



JÖVŐKÉPESSÉG OBSZERVATÓRIUM
MOME ALAPÍTVÁNY 2024

Az Európai Innovációs Eredménytábla mutatóinak elemzése az önszerveződő térképek módszerével

Műhelytanulmány



AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ PROJEKT

Az Európai Innovációs Eredménytábla mutatóinak elemzése
az önszerveződő térképek módszerével – Műhelytanulmány

Szerző

Nádai László

Kiadó

Future Potentials Observatory

Jövőkéesség Obszervatórium Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság

1121 Budapest, Zugligeti út 9-25

Budapest, 2024

ISBN 9999999999999

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Alapítvány

Jövőkéesség Obszervatóriuma támogatta.

Tartalom

Vezetői összefoglaló	4
Az EIS nagyon rövid áttekintése	5
Módszertani észrevételek	8
Filozófiai kérdőjelek	12
A Kohonen-féle önszerveződő térképek	16
Az összefüggő indikátorcsoportok meghatározása	19
Magyarország innovációs erősségeinek térképe	23
Beavatkozási területek és szakpolitikai eszközök	26
Esettanulmányok, jó gyakorlatok	32
Kitekintés	36
Ajánlott irodalom	38

Vezetői összefoglaló

A tanulmány az Európai Innovációs Eredménytábla 2024. évi kiadásában szereplő adatok újszerű elemzésére tesz kísérletet, a Kohonen-féle önszerveződő térképek módszerének alkalmazásával.

Az eljárás lényege – és egyben magyarázó ereje – abban rejlik, hogy a rangsorkészítésben általánosan bevett gyakorlat helyett (vagyis, hogy egy kompozit mutató értéke alapján nagyság szerinti „tornasorba” rendezzük a teljesítményértékelés alanyait, ez esetben az EU országait); inkább a mutatók segítségével jellemzett tulajdonságok közötti statisztikai kapcsolatokat, hasonlóságokat és különbségeket próbáljuk meg feltérképezni és számszerűsíteni.

A tulajdonságok sokdimenziós (32) terét leképezzük a kétdimenziós síkra, tehát egydimenziós rendezés (rangsor) helyett kétdimenziós rendezést készítünk, oly módon, hogy a mutatók síkbeli távolsága a kapcsolatuk (korrelációjuk) mértékével fordítottan arányos legyen. A kialakuló kép nagyon hasonlít a topográfiai térképekről ismert ábrázoláshoz, ahol az egymáshoz földrajzi közelségben lévő helyek geográfiai jellemzői általában hasonlóak, és a kvázi-homogén területek határát az ún. vízválasztó, vagy éghajlatválasztó hegységek jelölik ki. Ezzel analóg módon, az innovációs „kompetenciatérképen” úgy helyezzük el a 32 mutatót, hogy az egymáshoz közel kerülő tulajdonságok minél közelebbi rokonságot mutassanak (statisztikai értelemben), és kialakuljon az együtt mozgó jellemzők innovációs mintázata.

Az összefüggő indikátorcsoportok (klaszterek) meghatározása után, a térkép segítségével bemutatjuk Magyarország és közvetlen versenytársai erősségeit és gyengeségeit. Ehhez a mérőszámok által kijelölt teret „hőtérkép” módjára színezzük be, vagyis, ha az adott ország egy innovációs jellemző tekintetében erős, akkor ott a térkép vörös, ha viszont gyenge, akkor kék színárnyalatot kap.

A versenytársakkal és a legjobban teljesítő országokkal való geometriai összehasonlítás támpontot ad a beavatkozási területek azonosításához; amelynek alapján – a beavatkozási területeken meghatározott indikátorok tekintetében – kísérletet teszünk konkrét szakpolitikai javaslatok megfogalmazására az ország innovációs potenciáljának javítása érdekében. A szakpolitikai eszközök működését nemzetközi jó gyakorlatok bemutatásával illusztráljuk, versenytársaink, az innovációs éllovasok, és hirtelen bekövetkező nagy ugrások esetében.

Az EIS nagyon rövid áttekintése

Ebben a fejezetben az Európai Innovációs Eredménytábla 2024-es kiadásának szövege alapján röviden összefoglaljuk a vizsgálat szempontjából legfontosabb alapinformációkat.

Az innováció a haladás hajtóereje, ami olyan új termékekben, szolgáltatásokban vagy folyamatokban testesül meg, amelyek átforgalmazzák a gazdaságokat és a társadalmakat. A kutatás-fejlesztés (K+F) és az egyéb típusú innovatív tevékenységek (mérnöki munka, formatervezés és egyéb kreatív szakmák, marketing, szellemi tulajdon kezelése, oktatás és képzés, szoftverfejlesztés és adatfeldolgozás, innovációmenedzsment stb.) javítják az életszínvonalat, fellendítik a hosszú távú versenyképességet, és támogatják a fenntartható gazdasági fejlődést.

Az innovációra minden korábbinál nagyobb szükség van, hiszen az Európai Unió és tagállamai, a szomszédos európai országok és a globális versenytársak mind-mind közös társadalmi és gazdasági kihívásokkal küzdenek, ideértve az éghajlatváltozás víz- és élelmezési rendszerekre gyakorolt hatását, a biológiai sokféleség csökkenését, a COVID-19 világvilágjárványból való egyenlőtlen felépülés következményeit, a szén-dioxid-mentes gazdaságra való átállás műszaki és üzleti nehézségeit, az ipar ellenállóképességének növelését, a kritikus nyersanyagokhoz való hozzáférést, valamint a védelem és a biztonság miatti, háborúk által felerősített aggodalmat. E kihívásokat csak tovább nehezíti a mesterséges intelligencia és más újonnan megjelenő technológiák terén fokozódó globális verseny, ami alapjaiban felforgatja a társadalmi-gazdasági környezetet, és megkérdőjelezi az EU globális vezető szerepét.

Ebben a kontextusban az Európai Innovációs Eredménytábla (EIS) összehasonlító értékelést nyújt az Európai Unió és a tagállamok, valamint a szomszédos országok és kiválasztott globális versenytársak innovációs teljesítményéről. Az EIS segít abban, hogy értékeljük: a különböző országok innovációs rendszere mennyire kedvez az innovációnak. Az EIS nem csak pillanatképet nyújt, hanem nyomon követi a változásokat és azok ütemét, a teljesítmény időbeli alakulását, és betekintést nyújt az innovációt ösztönző vagy akadályozó tényezőkbe.

A politikai döntéshozók uniós, nemzeti vagy regionális szinten egyaránt használhatják az EIS-t olyan kérdések megválaszolására, mint például: Mi mozgatja az innovációt? Milyen tényezők akadályozzák azt? Hol van szükség intézkedésekre a teljesítmény fokozásához? Milyen ajánlásokat lehet levonni a jövőbeli kutatási és innovációs politikákra vonatkozóan? És bár az EIS nem magyarázza meg közvetlenül a tendenciák mögött meghúzódó okokat, segít a politikai döntéshozóknak azonosítani az erősségeket és gyengeségeket, és így iránymutatást nyújt a stratégiai beavatkozásokhoz és a szakpolitikák kialakításához. Összességében az EIS a megalapozott döntések meghozatalához szükséges tényeket és adatokat szolgáltatja.

Az innováció mérése igen bonyolult (nehéz), és messze túlmutat a piacra bevezetett vagy az állampolgárok által használatba vett új termékek és szolgáltatások megszámlálásán. Az EIS az innovációt befolyásoló tényezők igen széles körét veszi figyelembe. A korábbi évekkel összhangban a 2024-es eredménytábla módszertani kerete is összesen 32, négy fő kategóriára és 12 dimenzióra osztott mutatóra épül (lásd az 1. táblázatot).

Keretfeltételek. Az innováció a tudásalapú tevékenységekből ered, ahol az információ és a szakértelem együttesen mozgatja a fejlődést. A sürgető kihívások kezelésére alkalmas innovatív megoldások kifejlesztéséhez elengedhetetlen a szilárd tudományos alap, következésképpen az EIS értékeli a felsőfokú végzettségűek arányát a társadalomban, a tudományos, technológiai,

mérnöki és matematikai (STEM) területeken szerzett doktori címeket, a nemzetközi együttműködések, a kutatási eredmények disszeminációjának tendenciáját, valamint a digitalizáció mértékét, felismerve, hogy a fejlett digitális készségek kulcsfontosságúak az információhoz való hozzáférés és az innováció elősegítése szempontjából.

Beruházások. A pénzügyi források létfontosságú szerepet játszanak az új megoldások kifejlesztésében, és a piac vagy a vállalatok általi elfogadásuk elősegítésében. Az EIS ezért értékeli a különböző forrásokból, például az állami szektorból, kockázati tőkebefektetőkből és vállalkozásokból származó, K+F-re és innovációra irányuló befektetéseket. Ezen túlmenően az EIS értékeli a munkavállalók információs és kommunikációs technológiák (IKT) terén való jártasságát, felismerve az Európában és világszerte egyre inkább megkerülhetetlen digitális színteret.

Innovációs tevékenységek. Az országok innovációs tevékenységének értékelésénél az EIS a kis- és középvállalkozásokra (kkv-k) helyezi a hangsúlyt, mérve az új termékek vagy üzleti folyamatok bevezetését, valamint azt, hogy milyen mértékben működnek együtt vagy publikálnak közösen a különböző ágazati szereplők. Mivel egy találmányt sikeresen kereskedelmi forgalomba kell hozni (vagy más módon hasznosítani) ahhoz, hogy innovációnak minősüljön, ezért az EIS azt is vizsgálja, hogy a vállalatok milyen gyakran alakítják át a találmányokat forgalmazott termékeké vagy kapcsolódó eszközökké. Egy ország szellemi gazdagságának felmérése érdekében az EIS számszerűsíti az ország tulajdonában lévő szabadalmak, védjegyek vagy formatervezési minták számát is.

Hatások. Végül az EIS értékeli az innovációs tevékenységeknek a foglalkoztatásra, az értékesítésre, az exportra és a környezeti fenntarthatóságra gyakorolt hatását. Az EIS elemzi a közepes és csúcstechnológiai termékek exportjának értékét és mennyiségét, valamint a tudásintenzív szolgáltatások exportját, és értékeli az új termékinnovációk sikerét az értékesítési bevételek generálásában. Az EIS túlmutat a gazdasági mérőszámokon, és a környezeti hatásokat is értékeli, kiemelve az innováció, a gazdasági fejlődés és a környezeti fenntarthatóság közötti bonyolult kapcsolatot.

Az EIS az európai (Eurostat) és nemzetközi statisztikai szolgáltatóktól származó széles körű adatokra támaszkodik. Az olyan országok esetében (különösen a Nyugat-Balkánon), amelyek nem továbbítanak adatokat az Eurostatnak, a nemzeti statisztikai hivatalok szolgáltatnak adatokat. És bár az adatokat eredendően mikro (vállalati) szinten gyűjtik, az összesített eredmények nemzeti és nemzetközi szinten nyújtanak áttekintést.

Az egyes országok innovációs teljesítményét tükröző átfogó pontszám kiszámításához a 32 mutatót átlagolják, és így kapják meg az Összesített Innovációs Indexet (SII). Az SII lehetővé teszi, hogy az országokat összehasonlítsuk egymással és az EU-val, egy adott időpontban. Az SII kiszámítása során a négy fő dimenziócsoporthoz mindegyike egyenlő súlyt kap. Ezenkívül minden egyes dimenzió belül minden egyes mutatót egyenlő súllyal vesznek figyelembe. Ez biztosítja, hogy minden csoport, és az egyes csoportokon belül minden dimenzió egyenlő mértékben járuljon hozzá az átfogó indexhez. Végül, az SII pontszámokat a 2017-es referenciaév uniós átlaghoz normalizálják. Ez azt jelenti, hogy minden SII-pontszám a 2017. évi uniós átlaghoz viszonyított százalékos értéket képvisel (pl. 110,0 pont 2024-ben azt jelenti, hogy az ország teljesítménye 10%-kal a 2017-es uniós átlag felett van).

1. táblázat. A mérési keretrendszer és a mutatók definíciója

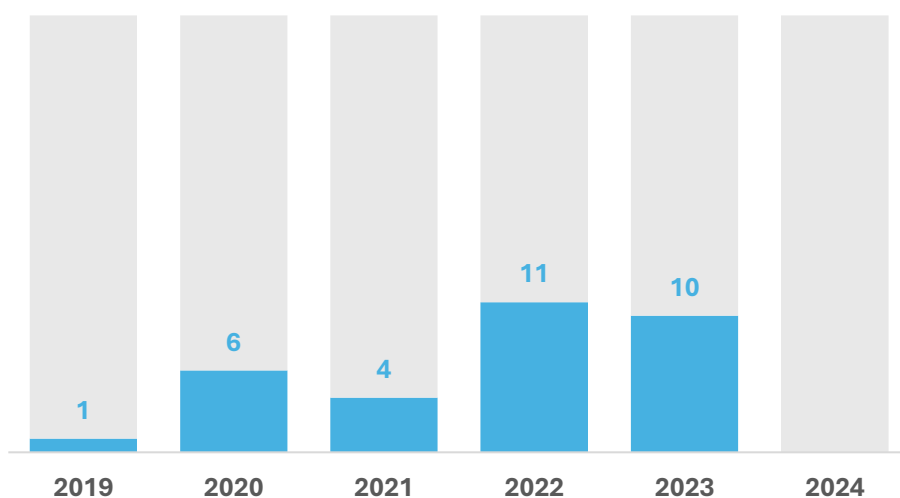
<p>Keretfeltételek</p> <p>Emberi erőforrások</p> <p>1.1.1. A természettudományok, technológia, mérnöki tudományok és matematika (STEM) területén szerzett új doktori fokozatok 1000 fő 25-34 éves népességre vetítve</p> <p>1.1.2. A felsőfokú végzettséggel rendelkező 25-34 éves népesség százalékos aránya</p> <p>1.1.3. Az egész életen át tartó tanulásban részt vevő 25-64 éves népesség százalékos aránya</p> <p>Vonzó kutatási rendszerek</p> <p>1.2.1. Nemzetközi társszerzővel írt tudományos publikációk egymillió lakosra vetítve</p> <p>1.2.2. A világszerte a legtöbbet idézett publikációk top-10%-ába tartozó tudományos publikációk az ország összes tudományos publikációjának százalékában kifejezve</p> <p>1.2.3. Külföldi doktoranduszok aránya az összes doktorandusz százalékában</p> <p>Digitalizáció</p> <p>1.3.1. Szélessávú internet elterjedtsége a vállalkozásoknál</p> <p>1.3.2. Az alapszintűnél magasabb általános digitális készségekkel rendelkező egyének (%-ban)</p>	<p>Beruházások</p> <p>Pénzügyek és támogatás</p> <p>2.1.1. A közszféra K+F-kiadásai (a GDP százalékában)</p> <p>2.1.2. Kockázati tőkekiadások (a GDP százalékában)</p> <p>2.1.3. Közvetlen kormányzati finanszírozás és kormányzati adótámogatás a vállalkozások K+F-jéhez (a GDP százalékában)</p> <p>Céges befektetések</p> <p>2.2.1. K+F-kiadások az üzleti szektorban (a GDP százalékában)</p> <p>2.2.2. Nem K+F innovációs kiadások (a forgalom százalékában)</p> <p>2.2.3. Innovációs kiadások egy innovatív vállalkozásban foglalkoztatott személyre vetítve</p> <p>Információs technológiák használata</p> <p>2.3.1. A személyzetük IKT-ismereteinek fejlesztését vagy korszerűsítését célzó képzést nyújtó vállalkozások</p> <p>2.3.2. IKT-szakemberek (az összes foglalkoztatott százalékában)</p>
<p>Innovációs tevékenységek</p> <p>Innovátorok</p> <p>3.1.1. Termékinnovációkat bevezető kkv-k (a kkv-k százalékában)</p> <p>3.1.2. Üzleti folyamatinnovációkat bevezető kkv-k (a kkv-k százalékában)</p> <p>Kapcsolódási pontok</p> <p>3.2.1. Másokkal együttműködő innovatív kkv-k (a kkv-k százalékában)</p> <p>3.2.2. Köz- és magánszféra közös publikációi egymillió lakosra vetítve</p> <p>3.2.3. A tudományos és technológiai humán erőforrás munkahelyek közötti mobilitása</p> <p>Szellemi javak</p> <p>3.3.1. PCT-szabadalmi bejelentések egymilliárd GDP-re vetítve (PPS-ben)</p> <p>3.3.2. Védjegybejelentések egymilliárd GDP-re vetítve (PPS-ben)</p> <p>3.3.3. Formatervezési mintaoltalom bejelentések egymilliárd GDP-re vetítve (PPS-ben)</p>	<p>Hatások</p> <p>Foglalkoztatási hatások</p> <p>4.1.1. Foglalkoztatás tudásintenzív tevékenységekben (a teljes foglalkoztatás százalékos aránya)</p> <p>4.1.2. Foglalkoztatás az innovatív vállalkozásokban</p> <p>Értékesítési hatás</p> <p>4.2.1. A közepes- és csúcstechnológiai termékek exportjának aránya a teljes termékkivitelben</p> <p>4.2.2. Tudásintenzív szolgáltatások exportja az összes szolgáltatásexport százalékában</p> <p>4.2.3. Az újonnan piacra kerülő és újonnan a vállalkozás számára kifejlesztett innovációk értékesítése a forgalom százalékában</p> <p>Környezeti fenntarthatóság</p> <p>4.3.1. Az erőforrások termelékenysége</p> <p>4.3.2. A PM2,5 finom részecskék levegőbe történő kibocsátása az iparban</p> <p>4.3.3. A környezetvédelemmel kapcsolatos technológiák fejlesztése, az összes technológia százalékában</p>

