátorok azonosítása.

Az uniós tagállamok innovációs képességének és felkészültségének analízise során elterjedt módszer a különböző innovációs indikátorokon alkalmazott klaszteranalízis, amely mélyebb betekintést nyújthat a tagállamok közötti heterogenitásba és a fejlődési potenciálokba (Pelka, 2018). Ezen a gyakorlaton túllépve kutatásunkban a közgazdasági szakirodalomban kevésbé ismert biklaszterezési eljárást alkalmaztuk, ami lehetővé tette, hogy ne csupán az országokat, hanem egyúttal az innovációs indikátorokat is csoportosítsuk, feltárva azokat a mutatószámokat, amelyek az innováció terén legeredményesebb tagállamok kiválóságát meghatározzák. Legalább ennyire fontosnak tartottuk a kevésbé innovatív tagállamok körének lehatárolása mellett rávilágítani arra, hogy a gyengébb innovációs teljesítményüket mely változók determinálják. Megvizsgáltuk, hogy a nemzetgazdaságok milyen mértékű innovációs deficittel rendelkeztek a legkiválóbb tagállamokhoz képest.

1. Szakirodalmi áttekintés

1.1. A nemzetek innovációs teljesítményének számszerűsítése

Az innovációs teljesítmény értékelésére a szakirodalomban széles körben használnak olyan indikátorokat, mint a szabadalmi bejelentések volumene, a felsőfokú végzettséggel rendelkező népesség aránya, a tudományos publikációk száma

(Blind, 2012; Meissner, 2015), így mutatva be komplex módon egy ország innovációs rendszerének működését (Hollanders, 2023). Emellett figyelembe veszik a kutatás-fejlesztési ráfordításokat, amelyeket sokan az innováció megvalósítása egyik előfeltételének tartanak (Ivanová–Žárská, 2023), különösen a digitális gazdaság korában, ahol az innováció a túlélés alapvető feltételévé vált (Tyxhari et al., 2023).

Noha a kutatás-fejlesztés és az innováció szoros kapcsolata vitathatatlan, a tudományos és szakmai közbeszéd gyakran tévesen, egymással felcserélhető fogalmakként kezeli azokat, még az Európai Unió egyes dokumentumaiban is (Havas, 2016), elhomályosítva a két fogalom lényegi eltéréseit (Poliarush–Shestakov, 2019). Az innováció több szakaszból álló folyamat, amely során az innovátorok az ötleteket új vagy továbbfejlesztett termékekkel, eljárásokkal alakítják át, hogy ezáltal fejlődjenek, versenyezzenek, és megkülönböztessék magukat a piacon (Capasso–Rybalka, 2022; Szabó, 2009).

A vállalati kör innovációs tevékenységének megfigyelése is nagy jelentőséggel bír, hiszen az innováció a vállalati teljesítményre, ezáltal a nemzetgazdaságok fejlődésére is jelentős hatást gyakorol (Bonanno et al., 2022). Az innovatív vállalatok termelékenyebbek, növelik versenyképességüket a termék- és a szolgáltatás kínálatuk diverzifikálásával (Chomać–Pierzecka, 2025), valamint intenzívebben vesznek részt a külkereskedelemben, több országba exportálva termékeiket (Halpern–Muraközy, 2011).

Ugyanakkor egyes innovációs indikátorokat, mint például a gyakran legfontosabb mérőszámként alkalmazott szabadalmi bejegyzések számát kritikák is illették, mivel nem minden szabadalom válik innovációvá (Petrulia et al., 2017; Böhmecke–Schwafert–Dörries, 2023), így érdemes lehet a szabadalmak minőségét előnyben részesíteni azok mennyiségével szemben (Szerb et al., 2019), ráadásul a modern, innovatív technológiák nem feltétlenül szabadalmaztathatók (Andrijauskienė–Dumčiuvienė, 2019). Ehhez hasonló módon a bibliometriai adatok is korlátozottan alkalmasak az innovációs aktivitás közelítésére, hiszen a kutatóintézetek és az egyetemek publikációs tevékenysége jelentősen eltér a vállalati szektor innovációs folyamataitól, illetve ezen innovációk töredéke eredményez tudományos publikációkat (Rammer–Es–Sadki, 2023). Ezenkívül a publikációs metrikák, mint például a SCImago-rangsorban elfoglalt pozíció a kutatói kiválóságra utal, de nem tükrözi a tudományos eredmény innovatív gyakorlatba való átültethetőségét vagy a piaci értéktéremtési képességét (Györfly et al., 2023).

Többen felhívták a figyelmet arra, hogy a K+F-ráfordításokra fókuszáló megfigyelés is pontatlan következtetéseket eredményezhet, hiszen a K+F finanszírozásának növelése nem garantálja az innovációs teljesítmény érdemi javulását, hanem azok hatékony felhasználása, támogató innovációs ökoszisztéma kiépítése (Simionescu et al., 2021; Halásková–Bednář, 2023), az emberi tőke minősége és

szocioökonometriaai jellemzői is nagymértékben befolyásolják az innovációs folyamatok sikerességét (*De Rojas et al., 2024*), de az oktatás minőségének vagy a gazdasági szerkezet együttes fejlesztése is szükséges (*Farkas–Lengyel, 2001*).

Az innováció több aspektusból történő értékelhetősége megkövetelte, hogy nemzetközi összehasonlításban az egyes országok innovációs hatékonyságának és eredményességének számszerűsítéséhez speciálisan kialakított indikátorrendszereket, kompozit innovációs indikátorokat alkalmazzanak (*Badics, 2014*). A legismertebb nemzetközi átfogó mérőszám a Szellemi Tulajdon Világszervezete (WIPO) által 2007 óta évente kiadott globális innovációs index (GII), amely 2025-ben 139 nemzetgazdaság innovációs képességeit és eredményeit mutatta be (*WIPO, 2025*). Emellett az Európai Unió is rendelkezik a saját tagállami és a közösség versenytársainak innovációját értékelő kompozitindikátorral az európai innovációs eredménytábla (EIS) keretén belül.¹

1.2. Az Európai Unió tagállamainak innovációs teljesítményének mérése: az európai innovációs eredménytábla (EIS) és az összesített innovációs index (SII)

Az 1970-es évek végéig az innovációról a kutatás-fejlesztésre vonatkozó statisztikák alapján vontak le következtetéseket, kizárólag a technológiai fejlesztésekre fókuszálva (*Szunyogh, 2010*). Az EU tagállamaiban 1993 óta hajtanak végre vállalati körben harmonizált innovációs felvételt (Community Innovation Survey),² amely arra is fókuszál, hogy milyen új termékek vagy folyamatok születtek, és azok mekkora árbevételt generáltak (*Mairesse–Mohnen, 2010*). Az országok innovációs képességének értékelésében a vállalati megfigyelések mellett felértékelődtek a makróökonómiai, társadalmi, politikai tényezők, ezáltal az innováció mérése még komplexebb feladattá vált, a nemzeti innovációs teljesítmények vizsgálata során előtérbe került az átfogó indexek alkalmazása (*Pepe et al., 2024*).

Az ezredfordulót megelőzően az európai innovációs politikák fejlesztése jelentős kihívásokkal szembesült, elsősorban a tagállami innováció számszerűsítésére alkalmas indikátorrendszer hiánya miatt (*Manjón, 2010*). Az Európai Bizottság a 2000. évre vonatkozóan publikálta először az innovációs monitoringeszközt, az európai innovációs eredménytáblát (EIS), amelynek módszertana, indikátorkészlete azóta többször módosult (*Katona, 2021*). A 2010-re a világ legversenyképe-

¹ Forrás: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en Letöltés: 2025. december.

² Forrás: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/inn_cis12_esms.htm Letöltés: 2025. január.

sebb és legdinamikusabb tudásalapú gazdasági közösségének létrehozását vizionáló³ lisszaboni stratégia szellemiségében megalkotott mérőeszköz lehetővé tette az egyes országok innovációs szintjének és hatékonyságának értékelését (*Roszkó-Wójtowicz-Bialek, 2016*), rámutatva a nemzeti innovációs rendszerek relatív gyengeségeire és erősségeire (*Ješić et al., 2021*), egyúttal támogatva az innováció gazdaságra gyakorolt hatásának vizsgálatát (*Hollanders, 2023*).

A mutatószámrendszert fennállása során több bírálat is érte, például az, hogy az alkalmazott indikátorok nem képesek lefedni az innováció minden aspektusát, nem számolnak az országok közötti strukturális különbségekkel, valamint többen vitatták az egyetlen összetett mutatóba sűrítő aggregálási eljárás helyességét is (*Hollanders–Cruysen, 2008*). A kritikai észrevételeket figyelembe véve az európai innovációs eredménytábla keretrendszere folyamatosan fejlődött, az adatok gyűjtési módszertanának finomításával és az indikátorok bővítésével (a kezdeti 16 indikátor száma 2025-re megduplázódott) igyekezett minél pontosabban tükrözni a tagállamok innovációs teljesítményét (*Kumor et al., 2025*).

Az évente összeállított európai innovációs eredménytábla indikátorkészletének aggregálásával határozzák meg az úgynevezett összesített innovációs indexet (SII), ami lehetővé teszi a tagállamok teljesítményének rangsorolását (*Polyakov et al., 2023*). Az SII nem kizárólag a K+F-alapú innovációkra fókuszál, annál szélesebb aspektusban közelíti meg a tagállami innovációs teljesítményt az alábbi négy, egyenlő súlyt képviselő pillérre alapozva (*Dworak, 2023*):

- a keretfeltételek az innovációs teljesítmény fő hajtóerejére, az emberi erőforrásokra, a digitalizációra és a kutatási rendszerekre fókuszálnak;
- a beruházások a köz- és a vállalati szektorban megvalósuló innovációs befektetéseket fedik le;
- az innovációs tevékenységek az üzleti szektor innovációjának egyes aspektusait veszik számba;
- a hatások a vállalati szektor innovációs tevékenységének eredményeire fókuszálnak (*EC, 2025*).

Az SII a négy pillérben belül 12 innovációs dimenziót összesen 32 indikátor révén ír le (1. táblázat), a szükséges adattranszformációkat követően, az indikátorértékek minimum és maximális normalizált alakjainak súlyozatlan számtani átlagaként. A mutató magasabb értéke jobb innovációs teljesítményre utal (*EC, 2025*).

³ Forrás: <https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/summary/growth-and-jobs.html>
Letöltés: 2025. december.

