

KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR–CSIZMADIA TIBOR–
HAUSZ FRIGYES–FEHÉRVÖLGYI BEÁTA

Intézményi koncentráció és az innovációs hálózatok vizsgálata

Bár a cikk írása pillanatában a magyarországi alapítványi egyetemek részvétele a Horizont Európa K + F + I kutatási projektekben még kérdéses, a legutóbb sikeresen lezárt négy keretprogramban (FP5–H2020) Magyarország – élükön az egyetemekkel is – tevékeny részt vállalt. E tanulmány négy, egymásra szervesen épülő kutatásról nyújt összefoglalást. A kutatásokban – vállalati, gazdasági, technológiai és az együttműködésre, végrehajtásra vonatkozó adatok felhasználásával – vizsgáltuk az intézményi koncentrációt, továbbá egy egységes élpredikciós modellt adtunk a kollaborációs kapcsolatok kialakulására. Ezen túlmenően elemeztük a végrehajtási struktúrák és a konzorciumok szerepét a teljesítések kockázatára. Valamennyi eredményünk azt mutatta, hogy a kialakuló konzorciumoknak és a végrehajtási struktúráknak meghatározó szerepük van egyrészt a későbbi együttműködések kialakulásában, a teljesítés kockázatában, de legalább ennyire jelentősek a keretprogramok által elérhető célok megvalósításában is. Tanulmányunk nemcsak modellt ad a jelenségek vizsgálatára, hanem szimulációs módszerek segítségével kimutatta, hogy milyen hatással lehet bizonyos projektcélok (például publikációs, disszeminációs célok) elérésére az, ha a döntéshozók a pályázati kiírások segítségével meg tudják változtatni a konzorciumok összetételét, valamint a végrehajtás módját.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: C53, O32, O52, Z38.

* A kutatás a K 142395. számú projekt keretében, a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K_22 OTKA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Kosztján Zsolt Tibor, Pannon Egyetem Menedzsment Intézet Kvantitatív Módszerek Intézeti Tanszék
(e-mail: kosztyan.zsolt@gtk.uni-pannon.hu).

Csizmadia Tibor, Pannon Egyetem Menedzsment Intézet Szervezési és Vezetési Intézeti Tanszék
(e-mail: csizmadia.tibor@gtk.uni-pannon.hu).

Hausz Frigyes, Pannon Egyetem Menedzsment Intézet Innovációs Menedzsment Intézeti Tanszék.

Fehérvölgyi Beáta, Pannon Egyetem Menedzsment Intézet Innovációs Menedzsment Intézeti Tanszék
(e-mail: feheervolgyi.beata@gtk.uni-pannon.hu).

A kézirat első változata 2023. december 5-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2024.12.1351>