Módszertani észrevételek

Ebben a fejezetben néhány kritikai észrevételt fűzünk az EIS 2024-es módszertanához. Összességében úgy értékeljük, hogy az adatgyűjtés és a mutatók számításának módja elméletileg megalapozott, transzparens, és segíti az információk befogadását. Ugyanakkor néhány jel arra int, hogy óvakodjunk az elhamarkodott és túl messzemenő következtetések levonásától.

Az Európai Innovációs Eredménytábla az Eurostat és más hiteles, nemzetközileg elismert források (például az OECD vagy az ENSZ) legfrissebb, az elemzés időpontjában rendelkezésre álló statisztikáit használja. Az adatgyűjtés záró határideje 2024 április vége volt. Az Európai Unió már meglehetősen régóta¹ dolgozik azon, hogy a tudomány, technológia, és innováció területén megbízható információkat gyűjtsön a tagállamokról, és azokat minél használhatóbb formában feldolgozva szolgáltatassa a döntéshozók számára.

Fontos megértenünk, hogy mit is jelent ebben a kontextusban a „legfrissebb” statisztika! A 2024-es Eredménytáblában prezentált adatok 10 mutató esetében a 2023-as, 11 mutató esetében a 2022-es, 4 mutató esetében a 2021-es, 6 mutató esetében a 2020-as, és végül egy mutató esetében a 2019-es tényleges teljesítményre vonatkoznak (1. ábra), ezek a legutóbbi évek, amelyekre vonatkozóan rendelkezésre áll információ. Vegyük észre, hogy ez azt jelenti, hogy a tudásunk átlagosan több, mint kétéves lemaradásban van az aktuális helyzethez képest!



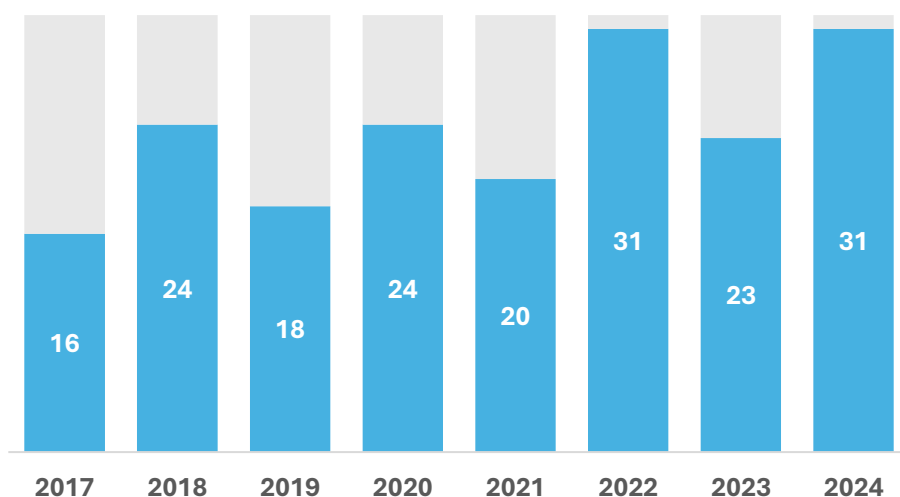
1. ábra. Az EIS 2024-es kiadásában használt 32 mutató értéke melyik évből származik?

Az EIS készítői biztosítanak bennünket arról, hogy az adatok 26 tagállam esetében teljeskörűen rendelkezésre állnak, és Írország esetében is csak a STEM munkahelyek közötti mobilitással kapcsolatosan nem rendelkezünk semmiféle információval. Ugyanakkor már maga a jelentés is

¹ Az ún. Közösségi Innovációs Felmérés (Community Innovation Survey, CIS) jogi kerete 2012 óta a 995/2012/EU rendelet, amely az 1608/2003/EK európai parlamenti és tanácsi határozat végrehajtására vonatkozó részletes szabályokat állapítja meg, és pontosan rögzíti a minőségi feltételeket, valamint a gazdasági ágazatok, a vállalkozások mérete és az innovációs mutatók kötelező kereszt-lefedettségét.

felhívja a figyelmet arra, hogy az EU 27 tagállama esetében 14 mutatónál figyelhető meg „törés” az adatsorokban, vagyis olyan eset, amikor valamely szempontból hiányos a 2017-2024 közötti évek időszora (2. ábra). Az első öt mutató, aminél a legtöbb helyen tapasztalható ilyen törés:

- a felsőfokú végzettséggel rendelkező 25-34 éves népesség százalékos aránya;
- az IKT szakemberek az összes foglalkoztatott százalékában;
- az egész életen át tartó tanulásban résztvevők aránya;
- a tudományos és technológiai munkahelyek közötti humánerőforrás mobilitás;
- a tudásintenzív munkahelyek részesedése a teljes foglalkoztatottságon belül.

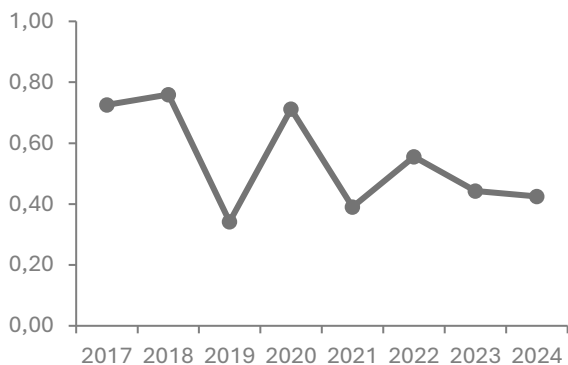


2. ábra. A 32 mutató közül mennyi áll teljeskörűen rendelkezésre Uniós szinten?

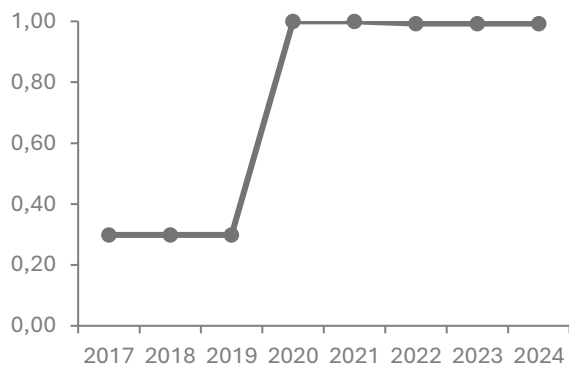
Az évek közötti folytonosság, a teljesítmény időbeli változásainak elemezhetősége érdekében a szünetek által érintett mutatók esetében a hiányzó értékeket az adatbevitel során helyettesítik a legfrissebb elérhető adatokkal. (Ha egy közbenső évre vonatkozó adatok nem állnak rendelkezésre, a hiányzó értékeket az előző évi értékekkel helyettesítik. Ha az idősor elején nem állnak rendelkezésre adatok, a hiányzó értékeket a következő rendelkezésre álló év értékeivel helyettesítik. Ha az adatok minden évben hiányoznak, akkor nem történik adatbevitel, és így a mutató nem járul hozzá az összesített pontszámhoz.)

Mindez azt eredményezi, hogy egy adott ország „legfrissebbnek” tekintett adata teljesen bizonytalan mértékű időkéstlekedést mutathat, és valójában a 2017-2023 közötti évek bármelyikéből származhat.

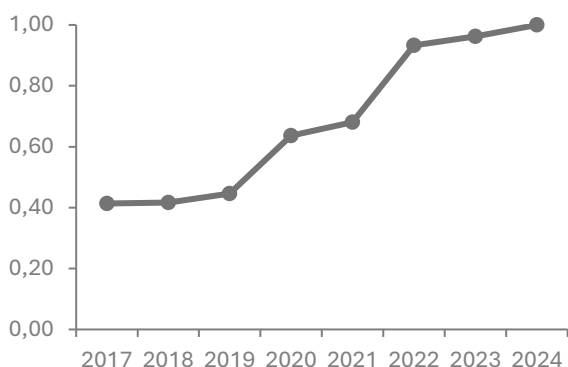
Adott ország adott indikátora esetében a 2017-2024. évek időszora nyilván hűen tükrözi egy-egy innovációs részterület dinamikáját. Különböző országok összehasonlítására azonban jobbnak gondoljuk, ha a 2017-2024. évek adatainak átlagát vesszük figyelembe, kiküszöbölve ezzel az adatfelvétel és -feldolgozás során jelentkező különféle (véletlen?) hibák hatását. Ezzel ugyan egy lassabban változó, statikus jellegű innovációs térképet rajzolunk Európáról, ami azonban a mélyben rejlő, strukturális összefüggéseket tárja fel, és kevésbé érzékeny a külső és belső zavarások okozta évenkénti fluktuációkra (lásd a 3. ábrát).



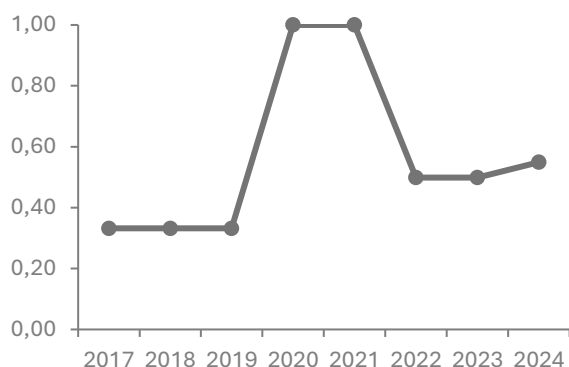
(a) Külföldi doktoranduszok aránya Belgiumban (1.2.3 mutató)



(b) Egymással együttműködő innovatív KKV-k Cipruson (3.2.1. mutató)



(c) Kockázati tőkebefektetések Dániában (2.1.2. mutató)



(d) Termékinnovációval rendelkező KKV-k Észtországban (3.1.1. mutató)

3. ábra. Néhány érdekesség a mutatók világából (kommentár nélkül)

A hiányzó adatok pótlása után a kiugróan magas vagy alacsony értékek azonosítása és helyettesítése történik, ami mechanikusan végrehajtott eljárásként legalábbis kérdéseket vet fel az olvasóban. Az extrémítások kiszűrése valóban fontos része az adatok előfeldolgozásának, azonban nagyon nem mindegy, hogy az adatgyűjtés és -összesítés során fellépő véletlenszerű anomáliákat próbáljuk meg ezzel kezelni, vagy pedig elfedünk fontos, az országokat lényegileg jellemző információkat! (Az eljárás azon a feltételezésen alapul, hogy a sokaság normális eloszlású.)

Tekintsük példaként az európai országok egy főre jutó nemzeti össztermékét! Ha a GDP / fő adatokat ugyanilyen módon előfeldolgozzuk, akkor Írország és Luxemburg esetében kapunk kiugró értékeket. Az extrém magas értékeket kidobva és helyettesítve abba a hitbe ringathatjuk magunkat, hogy most már van egy „helyes” statisztikánk, holott valójában a kiugró értékek nem hibásak, hanem éppen, hogy rámutatnak a két ország külön utas gazdaságpolitikájára (adókedvezményekkel magukhoz csábítják a multinacionális cégeket), amivel egy alapos elemzés során érdemes és kell is külön foglalkozni.

Ezután következik az adatok előfeldolgozásának egy újabb vitatható lépése. Azon indikátorok esetében ugyanis, ahol a feltételezett mögöttes valószínűségi eloszlás ún. *ferdesége* nagy ($1 <$), ott a megfigyelt értékek helyett azok négyzetgyökét használják az elemzés további részében, ezzel csökkentve az adatok „szétszórtságát”. (A következő mutatók esetében alakították át a nyers

adatokat: finomrészecskék levegőbe történő kibocsátása az iparban, nem K+F-innovációs kiadások, PCT-szabadalmi bejelentések, védjegybejelentések, és kockázati tőkekiadások.) Ez a transzformáció lényegi információt fedhet el olyan esetekben, amikor a legtöbb ország alacsony teljesítményszintet, néhány ország pedig kivételesen magas teljesítményszintet mutat².

Végezetül a teljes adattartományt, a minimum és maximum értékek meghatározása után, a [0;1] intervallumba skálázzák át, azért, hogy a különböző részterületeken mutatott teljesítmény összehasonlíthatóvá váljon. A rangsorok készítése során ez a bevett eljárás, összesített sorrendet nem is nagyon lehetne enélkül felállítani. Az egyetlen gyakori kérdés csak az, hogy a normalizált dimenziókat milyen súlyozással vesszük figyelembe a kompozit mutató képzésekor?

Az egyes évekre vonatkozóan az összesített SII-t az egyedi mutatók átskálázott pontszámának *súlyozatlan átlagaként* számítják ki, vagyis minden mutató azonos súlyt kap (1/32, ha mind a 32 mutatóra vonatkozóan rendelkezésre állnak adatok). Ez azt jelenti, hogy a rangsor készítői mind a 32 mutatót ugyanannyira fontosnak ítélik meg az országok innovációs szintjének jellemzése szempontjából (vagy azt, hogy nem akarnak állást foglalni).

Határozott véleményünk szerint van jobb módszer az összkép értékelésére a kompozit rangsor készítésénél! Hiába skálázzunk át ugyanis minden mutatót ugyanabba a [0;1] tartományba, ha azok lényegüket tekintve nem összemérhetőek, nehezen számszerűsíthető és országonként eltérő mértékű a hozzájárulásuk az összesített teljesítményhez. Azt a vitát is el szeretnénk kerülni, amit egy súlyozott rangsor készítése generál, ti., hogy melyik faktort milyen súllyal vegyük figyelembe. Ezért javasoljuk az ún. Kohonen-féle önszerveződő térképek módszerének alkalmazását, mellyel az innovációs részmutatókat az egydimenziós rangsor (SII) helyett kétdimenzióban vizualizáljuk.

² Taleb, Nassim N. *The Black Swan: the Impact of the Highly Improbable*. New York: Random House, 2007.