1. táblázat

Az összetett innovációs index (SII) indikátorkészlete
The indicator set of the summary Innovation Index (SII)

Pillérek	Dimenzió	Indikátor	
Keretfeltételek	Emberi erőforrások	1.1.1	Új doktori fokozatot szerzők műszaki-természettudományos területen
		1.1.2	Felsőfokú végzettséggel rendelkező 25–34 éves népesség aránya
		1.1.3	Élethosszig tartó tanulásban részt vevő (25–64 éves) népesség aránya
	Vonzó kutatási rendszerek	1.2.1	Nemzetközi tudományos társszerzős publikációk
		1.2.2	A legtöbbet idézett 10% közé tartozó publikációk
		1.2.3	A doktori képzésben részt vevő külföldi doktorandusz-hallgatók aránya
Beruházások	Digitalizáció	1.3.1	Szélessávúinternet-hozzáféréssel rendelkező háztartások aránya
		1.3.2	Alapvetően magasabb digitális készségekkel rendelkezők aránya a 16–74 éves korosztályon belül
	Finanszírozás és támogatás	2.1.1	K+F-ráfordítás a közsférában (a GDP %-ában)
		2.1.2	Kockázati-ke-ráfordítások (a GDP %-ában)
		2.1.3	Közvetlen állami finanszírozás és adótámogatások a vállalati K+F számára (a GDP %-ában)
	Vállalati beruházások	2.2.1	K+F-ráfordítás az üzleti szektorban (a GDP %-ában)
		2.2.2	Nem K+F típusú innovációs ráfordítások az árbevétel %-ában
		2.2.3	Az egy foglalkoztatottra vetített innovációs kiadások összege az innovatív vállalkozásoknál
	Befektetések az információs technológiákba	2.3.1	Felhőalapú számítástechnika alkalmazása a vállalkozásoknál
		2.3.2	Foglalkoztatott IKT-szakemberek száma a teljes alkalmazotti létszámon belül

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(folytatás)

Pillérek	Dimenzió	Indikátor	
Innovációs tevékenység	Innovátorok	3.1.1	Termékinnovációval rendelkező kkv-k aránya
		3.1.2	Üzleti folyamatinnovációval rendelkező kkv-k aránya
	Együttműködések	3.2.1	Más szereplőkkel együttműködő innovatív kkv-k aránya
		3.2.2	Köz- és magánszféra közös publikációnak száma a lakosságra vetítve
		3.2.3	Munkahelyek közötti mobilitás a tudományos és technológiai területen dolgozó munkaerő körében
	Szellemi tulajdon	3.3.1	Szabadalmi bejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)
		3.3.2	Védjegybejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)
		3.3.3	Formatervezési mintaoltalmi bejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)
Hatások	Foglalkoztatási hatások	4.1.1	Termékinnovációból származó árbevétel aránya
		4.1.2	Az innovatív vállalatoknál foglalkoztatottak aránya
	Kereskedelmi hatások	4.2.1	Közepes és csúcstechnológiájú termékek értékének teljes termékexporton belüli részesedése
		4.2.2	Tudásintenzív szolgáltatások értékének részesedése a szolgáltatásexporton belül
		4.2.3	Csúcstechnológiai import az EU-n kívüli partnerektől
	Környezeti fenntarthatóság	4.3.1	Erőforrás-hatékonyság
		4.3.2	Termelésalapú CO ₂ -hatékonyság
		4.3.3	Munkaerő-termelékenység

Forrás: EC (2025).

1.3. Az EU tagállamainak innovációs teljesítményében tapasztalható törésvonal

Nemzetközi összehasonlításban az Európai Unió felülreprezentált a legkiválóbb innovációs teljesítményt nyújtó nemzetgazdaságok tekintetében. A 2025-ben publikált globális innovációs index (GII) alapján Svájc után a glóbusz második leginnovatívabb országa Svédország, míg a top 10-ben megtalálhatjuk Finnországot, Hollandiát és Dániát. A világ innovációs élvonalába tartozó 20 ország fele az EU tagállama.⁴ Azonban a közösségi szakpolitikai erőfeszítések és a konvergencia előmozdítását célzó törekvések ellenére jelentős eltérés mutatkozik az egyes tagállamok innovációs teljesítményében (*Wirkierman et al., 2023*), ez a heterogenitás különösen a közép- és a kelet-európai országok csatlakozásával vált hangsúlyossá (*Novak, 2020*). Ezt a különbséget jól szemléltetik az európai innovációs eredménytábla 2025. évi SII-indexének tagállami pontszámai (1. ábra). A magasabb értékek jobb teljesítményre utalnak.

1. ábra

**Az Európai Unió tagállamainak innováció terén nyújtott teljesítménye
a 2025. évi SII-pontszámok alapján, EU = 53,6**
(normalizált értékek $\times 100$)

*Innovation performance of EU member States based on 2025 SII scores,
EU = 53.6 (normalized values $\times 100$)*

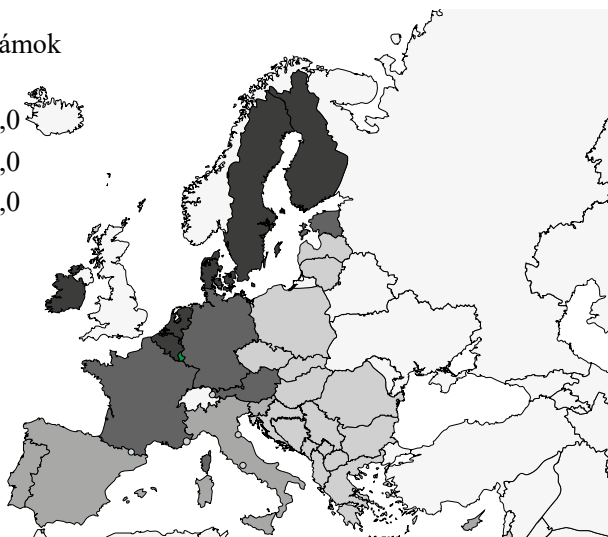
SII pontszámok

■ 64,1–

■ 54,1–64,0

■ 44,1–54,0

■ –44,0



Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját szerkesztés.

⁴ Forrás: <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/rank> Letöltés: 2025. december.

A regionális szintű innovációs különbségekben a tagállamok eltérő történelmi fejlődése, intézményi rendszere (Mokyr, 2007) mellett a nemzetgazdaságok gazdasági fejlettsége is meghatározó szerepet játszik (Szántó–Virág, 2025). Míg a régebbi tagállamok – elsősorban az északiak és a nyugatiak többsége – innovációs vezetőkként pozicionálják magukat, addig a szovjet örökséget hátrahagyva a rendszerváltás bonyolult fejlődési útján haladó közép- és kelet-európai országok jellemzően csak mérsékelt innovációra képesek (Lukovics et al., 2017; Shkolnykova–Wedemeier, 2025). Ezzel összhangban a magyar innovációs teljesítmény is elmarad az EU átlagától, noha ennek magasabb szintje elengedhetetlen lenne a gazdaság tudás- és innovációvezérelt növekedési modelljére való átállásához (Berkes–Dusek, 2023).

A fejlett centrumországokhoz viszonyítva a közép- és a kelet-európai térségben jelentős deficit volt kimutatható a digitális technológiák elterjedése terén (Demeter et al., 2023; Hartvig et al., 2023). A különbség más kulcstényezők tekintetében is szembetűnő, mint például a kutatók száma, az üzleti szektor által finanszírozott K+F-ráfordítások, a vállalatok stratégiai szövetségei, a szoftverkiadások, valamint a csúcstechnológiát képviselő feldolgozóipar súlya (Polyakov et al., 2023).

A szakirodalmi diskurzus a tagállamok innovációs teljesítményében megfigyelhető heterogenitásra innovációs részként, illetve szakadékként hivatkozik. Ezt több szerző is az egyes nemzetgazdaságok által alkalmazott technológia fejlettségbeli differenciájaként értelmezi (Kubiela, 2016; Radosevic, 2017). Az Európai Bizottság 2024-es jelentése rögzíti, hogy az innovációs szakadék összességében ugyan enyhén csökkent, de továbbra is fennáll a tagállamok között (EC, 2024), továbbá markáns földrajzi különbségek figyelhetők meg: Észak és Nyugat áll szemben Dél- és Kelet-Európa innovációs teljesítményével.⁵

A szakirodalmi diskurzusban az innovációs szakadék egy alternatív konceptualizációja is megjelenik, amely a kutatás és fejlesztés eredményei, valamint azok piacosítása közötti diszkrpanciát írja le (Eperjesi, 2017). A tudományos eredmények ipari hasznosítása gyengeségeinek jelenségére európai paradoxonként is hivatkoznak (Dosi et al., 2006).

Az EU innovációja szempontjából az egyik meghatározó gyengeségként a vállalati szektor által finanszírozott kutatás-fejlesztési ráfordítás azonosítható, ahol a közösség legnagyobb és legkisebb innovációs kapacitással rendelkező országai között egyre mélyül a szakadék (Veugelers, 2016). A kevésbé innovatív közép- és kelet-európai tagállamok sokszor az alacsony hozzáadott értéket képviselő „összeszerelő” tevékenységre specializálódtak, ami korlátozza az innovációs hatékonyságukat, és gátolja a technológiai láncban történő előrelépésüket (Radosevic, 2017). A régió országai az úgynevezett „közepes jövedelem csapdájával” néznek

⁵ Forrás: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_3666 Letöltés: 2026. január.

szembe, hiszen az emelkedő bérköltség már egyre kevésbé jelent versenyelőnyt, innovációs teljesítményük pedig még nem elegendő a fejlett országokkal való versenyhez (Karsai, 2022).

Az innovációs teljesítmény ezen eltérései rávilágítanak a tagállamok közötti strukturális különbségekre, amelyek az EU versenyképességét és társadalmi kohézióját egyaránt befolyásolják (Kocziszky et al., 2017), komoly kihívást jelentve az unió kohéziós politikája számára (Dworak–Grzelak, 2023). Az Európai Bizottság 2022-ben megfogalmazott új európai innovációs menetrendjében kiemelt célként jelent meg az európai tagállamok és régiók között tapasztalható innovációs szakadék kezelésének szükségessége.⁶ Ennek ellenére az Európai Unió innovációs politikájában jelentős lemaradás tapasztalható a legfőbb globális versenytársakéhoz képest, aminek része az innovációs szakirodalom változásainak késlekedéssel történő követése is (Makó et al., 2019).