Bevezetés

A K + F + I-együttműködési hálózatok vizsgálata a mai napig nagyon széles körben kutatott téma (*Araújo–Franco [2021]*). A hálózatok vizsgálata (*Piro és szerzőtársai [2020]*, *Roediger–Schluga–Barber [2006]*), kialakulásának magyarázata (*Roediger–Schluga–Barber [2008]*), valamint az együttműködések hatásainak elemzése (*Heller Schuh és szerzőtársai [2011]*) segít megérteni, hogy a különböző szervezetek, intézmények, vállalkozások, kutatók hogyan alakítanak ki és tartanak fenn kapcsolatokat egymással, és ezek a kapcsolatok hogyan befolyásolják a gazdasági, társadalmi, tudományos és technológiai fejlődést (*Arnold [2012]*). Az együttműködési hálózatok vizsgálata lehetővé teszi az együttműködés előnyeinek, hátrányainak, motivációinak, kihívásainak és hatékonyságának feltárását (*Meissner [2019]*), valamint a hálózatok strukturális és dinamikus jellemzőinek elemzését (*Defazio és szerzőtársai [2009]*). A K + F + I-hálózatok vizsgálata segíthet a hálózatok tervezésében, menedzselésében, értékelésében és fejlesztésében is (*Balland és szerzőtársai [2019]*, *Kosztján és szerzőtársai [2022]*). Az együttműködési hálózatok vizsgálatához különböző módszereket alkalmazhatunk, mint például a hálózatelemzés (*Balland és szerzőtársai [2019]*), a statisztikai modellezés (*Arnold [2012]*), illetve gépi tanulási módszerek (*Seeber és szerzőtársai [2022]*). A hálózatok kialakulásának, fejlődésének vizsgálatára általában élpredikációs módszereket alkalmaznak (*Qi és szerzőtársai [2022]*). Az Európai Unió célja, hogy az egyes országok intézményei egyenlő feltétellel pályázhassanak közvetlenül a brüsszeli forrásokra (*Bradford [2020]*). Mivel e mechanizmus általában kihagyja a kormányok közvetítőtevékenységét, így az intézmények közvetlenül egymással versenyeznek a forrásokért (*Lepori [2011]*). A különböző országok intézményeinek infrastruktúrális hátterei eltérnek egymástól. Ebből adódóan versenyelőnnyel vagy éppen versenyhátránnyal is indulhatnak (*Piro és szerzőtársai [2020]*). Éppen ezért az eddigi kutatások elsősorban az országok közötti egyenlőtlen forrásmegosztást vizsgálták (*Katz–Matter [2017]*). Viszonylag kevés tanulmány foglalkozott az országon belüli intézményi koncentrációval, miközben számos példát láthatunk arra, hogy kutatóhálózatok egy nagy ernyőszervezet alá betagozódva közösen pályáznak (ilyen például a Fraunhofer kutatóhálózat). Mindezek ellenére viszonylag kevesebb figyelem irányult eddig a finanszírozások intézményi koncentrációjára (*Aagaard és szerzőtársai [2020]*). Akik eddig vizsgálták ezt a témát, meglehetősen megosztottak voltak, hiszen egyes kutatók szerint az intézményi koncentráció a kiválósággal magyarázható (*Aagaard és szerzőtársai [2020]*). Nevezetesen az adott országban mindössze egy-két intézmény van, amelynek infrastruktúrája alkalmas világszínvonalú kutatásra. Éppen ezért érdemes a forrásokat elsősorban számukra biztosítani. Ugyanakkor kérdés, hogy hány nyertes projekttel tudnak egyszerre magas színvonalon foglalkozni. Bevonnak-e más, kevésbé felszerelt intézményeket ezekbe a projektekbe, olyan multiplikátorhatást előidézve, amely pozitív hatással van valamennyi partnerintézményre, és ezen keresztül magára a gazdaságra is. Tanulmányunkban az intézményi koncentrációt úgy mértük, hogy a pályázatokon nyertes intézmények hány százaléka nyeri a támogatások 80 százalékát.

Bár az együttműködési hálózatokat számos kutató vizsgálta, a projektek időbeli végrehajtásával, a keretprogramokban (FP) az úgynevezett végrehajtási struktúrákkal

szinte egyáltalán nem foglalkoztak. Ennek egyik oka, hogy a projektek logikai kapcsolatairól, a projektek közötti erőforrás-megosztásokról nincsenek adataink. Azokat legfeljebb becsülni tudjuk (például *Kosztján és szerzőtársai* [2022]). Ugyanakkor kutatók kimutatták, hogy egy projektportfólióban, ahol számos párhuzamosan futó (ügynevezett multiprojekt-struktúra) és egymás eredményeire épülő projekt (ügynevezett programstruktúra) található, ott a végrehajtási struktúrák arányának függvényében költségek takaríthatók meg (*Iamratanakul és szerzőtársai* [2008]), vagy épp növelhető a hatékonyság (*Azimian és szerzőtársai* [2013], *Hans és szerzőtársai* [2007]). Ugyanakkor mind ez idáig ezt a hatást nem igazolták önszerveződő keretprogramokra, ahol, eltérően a projektportfólióktól, nincs egy olyan állandó irányítótestület, amely koordinálná és összehangolná a projektportfólió és a projektek céljait. Ebből adódóan itt összehangolt logikai terv sem készül, annak ellenére, hogy a párhuzamosan folyó projektek között történhet és történik erőforrás-megosztás, valamint a tartalmi szempontból egymásra épülő projektek eredményeit hasznosítja egy későbbi projekt, amely mind az eredményekre, mind pedig a költségvetésre hatással lehet.

Az intézményi koncentráció növekedése megnövelheti a párhuzamosan futó projektek számát, kényszerítve az intézményeket a hatékonyabb erőforrás-megosztásra. Így közvetve mérhető, hogy az intézményi koncentrációnak a projektek teljesítésére milyen hatásai vannak. Ugyanígy érdekes kérdés lehet a mechanizmus megfordításának vizsgálata. Vajon azáltal, hogy egy intézmény már futtat akár több projektet is, nagyobb eséllyel tud-e részt venni egy újabb együttműködésben, vagy sem. Ha ez az irány is beigazolódik, akkor az intézményi koncentráció még inkább erősödni fog a későbbiekben.

Vizsgálatunkban a következő kutatási kérdéseket fogalmaztuk meg.

K₁: Hogyan változik az intézményi koncentráció országonként és keretprogramonként?

K₂: Van-e az intézményi koncentrációnak hatása a végrehajtási struktúrákra?

K₃: Milyen tényezők befolyásolják az együttműködési hálózatok kialakulását? Ezen belül meghatározó szerepük van-e a végrehajtási struktúráknak?