Filozófiai kérdőjelek

Ha egy mérőszám célkitűzéssé válik, megszűnik jó mérőszám lenni. (Goodhart-törvénye)

A modern kori menedzsment egyik központi gondolata az indikátorok / mutatók használata a szervezetek időben változó teljesítményének mérésére. Az ún. kulcs-teljesítménymutatók (Key Performance Indicator, KPI) segítenek meghatározni a vizsgált szervezet stratégiai, pénzügyi és működési eredményeit, különösen adott ágazaton belüli más szervezetekével összehasonlítva. Arra is használhatók, hogy az előrehaladást vagy az elért eredményeket egy viszonyítási alaphoz, vagy a saját múltbeli teljesítményünkhöz képest értékeljük. A kulcs-teljesítménymutatók fontos jellemzője az eredmények tömör, világos kommunikációja, hogy a vezetés és/vagy a tulajdonos megalapozott(abb) döntéseket hozhasson.

A mérőszámok bevezetésére való törekvés gyakran a legjobb szándékból ered, valós problémák vélt megoldásaként. Sok esetben ténylegesen hozzájárul a bajok kezeléséhez, de a helytelenül alkalmazott mérőszámok negatív hatásaival kapcsolatos évtizedes tapasztalatok alapján fel kell készülnünk arra, hogy előre lássuk a tipikus, visszatérő hibákat. A Jerry Z. Muller által metrikus fixációnak³ nevezett kulturális mintázat legfontosabb elemei a következők:

- az a meggyőződés, hogy lehetséges és kívánatos a személyes tapasztalat és tehetség által szerzett ítélőképesség helyett az összehasonlítható teljesítmény számszerű, szabványosított adatokon (mérőszámokon) alapuló mutatóit használni;
- az a meggyőződés, hogy az ilyen mérőszámok nyilvánosságra hozatala (átláthatóság) biztosítja, hogy az intézmények valóban megvalósítják céljaikat (elszámoltathatóság);
- az a meggyőződés, hogy az embereket a szervezeteken belül úgy lehet a legjobban motiválni, ha a mért teljesítményükhöz jutalmakat és büntetéseket kötnek, amelyek lehetnek pénzbeli (bónusz), vagy hírnévre vonatkozó (rangsor) jutalmak.

A mérőszámokhoz való kritikátlan ragaszkodás a gyakorlatban számos, nem szándékolt negatív következménnyel jár. Ez azért következik be, mert nem minden, ami fontos, az mérhető, viszont sok minden, ami mérhető, az nem fontos. A legtöbb szervezetnek többféle célja is van, és az, amit mérnek és jutalmaznak, hajlamos a figyelem középpontjába kerülni, más alapvető célok rovására. Amikor a jutalmazás a mért teljesítményhez van kötve, az a mérőszámok kijátszására hívja fel a rendszer szereplőit. Szinte elkerülhetetlen, hogy a teljesítménymutatókat különféle „kreatív” módszerekkel manipulálják, amelyek közül sok végeredményben komoly károkat okoz mind a szervezet, mind a vevők/felhasználók számára.

A működési zavarok e tipikus mintáját már igen korán (az 1970-es években) egymástól függetlenül két, az Atlanti-óceán ellentétes oldalán tevékenykedő társadalomtudós is megfogalmazta. A Donald T. Campbell amerikai szociálpszichológusról elnevezett *Campbell-törvény* szerint „Minél inkább használnak valamely mennyiségi társadalmi mutatót a társadalmi döntéshozatalban, annál inkább ki van téve korrupciós nyomásnak, és annál inkább torzítja és korrumpálja azokat a társadalmi folyamatokat, amelyeknek a megfigyelésére hivatott.”⁴

³ Muller, Jerry Z. *The Tyranny of Metrics*. NED-New edition, Princeton University Press, 2018.

⁴ Campbell, Donald T. „Assessing the impact of planned social change.” *Psychology* (1974).

Egy másik variáció, amelyet az ezt megfogalmazó brit közgazdásról *Goodhart-törvénynek* neveztek el, kimondja: „Bármely társadalmi ellenőrzésre használt mérőszám megbízhatatlan.”⁵ Másképpen fogalmazva, bármi, amit mérnek és jutalmaznak, az ki is lesz játszva.

Az Európai Innovációs Eredménytábla mögötti tudományos alkotóközösség mindezzel szemmel láthatóan tökéletesen tisztában van. A vizsgált országok innovációs rendszerét számos szereplő komplex együttműködéseként közelítik meg, melyet nem lehet és nem is szabad egysíkúan mérni. Nem pillanatképet kívánnak adni, hanem nyomon követik a változásokat és azok ütemét, a teljesítmény időbeli alakulását, és rávilágítanak az innovációt ösztönző vagy éppen akadályozó tényezőkre. Segíteni próbálják a (politikai) döntéshozókat abban, hogy azonosítsák az erősségeket és gyengeségeket, és iránymutatást nyújtanak a stratégiai beavatkozásokhoz és a szakpolitikák kialakításához. **Összességében elmondható, hogy az EIS a megalapozott döntések meghozatalához szükséges tényeket és adatokat hitelesen szolgáltatja, ám a döntéseket a felelős vezetőknek kell meghozniuk.**

A fenti gondolatok illusztrálására bemutatunk két egymással összefüggő ábrát, amelyek rávilágítanak arra, hogy mire jó – és mire nem – egy indikátorrendszer. Magyarország kutatás-fejlesztési és innovációpolitikájának⁶ lényege, hogy minden lehetséges eszközzel (jogalkotás, stratégiai tervezés, irányítás, ellenőrzés, pénzügyi ösztönzés stb.) támogassa és elősegítse a *tudásgazdaság* fejlesztését. A Közszolgálati Online Lexikon szerint⁷ a tudásgazdaság olyan társadalmi-gazdasági rendszer, amely már nem elsősorban az anyagi javak termelésére, hanem a tudás előállítására épül. Tehát a cél végeredményben az ország társadalmi és gazdasági fejlesztése, az állampolgárok – holisztikus szemléletű – jólétének növelése.

Pontosan ezt a több-szemponotú jólétet hivatott jellemezni az Egyesült Nemzetek Szervezetének Fejlesztési Ügynöksége (United Nations Development Programme, UNDP) által 1990 óta számított *Humán Fejlettségi Mutató (Human Development Index, a továbbiakban HDI)*, mely a társadalmi-gazdasági fejlődés egysíkú, jövedelmi viszonyokat fókuszba helyező megközelítése helyett az embereket helyezi a középpontba.

Az értékét tekintve 0 és 1 között mozgó kompozit index három részmutató átlagolásából áll elő: (i) a „*hosszú és egészséges élet*” célkitűzés a születéskor várható élettartam formájában kerül számszerűsítésre, (ii) az „*iskolázottságot*” olyan arányok képviselik, mint az írástudó felnőtt lakosság, valamint a különböző szintű iskolatípusokba beiskolázottak részesedése a népességből, végül (iii) az „*életszínvonalat*” a vásárlóerő-paritáson számított egy főre jutó bruttó hazai termék reprezentálja.

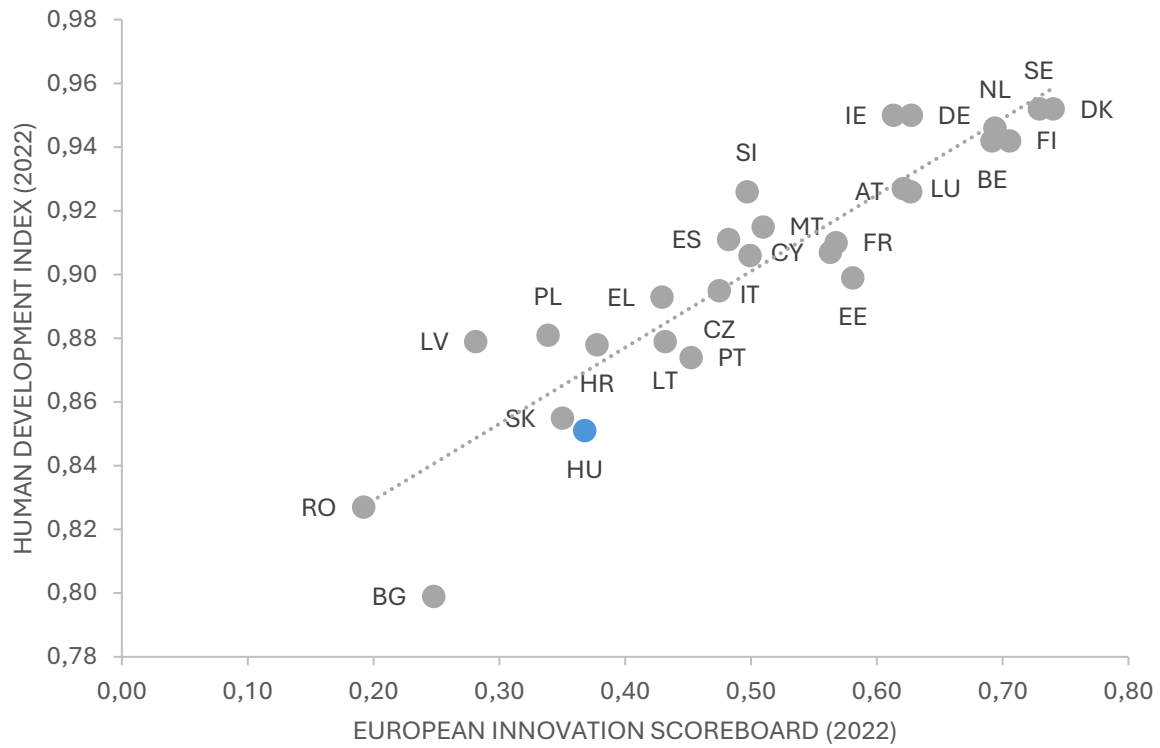
A kedvező, illetve kedvezőtlen értéket felvevő részmutatók egymással történő összehasonlítását határok közé terelik a mutatókra elfogadott minimum- és maximumértékek. Ennek megfelelően például bármekkora, 40 ezer USD-t meghaladó egy főre jutó vásárlóerő-paritáson számított GDP-érték ugyanúgy a mutató maximumát, azaz egyet eredményez, mint ahogy a „hosszú és egészséges élet” mutató esetében bármekkora, 25 év alatti várható élettartam a minimumot, azaz nullát.

⁵ Goodhart, Charles. „Problems of monetary management: the UK experience in papers in monetary economics.” *Monetary Economics* 1 (1975).

⁶ 3/2022. (VIII. 8.) KIM utasítás a Kulturális és Innovációs Minisztérium Szervezeti és Működési Szabályzatáról.

⁷ <https://lexikon.uni-nke.hu/szocikk/tudasgazdasag/>

Vizsgáljuk meg ezek után, hogy milyen összefüggés mutatható ki a társadalmi-gazdasági fejlettség (HDI) és az innováció (EIS) között! Ahogyan várható, azok az országok, amelyek jól teljesítenek az innováció tekintetében, általában magasabb jólétet tudnak biztosítani állampolgáraik számára (4. ábra).



4. ábra. A Humán Fejlettségi Mutató és az Európai Innovációs Eredménytábla pontjainak kapcsolata (a HDI legfrissebb adatai a 2022-es évre vonatkoznak, ezért mindkét mutatónál ezt az évet vettük figyelembe)

De mi történik akkor, ha a gyakorlati fejlesztéspolitikát próbáljuk meg erre a szoros statisztikai kapcsolatra alapozni? Hiszen lássuk be, hogy olyan igen magas absztrakciós szintű célokhoz, mint a „hosszú és egészséges élet”, az „iskolázottság”, vagy az „életszínvonal” növelése elég nehéz konkrét intézkedéseket kapcsolni! Ezért logikusnak tűnik, hogy ha már ilyen szoros az összefüggés a HDI és az EIS között, akkor használjuk ez utóbbi, sokkal részletesebb, 32 dimenziós szempontrendszerét a fejlesztéspolitikában, és ez majd maga után vonja a jólét általános növekedését. Teremtünk kedvező környezetet az innováció számára, és előbb-utóbb jobban élnek majd az emberek.

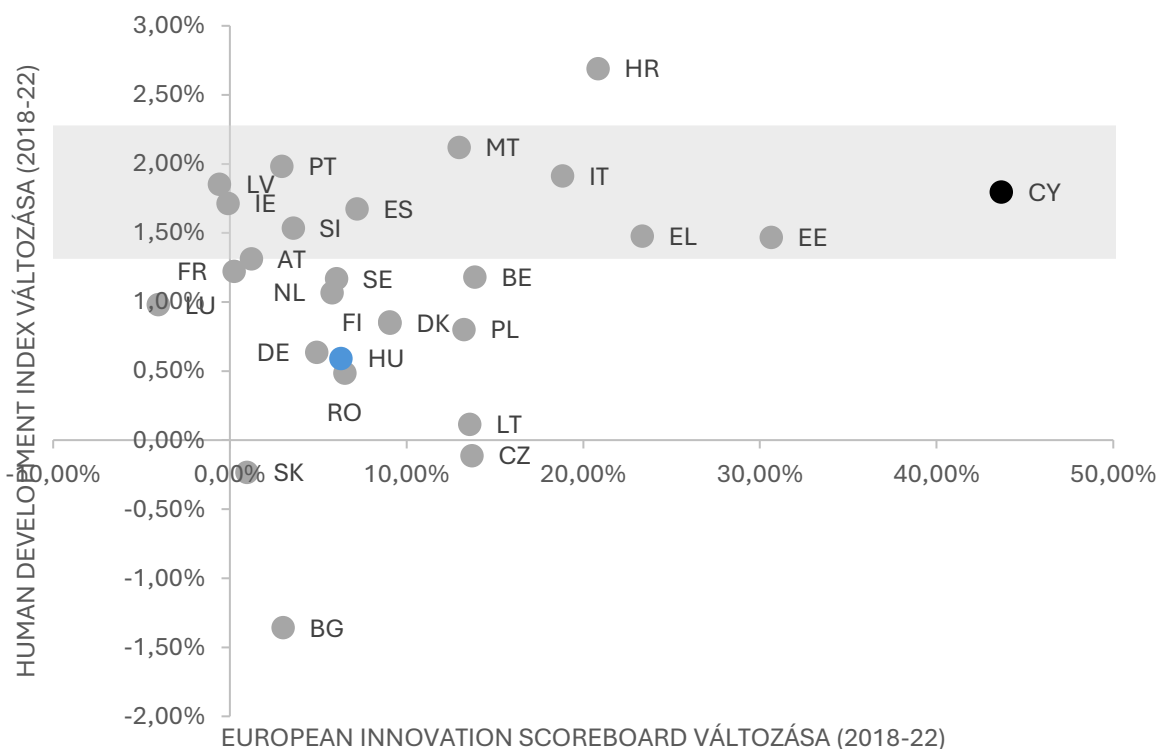
Sajnos ez nem ennyire egyszerű! Mert igaz ugyan, hogy kimutatható némi összefüggés a HDI változása és az EIS változása között, de az egyáltalán nem egyértelmű (5. ábra). Vegyük például Ciprus esetét, melyet az EIS 2024-es kiadásának szerzői is kiemelnek, mivel öt év alatt csaknem 40%-kal (!) sikerült növelnie a kompozit pontértékét. A ciprusi kutatási szcena egy kezdetleges állapotból egy – az ország méretéhez képest – meglehetősen kiterjedt, állami- és magán-egyetemekből, kutatóközpontokból, EU által társfinanszírozott kiválósági központokból álló komplex kutatási ökoszisztémává nőtte ki magát, amit a tudománymetrikus idősoros adatok jól tükröznek. És bár Ciprus még jelentősen elmarad az uniós átlagtól az állami és magánszektor K+F-kidadásai, a kockázati tőkebefektetések, és a vállalkozásoknak nyújtott K+F célú kormányzati

támogatások terén, a K+F-re fordított bruttó kiadások jelentősen nőttek az elmúlt évtizedben: a 2009-es 83 millió euróról 2022-re több mint 212 millió euróra ugrottak, és a GDP K+F-re fordított része majdnem megduplázódott az Eurostat adatai szerint (0,44%-ról 0,77%).