2. A kutatás módszertana

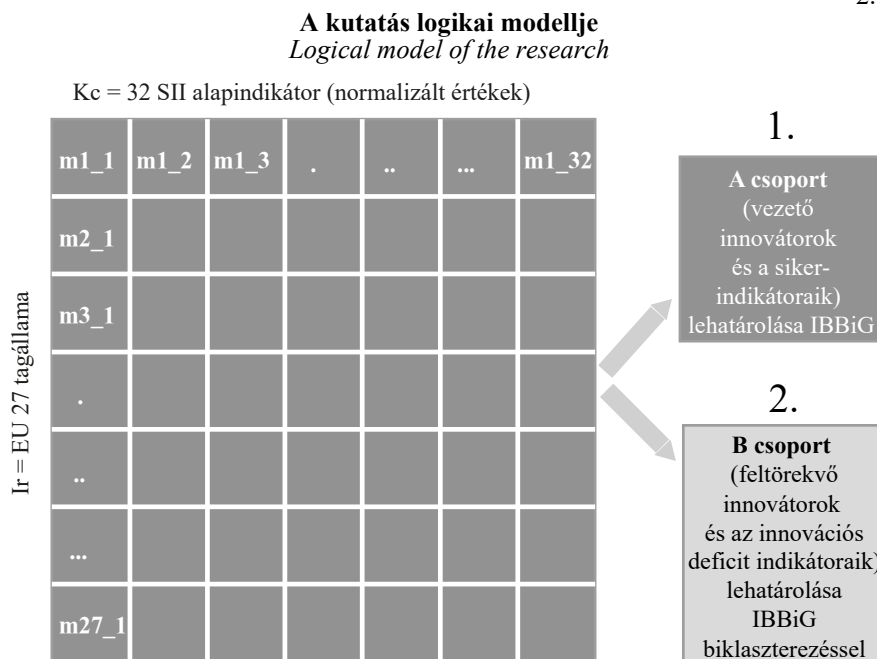
2.1. A kutatás logikai modellje

A tagállami innovációs teljesítmények kvantifikálásához a 2025. évi európai innovációs eredménytábla (EIS) összesített innovációs indexének (SII) 32 alapindikátorát használtuk. A vizsgálatunk alapját a tagállamok és az innovációs változók 27×32 -es mátrixa jelentette.

Először lépésben iBBiG biklasztterezési eljárással lehatároltuk az innováció terén legeredményesebb tagállamokat és a teljesítményüket meghatározó indikátorokat. Ezt a klasztert, azaz az Európai Unió innovációs topligáját A csoportnak, az országokat vezető innovátoroknak, míg az eredményességüket determináló mutatókat sikerindikátoroknak neveztük el. Ezt követően az algoritmus alkalmazásával az A csoport ellentettjeként értelmezhetően az innováció terén kevésbé eredményes országok klaszterét is képeztük, amelyet B csoportnak neveztünk el, az országokat feltörekvő innovátorokként definiáltunk, miközben a gyengébb teljesítményükért felelős változókra innovációs deficit indikátorokként hivatkozunk. Ezután megvizsgáltuk az egyes csoportokba került országok és a csoportokra leginkább jellemző innovációs indikátorok összetételét.

⁶ Forrás: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0332>
Letöltés: 2026. március.

2. ábra



Forrás: saját szerkesztés.

Végül a sikerindikátorok alapján számszerűsítettük az A csoport és a B csoport egyes országai közötti innovációs rés mértékét, amely alapján bemutattuk, hogy az innováció terén felzárkózni kívánó országok milyen távol vannak a vezető innovátor tagállamok csoportjától.

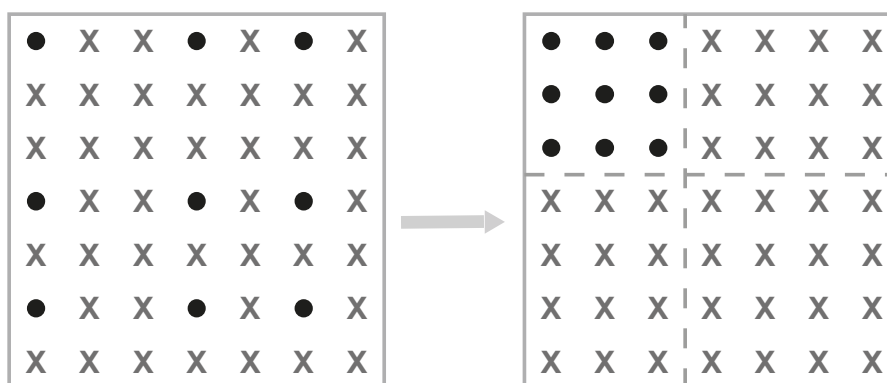
A kvantitatív vizsgálatához az RStudio program 4.4.2-es verzióját használtuk.

2.2. A biklaszterezés és az iBBiG-algoritmus módszertani háttere

A biklaszterezés, vagy más néven koklaszterezés olyan adatelemzési technika, amely egy mátrix sorait és oszlopait egyidejűleg képes klaszterbe rendezni, feltárva olyan mintázatokat, amelyek mindkét dimenzió szerint szignifikánsak (Kosztján *et al.*, 2019) és konzisztensek (Gusenleitner *et al.*, 2012). Ez a megközelítés eltér a hagyományos klaszterezési eljárásoktól, amelyek vagy csak a sorokat, vagy csak az oszlopokat csoportosítják (Castanho *et al.*, 2022), ezáltal a biklaszterezés mélyebb betekintést nyújthat az adatok rejtett összefüggéseibe (Wu *et al.*, 2024).

3. ábra

A biklaszterezés olyan objektumokat és változókat azonosít, amelyek hasonló értékkel rendelkeznek (körök), és ezeket egy biklaszterként (részmátrixként) írja le
Biclustering identifies objects and variables with similar values (circles) and describes them as a bicluster (submatrix)



Forrás: Kaiser (2011) doktori disszertációja alapján.

Az alkalmazott eljárás célja, hogy a mintán belül olyan részhalmazokat azonosítson, amelyek a vizsgált jellemzők mentén homogén tulajdonságokkal rendelkeznek. Ennek érdekében a módszer a sorok és az oszlopok együttes klaszterezését valósítja meg, a teljes adathalmazt egymáshoz hasonló elemeket tartalmazó részhalmazokra osztva. A biklaszterezés előnye, hogy nem csupán a megfigyelési egységek, hanem a változók közötti látens kapcsolatokat is képes feltárni, ezáltal komplexebb struktúrák azonosítását teszi lehetővé.

A módszer alapjait Hartigan fektette le 1972-ben, majd Cheng és Church alkalmazta először génexpressziós adatok elemzésére 2000-ben (Xie et al., 2018), de felhasználták az információ-visszakeresés és az adatbányászat terén is (Madeira–Oliveira, 2004). Az eredetileg élő fajok genomjának teljes szekvenálására kidolgozott biklaszterezési algoritmusok fejlődése folyamatos (Pontes et al., 2015), számos új megközelítése jelent meg (Jia et al., 2023). Az eljárás napjainkban már az üzleti és a gazdasági kutatásokban is sikerrel alkalmazott módszer (Dolnicar et al., 2012; Wang et al., 2016; Kosztyán et al., 2019; Dolnicar et al., 2012). A biklaszterezést Dolnicar és szerzőtársai (2012) a piaci szegmentációs problémák vizsgálatára alkalmazták, annak érdekében, hogy kezeljék a nagy dimenziószámú adatokból fakadó problémákat. Rámutattak arra, hogy nagy dimenziószámú változó esetén a klasszikus klaszterezés torz, nehezen értelmezhető szegmensekhez vezethet. Wang és szerzőtársai (2016) ezt a megközelítést továbbfejlesztve olyan piaci szegmentációra alkalmazták a biklaszterezést, ahol az ügyfelek és az általuk

érezelt problémák együttes csoportosítása révén jól értelmezhető, homogén piaci szegmensek azonosíthatók.

A széles körű alkalmazhatóság ellenére a biklaszterezési módszerek kiválasztása gyakran kihívást jelent, mivel a megfelelő algoritmus függ az adatok jellemzőitől és a kutatási kérdéstől (Xie et al., 2018). A módszertant a hazai közgazdasági szakirodalomban bemutató Kosztyán és szerzőtársai a bizonyos indikátorcsoportok szerint kimagaslóan jól, illetve rosszul teljesítő országok lehatárolására az iBBiG - eljárást javasolták (Kosztyán et al., 2019).

Az iBBiG-eljárás egy heurisztikus algoritmus, bináris adatok alapján hoz létre átfedő klasztereket. Lényege, hogy a kiindulási mátrix, azaz az egyes országokhoz tartozó indikátorok normalizált értékeit egy előre meghatározott küszöbérték felett egyggyé, az az alattiakat pedig nullává konvertálja (Kosztyán et al., 2019).

Az iBBiG-algoritmus a binarizált értékeket tartalmazó mátrix oszlopainak véletlenszerű kiválasztásával indul, majd ezek alapján kijelöli a sorok egy részhalmozát. Az így létrejött biklasztert nevezzük $M(I_r, K_c)$ -nek, ahol I_r a biklaszterhez tartozó sorok halmaza (esetünkben a biklaszterbe került országok), a K_c pedig a biklaszterhez tartozó oszlopok halmaza (innovációs mutatók).

Ezt követően a biklaszter úgynevezett fittségi pontszámának (S_M) meghatározására kerül sor, amely a biklaszter teljes minőségét (jóságát) értékeli annak mérete és homogenitása alapján. Ha egy biklaszterben a sorok és az oszlopok mintázata nagyon hasonló, az S_M pontszám magas lesz. Az S_M pontszám meghatározása az alábbi négy lépésben történik (Bechny, 2020):

- 1) Soronkénti asszociációs valószínűség meghatározása:

$$\hat{p}_i = \frac{\sum_{k \in K_c} m_{ik}}{c},$$

ahol m_{ik} az M biklaszter cellájának értéke az i -edik sorban és a k -adik oszlopban (ez a binarizálás miatt 0 vagy 1 értéket vehet fel), a c pedig a biklaszter oszlopainak száma

- 2) Soronkénti entrópia (rendezetlenség mértéke), H_i számítása:

$$H_i = -\hat{p}_i \log_2 \hat{p}_i - (1 - \hat{p}_i) \log_2 (1 - \hat{p}_i)$$

- 3) Soronkénti súlyozott fittségi pontszámok számítása:

$$S_i = \begin{cases} W_{iM^*} (1 - H_i)^\alpha & \text{ha } \hat{p}_i > 0,5 \\ 0 & \text{egyébként,} \end{cases}$$

ahol az i -edik sor súlya:

$$W_{iM^*} = \sum_{k \in K_c} w_{ik}$$

Az α paraméter a klaszterméret és a klaszter homogenitása közötti egyensúlyt szabályozza. Értéke 0 és 1 közé eshet. A magasabb α értékek homogénebb, de

kisebb csoportokat eredményeznek, míg az alacsonyabb értékek esetén nagyobb, de kevésbé homogén klaszterek jönnek létre (Kosztján *et al.*, 2019). A szakirodalomban jellemzően a 0,3–0,5 közötti α érték ajánlásával találkozhatunk (Gusenleitner *et al.*, 2012).