Ez az innovációs sikertörténet nem a véletlen műve. Az Európai Bizottság és az OECD által közösen szerkesztett STIP Compass⁸ tanúsága szerint a ciprusi fejlődés mögött igen komoly intézményi háttér áll, amelyet 2015-2018 között építettek ki:

- van egy kormányzati Chief Scientist, aki közvetlenül a Miniszterelnöknek számol be;
- van tárcaközi K+F+I Bizottság, és minden minisztériumban van K+F+I koordinátor;
- van külön S3 Monitoring és Értékelő Bizottság;
- és van külön egy olyan szakértői munkacsoport minden érintett stakeholder bevonásával, amelyik a K+F+I mellett a digitalizációval és versenyképességgel is foglalkozik.

A kutatás-fejlesztést és innovációt támogató környezet eredményeként a ciprusi egyetemek és kutatóintézetek rengeteg brüsszeli HORIZON programban vesznek részt sikerrel. De vajon, hogy hat mindez az általános jólétre? A ciprusi HDI öt év alatt 1,8%-kal javult, de számos ország produkált hasonló mértékű fejlődést, ahogy az 5. ábrán megfigyelhető. Sőt, vannak olyanok is, ahol az innováció lényegében szinten maradt, az általános társadalmi fejlettség mégis hasonló mértékben nőtt, mint Cipruson. Tehát – legalábbis a hatékonyság szempontjából – **nem éri meg a fejlesztéspolitikát kizárólag az innovációs rangsorbeli pozíció javítására építeni.**



5. ábra. A Humán Fejlettségi Mutató és az Európai Innovációs Eredménytábla pontjainak 2018-2022 közötti változása

⁸ <https://stip.oecd.org/stip/>

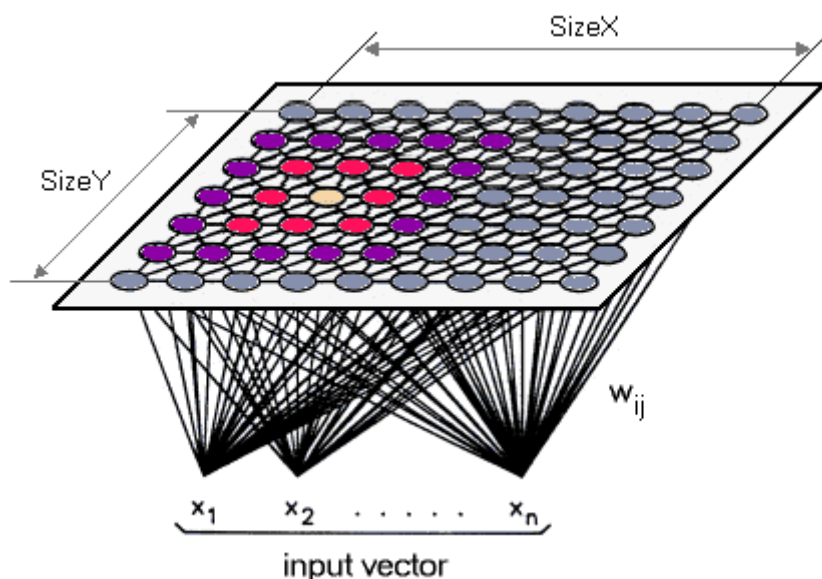
A Kohonen-féle önszerveződő térképek

A Kohonen-féle önszerveződő térképek⁹ (Self-Organizing Maps, SOM) a gépi tanulásban és adatelemzésben használt mesterséges neurális hálózatok egy bizonyos típusa. A K-SOM algoritmus olyan felügyelet nélküli tanulási technika, amelyet a sokdimenziós adatok alacsonyabb dimenziós térben történő klaszterezésére és megjelenítésére használnak.

A K-SOM a neurális hálózatok azon csoportjába tartozik, amelyet „versengés” felhasználásával tanítanak. A kompetitív tanulás a hálózat neuronjai közötti versenyen alapul, ahol minden egyes neuron megpróbál a legaktívabb, azaz „győztes” neuronná válni egy meghatározott bemenetre adott válaszként. A versengő tanulás számos feladatra jól használható, például mintázat-felismerésre, osztályozásra, és jellemző-kinyerésre.

A K-SOM architektúrája

A Kohonen-féle önszerveződő térképek architektúrája kétdimenziós rácsba rendezett neuronok hálózatából áll. A rács minden egyes neuronja közvetlenül kapcsolódik a bemeneti réteghez, és megkapja a bemenő jeleket. A rácsban lévő neuronok úgy vannak elrendezve, hogy megőrzik a bemeneti tér topológiáját, ami azt jelenti, hogy a rácsban lévő szomszédos neuronok nagyobb valószínűséggel reagálnak hasonló bemeneti adatokra. A kapcsolatok súlyai az adott bemeneti adatok függvényében frissülnek.



6. ábra. A Kohonen-féle önszerveződő térképek architektúrája

⁹ T. Kohonen, "The self-organizing map," in Proceedings of the IEEE, vol. 78, no. 9, pp. 1464-1480, Sept. 1990, doi: 10.1109/5.58325.

A K-SOM algoritmus

A Kohonen SOM algoritmus a következő lépésekben foglalható össze:

1. A rácsban lévő neuronok súlyainak inicializálása véletlenszerű értékekkel.
2. Megmutatunk egy bemeneti vektort a hálózatnak.
3. Kiszámítjuk a rács minden egyes neuronjának aktiválási szintjét, a bemeneti adatra adott válaszként.
4. Kiválasztjuk a legmagasabb aktivációs szinttel rendelkező neuront „nyertes” neuronnak.
5. Frissítjük a nyertes neuron és a szomszédjai súlyait egy tanulási ráta és egy szomszédsági függvény (ún. „mexikói kalap”) segítségével, amely a nyertes neurontól való távolsággal csökken.
6. A 2-5. lépést előre meghatározott számú alkalommal, vagy a konvergencia eléréséig ismételjük.

A rácsban lévő neuronok eredő súlyvektorai a sokdimenziós bemeneti adatok alacsonyabb dimenziós reprezentációjaként ábrázolhatók.

A K-SOM előnyei

A Kohonen-féle önszerveződő térképek számos olyan előnnyel rendelkeznek, amelyek hasznossá teszik őket a különféle alkalmazásokban, többek között:

Nemlineáris dimenziócsökkentés: A K-SOM-ok felhasználhatók a sokdimenziós adatok alacsony dimenziós térben történő ábrázolására, miközben megőrzik az adatpontok közötti topológiai kapcsolatokat. Ez segíthet feltárni az adatok mögött rejlő mintákat és struktúrákat, amelyek a sokdimenziós térben nem feltétlenül látszanak.

Felügyelet nélküli tanulás: A K-SOM egyfajta felügyelet nélküli tanulási technika, ami azt jelenti, hogy a tanításhoz nincs szükség előre felcímkézett adatokra. Ez olyan feladatoknál teszi őket hasznossá, ahol címkézett adatok nem állnak rendelkezésre, vagy túl drága a beszerzésük.

Osztályozás és vizualizáció: A K-SOM-ok remekül használhatók komplex adatok osztályozására és vizualizálására. Az eredményül kapott alacsony dimenziós reprezentáció megkönnyíti az eredeti adatokban található klaszterek és minták azonosítását, ami hasznos segítség lehet a feltáró adatelemzéshez és az adatbányászathoz.

Robusztusság a zajjal szemben: A K-SOM-ok viszonylag robusztusok a zajjal szemben, és akkor is jól működnek, ha a bemeneti adatok bizonyos szintű zajt vagy hibát tartalmaznak.

Könnyű értelmezés: A K-SOM kimenete könnyen vizualizálható és értelmezhető, ami hasznos lehet az adatokban lévő tendenciák és minták azonosításához, valamint az eredmények mások felé történő kommunikálása során.

Rugalmasság: A K-SOM-ok az adattípusok széles köréhez igazíthatók, beleértve a folytonos, diszkrét és kategorikus adatokat.

A K-SOM hátrányai

Bár a Kohonen-féle önszerveződő térképek alkalmazása számos előnnyel bír, a módszer használatának vannak bizonyos korlátai, sőt hátrányai is, úgy mint:

Érzékenység a kezdeti feltételekre: A K-SOM teljesítménye érzékeny lehet a hálózat kezdeti feltételeire, például a hálózat neuronjainak kezdeti súlyaira. Ez azt jelenti, hogy a különböző inicializálások eltérő végső megoldásokat eredményezhetnek, és szükség lehet az algoritmus többszöri futtatására a stabil megoldás eléréséhez.

Számítási komplexitás: A K-SOM-ok számítási komplexitása magas lehet, különösen nagy adathalmazok és összetett hálózati architektúrák esetén. Ez idő- és számításigényessé teheti a hálózat betanítását és tesztelését.

Az optimális hálózatméret meghatározásának nehézségei: Az optimális hálózatméret, vagyis a hálózatban lévő neuronok számának meghatározása nehéz lehet, és gyakran csak számos próbálkozás után sikerül. A túl kevés neuron használata a bemeneti adatok rossz reprezentációját eredményezheti, míg a túl sok neuron használata túlillesztéshez vezethet.

Használatuk alacsony dimenziós adatokra korlátozódik: A K-SOM-okat jellemzően sokdimenziós adatok dimenziócsökkentésére használják. A K-SOM-ok teljesítménye azonban romolhat a bemeneti adatok dimenziójának növekedésével, így kevésbé hatékonyak a nagyon nagy dimenziós adathalmazok esetében.

Korlátozott értelmezhetőség: Habár a K-SOM kimenete könnyen vizualizálható, a kapott osztályok vagy minták értelmezése, az adatokra vonatkozó „jelentésük” meghatározása nehézségekbe ütközhet. A klaszterek vagy minták jelentése nem mindig egyértelmű, és szükség lehet a K-SOM-ok más technikákkal való kombinálására az adatok mélyebb megértéséhez.

A Kohonen-féle önszerveződő térképeket sikerrel alkalmazták kép- és jelfeldolgozásra, szöveg- és adatbányászat során, valamint a bioinformatika területén. Segítségükkel sikerrel analizáltak génkifejeződési adatokat, azonosítottak szociális hálózatokban rejlő mintázatokat, és osztályoztak vizuális jellemzők alapján fényképeket.¹⁰

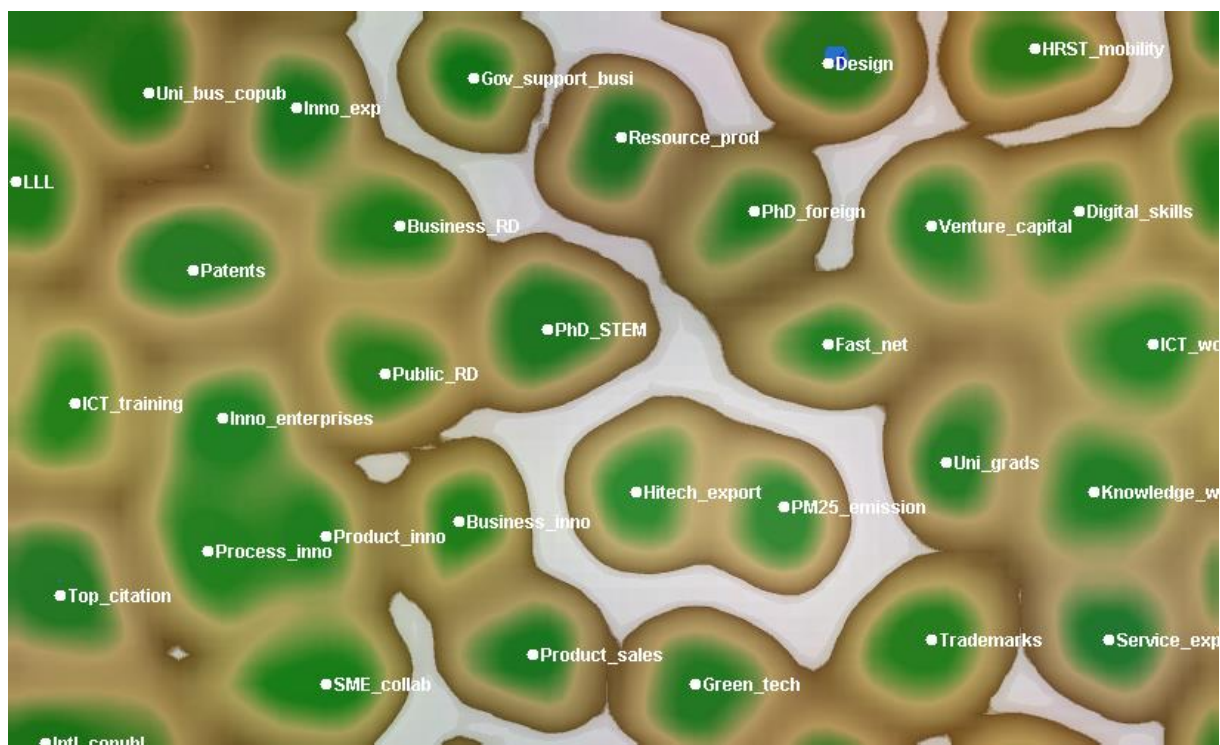
¹⁰ Teuvo Kohonen, Essentials of the self-organizing map, *Neural Networks*, Volume 37, 2013, Pages 52-65, ISSN 0893-6080, <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2012.09.018>.

Az összefüggő indikátorcsoportok meghatározása

Ebben a fejezetben az önszerveződő térképek módszerével elrendezzük a síkon az innovációs fejlettség 32 mutatóját. Az algoritmus által megrajzolt „domborzati térképen” grafikai transzformációkat (küszöbérték¹¹ meghatározása, színezése hasonlóság alapján) hajtunk végre, hogy kiemeljük az egymással összefüggő indikátorcsoportok mintázatát.

A korábbi fejezetekben kifejtett véleményünknek megfelelően, a véletlen hibák (mérési, adatgyűjtési, és -feldolgozási pontatlanságok) hatásainak csökkentése érdekében elemzésünkhöz az EIS 2024-es kiadásában szereplő 2017-2024 közötti adatok átlagát vesszük kiindulásul. Elfogadva az Eredménytábla adattisztítási eljárását, a honlapról letölthető Excel táblázat¹² 'Scores' fülén lévő értékekkel számoltunk.

Lefuttatva a K-SOM algoritmust a 7. ábrán látható „térkép” rajzolódik ki. Az olvashatóság érdekében az indikátorok eredeti, hosszú nevét rövidítésekkel helyettesítettük, a 2. táblázatban szereplő kódolás szerint. Ahogy azt már korábban elmondtuk, a kialakuló kép emlékeztet a topográfiai térképekről ismert ábrázoláshoz, ahol az egymáshoz földrajzi közelségben lévő helyek (a zölddel színezett „síkságok”) geográfiai jellemzői általában hasonlóak, és a kvázi-homogén területek határát az ún. vízválasztó, vagy éghajlatválasztó hegységek (fehérrel színezve) jelölik ki.



7. ábra. Az EIS 2024 indikátorai alapján megrajzolt Kohonen-térkép

¹¹ A „küszöb” a grafikai programok egyik alapvető funkciója, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy a képeket nagy kontrasztú, fekete-fehér változatokká alakítsák át. Egy adott szintet küszöbértékként kiválasztva a program a küszöbértéknél világosabb pixeleket fehérre, a sötétebbeket feketévé alakítja át.

¹² https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/e0f6f806-6f34-4574-a06f-32be59b47a70_en?filename=ec_rtd_eis-2024-neighborhood-database.xlsx

2. táblázat. Az EIS indikátorok nevének rövidítése a SOM térképeken

1.1.1. PhD_STEM	2.1.1. Public_RD	3.1.1. Product_inno	4.1.1. Knowledge_workers
1.1.2. Uni_grads	2.1.2. Venture_capital	3.1.2. Process_inno	4.1.2. Inno_enterprises
1.1.3. LLL	2.1.3. Gov_support_busi	3.2.1. SME_collab	4.2.1. Hitech_export
1.2.1. Intl_copubl	2.2.1. Business_RD	3.2.2. Uni_bus_copub	4.2.2. Service_export
1.2.2. Top_citation	2.2.2. Business_inno	3.2.3. HRST_mobility	4.2.3. Product_sales
1.2.3. PhD_foreign	2.2.3. Inno_exp	3.3.1. Patents	4.3.1. Resource_prod
1.3.1. Fast_net	2.3.1. ICT_training	3.3.2. Trademarks	4.3.2. PM25_emission
1.3.2. Digital_skills	2.3.2. ICT_workers	3.3.3. Design	4.3.3. Green_tech

Ezzel analóg módon, az innovációs „kompetenciatérképen” úgy helyezkedik el a 32 mutató, hogy az egymáshoz közel lévő pontok által reprezentált tulajdonságok – statisztikai értelemben – minél erősebb összefüggést mutassanak, és ezáltal kialakuljon az együtt mozgó jellemzők innovációs mintázata. Az ábrát úgy kell néznünk, mintha a mintázat minden irányban folytatódna, tehát az alul és felül, illetve a jobb- és balszélen elhelyezkedő pontok egymással szomszédosnak tekintendők. (Tehát egy *tórusz* kiterített palástjáról van szó.)

Annak érdekében, hogy jobban kirajzolódjanak az összefüggő csoportok, színezzük ki a térképet az innovációs mutatók egymáshoz való hasonlóságának mértéke szerint, és ekkor a 8. ábrán látható szabálytalan alakzatokat kapjuk. Az egy „krumplibá” eső indikátorok között összefüggés (korreláció) mérhető, ami annál erősebb, minél jobban hasonlít egymáshoz a színük. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy ezek a statisztikai kapcsolatok az EIS indikátorok európai országokban mért, 2017-2024 közötti értékein alapulnak. *A világ országainak másik részalmaza, más időszakban más innovációs mintázatot mutathat!*



8. ábra. Az EIS 2024 indikátorainak összefüggő csoportjai

A térkép segítségével a 32 indikátor 10+1 csoportba szervezhető, melyeket négy nagy blokkba soroltunk: ezek a humánerőforrást, a működési környezetet, az üzleti kultúrát, és a technológiai fejlettséget leíró mutatók. Az utolsó „csoportba” azok kerülnek, amelyek nem sorolhatók egyetlen nevesített csoportba sem, mivel nem mutatnak érdemi összefüggést a többi mutatóval.

Az első három klaszter (A, B, C) az innovációt végző **emberi erőforrás** különböző aspektusait fedi le. Ide tartozik a tudásgazdaság alapját jelentő magasan képzett munkaerő, a saját kutatásokat folytatni képes személyi állomány (főleg STEM területen), illetve a tudásmunkások folyamatos továbbtanulásának szükséglete, különösen a digitalizáció jelentette új kihívások terén.

A. Kutatói utánpótlás

1.1.1.	PhD_STEM	Új doktori fokozatok STEM területen
2.1.1.	Public_RD	K+F-kiadások a közszférában

B. Tudásmunkások

1.1.2.	Uni_grads	Felsőfokú végzettségű népesség
4.1.1.	Knowledge_workers	Foglalkoztatás tudásintenzív tevékenységekben
4.2.2.	Service_export	Tudásintenzív szolgáltatásexport

C. Továbbképzések

1.1.3.	LLL	Az egész életen át tartó tanulásban részt vevő népesség
1.3.2.	Digital_skills	Alapszintűnél magasabb digitális készségek
2.3.1.	ICT_training	A személyzet számára IKT-képzést nyújtó cégek
2.3.2.	ICT_workers	Foglalkoztatott IKT-szakemberek

A következő két indikátorcsoport (D, E) azt az **működési környezetet** írja le, amelyben létrejönnek az innovációk. A sikerhez a szereplőknek nem elegendő magányos hősként küzdeniük, a különböző ágazatok (akadémiai és üzleti), sőt, a különböző országok közötti együttműködésre van szükség ahhoz, hogy az innováció első lépcsőjét jelentő világszínvonalú kutatások folyjanak. A további lépésekhez, a piaci irányba történő elmozduláshoz a digitalizáció és a pénzügyi háttér adja meg a szükséges támogatást.

D. Együttműködések

1.2.1	Intl_copubl	Nemzetközi társszerzővel írt publikációk
1.2.2.	Top_citation	Legtöbbet idézett tudományos publikációk (top 10%)
3.2.2.	Uni_bus_copub	Köz- és magánszféra közös kiadványai

E. Modern üzleti környezet

1.3.1.	Fast_net	Szélessávú penetráció
2.1.2.	Venture_capital	Kockázati tőkekiadások

A harmadik nagy blokkba tartozó klaszterek (F, G, H) azt az **üzleti kultúrát** jellemzik, amelyben az innovatív ötletek valóban képesek megfoganni és hasznosulni. Mindennek a kiindulási pontja a céges kutatás-fejlesztési kiadások mértéke és annak intenzitása, komolyabb pénzráfordítás nélkül illúzió szabadalmaztatható ötletekben reménykedni. Meg kell érteni azt is, hogy a technológiai innováción túl egyéb tényezők (gyártás, marketing, értékesítés, vevők kiszolgálása stb.) szerencsés együtt állása is szükséges ahhoz, hogy egy-egy innovatív termék piaci siker legyen.

Fontos továbbá, hogy ne csak a piacon régóta jelen lévő, tőkeerős vállalkozások tudjanak új ötletekkel megjelenni a piacon, hiszen az innovációk jelentős része épp az induló vállalkozásokkal kapcsolható össze.

F. Céges kutatások

2.2.1.	Business_RD	K+F-kiadások az üzleti szektorban
2.2.3.	Inno_exp	Egy foglalkoztatottra jutó innovációs kiadások
3.3.1.	Patents	PCT szabadalmi bejelentések

G. Piaci innováció

2.2.2.	Business_inno	Nem K+F innovációs kiadások
4.2.3.	Product_sales	Termékinnovációk értékesítése

H. Startup világ

3.1.1.	Product_inno	Termékinnovációkkal rendelkező kkv-k
3.1.2.	Process_inno	Üzleti folyamatinnovációkat bevezető kkv-k
3.2.1.	SME_collab	Másokkal együttműködő innovatív kkv-k
4.1.2.	Inno_enterprises	Foglalkoztatás innovatív cégeknél

És végül a negyedik nagy csoportba tartoznak azok a klaszterek (I, J), amelyek az adott ország általános **technológiai fejlettségét**, illetve a jövőbeli technológiai lépcsők előkészítéseként szolgáló határterületi kutatásokat jellemzik.

I. Határterületi kutatások

3.3.2.	Trademarks	Védjegybejelentések
3.3.3.	Design	Formatervezési mintaoltalom bejelentések
4.3.3.	Green_tech	Környezetvédelemmel kapcsolatos technológiák fejlesztése

J. Technológiai fejlettség

4.2.1.	Hitech_export	Közép- és csúcstechnológiai termékek exportja
4.3.2.	PM25_emission	Finomrészecskék által okozott levegőszennyezés

A maradék négy mutatóval kapcsolatban ilyen *szignifikáns összefüggés nem állapítható meg*, azok önmagukban jellemzik az innováció egy-egy aspektusát. Hazánk tudomány- és innovációpolitikájának ismeretében különösen elgondolkodtató, hogy a külföldi doktoranduszok magas száma, vagy a cégeknek nyújtott közvetlen kormányzati támogatás egyetlen másik mutatóval sem mutat magas korrelációt. Illetve az adatok alapján úgy tűnik, hogy a tudásmunkások munkaerőpiaci viselkedését inkább az adott ország általános munkakultúrája, mintsem az iskolai végzettség határozza meg.

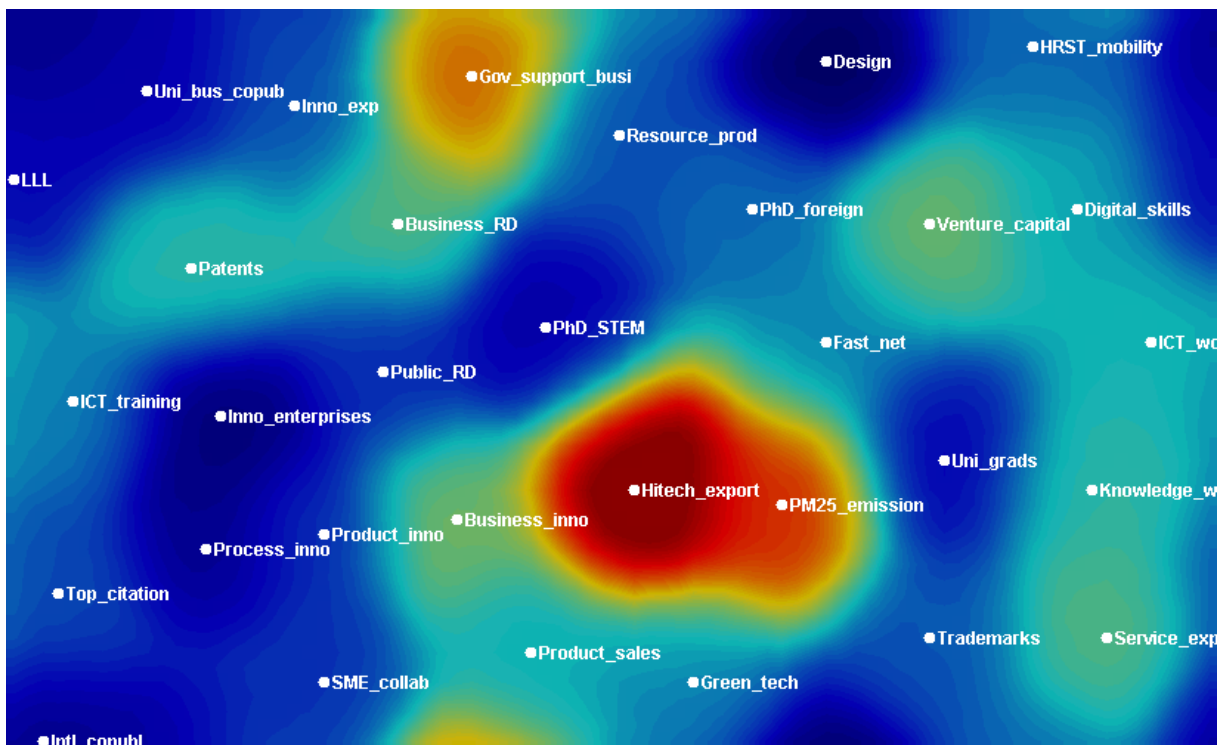
1.2.3.	PhD_foreign	Külföldi doktoranduszok
2.1.3.	Gov_support_busi	Közvetlen kormányzati támogatás vállalati K+F-re
3.2.3.	HRST_mobility	A tudományos munkaerő munkahelyek közötti mobilitása
4.3.1.	Resource_prod	Erőforrás-termelékenység

Magyarország innovációs erősségeinek térképe

Az önszerveződő térképek arra is lehetőséget nyújtanak, hogy segítségével egy-egy ország innovációs erősségeit és gyengeségeit látványosan megjelenítsük.

Vegyük most újra elő a legutóbbi fejezetben megismert térképet, tehát az innovációs kompetenciák 32 mutatójának olyan síkbeli elrendezését, ahol az egymáshoz közeli indikátorok valamilyen kapcsolatban állnak egymással, és az összefüggés annál erősebb, minél közelebb vannak egymáshoz a pontok. Azonban a korábbiaktól eltérően, más módon színezzük ki a térképet!

A színezés alapja ezúttal egy meghatározott ország erőssége vagy gyengesége az adott indikátor vonatkozásában, tehát egyfajta **hőtérképet** rajzolunk, ahol meleg színekkel jelöljük azokat a területeket, amelyekben a kérdéses ország erős, és hideg színekkel azokat, ahol gyenge. Az árnyalat annál **vörösebb**, minél erősebb a kompetencia, vagy annál **mélyebb kék**, minél gyengébb a kérdéses terület. A mutatók síkbeli pozíciója megegyezik az eddigiekkel, így egymással vizuálisan könnyen összehasonlítható a különböző országok kompetencia-profilja.



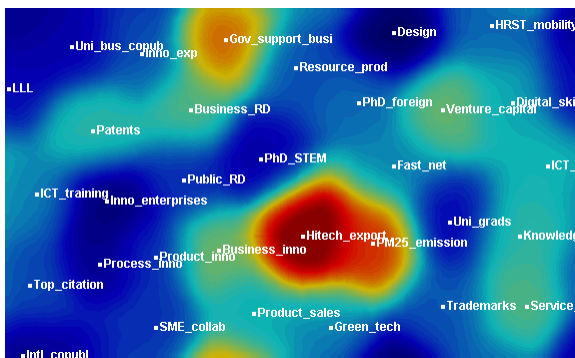
9. ábra. Magyarország innovációs „hőtérképe”, vizuális SWOT elemzése

A 9. ábra közérthető formában vizualizálja Magyarországot jól ismert, és az EIS 2024 országprofiljában is tetten érhető *relatív erősségeit* (csúcstechnológiai termékek dominanciája az exportban; közvetlen és közvetett kormányzati támogatás a vállalati K+F-re) és *relatív gyengeségeit* (formatervezési mintaoltalmak hiánya, felsőfokú végzettséggel rendelkező népesség alacsony aránya, innovatív kisvállalkozások csekély száma).

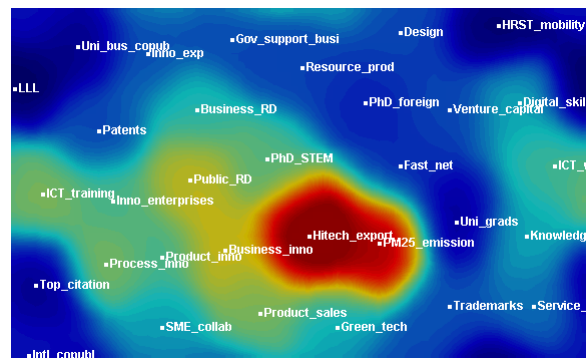
Látható, hogy hazánkban a K+F inkább céges finanszírozásban történik, mint közpénzekből, de az is, hogy ez inkább a multinacionális nagyvállalatokhoz, mintsem a hazai tulajdonú kis- és

közepes vállalatokhoz köthető. A közcélú K+F kiadások alacsony szintje maga után vonja a kutatói utánpótlás hiányát, ami karöltve a fiatal lakosság körében tapasztalható alacsony felsőfokú végzettséggel kérdésessé teszi, hogy meddig tudjuk kielégíteni a külföldi, hi-tech nagyvállalatok szüntelen igényét a tudásmunkásokra. A digitalizáció tekintetében viszonylag jól állunk, és magasban fejlett hazánkban a pénzügyi kultúra is. Külön magyarázatot érdemel, hogy az ipari szállóporkoncentráció tekintetében hogyan lehetünk ennyire „jók”, hiszen rangsorbeli pozíciónkat tekintve csak 17-ek vagyunk? A válasz, hogy van három ország, akik nagyságrendileg környezet-szennyezőbbek mindenki másnál, ezért az államok döntő része viszonylag jó pontot kapott.