- 4) Végül a soronkénti súlyozott fittségi pontszámok összegeként kerül meghatározásra az S_M pontszám (Bechny, 2020).

Ezt követően az iBBiG a Holland (1992) genetika által ihletett optimalizálási problémák megoldására kidolgozott genetikai algoritmust (Alam *et al.*, 2020) alkalmazza heurisztikus keresésre, aminek célja a biklaszter fittségi pontszám szerinti bővítésének optimalizálása (Bechny, 2020). Ez az iteratív folyamat addig folytatódik, amíg a fittségi szint már nem javul érdemben (McCall, 2005). Az iBBiG-algoritmus ezáltal a legjellemzőbb mintázatokat azonosítja a teljes adathalmazban.

2.3. Az iBBiG-algoritmus módszertani relevanciája

A biklaszterezés egyre inkább elterjedt módszer a komplex adathalmazok lokalizált mintázatainak és összefüggéseinek vizsgálatában (Castanho *et al.*, 2024). A biklaszterezés alkalmazása módszertanilag megalapozott választás üzleti és gazdasági adathalmazok vizsgálata esetében is, lehetővé téve, hogy a teljes adathalmazt olyan homogén részhalmazokra bontsuk, amelyek egy adott megfigyelési egységcsoport és a hozzájuk kapcsolódó releváns mutatók együttesével értelmezhetők.

Az iBBiG-algoritmus az egyes csoportokra leginkább jellemző (konzisztens) indikátorok alapján különíti el a vezető innovátorok (A csoport), illetve az innovációban kevésbé jól teljesítő, feltörekvő innovátor tagállamok (B csoport) körét. Az A országcsoporthoz tartozásában a homogenitást azok a mutatószámok biztosítják, amelyek terén az egyes vezető innovátor országok jellemzően kimagaslóan teljesítenek. A B országcsoporthoz pedig azok az indikátorok a meghatározók, amelyek vonatkozásában az országok „alulteljesítenek”.

Az eljárás túlmutat a klasszikus rangsorokon alapuló vizsgálatokon. Jelen esetben az SII innovációs országgrangsor az alapindikátorok átlagpontszámai alapján kerül meghatározásra. Így a magas és az alacsony pontszámú indikátorok „kiolt-hatják” egymást. A biklaszterezés viszont képes felismerni, ha egy országcsoporthoz egy-egy specifikus területen (például a digitalizációban) mutat közös jellemzőket. Ugyanakkor a hagyományos klaszterezési eljárásokat, például a hierarchikus vagy a felosztó módszereket is meghaladja, hiszen alkalmazásával nem csupán az országcsoportokat azonosíthatjuk, hanem a csoportba tartozás okaira (például gyengeségekre vagy erősségekre) is magyarázatot kapunk.

2.4. Az A csoport lehatárolása

A biklaszterezés kiinduló mátrixát a 2025. évi összesített innovációs index (SII) 27 tagállamára (sorok) vonatkozó 32 alapindikátorának (oszlopok) normalizált értékei alkották⁷. Két ország egy-egy változója esetében tapasztaltunk adathiányt, ahol a k-legközelebbi szomszéd (k-NN) módszer (*Cover–Hart, 1967*) alapján hajtottunk végre adatimputálást: az összesen 2 (a 864 cellából) hiányzó értéket az öt szomszédos ország adatának átlagával póoltuk.

A normalizált értékek 0 és 1 között helyezkednek el. Mind a 32 vizsgált indikátor esetében igaz, hogy azok növekvő értéke javuló tendenciára utal, így minél közelebb van az adott mutató értéke 1-hez, annál jobb teljesítményre utal.

Ezt követte az adatok binarizálása, azaz az indikátorok egy küszöbérték alapján két kategóriára bontása: az egyik kategória a küszöb alatti, a másik a küszöb feletti értékeket tartalmazza (*Wang et al., 2023*). A bináris adatokat tartalmazó adatmátrixban két biklasztert (M_1 és M_2) kerestünk. Az M_1 biklaszter tartalmazta a binarizálási küszöböt meghaladó indikátorértékek többségével rendelkező országokat és a rájuk leginkább jellemző változókat, azaz az innovációs mutatók terén legsikeresebb országok körét. A vizsgálatunk fókusza így az M_1 biklaszterre irányult.

A kialakításra kerülő biklaszter összetételére a binarizálási küszöb és az α értékének változása van érdemi hatással, annak ellenére, hogy az alkalmazott iBBiG biklaszterezési algoritmus több paraméterrel is rendelkezik. Az algoritmus R szoftverben található módszertani leírása kiemeli, hogy ezek a számítási időt befolyásolják, és nincsen érdemi hatásuk a klaszterezés eredményére.

Az A országscsoportot leíró biklaszter meghatározása érdekében eltérő binarizálási küszöbértékek (0,5 és 0,9 között, 0,01 lépésközökkel) és különböző α értékek (0,1 és 0,9 között, 0,01 lépésközökkel) kombinációit, összesen 3321 párost (41×81) képeztük. Mivel a biklaszterezés bizonyítottan NP-nehéz (*Madeira–Oliveira, 2004*), az algoritmus egyes futtatásai ugyanazon paraméterek mellett is kissé eltérő eredményt adhatnak. Ezért a képzett küszöbérték és α kombinációkkal tízszer-tízszer, összesen közel 33,2 ezerszer (3321×10) futtattuk le az algoritmust.

Az így keletkezett M_1 biklaszterekben megvizsgáltuk kéttényezős ANOVA-modell segítségével a sor- és az oszlophatások szignifikanciáját: a kiválasztásra került sorok és oszlopok valóban hasonló mintázatot követnek-e? A szakirodalom ráirányítja a figyelmet arra, hogy a biklaszterezés eredményeinek statisztikai érvényességét formalizáló eljárások hiányossága (*Grabski et al., 2023*) mellett a

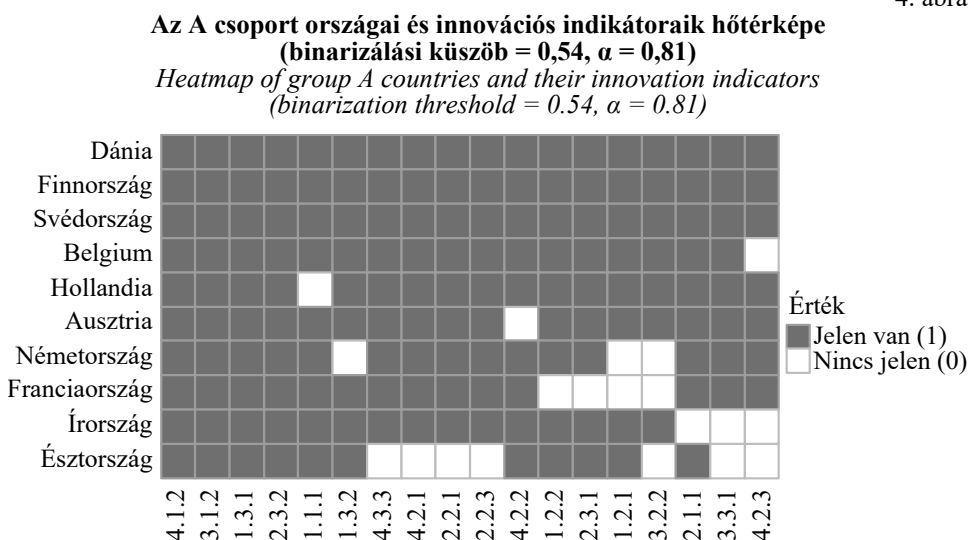
⁷ Az adatbázis forrása: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/9c0d1397-f01c-42cd-9571-400475d67404_en?filename=ec_rtd_eis-2025-neighborhood-database.xlsx Letöltés: 2025. november.

szignifikancia értékelése a biklaszterek megbízható összehasonlításához létfontosságú (Iorio *et al.*, 2020).

A szignifikáns sor- és oszlophatással rendelkező M_1 biklaszterek halmazából a legtipikusabbat (leggyakrabban előforduló indikátor- és oszloppárossal rendelkező típust) választottuk, amelyet a normalizált adatok közel skálaközepénél lévő küszöbértéknél (0,54) találtunk meg. Az M_1 klasztert 10 ország 18 jellemző indikátora alkotta (4. ábra).

A klaszterek jószágának (robosztusságának és megbízhatóságának) értékes mérőszáma a stabilitás (Yu *et al.*, 2019), amelyet az A csoport kijelölését követően bootstrapeljárás alkalmazásával ellenőriztünk mind az országok, mind az indikátorok esetében. Ez alapján a biklaszter stabilnak minősült.

4. ábra



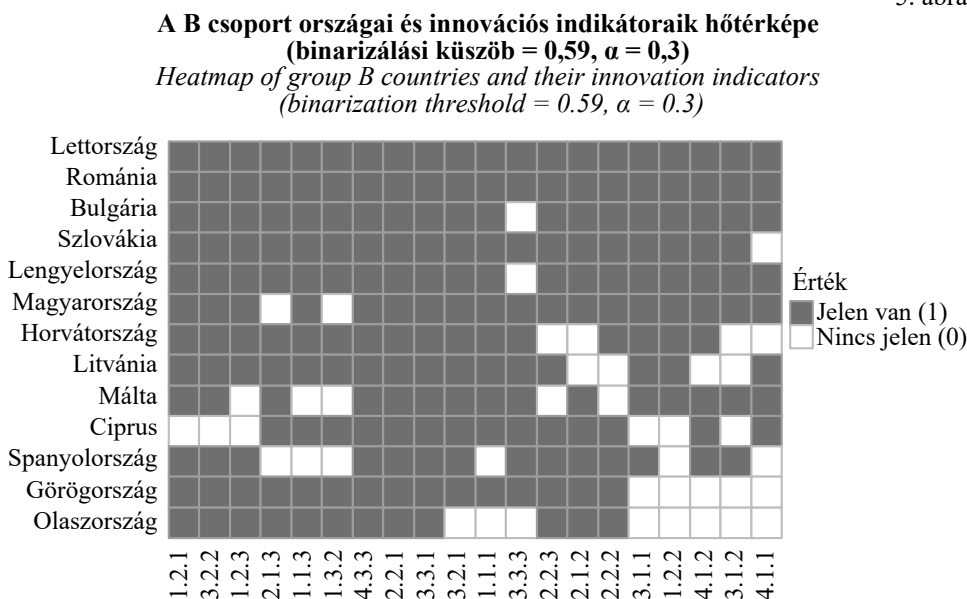
Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

2.5. A B csoport lehatárolása

A B csoport az innováció terén rosszabbul teljesítő tagállamokat és a rájuk jellemző SII-indikátorokat foglalja magában. A vizsgálat kiindulási mátrixa az SII-indikátorok normalizált értékeinek ellentettjeit ($1 - X_{\text{norm}}$) tartalmazta. Ebben az esetben az egyes mutatók értékének növekedése romló teljesítményre utal. Azt a tagállami csoportot kerestük, amelynek az innovációs teljesítménye gyengébb, illetve azokat a változókat, amelyek ebben domináns szerepet játszanak.