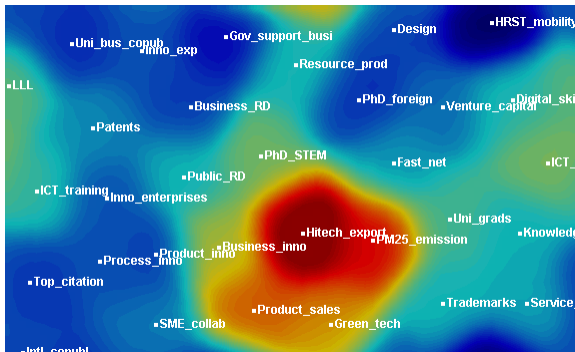
Rajzoljuk most meg a legfontosabb *referencia országok* (a viseigrádi országok: Csehország, Lengyelország, Szlovákia, továbbá Horvátország, Portugália és Románia, valamint a listavezető Dánia) innovációs hőtéképét!



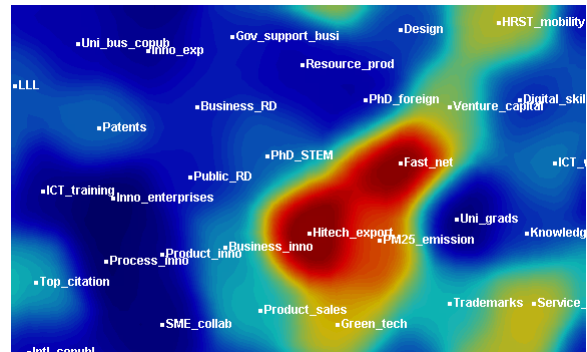
(a) Magyarország



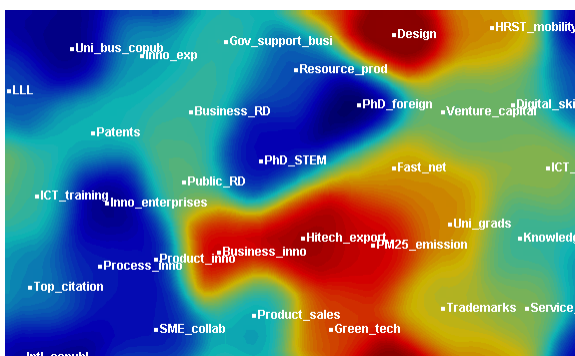
(b) Csehország



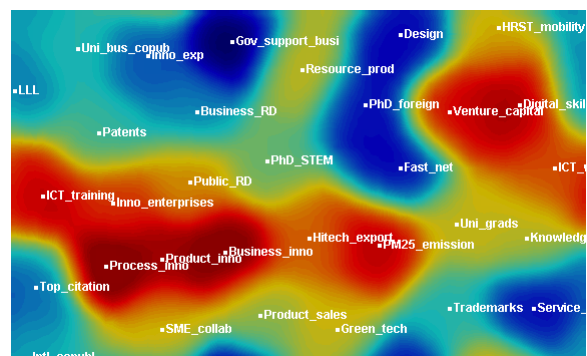
(c) Szlovákia



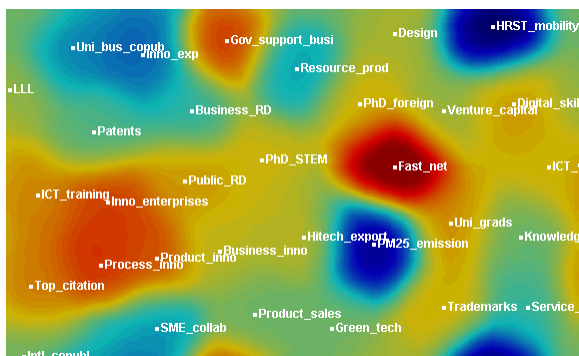
(d) Románia



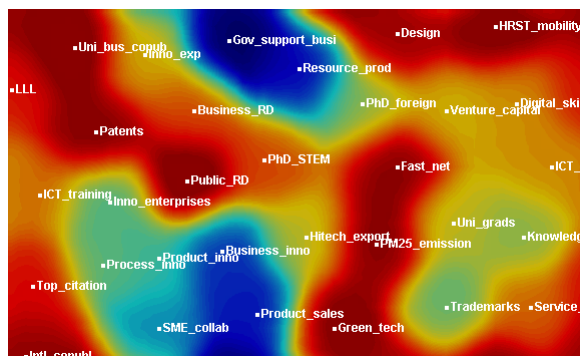
(e) Lengyelország



(f) Horvátország



(g) Portugália



(h) Dánia

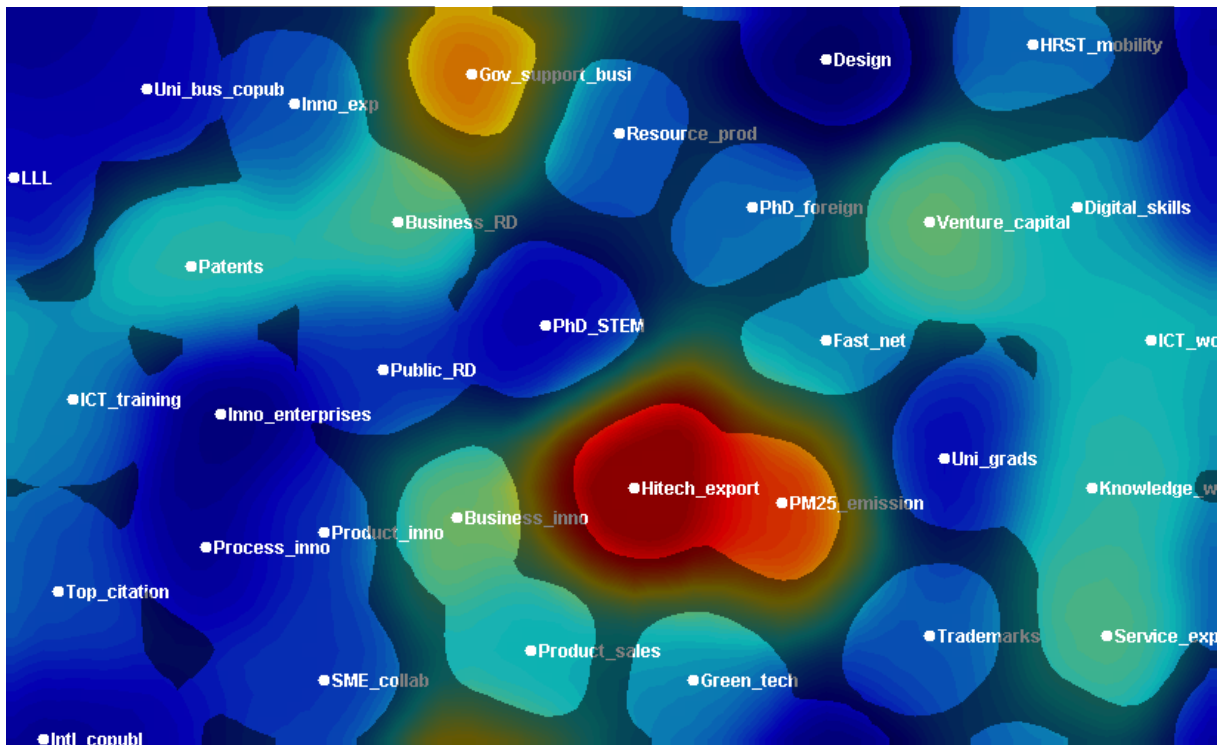
10. ábra. Magyarország és versenytársainak innovációs „hőtérképe”

A 10. ábrán világosan kirajzolódik, hogy Magyarország, Csehország, Szlovákia és Románia hasonló gazdaságfejlesztési stratégiát választott: a csúcstechnológia multinacionális vállalatok összeszerelő üzemek köré építkezik, és ebből próbálja meg több-kevesebb sikerrel felépíteni a teljes innovációs ökoszisztémáját.

Lengyelország és Horvátország már sokkal jobban diverzifikálta a gazdaságát, fejlesztéspolitikájuk több lábon áll, és ez meg is látszik az eredményeiken. Érdekes kontrasztot szolgáltat a fejlődő gazdaságok mellett két régi Uniós tagállam kompetenciaterképe: Portugália és Dánia egyaránt szinte minden területen aktív, csak a sikerességük különböző mértékű.

Beavatkozási területek és szakpolitikai eszközök

Ha a Magyarország innovációs erősségeit és gyengeségeit tükröző „hőterképet” kombináljuk az indikátorok összefüggő csoportjait vizualizáló szabálytalan alakzatokkal (vö. 8. ábra), akkor a 11. ábrán látható képet kapjuk. Ennek alapján akár már meg lehet fogalmazni konkrét javaslatokat is a fejlesztéspolitika számára, hiszen az egy területhez tartozó mutatók az európai országok átlagos viselkedését tekintve együtt „mozognak”; ha valamelyik mégis kilóg a sorból – akár fölfelé, akár lefelé, lásd a 3. táblázatot –, akkor annak különös jelentése van/lehet.



11. ábra. Magyarország innovációs „hőterképe”, kiemelve az összefüggő mutatókat

Az innováció sarokkövét képező **emberi erőforrások** tekintetében Magyarország meglehetősen vegyes képet mutat. A kutatói utánpótlás területén a sereghajtók közé tartozunk, és bár lassú javulás érzékelhető, az egyetemek és kutatóintézetek évtizedek óta tartó krónikus alulfinanszírozottsága csak az indikátorok kozmetikázására elegendő. Bár a gazdaság a jelenleginél több felsőfokú végzettségű munkaerőt igényelne, a felsőoktatási rendszer számos reformkísérlete közül egyik sem váltotta be teljesen a hozzá fűzött reményeket. Jóval pozitívabb a kép az élet-hosszig tartó tanulás, különösen a digitális készségek fejlesztése vonatkozásában, valószínűleg érdemes lenne az itt bevált „jó gyakorlatokat” hasznosítani a lemaradó területeken.

Az innovációs ökoszisztéma szereplői számára olyan **működési környezetre** van szükség, amely biztosítja a modern üzleti folyamatok zavartalanságát, és katalizálja a felek együttműködését. Jobban be kell kapcsolódnunk a nemzetközi tudományos vérkeringésbe, mert csak így lehet a legnívósabb folyóiratokban publikálni. Sikeresnek mondhatóak az akadémiai és vállalati szféra összekapcsolását célzó pályázati programok, ám az innováció eredményeinek piaci hasznosítását a jelenleginél nagyobb mértékben bevont befektetői forrásokból kell megoldani.

3. táblázat. Az indikátorok helyezése (Q1 Q2 Q3 Q4) és dinamikája

Kód	EIS indikátor	2024 (EU = 100%)	Változás évente	Változás 2023-ban
A.	Kutatói utánpótlás			
1.1.1.	Új doktori fokozatok STEM területen	47,6	+1,7	+0,0
2.1.1.	K+F-kiadások a közsférában	42,6	+0,7	-3,3
B.	Tudásmunkások			
1.1.2.	Felsőfokú végzettségű népesség	25,5	-3,0	-15,0
4.1.1.	Foglalkoztatás tudásintenzív tevékenységekben	86,6	+0,2	+0,0
4.2.2.	Tudásintenzív szolgáltatásexport	63,3	+1,8	+1,7
C.	Továbbképzések			
1.1.3.	Az egész életen át tartó tanulásban részt vevők	72,9	+5,4	+17,4
1.3.2.	Alapszintűnél magasabb digitális készségek	103,5	+4,2	+29,3
2.3.1.	A személyzet számára IKT-képzést nyújtó cégek	75,9	+2,4	+14,0
2.3.2.	Foglalkoztatott IKT-szakemberek	82,3	+1,4	+3,2
D.	Együttműködések			
1.2.1.	Nemzetközi társszerzővel írt publikációk	60,2	+4,0	+4,6
1.2.2.	Legtöbbet idézett tudományos cikkek (top 10%)	53,5	+2,0	-1,7
3.2.2.	Köz- és magánszféra közös kiadványai	117,3	+6,4	+0,5
E.	Modern üzleti környezet			
1.3.1.	Szélessávú penetráció	75,0	+6,2	+18,9
2.1.2.	Kockázati tőkekiadások	73,6	+0,2	-12,9
F.	Céges kutatások			
2.2.1.	K+F-kiadások az üzleti szektorban	66,7	-1,5	-18,0
2.2.3.	Egy foglalkoztatottra jutó innovációs kiadások	56,5	+1,2	+14,7
3.3.1.	PCT szabadalmi bejelentések	58,8	-0,7	+1,9
G.	Piaci innováció			
2.2.2.	Nem K+F innovációs kiadások	89,4	-1,1	+13,6
4.2.3.	Termékinnovációk értékesítése	57,1	-5,5	-8,8
H.	Startup világ			
3.1.1.	Termékinnovációkkal rendelkező kkv-k	60,0	+3,2	-12,6
3.1.2.	Üzleti folyamatinnovációkat bevezető kkv-k	33,4	+2,2	-9,5
3.2.1.	Másokkal együttműködő innovatív kkv-k	73,1	+6,1	-7,0
4.1.2.	Foglalkoztatás innovatív cégeknél	38,0	+3,5	+16,2
I.	Határterületi kutatások			
3.3.2.	Védjegybejelentések	66,4	+1,5	-3,1
3.3.3.	Formatervezési mintaoltalom bejelentések	19,2	-0,5	-1,9
4.3.3.	„Zöld” technológiák fejlesztése	41,8	-6,2	-19,8
J.	Technológiai fejlettség			
4.2.1.	Közép- és csúcstechnológiai termékek exportja	113,7	-0,2	+8,9
4.3.2.	Finomrészecskék által okozott levegőszennyezés	91,7	-6,2	-19,8

3. táblázat (folytatás). A be nem sorolt indikátorok

Kód	EIS indikátor	2024 (EU = 100%)	Változás évente	Változás 2023-ban
1.2.3.	Külföldi doktoranduszok	130,7	+19,8	+8,1
2.1.3.	Közvetlen kormányzati támogatás vállalati K+F-re	136,7	-6,2	+14,9
3.2.3.	A K+F munkaerő munkahelyek közötti mobilitása	97,9	+10,1	+11,7
4.3.1.	Erőforrás-termelékenység	67,5	+3,2	+10,9

Az állami K+F célú kiadásokhoz viszonyítva némileg jobb a helyzet a céges kutatási ráfordítások tekintetében, de az **üzleti kultúra** vonatkozásában még mindig mélyen az Uniós átlag alatt szerepelünk, ami egyértelműen tükröződik mind a szabadalmak, mind az értékesített termékek alacsony számában. A kis- és közepes vállalkozások lassú fejlődésnek indultak, de a hazai startup világ sajnos még gyerekcipőben jár az európai átlaghoz képest. Különösen szembeűnő, hogy bár a kkv-k kiterjedten együttműködnek egymással, meglehetősen sokat költenek is a nem-technológiai jellegű fejlesztésekre; azonban a modern, folyamatalapú működési modell alig-alig nyert teret körükben.

A **technológiai fejlettség** és a jövőbeli kitörési pontokat előkészítő, megalapozó határterületi kutatások vonatkozásában igen ellentmondásos a helyzet. Hazánk ipara jelentős volumenben állít elő csúcstechnológiákat felvonultató, exportpiacra szánt termékeket, ugyanakkor ezekben a magyar szürkeállomány hozzáadott értéke messze elmarad a nyugati versenytárs országokétól. És lássuk be, bár az elmúlt évtizedekben számos esetben volt okunk nemzetközi üzleti sikerekben bizakodni, egyetlen kitörési pontnak vélt határterület, de még a kreatív ipar sem tudta valóra váltani a reményteli elképzeléseket.