Az A csoport lehatárolásakor bemutatott módon képeztük a B csoportot. Az elvégzett tesztjeink a biklasztert stabilnak, sor- és oszlophatásait szignifikánsnak mutatták. A klasztert 13 ország 20 jellemző indikátora alkotta (5. ábra).

5. ábra



Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

2.6. Az innovációs rés számszerűsítése

A sikerindikátorok azok, amelyek az A csoport országait a legeredményesebb innovátorok csoportjába predesztinálják. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a B csoport egyes országai a sikerindikátorok vonatkozásában milyen mértékben közelítik meg az A csoport teljesítményét, azaz mekkora út áll a feltörekvő innovátor országok előtt ahhoz, hogy ők is felzárkózzanak az innovációs topliga középmezőnyéhez.

Az A országcsoportot jellemző 18 sikerindikátor normalizált értékének országokénti számtani átlagát képeztük, azaz országoként meghatároztuk a sikerindikátorokon alapuló SII-részindexet. Ezt követően megállapítottuk az A csoport országai SII-részindexeinek mediánértékét (0,71) mint referenciaértéket.

Következő lépésként a B csoport tagállamaira külön-külön számított SII-rész-indexet osztottuk a referenciaértékkel, és megszoroztuk 100-zal. Ezzel meghatároztuk, hogy a B csoport egyes nemzetei milyen mértékben teljesítik az innovációs élmezőny referenciaértékét. A tagállami elmaradásokat a referenciaértéktől pedig innovációs részként értelmeztük.

3. Eredmények

Az iBBiG biklaszterezési algoritmus felhasználásával lehatárolt két csoport mind az országok, mind az indikátorok vonatkozásában egymástól jól elkülönült. Az A csoportot az EU átlagát meghaladó innovációs teljesítményű tagállamok, a B csoportot a mérsékelt innovációs képességekkel rendelkező nemzetgazdaságok alkotják.

A két országcsoportra jellemző mutatókat, illetve az egyes csoportok indikátoronkénti átlagpontoszámait a 2. összefoglaló táblázatban jelenítettük meg.

2. táblázat

Az egyes országcsoportok összetétele
Characteristics of the individual leagues

Pillér	Dimenzió		A országcsoport: vezető innovátorok	B országcsoport: feltörekvő innovátorok	Átlagpontszám (normalizált érték × 100)	
			Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Hollandia, Írország, Németország, Svédország	Bulgária, Ciprus, Görög- ország, Horvátország, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Magyarország, Málta, Olaszország, Románia, Spanyolország, Szlovákia		
			összetett innovációs index (SII)		A csoport	B csoport
Keretfeltételek	Emberi erőforrások		sikerindikátorok	innovációs deficitindikátorok		
		1.1.1	Új doktori fokozatot szerzők műszaki-termé- szettudományos területen	Új doktori fokozatot szerzők műszaki-termé- szettudományos területen	63,1	30,7
		1.1.2			63,2	46,0
	Vonzó kutatási rendszerek	1.1.3		Élethosszig tartó tanulás- ban részt vevő (25–64 éves) népesség aránya	71,3	34,0
		1.2.1	Nemzetközi tudományos társszerzős publikációk	Nemzetközi tudományos társszerzős publikációk	64,6	29,7
		1.2.2	A legtöbbet idézett 10% közé tartozó publikációk	A legtöbbet idézett 10% közé tartozó publikációk	71,3	38,4
	Digitalizáció	1.2.3		A doktori képzésben részt vevő külföldi doktoran- duszhallgatók aránya	59,4	27,7
		1.3.1	Szélessávúinternet-hozzá- féréssel rendelkező háztar- tások aránya		80,7	71,9
		1.3.2	Alapvetőenél magasabb digitális készségekkel ren- delkezők aránya a 16–74 éves korosztályon belül	Alapvetőenél magasabb di- gitális készségekkel ren- delkezők aránya a 16–74 éves korosztályon belül	69,9	40,3
Beruházások	Finanszírozás és támogatás	2.1.1	K+F-ráfordítás a köz- szférában (a GDP %-ában)		72,8	36,8
		2.1.2		Kockázati tőke-ráfordítások (a GDP %-ában)	60,0	19,8
		2.1.3		Közvetlen állami finanszí- rozás és adótámogatások a vállalati K+F számára (a GDP %-ában)	55,9	20,8
	Vállalati beruházások	2.2.1	K+F-ráfordítás az üzleti szektorban (a GDP %-ában)	K+F-ráfordítás az üzleti szektorban (a GDP %-ában)	77,6	24,3
		2.2.2		Nem K+F típusú innová- ciós ráfordítások az árbe- vétel %-ában	34,5	37,3
		2.2.3	Az egy foglalkoztatottra vetített innovációs kiadá- sok összege az innovatív vállalkozásoknál	Az egy foglalkoztatottra vetített innovációs kiadá- sok összege az innovatív vállalkozásoknál	78,1	35,3
	Befektetések az információs technológi- ákba	2.3.1	Felhalapú számítástech- nika alkalmazása a vállal- kozásoknál		81,6	55,9
		2.3.2	Foglalkoztatott IKT-szak- emberek száma a teljes al- kalmazotti létszámon belül		78,5	50,6

(A táblázat folytatása a következő oldalon)

(folytatás)

Pillér	Dimenzió	A országcsoport: vezető innovátorok		B országcsoport: feltörekvő innovátorok		Átlagpontszám (normalizált érték × 100)	
		Ausztria, Belgium, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Hollandia, Írország, Németország, Svédország		Bulgária, Ciprus, Görög- ország, Horvátország, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Magyarország, Málta, Olaszország, Románia, Spanyolország, Szlovákia			
		összetett innovációs index (SII)					
			sikerindikátorok	innovációs deficitindikátorok	A csoport	B csoport	
Innovációs tevékenység	Innovátorok	3.1.1		Termékinnovációval ren- delkező kkv-k aránya	58,8	35,7	
		3.1.2	Üzleti folyamat- innovációval rendelkező kkv-k aránya	Üzleti folyamat- innovációval rendelkező kkv-k aránya	66,9	40,8	
	Együtt- működések	3.2.1		Más szereplőkkel együttműködő innovatív kkv-k aránya	67,0	28,7	
		3.2.2	Köz- és magánszféra közös publikációinak száma a lakosságra vetítve	Köz- és magánszféra közös publikációinak száma a lakosságra vetítve	61,6	25,4	
		3.2.3			61,7	43,1	
	Szellemi tulajdon	3.3.1	Szabadalmi bejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)	Szabadalmi bejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)	74,2	32,3	
		3.3.2			48,0	51,7	
		3.3.3		Formatervezési mintaol- talmi bejelentések száma a GDP-re vetítve (PPS)	40,3	28,8	
	Hatások	Foglalkozta- tási hatások	4.1.1		Termékinnovációból szár- mazó árbevétel aránya	52,6	42,2
4.1.2			Az innovatív vállalatoknál foglalkoztatottak aránya	Az innovatív vállalatoknál foglalkoztatottak aránya	70,3	36,7	
Kereskedelmi hatások		4.2.1	Közepes és csúcstechnoló- giájú termékek értékének teljes termékexporton be- lül részese		70,7	56,1	
		4.2.2	Tudásintenzív szolgáltatá- sok értékének részese a szolgáltatásexporton be- lül		75,9	42,1	
		4.2.3	Csúcstechnológiai import az EU-n kívüli partnerektől		56,4	46,9	
Környezeti fenntartha- tóság		4.3.1			58,7	47,3	
		4.3.2			69,6	53,6	
		4.3.3	Munkaerő-termelékenység	Munkaerő-termelékenység	59,7	18,0	

Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

3.1. A vezető innovátorok (A országcsoport) és sikerindikátoraik

Az iBBiG-algoritmussal lehatárolt A országcsoport az Európai Unió innovációs átlagteljesítményét túlszárnyaló tagállamokat foglalja magában. Kivételt Luxemburg jelent, amely a 2025. évi SII-rangsor 7. legeredményesebb országa, mégis kiszorult a ligából. Esetében az algoritmus az innováció finanszírozásának, valamint a vállalati innovációs beruházások alacsony szintjét „büntette”. Kontrollként megvizsgáltuk a szellemi tulajdon világszervezetének (WIPO) 2025. évi globális innovációs indexét, amely Luxemburg teljesítményét az A csoport országainál szintén kedvezőtlenebbnek értékelte.

3. táblázat

Az A csoport tagállamai és innovációs rangsorokban elfoglalt helyezéseik, valamint SII-pontszámaik, 2025

Group A member states, their innovation rankings, and SII scores (2025)

Ország	Innovációs rangsor-helyezés		SII innovációs pontszám
	SII az Európai Unión belül	GII-világrangsor	
Svédország	1.	2.	74,0
Dánia	2.	9.	72,4
Hollandia	3.	8.	69,2
Finnország	4.	7.	67,2
Írország	5.	18.	66,0
Belgium	6.	21.	65,7
Ausztria	8.	19.	61,1
Németország	9.	11.	59,6
Franciaország	10.	13.	58,2
Észtország	11.	16.	56,2

Forrás: az Európai Bizottság és a WIPO adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

Az A csoport sikerindikátorai azokat a kritikus kompetenciaterületeket jelölik ki, amelyek a legfejlettebb innovációs ökoszisztémával rendelkező országokat megkülönböztetik a mezőny többi tagjától. Ez nem jelenti azt, hogy az élmezőnyhöz tartozó gazdaságok valamennyi releváns mutatóban egyaránt kiemelkedő eredményt képesek felmutatni.

Az A országcsoportban az innováció egyik legfontosabb előfeltételének (Ivanová–Žárská, 2023) tartott K+F-ráfordítás mind az üzleti szektorban, mind a közszférában stabil lábakon áll. A GDP-jének több mint 3%-át 6 tagállam, Svédország, Belgium, Ausztria, Finnország, Németország és Dánia fordította e célra,

míg 2% alatt csupán Írország (1,4%) teljesített 2024-ben.⁸ A kiemelkedően magas egy főre jutó GDP mutatóval rendelkező Írországban a K+F-finanszírozás amúgy is sajátos: az üzleti szektor mellett a felsőoktatás és a kormányzati szektor súlya eltörpült.