A **be nem sorolt indikátor** egyáltalán nem jelenti azt, hogy az adott mutató ne lenne fontos, akár az Európai Innovációs Eredménytábla, akár az ország fejlődése szempontjából, pusztán csak annyit, hogy *a többi mérőszámmal nem mutat szoros korrelációt*. A külföldi doktoranduszok számának növekedése, vagy a cégek kormányzat általi, európai összevetésben is kiemelkedő K+F támogatása tehát önmagában örvendetes, pozitív fejlemény, viszont ezektől hiába várjuk, hogy a többi dimenzióban is jobbak legyenek az eredményeink.

Szakpolitikai következtetések

Az eddigiekből következik, hogy lényegi javulás csak akkor érhető el, ha az (A)-(J) csoportokba sorolt, összefüggő indikátorokat egységes stratégia mentén fejleszti minden érintett ágazati szereplő. A lemaradó indikátorokat fel kell húzni a többiek szintjére, s ehhez az adott csoportban jól teljesítő országoktól lehet inspirációt, ötleteket, „jó gyakorlatokat” meríteni. Támpontként a 4. táblázatban a STIP Compass¹³ alapján összefoglaljuk azokat a szakmapolitikai eszközöket, amelyek segítségével pozitívan befolyásolhatjuk egy-egy részterület eredményét.

¹³ Az STIP Compass az Európai Bizottság és az OECD közös kezdeményezése, amelynek célja, hogy egy helyen gyűjtse össze a tudományos, technológiai és innovációs (STI) politika nemzeti tendenciáira vonatkozó minőségi és mennyiségi adatokat. <https://stip.oecd.org/stip/>

4. táblázat. Szakpolitikai beavatkozások hatása és időhorizontja

Szakpolitikai eszköz	Hatás	Időtáv
A. Kutatói utánpótlás		
Stabil intézményi finanszírozás	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Kutatási infrastruktúrák célzott támogatása	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Projekt-támogatások	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Posztgraduális ösztöndíjak	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
B. Tudásmunkások		
Diákhitelék és ösztöndíjak	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Adókedvezmény K+F+I dolgozók után	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
C. Továbbképzések		
Pénzügyi ösztönzők (cég vagy egyén)	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Szemléletformálás (cég vagy társadalom)	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
D. Együttműködések		
Stabil intézményi finanszírozás	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Kiválósági központok támogatása	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Kutatói mobilitás ösztönzése	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
E. Modern üzleti környezet		
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Kockázati tőkefinanszírozás	Közepes-magas	Rövid-középtáv
F. Céges kutatások		
Vállalatok számára kiírt K+F+I pályázatok	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Társasági adókedvezmény a K+F+I számára	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Szellemi tulajdonra vonatkozó tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
G. Piaci innováció		
Társasági adókedvezmény a K+F+I számára	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
H. Startup világ		
Hitelek és kölcsönök a vállalati innovációhoz	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Hálózati és együttműködési platformok	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Adókedvezmények K+F+I dolgozók után	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
I. Határterületi kutatások		
Dedikált pályázatok („zöld kihívások”)	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Szellemi tulajdonra vonatkozó tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
J. Technológiai fejlettség		
Technológiabővítési és üzleti tanácsadás	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Környezetvédelmi szabályozás	Közepes-magas	Közép-hosszútáv

4. táblázat (folytatás). Szakpolitikai beavatkozások hatása és időhorizontja

Szakpolitikai eszköz	Hatás	Időtáv
Posztgraduális ösztöndíjak külföldieknek	Közepes-magas	Közép-hosszútáv
Közvetlen kormányzati támogatás vállalati K+F-re	Közepes-magas	Rövid-középtáv
Rugalmas munkavégzési formák	Alacsony-közepes	Rövid-középtáv
Kölcsönök és hitelek a vállalati innovációhoz	Közepes-magas	Közép-hosszútáv

Emberi erőforrások. A tudásgazdaság működéséhez elsősorban kiművelt emberfőkre van szükség, gondolhatunk akár a graduális, a posztgraduális, vagy az élethosszig tartó képzésekre. Az ide sorolt (A), (B), és (C) csoportok indikátorai közül különösen rosszul teljesítő – és ezért szakpolitikai beavatkozást igénylő – területek a felsőfokú végzettségű népesség aránya (EU átlag 25%-a), a STEM doktori fokozatok száma (48%), és az állami K+F kiadások mértéke (43%). A 11. ábrán jól megfigyelhető, hogy az emberi erőforrások vonatkozásában hazánk gyengeségei (sötétebb területek) közül központi helyen található, és ezért mielőbbi, határozott beavatkozást igényel az állami K+F kiadások szintje (Public_RD): a humán dimenzió fejlesztésének kulcsa a *stabil intézményrendszer*, kiszámítható és a jelenleginél magasabb alapfinanszírozással; az egyéneket ösztöndíjakkal, a vállalatokat adókedvezményrel motiválva a magasabb tudásszintek elérésére.

Nemzetközi beágyazódás. Az innovációt körülölelő működési környezet, vagyis a (D) és (E) csoportok szempontjai szerint hazánk helyzete aránylag kedvezőnek mondható, beavatkozást a nemzetközi tudományos kapcsolatok bővítése (jelenleg az EU átlag 60%-a), és a globális porondon is kiválóan számító kutatási eredmények alacsonyabb száma (54%) igényel. Hosszú távon megtérülő befektetés, de tartós hatást csak a *legkiválóbb kutatók célzott mobilizálása* (tapasztalatszerzés, relokáció) révén érhetünk el.

Üzleti kultúra. Az üzleti szektor innovációs aktivitását fel kell pörgetni! Az (F), (G) és (H) csoport indikátorai szinte kivétel nélkül minden területen sokkal rosszabb teljesítményt tükröznek az EU átlagánál, a többség jellemzően 33-66%-ot, és még a legjobb is csak 89%-ot ért el. A kilenc mérőszám közül hét vonatkozásában a sereghajtók közé tartozunk, a 11. ábrán látható módon különösen mélykék színű a „Process_inno” és „Inno_enterprises” terület. Nyilvánvalóan más és más szakpolitikai eszközök működnek a – jellemzően külföldi tulajdonosi háttérű – nagyvállalatoknál, illetve a magyar tulajdonú, kezdeti stádiumú cégeknél. Az előbbi kört ún. *matching fund* típusú pályázatokkal, vagy adókedvezményekkel, a startupokat pedig *tőkeinjekcióval* és *inkubációs szolgáltatásokkal* lehet motiválni és segíteni.

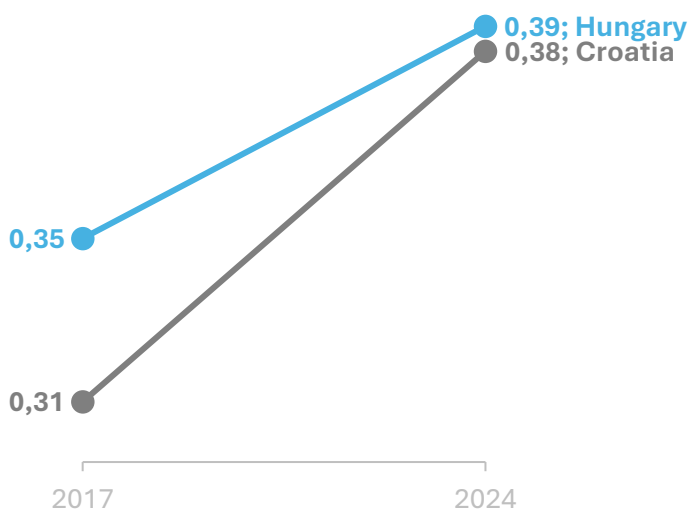
Technológiai fejlettség. A technológiai fejlettség hazánk innovációs erőssége, a jelenlegi szint megőrzése és továbbfejlesztése *jövőorientált törvényi előírásokkal*, szabványosítással, az állampolgári és *fogyasztói tudatosság növelésével*, a szellemi jogvédelemre vonatkozó radikális szemléletváltozással, és az emberiség globális kihívásait célzó megoldások tervszerű keresésével támogatható. Így érhető el, hogy a – jelenleg még gyengébb – határterületeken kiemelkedjenek azok a magyar tulajdonú KKV-k, amelyek hosszú távon nemzetközi viszonylatban is versenytárai lehetnek a high-tech piacot jelenleg uraló multinacionális cégeknek.

Összegezve: a hazánk innovációs erősségeit és gyengeségeit ábrázoló hőtérkép alapján azt mondhatjuk, hogy sok más területtel áll összefüggésben, viszonylag könnyen és eredményesen befolyásolható, és a nemzetközi összehasonlítás szerint is fontos az *állami K+F ráfordítások növelése*, a *felsőoktatási hallgatók száma*, és a *KKV innováció fejlesztése*. Ezen túl össze kell kapcsolni a két legerősebb, de egyéb területekkel nem korreláló indikátort (a vállalati K+F közvetlen kormányzati támogatása, illetve a külföldi doktoranduszok száma) és a többi mutatót, ahogy pl. Csehországban, Lengyelországban, vagy Dániában sikeresen megtették (lásd az esettanulmányokat a következő fejezetben).

Esettanulmányok, jó gyakorlatok

Horvátország

Az Európai Innovációs Eredménytábla pontjaiért folytatott virtuális versenyben az elsőszámú kihívónk évek óta déli szomszédunk, Horvátország. A tagállamok közül utolsóként csatlakoztak az Unióhoz, és Magyarországhoz hasonlóan ők is a „feltörekvő” és a „mérésékelt” innovátorok (Q4 és Q3) határmezsgyéjén billegnek. A 12. ábra jól érzékelteti, milyen sebességgel zárkóznak fel hozzánk, és a tendencia semmi jóval nem kecsegtet ránk nézve.



12. ábra. Magyarország és Horvátország összesített innovációs indexének változása hét év alatt

Jogosan merül fel a kérdés, hogy mi áll a horvát siker hátterében? Ha összehasonlítjuk az (A)—(J) csoportokba rendezett mutatók értékeit a két országnál, azt látjuk, hogy szignifikánsan jobban szerepel Horvátország az *A. Kutatói utánpótlás*, a *C. Továbbképzések*, és a *H. Startup világ* dimenziókban, vagyis éppen a sikeres, hazai tulajdonban lévő kis- és közepes vállalatokra alapozott gazdasági fejlődés három fontos tényezőjét, a **szellemi tőkét**, a **szervezeti légkört**, és az **innovációs kultúrát** jellemző indikátorok vonatkozásában¹⁴. Hazánk a gazdaságfejlesztés más útját választotta, és ennek megfelelően mi vagyunk lényegesen jobbak a vállalatoknak nyújtott közvetlen kormányzati támogatások, az exportra termelő, külföldi tulajdonú, csúcstechnológiai cégek (*J*), a modern üzleti környezet (*E*), vagy épp az üzleti szektor K+F tevékenysége (*F*) esetében. Az idő fogja eldönteni, hogy hosszú távon melyik stratégia az eredményesebb.

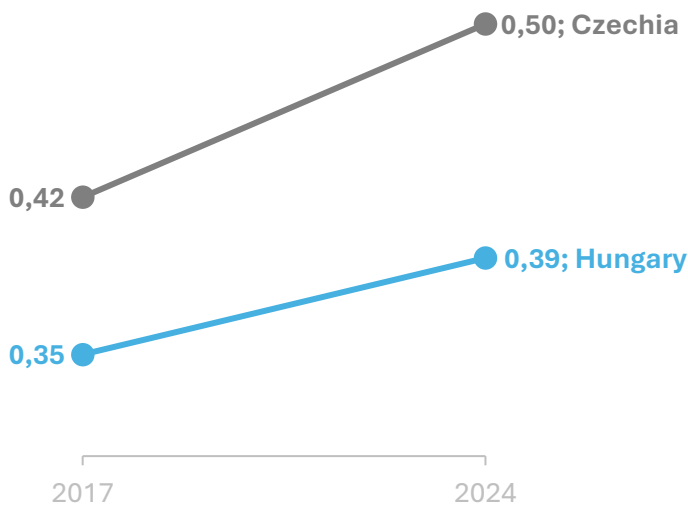
Csehország

A visegrádi országok közül a legjobb helyezést Csehország tudhatja magáénak. Ahogy azt a 10. ábrán is megfigyelhettük, a rendszerváltás után hazánkéhoz hasonló gazdaságfejlesztési stratégia mellett kötelezték el magukat, amelynek fókuszában a multinacionális, csúcstechnológiai

¹⁴ Marina Dabić, J. Lažnjak, D. Smallbone, J. Švarc, (2018) Intellectual capital, organisational climate, innovation culture, and SME performance: Evidence from Croatia. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 26 No. 4, pp. 522-544. <https://doi.org/10.1108/JSBED-04-2018-0117>

cégek kiszolgálása, és a körük történő fokozatos építkezés állt. A különbség két területen különösen szembeűnő: az (A) *Kutatói utánpótlás* nevelése (doktori képzés és GERD), és (H) *Startup világ* dimenziókba tartozó indikátorok esetén szignifikáns, 20–30 sőt 40 százalékpontos előny mutatkozik Csehország javára.

Ezzel összeeseng, hogy a 2019-30 közötti időszakra lefektetett *Innovációs Stratégiájuk*¹⁵ első három prioritása éppen az **államilag finanszírozott K+F**, az **oktatás és képzés**, valamint a **startup és spin-off** vállalatok támogatása területén fogalmaz meg ambiciózus célkitűzéseket. Vagyis a csehek – a '90-es évekbeli hasonló pozícióból indulva, és Magyarországgal megegyező fejlesztéspolitikát választva – azért szerepelnek jóval előkelőbb helyen az európai országok rangsorában, mert komolyan vették és veszik a nagyvállalatok köré szerveződő innovációs ökoszisztéma felépítésének rájuk eső feladatait, és három évtized kitartó, következetes munkája meghozta a gyümölcsét (lásd a 13. ábrát).



13. ábra. Magyarország és Csehország összesített innovációs indexének változása hét év alatt

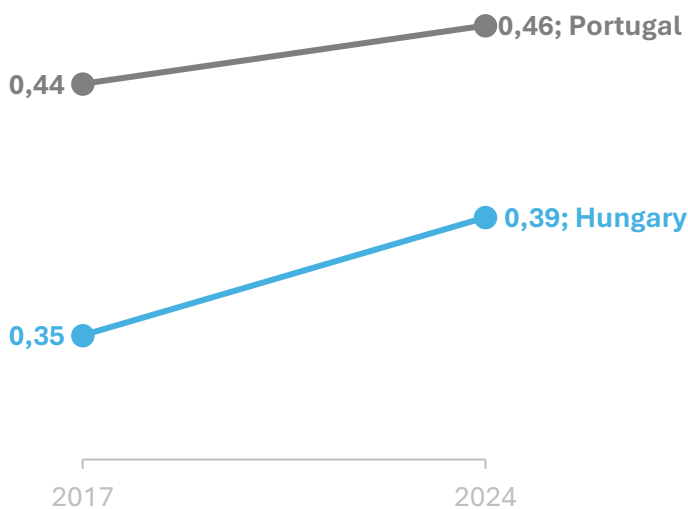
Portugália

Portugália 1986 óta tagja az Európai Uniónak, tehát a „régii” tagállamok közé számít. Területét és népességét tekintve egyaránt ők állnak a legközelebb hazánkhoz, ezért referenciaként tekinthetünk rájuk. A 14. ábrán megfigyelhetjük, hogy az elmúlt években – az innováció szempontjából – nem sokat fejlődtek, pontszámuk szinte változatlan; ám hazánk, bár csökkentette a lemaradást, mégsem tudta teljesen ledolgozni a hátrányát. Mi áll ennek a hátterében?¹⁶

Az EIS mutatókat megvizsgálva Portugália még mindig jóval előttünk jár az emberi erőforrás fejlettségét jellemző dimenziókban – a teljes (A) és (C) indikátorcsoportban, és a (B)-n belül a felsőfokú végzettség területén –, tehát ismét csak az **államilag finanszírozott K+F**, a **felsőoktatás** és a továbbképzések jelentik számunkra a fejlődés gátját. Érdekes megfigyelni azt is, hogy ugyan hazánkhoz hasonlóan Portugália is kormányzati eszközökkel támogatja a multinacionális cégek

¹⁵ https://mzv.gov.cz/file/3569261/Innovation_Strategy_of_the_CR_2019_2030._The_Country_for_the_Future.pdf

¹⁶ Coutinho EMO, Au-Yong-Oliveira M. Factors Influencing Innovation Performance in Portugal: A Cross-Country Comparative Analysis Based on the Global Innovation Index and on the European Innovation Scoreboard. *Sustainability*. 2023; 15(13):10446. <https://doi.org/10.3390/su151310446>

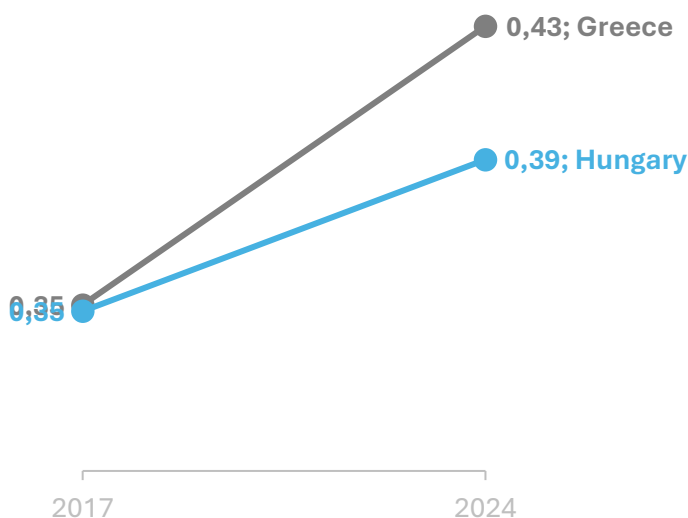


14. ábra. Magyarország és Portugália összesített innovációs indexének változása hét év alatt

beruházásait, a külföldi tőke beáramlását, de emellett fejlesztik a **hazai tulajdonú kis- és középvállalkozásokat** (H csoport), és keresik a gazdaságuk számára a saját lábra állás lehetőségét, a kitörési pontokat (I csoport). A digitalizáció szempontjából is messze előttünk járnak, de ez valószínűleg inkább kulturális, mintsem innovációs jelenség, e tekintetben ugyanis a teljes Ibériai-félsziget Európa élmezőnyébe tartozik, a skandináv országokkal szoros versenyben az elsőségért.

Görögország

Görögország népessége és területe csak egy kicsit nagyobb hazánknénál, az Európai Innovációs Eredménytábla szempontjából pedig ugyanott tartottunk 2017-ben. Azután a görögök elléptek tőlünk, ahogy azt a 15. ábra világosan megmutatja. Az adatok vizsgálata újra csak az eddig megismert sémát ismétli, apró hangsúlyeltolódásokkal.

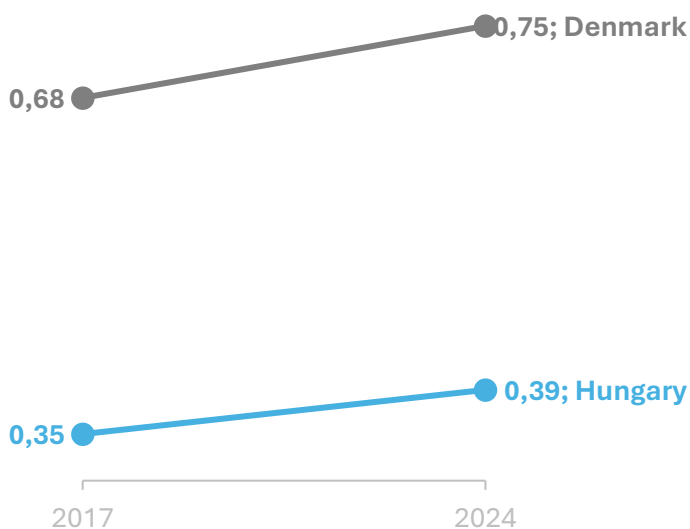


15. ábra. Magyarország és Görögország összesített innovációs indexének változása hét év alatt

A görögök sokkal jobbak nálunk az **államilag finanszírozott K+F**, a graduális és a posztgraduális képzés területén (A csoport), sikerebben az innovatív ötletek piaci bevezetésében (G), jobban támogatják a **hazai tulajdonú kkv**-kat (H), és történelmi sajátosság, hogy a XX. századi görög kivándorlási hullám óta diaszpórában élő honfitársak között fenn tudott maradni, vagy nemzeti-ségi alapon kitudott épülni az eredményes **tudományos együttműködés** (D indikátorcsoport).

Dánia

És végezetül vessünk egy pillantást a listavezetőre, Dániára. A 16. ábrán jól látható, hogy az elmúlt hét év során szemernyit sem tudtunk lefaragni a hátrányunkból, sőt, mintha még egy kicsit rosszabb is lenne a helyzet. Nem meglepő, hogy szinte minden tekintetben jobbak nálunk, ami viszont elgondolkodtató, hogy az a két indikátor, amiben mi vagyunk lényegesen jobbak (2.1.3. „Közvetlen kormányzati támogatás vállalati K+F-re”, és 4.2.1. „Közép- és csúcstechnológiai termékek exportja”), remekül rávilágít hazánk és Dánia eltérő innovációpolitikájára. Az eddigi példákhoz hasonlóan ők sem a külföldi tulajdonú, high-tech cégek bevonzásában, hanem a **diverzifikált, hazai kkv-kra épülő gazdaságfejlesztésben** látják a hosszú távú siker kulcsát.



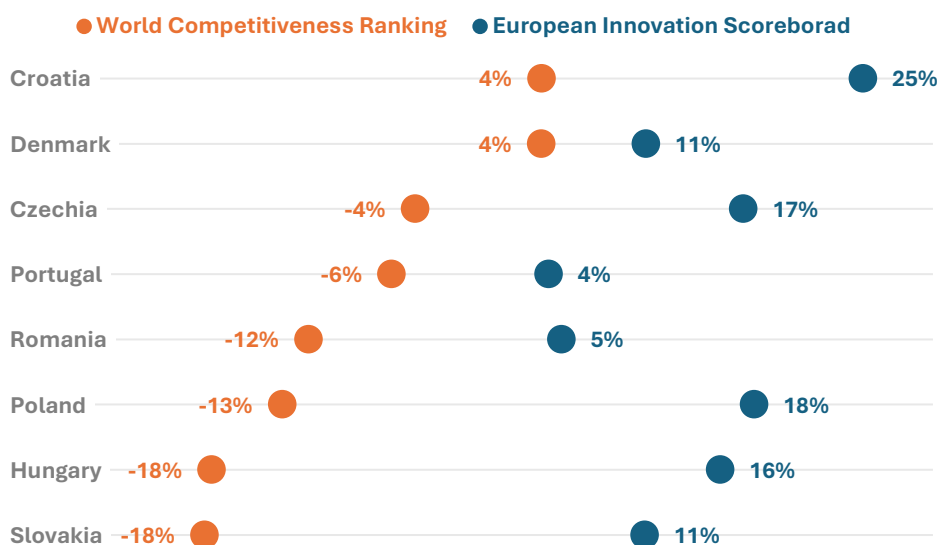
16. ábra. Magyarország és Dánia összesített innovációs indexének változása hét év alatt

Kitekintés

Kutatásunk célkitűzése az Európai Innovációs Eredménytábla indikátorainak újszerű elemzése volt, a Kohonen-féle önszerveződő térképek módszerének alkalmazásával. Az alábbiakban javaslatot teszünk munkánk egy lehetséges és perspektivikus folytatási irányára.

Az innováció létfontosságú úgy a nemzetgazdaságok, mint a vállalkozások számára, mivel a termelékenység, a jövedelmezőség, és a versenyképesség egyaránt szorosan összefügg a gazdasági egységek innovációs teljesítményével. A tudósok és a döntéshozók egyaránt komoly szerepet tulajdonítanak neki a fenntartható fejlődés, és a globális gazdasági versenyben való sikeresség előmozdításában. Éppen ezért az *innováció mérése társadalmi-gazdasági szempontból egyre fontosabbá válik.*

Ezt felismerve, az elmúlt évek/évtizedek során számos tekintélyes nemzetközi szervezet, mint például az OECD, az Európai Unió, a Világbank és az IMF is felkarolta az innováció témakörét. Az innováció mérése azonban nem egyszerű feladat. Jónéhány megközelítés, adatforrás és mutató létezik az innováció kvázi-objektív számszerűsítésére. Szembeötlő, hogy az eltérő társadalmi-gazdasági hagyományokkal és kultúrával rendelkező, eltérő körülmények között működő országok, más-más szakpolitikai elképzelések mentén haladva – éppen az innováció fogalmának árnyaltsága, összetettsége miatt – a különböző eszközökkel (rangsorokkal) mérve hasonló vagy akár nagyon eltérő innovációs teljesítményt is mutathatnak (lásd a 17. ábrát).



17. ábra. Hogyan változott az országok versenyképessége¹⁷, illetve összesített innovációs indexe a 2019-24 között eltelt öt évben?

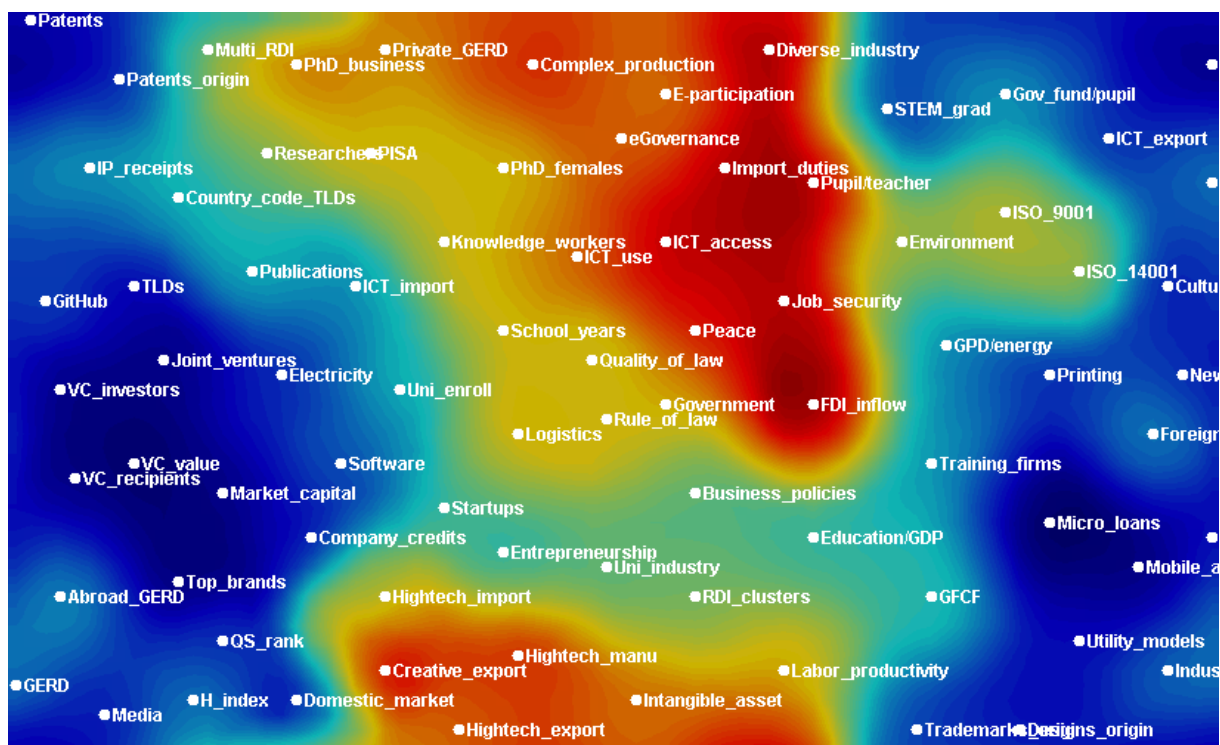
Éppen ezért kutatásunk következő szakaszában szeretnénk megvizsgálni a különböző kompozit innovációs mérőszámokat, egyrészt, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a jelenség elméleti hátterébe, ugyanakkor abban bízva, hogy a rangsorok mögött rejlő „logikák” és „filozófiák”

¹⁷ <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>

megértése gyakorlati értékkel is bír a szakpolitikai döntéshozók számára. Három, koncepcionálisan kiforrott, az innovációt fogalmilag tágan értelmező, részben egyedi ötleteket is felvonultató, és a mérőszámok „piacán” konkurens eszközre szeretnénk összpontosítani: a *Globális Innovációs Index (GII)*, az *Európai Innovációs Eredménytábla (EIS)*, és a *Világ Versenyképességi Rangsor (WCR)* összehasonlítását tervezzük.

A néhány mérőszámot, illetve azok variációit a szakirodalom az innováció kulcsmutatóiként emleget: a K+F-kiadások (összesen, intézményenként, lakosságszámra vetítve stb.), a szabadalmak (bejelentések, bevételek), és a bibliometriai adatok (tudományos publikációk, hivatkozások) az innováció három legfontosabb mutatóosztálya. A *GII*, *EIS* és *WCR* felépítését megvizsgálva, első „ránézésre” három további közös szempontot fedezhetünk fel: ezek az oktatás, a közép- és csúcstechnológiai termékek exportja, valamint az egyetemek és az ipar együttműködése. Célunk végső soron, az *EIS*-hez hasonlóan, a korrelációt mutató indikátorcsoportok beazonosítása, és lehetőség szerint a három rangsor közös jellemzőinek feltárása.

Módszertani segédeszközként továbbra is az *önszerveződő térképeket* fogjuk használni, melynek kimenete a 18. ábrán láthatóhoz hasonló vizuális interpretációja egy-egy adott ország innovációs teljesítményének. Azt reméljük, hogy a három index összességében már 360°-os képet nyújt, a rangorkészítés finomságai, a hasonlóságok és különbségek megértése pedig segíti a plauzibilis következtetések levonását.



18. ábra. Magyarország innovációs „hőképe” *Globális Innovációs Index (GII)* alapján

Ajánlott irodalom

A tanulmányban érintett témakörök, az innováció- és fejlesztéspolitika, illetve különösen a teljesítménymutatók iránt mélyebben érdeklődő olvasók számára az alábbi szakirodalmat javasoljuk kiindulásként.

Susana Borrás, Charles Edquist, The choice of innovation policy instruments, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 80, Issue 8, 2013, Pages 1513-1522, ISSN 0040-1625, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.03.002>.

Cirera, X., Frias, J., Hill, J., & Li, Y. (2020). *A Practitioner's Guide to Innovation Policy: Instruments to Build Firm Capabilities and Accelerate Technological Catch-Up in Developing Countries*. <http://hdl.handle.net/10986/33269>

Edler, Jacob, P. Cunningham, A. Gök, and P. Shapira, eds. (2016), *Handbook of Innovation Policy Impact*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781784711856>

Gault, F., Arundel, A., & Kraemer-Mbula, E. (Eds.). (2023). *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800883024>

IMD (2024), *World Competitiveness Ranking*. <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/rankings/wcr-rankings/>

OECD (2010), *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264083479-en>.

UNDP (United Nations Development Programme). 2024. *Human Development Report 2023-24: Breaking the gridlock: Reimagining cooperation in a polarized world*. New York. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2023-24>

UNESCO (2024), *Science, technology and innovation policy instruments for the Sustainable Development Goals: a global outlook*. <https://www.unesco.org/en/articles/science-technology-and-innovation-policy-instruments-sustainable-development-goals-global-outlook>