A sikerindikátorokat vizsgálva szeretnénk ráirányítani a figyelmet egy anomáliára. A környezeti fenntarthatóság dimenziójából csupán egyetlen mutató (munkatermelékenység) lett része a sikerindikátoroknak, holott világszerte az európai országok közelítenek leginkább a 2030-ra kitűzött fenntartható fejlődési célok (SDG) eléréséhez. Az európai innovációs szakpolitika intenzív finanszírozás formájában is hangsúlyozza, hogy az innovációnak egyre nagyobb szerep jut a fenntartható fejlődési célok elérésének támogatásában (*Szántó–Virág, 2025*).

3.2. A B országcsoporthoz és az innovációs deficit indikátorai

A B csoportot az EU-n belül gyengébb innovációs teljesítménnyel rendelkező 13 középkelet- és dél-európai nemzet alkotja. A térségből Csehország, Szlovénia, Portugália, valamint az A csoportba felzárkózott Észtország teljesítményét az iBBiG-algoritmus magasabb innovációs potenciállal rendelkezőnek értékelte, így ezek az országok elkülönültek a B csoporttól. Nemzetközi kitekintésben – a 2025. évi globális innovációs index alapján – az országcsoporthoz fele a világ leginnovatívabb negyedébe tartozott, de a legalacsonyabb SII-pontszámmal rendelkező Románia is a 49. helyet foglalta el.⁹

A B országcsoporthoz uniós átlaga alatti innovációs teljesítményének elsődleges meghatározói az azonosított 20 innovációsdeficit-indikátor. Ezek a mutatók a vizsgált országcsoporthoz alulteljesítéséért felelős kulcsváltozók. Noha a klaszterben ezek determinálják a csoport lemaradását, az egyes tagállamok nem minden egyes ilyen indikátor esetében teljesítenek egységesen rosszul.

A B országcsoporthoz lemaradása azoknál a mutatószámoknál látványos, amelyek az A csoport innovációs sikert, míg a B csoport tagjainak innovációs deficitet jelentenek, azaz a vezető innovátorok dominanciája a B csoport innovációs hiányosságaival áll szemben. A biklaszterezési eljárással 11 ilyen mutatószámot azonosítottunk, amelyek a felzárkózás kardinális beavatkozási pontjait jelölik ki.

⁸ Forrás: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R%26D_expenditure
Letöltés: 2025. január.

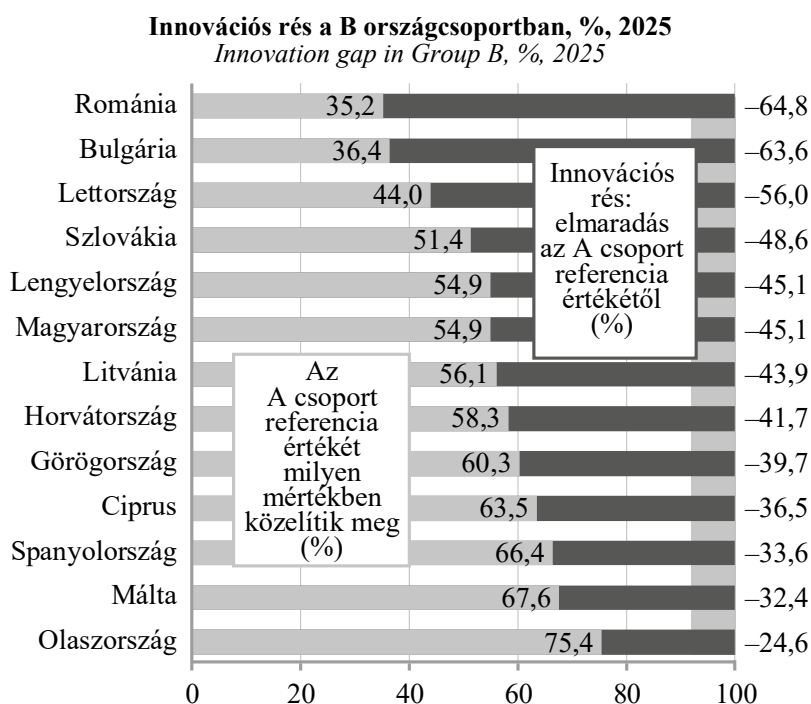
⁹ Forrás: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/assets/80937/2000EN%20Global%20Innovation%20Index%202025%20-%20Full%20-%20v8.pdf> Letöltés: 2026. január.

3.3. Innovációs rés a két országcsoport között: mekkora a lemaradása a B csoport országainak?

Az innovációs rés a célként definiált referenciaérték – az innovációs top ország-csoport mediánpontszáma – és a B csoport egyes országaira számított sikerindikátorokon alapuló SII-részindex közötti differencia, amely megmutatja a feltörekvő innovátor tagállamok felzárkózásához szükséges további teljesítmény mértékét.

Az eredményeket a 6. ábra foglalja össze. Az A csoport mediánértékét leginkább Olaszország közelíti meg, de a többi déli állam elmaradása is kisebb, mint a volt szocialista közép- és kelet-európai tagállamoké. Ez utóbbi régió országainál az innovációs rés mértéke 40% feletti. Románia és Bulgária rendelkezik a legnagyobb hátránnyal, e két tagállam a vezető innovátorországok mediánpontszámának megközelítőleg harmadát teljesítette 2025-ben.

6. ábra



Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

Indikátoronként is meghatároztuk az innovációs rést, majd a feltörekvő innovátorországok körében megvizsgáltuk, mely három sikerindikátor esetében a legnagyobb a lemaradásuk az A országcsoporthoz képest (4. táblázat). Minden második

országnál az üzleti szektor GDP-arányos innovációs ráfordításai és/vagy a munkaerő-termelékenység terén tapasztalható a legnagyobb hiányosság. Az országok harmadánál jelent meg a legfőbb gyengeségek között az innovatív vállalatok innovációs kiadásainak mértéke vagy a köz- és a magánszféra közös publikációs száma.

4. táblázat

A B csoportban országonként a 3 legjelentősebb innovációs réssel rendelkező indikátor (x)

The top 3 indicators with the largest innovation gaps per country in Group B (x)

Indikátor	BG	CY	EL	ES	HR	HU	IT	LT	LV	MT	PL	RO	SK
K+F-ráfordítás az üzleti szektorban (a GDP %-ában)		x		x			x	x	x	x			x
Munkaerő-termelékenység	x		x		x	x		x	x		x		
Az egy foglalkoztatottra vetített innovációs kiadások összege az innovatív vállalkozásoknál		x					x		x			x	
Köz- és magánszféra közös publikációinak száma a lakosságra vetítve				x				x			x		x
Az innovatív vállalatoknál foglalkoztatottak aránya						x						x	x
Nemzetközi tudományos társszerzős publikációk							x				x		
Üzleti folyamatinnovációval rendelkező kkv-k aránya	x											x	
Tudásintenzív szolgáltatások értékének részesedése a szolgáltatásexporton belül				x	x								
Csúcstechnológiai import az EU-n kívüli partnerektől		x				x							
Foglalkoztatott IKT-szakemberek száma a teljes alkalmazotti létszámon belül			x										
Új doktori fokozatot szerzők műszaki és természettudományos területen										x			
A legtöbbet idézett 10% közé tartozó publikációk					x								
Alapvetőnél magasabb digitális készségekkel rendelkezők aránya a 16–74 éves korosztályon belül	x												
K+F-ráfordítás a közszférában (a GDP %-ában)										x			
Közepes és csúcstechnológiájú termékek értékének teljes termék-exporton belüli részesedése			x										

Forrás: az Európai Bizottság adatai alapján saját számítás és szerkesztés.

4. Konklúzió

A kétsebességű európai unió koncepciójának árnyékában a mag- és „perifériarégiók” közötti feszültséget (Eperjesi, 2017) mélyíti az innováció terén tapasztalható törésvonal. Míg a magállamok a világ innovációs élvonalába tartoznak, addig a déli és a posztoszocialista nemzetek többségének innovációs deficitje jelentős.

Az eredmények igazolták, hogy a kiemelkedő innovációs teljesítmény egyik alapvető feltétele a stabil és diverzifikált – üzleti és állami forrásokra egyaránt támaszkodó – kutatás-fejlesztési finanszírozás, amelynek mértéke az európai innovációs top tagállamainak többségében meghaladta a már az Európa 2020 stratégiában¹⁰ is kívánatosnak tartott szintet, a GDP 3%-át. A finanszírozáson túl elengedhetetlen a társadalom és a gazdaság magas szintű digitalizáltsága, az attraktív kutatási rendszerek működtetése, a tudományos szféra és a reálgazdaság közötti tudástranszfer, valamint a szellemi tulajdon következetes védelme. Az innovációk üzleti hasznosulása magas munkaerő-termelékenységgel párosulva a csúcstechnológiájú termékek és tudásintenzív szolgáltatások exporton belüli magas arányában ölt testet.

Az innováció terén kevésbé eredményes dél-, közép- és kelet-európai tagállamok többsége esetében – bár globális összehasonlásban versenyképes pozíciókat foglalnak el – az unió élvonalához való közeledést hiányosságok lassítják. Vizsgálatunk eredménye megerősíti, hogy a lemaradás oka nem csupán a forráshiány (alacsony, a GDP 1,5%-a alatti K+F-ráfordítások), hanem a tudományos kiválóságban tapasztalt deficit, az innovációs együttműködések alacsony intenzitása, valamint a humán tőke elsősorban digitális készségeinek elmaradása. Ezenkívül a térséget a kkv-szektor alacsony innovációs aktivitása, a szellemi tulajdon-védelmi tudatosság hiányossága, valamint az alacsony termelékenység (10–40 euró/munkaóra) is hátráltatja.

Az innovációban elmaradottabb térség felzárkóztatása szempontjából úgy ítéljük meg, hogy az üzleti szektor K+F- és innovációfinanszírozásának növelése, a kutatási rendszerek köz- és az üzleti szféra együttműködésében történő fejlesztése, valamint a munkaerő-termelékenység javítása a legsürgetőbb. Eredményeink nyomtatékosítják, hogy a felsőoktatás még intenzívebb részvétele kívánatos a magas minőségű publikációs tevékenység fokozásában, a társadalom digitális kompetenciáinak fejlesztésében, a felnőttképzésben és a versenyképes kutatói életpályák kialakításában.

¹⁰ Forrás: https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_HU_ACT_part1_v1.pdf Letöltés: 2026. január.

5. A kutatás korlátjai és jövőbeli kutatási irányok

A gondos indikátorválasztás alapvető fontosságú, mivel a kevésbé releváns adatok, esetleg téves mérések félrevezető következtetésekhez vezethetnek (Buzási-Jelen, 2023). Az európai innovációs teljesítmény számszerűsítésére, illetve szakpolitikai döntéshozatal alapját képző összetett innovációs indexszel szemben e téren több kritikát is megfogalmaztak: elsősorban a nem kellően megalapozott elméleti háttér hiányára (Roszko-Wójtowicz-Białek, 2016), valamint a K+F alapú innovációk irányába történő torzítására hívják fel a figyelmet (Havas, 2023). Kritikai észrevételként rögzítjük, hogy bár az Európai Unió stratégiájában a fenntartható fejlődés központi szerepet játszik, ezzel összhangban a közösség által támogatott innovációs ráfordítások egyre nagyobb hányada szolgálja ezt a célt (Szántó-Virág, 2025), az SII-indikátorban a környezeti fenntarthatóság mérését alulrepresentálnak találjuk, még akkor is, ha ezt a célt elsősorban az EU ökoinnovációs indexe¹¹ hivatott számszerűsíteni.

Az iBBiG biklaszterezési eljárás heurisztikus módszert alkalmaz a lokális optimumok elérésére, a végeredmény függ a kezdeti paramétereiktől (Kosztján et al., 2019), továbbá az eredményeinek statisztikai érvényességét formalizáló eljárások szakirodalmi hiányossága (Grabski et al., 2023) nehezíti a „legjobb” biklaszter meghatározását. Kutatásunkban a legtipikusabb klaszterekkel dolgoztunk, de a módszer lehetőséget ad arra, hogy akár kevesebb tagból álló topligákat, vagy éppen ellenkezőleg, egymást átfedő, „népesebb” klasztereket hozzunk létre, s így vizsgáljuk a sikerindikátorokat, illetve azok dinamikáját (klaszterbe bekerülésüket és kiesésüket) a klaszterekben részt vevő országok számának változásával.

Végezetül hasznosnak véljük annak tanulmányozását, hogy az innováció finanszírozása milyen mértékben támogatja a feltörekvő innovátorországok felzárkózását az innovációs topligába.

Irodalom

- Alam, T. – Qamar, S. – Dixit, A. – Benaida, M. (2020): Genetic Algorithm: Reviews, Implementations, and Applications. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 10(6), 57–76.
<https://doi.org/10.3991/ijep.v10i6.14567>
- Andrijauskienė, M. – Dumčiuvienė, D. (2019): Inward Foreign Direct Investment and National Innovative Capacity. *Engineering Economics*, 30(3), 229.
<https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.3.22832>

¹¹ Forrás: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/afe9989d-95ac-11ef-a130-01aa75ed71a1/language-en> Letöltés: 2026. január.

- Badics, Z. (2014): Need for measurement of the innovation at Hungarian SMEs. *Acta Agraria Debreceniensis*, 58(5) <https://doi.org/10.34101/actaagrar/58/1966>
- Bechny, M. (2020): *Biclustering for detection of industrial specific missing data patterns*. Johannes Kepler University Linz. <https://epub.jku.at/download/pdf/4904430.pdf>
- Berkes, J. – Dusek, T. (2023): The socio-economic performance of the Hungarian NUTS3 regions between 2010–2020. *DETUROPE – The Central European Journal of Regional Development and Tourism*, 15(2), 85–108. <https://doi.org/10.32725/det.2023.014>
- Blind, K. (2012): The influence of regulations on innovation: A quantitative assessment for OECD countries. *Research Policy*, 41(2), 391–400. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.08.008>
- Bonanno, G. – Ferrando, A. – Rossi, S. (2022): Do innovation and financial constraints affect the profit efficiency of European enterprises? *Eurasian Economic Review*, 13(1), 57–68. <https://doi.org/10.1007/s40821-022-00226-z>
- Böhmecke-Schwafert, M. – Dörries, C. (2023): Measuring innovation in Mauritius' ICT sector using Unsupervised Machine Learning: a web mining and topic modeling approach. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(3), 1–34. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01587-0>
- Capasso, M. – Rybalka, M. (2022): Innovation Pattern Heterogeneity: Data-Driven Retrieval of Firms' Approaches to Innovation. *Businesses*, 2(1), 54–58. <https://doi.org/10.3390/businesses2010004>
- Castanho, E. – Aidos, H. – Madeira, S. (2022): Biclustering fMRI time series: a comparative study. *BMC Bioinformatics*, 23, 192. <https://doi.org/10.1186/s12859-022-04733-8>
- Castanho, E. – Aidos, H. – Madeira, S. (2024): Biclustering data analysis: a comprehensive survey. *Briefings in Bioinformatics*, 25(4). <https://doi.org/10.1093/bib/bbae342>
- Chomać-Pierzecka, E. (2025): Innovation as an Attribute of the Sustainable Development of Pharmaceutical Companies. *Sustainability*, 17(6), 2417. <https://doi.org/10.3390/su17062417>
- Cover, T. – Hart, P. (1967): Nearest neighbor pattern classification. *IEEE Transactions on Information Theory*, 13(1), 21–27. <https://doi.org/10.1109/tit.1967.1053964>
- Csoma R. (2018): Beruházási támogatások, újraiparosodás és a globális értékláncok. *Közgazdasági Szemle*, 65(3), 303–324. <https://doi.org/10.18414/ksz.2018.3.303>
- De Rojas, F. – Pita, P. – Martínez, J. (2024): Assessing the European association between digitalization and innovation. *Telecommunications Policy*, 48(7), 102810. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102810>
- Demeter K. – Granát M. – Lőrincz L. – Losonci D. (2023): Digitalizáció és üzleti teljesítmény – hazai feldolgozóipari tapasztalatok. *Közgazdasági Szemle*, 70(1), 82–102. <https://doi.org/10.18414/ksz.2023.1.82>
- Dolnicar, S. – Kaiser, S. – Lazarevski, K. – Leisch, F. (2012): Biclustering: Overcoming data dimensionality problems in market segmentation. *Journal of Travel Research*, 51(1), 41–49. <https://doi.org/10.1177/0047287510394192>
- Dosi, G. – Llerena, P. – Labini, M. (2006): The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'. *Research Policy*, 35(10), 1450–1464. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.012>
- Dworak, E. (2023): Assessment of Innovativeness of the EU Candidate Countries Based on the European Innovation Scoreboard. *Ekonomia Międzynarodowa*, 41, 22. <https://doi.org/10.18778/2082-4440.41.02>
- Dworak, E. – Grzelak, M. (2023): The Innovation Gap of National Innovation Systems in the European Union. *Comparative Economic Research Central and Eastern Europe*, 26(1), 7–20. <https://doi.org/10.18778/1508-2008.26.01>
- Eperjesi, Z. (2017): System of relations between competitiveness and social cohesion in the European Union (2007–2020). *Acta Agraria Debreceniensis*, 72., 39–45. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/72/1584>

- European Commission [EC] (2024): *European Innovation Scoreboard 2024*.
<https://doi.org/10.2777/779689>
- European Commission [EC] (2025): *European Innovation Scoreboard 2025: Methodology report*.
https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/6340fb44-1dad-4a11-b5d7-a298ad5922a5_en?filename=ec_rtd_eis-2025-methodology-report.pdf
- Farkas B. – Lengyel I. (2001): Regionális versenyképesség és kohézió az Európai Unióban. *Tér És Társadalom*, 15(3–4), 231–252. <https://doi.org/10.17649/tet.15.3-4.829>
- Grabski, I. – Street, K. – Irizarry, R. (2023): Significance analysis for clustering with single-cell RNA-sequencing data. *Nature Methods*, 20, 1196–1202. <https://doi.org/10.1038/s41592-023-01933-9>
- Gusenleitner, D. – Howe, E. – Bentink, S. – Quackenbush, J. – Culhane, A. (2012): iBBiG: iterative binary bi-clustering of gene sets. *Bioinformatics*, 28(19), 2484–2492.
<https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts438>
- Gyórfi, B. – Weltz, B. – Szabó, I. (2023): Supporting grant reviewers through the scientometric ranking of applicants. *PLoS ONE*, 18(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280480>
- Halásková, M. – Bednář, P. (2023): Effect of public and private sector R&D indicators on innovation performance and competitiveness: Case of the western European NUTS 2 regions. *Journal of Competitiveness*, 15(3), 104–121. <https://doi.org/10.7441/joc.2023.03.06>
- Halpern, L. – Muraközy, B. (2011): Innovation, productivity and exports: the case of Hungary. *Economics of Innovation and New Technology*, 21(2), 151–173.
<https://doi.org/10.1080/10438599.2011.561995>
- Hartvig Á. – Madari Z. – Csesznák A. – Pap Á. – Wimmer Á. (2023): A digitalizáció hatása a vállalati hozzáadott értékre Magyarországon. *Közgazdasági Szemle*, 70(6), 672–689.
<https://doi.org/10.18414/ks.2023.6.672>
- Havas, A. (2016): Recent Economic Theorising on Innovation: Lessons for Analysing Social Innovation. *SSRN Electronic Journal*, 60. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2938513>
- Havas, A. (2023): Comparative Analysis of the Evolution of the CE4 Countries' National Innovation Systems and Their Innovation Performance in 2000–2020. *SSRN Electronic Journal*, 49.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.4684098>
- Hollanders, H. (2023): A critical assessment of the European Innovation Scoreboard. In *Edward Elgar Publishing eBooks*, 391–412. <https://doi.org/10.4337/9781800883024.00032>
- Hollanders, H. – Cruysen, A. (2008): *Rethinking the European Innovation Scoreboard: A New Methodology for 2008–2010*. Methodology report EIS 2008–2010.
https://en.eurostat.eus/elementos/ele0006100/methodology-report-eis-2008-2010-pdf-03-mb/inf0006199_i.pdf
- Ionescu, R. – Antohi, V. – Zlati, M. – Georgescu, L. – Iticescu, C. (2022): To a Green Economy across the European Union. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12427. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912427>
- Iorio, J. – Chiaromonte, F. – Cremona, M. (2020): On the bias of H-scores for comparing biclusters, and how to correct it. *Bioinformatics*, 36(9), 2955–2957.
<https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btaa060>
- Ivanová, E. – Žárská, V. (2023): R&D expenditure as a determinant of the aggregate innovation index in the V4 countries. *Innovative Marketing*, 19(2), 87–100.
[https://doi.org/10.21511/im.19\(2\).2023.08](https://doi.org/10.21511/im.19(2).2023.08)
- Janger, J. – Schubert, T. – Andries, P. – Rammer, C. – Hoskens, M. (2016): The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? *Research Policy*, 46(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.10.001>
- Ješić, J. – Okanović, A. – Panić, A. (2021): Net zero 2050 as an EU priority: modeling a system for efficient investments in eco innovation for climate change mitigation. *Energy Sustainability and Society*, 11, 50. <https://doi.org/10.1186/s13705-021-00326-0>

- Jia, X. – Yin, Z. – Peng, Y. (2023): Gene differential co-expression analysis of male infertility patients based on statistical and machine learning methods. *Frontiers in Microbiology*, 14.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1092143>
- Kaiser, S. (2011): Biclustering: Methods, software and application [Doktori disszertáció, Ludwig-Maximilians-Universität München].
https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13073/1/Kaiser_Sebastian.pdf
- Karsai J. (2022): A kelet-közép-európai startupok romló kilátásai a nemzetközi kockázatiökepiacra. *Közgazdasági Szemle*, 69(9), 1009–1030. <https://doi.org/10.18414/kszh.2022.9.1009>
- Katona K. (2021): A vállalati innováció fejlesztésének és elterjedésének hatása a magyar vállalatok teljesítményére. *Közgazdasági Szemle*, 68(6), 36–51. <https://doi.org/10.18414/kszh.2021.k.36>
- Kocsiszy G. – Somosi M. – Balaton K. (2017): A társadalmi innováció vizsgálatának tapasztalatai és fejlesztési lehetőségei. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 48, 6–7.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2017.06.02>
- Koišová, E. – Grmanová, E. – Habánik, J. (2018): Regional disparities in financing innovations in small and medium-sized enterprises. *Journal of International Studies*, 11(3), 124–136.
<https://doi.org/10.14254/2071-8330.2018/11-3/11>
- Kosztján T. – Banász Z. – Csányi V. – Telcs A. (2019): Felsőoktatási ligák, parciális rangsorok képzése biklaszterezési eljárásokkal. *Közgazdasági Szemle*, 66(9), 905–931.
<https://doi.org/10.18414/KSZ.2019.9.905>
- Kubielas, S. (2016): Technology gap and economic crisis in new and old Europe. *Studia Ekonomiczne*, 88(1), 7–46.
https://www.inepan.pl/wp-content/uploads/2016/08/SE_2016_1_01_Kubielas.pdf
- Kumor, P. – Sulerz, A. – Czajkowska, A. (2025): Comparative analysis of the innovation structure of European Union countries in 2017–2024. *Scientific Papers of Silesian University of Technology Organization and Management Series*, 223. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2025.223.14>
- Lukovics M. – Udvari B. – Nádas N. (2017): A felelősségteljes innováció és a jövő kutatógenerációja. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 48, 89–100.
<https://doi.org/10.14267/veztud.2017.09.09>
- Madeira, S. – Oliveira, A. (2004): Biclustering algorithms for biological data analysis: a survey. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics*, 1(1), 24–45.
<https://doi.org/10.1109/tcbb.2004.2>
- Mairesse, J. – Mohnen, P. (2010): Using innovation surveys for econometric analysis. *NBER Working Paper No. 15857*. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15857/w15857.pdf
- Makó, C. – Illéssy, M. – Heidrich, B. (2019): When will alpha and omega collide? In search of the theoretical relevance of EU innovation policies. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 50 (11), 66–73. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.11.05>
- Manjón, J. (2010): A Proposal of Indicators and Policy Framework for Innovation Benchmark in Europe. *Journal of Technology Management & Innovation*, 5(2).
<https://doi.org/10.4067/s0718-27242010000200002>
- McCall, J. (2005): Genetic algorithms for modelling and optimisation. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 184(1), 205–222. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2004.07.034>
- Meissner, D. (2015): Measuring Innovation – A Discussion of Innovation Indicators at the National Level. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2649384>
- Mokyr, J. (2007): Knowledge, Enlightenment, and the Industrial Revolution: reflections on the gifts of Athena. *History of Science*, 45(2), 185–196. <https://doi.org/10.1177/007327530704500205>
- Novak, I. (2020): Comparative analysis of innovation performance of European Union countries. *Notitia*, 6(1). <https://doi.org/10.32676/n.6.1.1>

- Nyíry A. – Bándi G. – Borsi B. – Papanek G. (2010): K+F és innováció az Európai Unióban és Magyarországon. *Vezetéstudomány – Budapest Management Review*, 41 (4), 69–70. <https://doi.org/10.14267/veztud.2010.04.07>
- Oslo Manual (2018): OECD, European Union, 2018.
- Pelka, M. (2018): Analysis of innovations in the European Union via ensemble symbolic density clustering. *Econometrics*, 22(3), 84–98. <https://doi.org/10.15611/eada.2018.3.06>
- Pepe, C. – Fonseca, M. – Marques, C. (2024): International collaboration towards innovation management: a network perspective and the Global Innovation Index. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00384-6>
- Petralia, S. – Balland, P. – Morrison, A. (2017): Climbing the ladder of technological development. *Research Policy*, 46(5), 956–969. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.03.012>
- Poliarush, O. – Shestakov, D. (2019): THE DEGREE OF INNOVATION: THROUGH INCREMENTAL TO RADICAL. *Investitsiyni Praktyka Ta Dosvid*. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2019.11.66>
- Polyakov, M. – Khanin, I. – Shevchenko, O. – Bilozubenko, V. – Korneyev, M. (2023): Determining the key factors of the innovation gap between EU countries. *Problems and Perspectives in Management*, 21(3), 316–329. [https://doi.org/10.21511/ppm.21\(3\).2023.25](https://doi.org/10.21511/ppm.21(3).2023.25)
- Pontes, B. – Giráldez, R. – Aguilar-Ruiz, J. (2015): Biclustering on expression data: A review. *Journal of Biomedical Informatics*, 57, 163–180. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.028>
- Radošević, S. (2017): Upgrading technology in Central and Eastern. *IZA World of Labor*. <https://doi.org/10.15185/izawol.338>
- Rammer, C. – Es-Sadki, N. (2023): Using big data for generating firm-level innovation indicators – a literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 197, 122874. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122874>
- Rejeb, H. (2008): Front-End Phases of Innovation: proposition of need analysis method and acceptability assessment of product. *HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe)*. <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01748705>
- Rosário, C. – Varum, C. – Botelho, A. (2024): Comparison of the Profile of Portuguese Companies That Receive Public Support for Innovation: National Support vs. European Support. *Sustainability*, 16(7), 2643. <https://doi.org/10.3390/su16072643>
- Roszkó-Wójtowicz, E. – Białek, J. (2016): A multivariate approach in measuring innovation performance. *Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci*, 34(2), 443–479. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2016.2.443>
- Schumpeter A. (1980): *A gazdasági fejlődés elmélete*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
- Shkolnykova, M. – Wedemeier, J. (2025): Differences in Economic Development in Central and Eastern Europe Over the Last 20 Years. *Intereconomics*, 60(2), 114–118. <https://doi.org/10.2478/ie-2025-0022>
- Simionescu, M. – Pelinescu, E. – Khouri, S. – Bilan, S. (2021): The Main Drivers of Competitiveness in the EU-28 Countries. *Journal of Competitiveness*, 13(1), 129–145. <https://doi.org/10.7441/joc.2021.01.08>
- Stundziene, A. – Pilinkiene, V. – Vilkas, M. – Grybauskas, A. – Lukauskas, M. (2024): The challenge of measuring innovation types: A systematic literature review. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100620. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100620>
- Šugar, V. – Belullo, A. – Džanic, E. (2019): Are individual innovators invisible? *International Journal of Business and Management*, 104–124. <https://doi.org/10.20472/bm.2019.7.1.008>
- Szabó K. (2009): Innováció Magyarországon: felülnézetben és földközélsben. *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 40(4), 2–15. <https://doi.org/10.14267/veztud.2009.04.01>

- Szántó B. – Virág I. (2025): A fenntartható fejlődés és az innováció kapcsolatának területi különbségei az Európai Unióban. *Területi Statisztika*, 65(6), 794–824.
<https://doi.org/10.15196/ts650603>
- Szerb L. – Varga A. – Sebestyén T. – Szabó N. (2019): A vállalkozás szerepe a gazdasági növekedésben Magyarországon. *Közgazdasági Szemle*, 66(6), 607–634.
<https://doi.org/10.18414/ksz.2019.6.607>
- Szunyogh Z. (2010): Az innováció mérésének módszertani kérdései. *Statisztikai Szemle*, 88(5), 492–507. https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2010/2010_05/2010_05_492.pdf
- Tyxhari, G. – Gorishti, A. – Marku, M. (2023): Technology progress unveiled: performance indicators in developed vs. developing western balkan countries. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 58(4). <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.58.4.4>
- Veugelers, R. (2016): *The European Union's growing innovation divide*. Bruegel Policy Contribution.
https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp-content/uploads/2016/04/pc_2016_08.pdf
- Wang, B. – Miao, Y. – Zhao, H. – Jin, J. – Chen, Y. (2016): A biclustering-based method for market segmentation using customer pain points. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 47, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2015.06.005>
- Wang, P. – Lee, Y.-H. – Tseng, H. – Yang, C. (2023): Research and Evaluation on an Optical Automatic Detection System for the Defects of the Manufactured Paper Cups. *Sensors*, 23(3), 1452. <https://doi.org/10.3390/s23031452>
- WIPO (2025): Global Innovation Index 2025 – Innovation at a Crossroads.
<https://doi.org/10.34667/tind.58864>
- Wirkierman, A. – Ciarli, T. – Savona, M. (2023): A taxonomy of European innovation clubs. *Economia Politica*, 40(1), 1–34. <https://doi.org/10.1007/s40888-022-00289-1>
- Wu, Z. – Huang, Z. – Yan, H. (2024): Scalable Co-Clustering for Large-Scale Data Through Dynamic Partitioning and Hierarchical Merging. *2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 4686–4691. <https://doi.org/10.1109/smc54092.2024.10832071>
- Xie, J. – Ma, A. – Fennell, A. – Ma, Q. – Zhao, J. (2018): It is time to apply biclustering: a comprehensive review of biclustering applications in biological and biomedical data. *[Review of It is time to apply biclustering: a comprehensive review of biclustering applications in biological and biomedical data]*. *Briefings in Bioinformatics*, 20(4), 1450–1465.
<https://doi.org/10.1093/bib/bby014>
- Yu, H. – Chapman, B. – Florio, A. – Eischen, E. – Gotz, D. – Jacob, M. – Blair, R. (2019): Bootstrapping estimates of stability for clusters, observations and model selection. *Computational Statistics*, 34(1), 349–372. <https://doi.org/10.1007/s00180-018-0830-y>

Adatbázisok

- European Commission – European Innovation Scoreboard (EIS):
https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/9c0d1397-f01c-42cd-9571-400475d67404_en?filename=ec_rtd_eis-2025-neighborhood-database.xlsx
(letöltve: 2025. november)
- World Intellectual Property Organization (WIPO) – Global Innovation Index (GII):
<https://www.wipo.int/gii-ranking/en/rank> (letöltve: 2025. december)