K₄: Van-e, és ha igen, mekkora a hatása a végrehajtási struktúráknak a projektek költségvetésére, illetve a keretprogram teljesítményére az intézményi koncentráción keresztül?

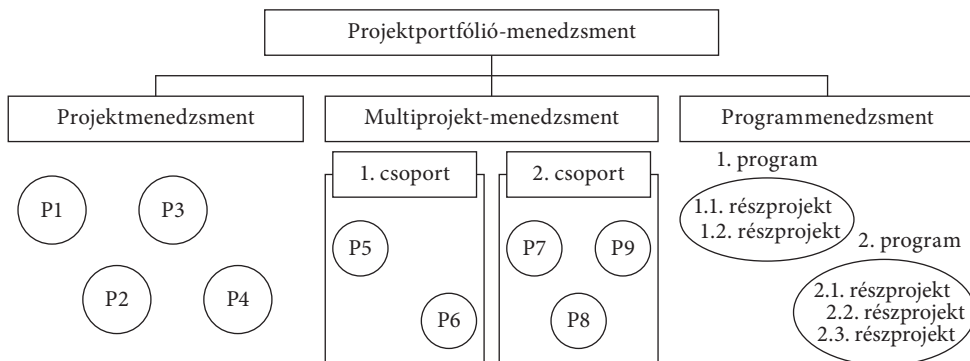
A keretprogram projektjeinek értékelése során az egyik legfontosabb indikátornak a publikációkat tekintettük. Ennek egyik oka, hogy a Horizont 2020 (H2020) projektektől a publikációkat minden projekt esetében elérhettük, illetve a korábbi keretprogramok projektjeinek a záródokumentumaiban is fellelhetőek voltak. A szabadalmi bejelentések lehettek volna még hasonlóan közelítő mutatóink a projektek teljesítményére vonatkozóan, ugyanakkor a zárójelentések nem tartalmazták teljeskörűen e bejelentéseket, valamint egy nemzetközi szabadalmi oltalom megadása akár négy-öt évig is elhúzódhat, amit már nagyon nehéz lett volna az adott elnyert projektekhez társítani.

A végrehajtási struktúrákból háromfajta struktúrát azonosítottunk (*1. ábra*). *Patanakul–Milosevic* [2008] ezeket a végrehajtási struktúrákat eredetileg

projektportfólióra határozta meg. Mi ezt a modellt szeretnénk volna adaptálni önszerveződő keretprogramok esetére.

1. ábra

Többszintű multiprojekt-menedzsment környezete



Forrás: Patanakul–Milosevic [2008].

Egyedi projektek esetén nincs sem logikai, sem erőforrás-megosztás a projektek között. Itt a konzorciumi partnerek általában különböznek, a projektek között nincs időbeli átfedés, aminek előnye, hogy az esetleges csúszásból, költség túllépésből eredő projekt kockázatok is függetlenek egymástól. A multiprojekt-struktúrák esetében viszont részben közös az erőforrások (például jelen esetben a kutatók, illetve a kutatási infrastruktúra is). Ez csak úgy valósulhat meg, ha legalább részben közös a konzorciumi partnerek, és legalább részben van időbeli átfedés is a projektek között. A programstruktúrák esetében a projektek tartalmi szempontból hasonlóak. Egymás eredményeire épülnek, így részben időben egymás után valósulnak meg. Ezeknél a struktúráknál az időbeli, költségbeli kockázatok sem függetlenek egymástól, ugyanakkor a multiprojekt-struktúrák esetében egy hatékonyabb erőforrás-megosztás valósulhat meg, míg a programstruktúrákban egymásra épülő projektek könnyebben érhetnek el publikálható eredményeket.

Az intézményi koncentráció kihat a végrehajtási struktúrákra, az összetett (multiprojekt-, program-) struktúrák felé terelve a végrehajtást, ami egyszerre teheti hatékonyabbá, de kockázatosabbá is a projekteket és ezáltal a teljes keretprogramot. A költségek racionalizálásának és a publikációs output növelésének lehetősége visszahat a konzorciumi partnerek kialakítására, növelve az intézményi koncentrációt, amivel egy öngerjesztő folyamat indulhat meg. Úgy véljük azonban, hogy ennek a mechanizmusnak korlátot szabnak a megnövekedett kockázatok, az intézmények és a kutatási infrastruktúra túlterheltsége.

Tanulmányunk az eddigi szakirodalmi kutatásokhoz a következő pontokban járul hozzá (a hozzájárulásokat J-vel jelöljük):

J₁: Megvizsgáljuk, hogy a legutóbbi négy keretprogram (FP5–H2020) intézményi koncentrációja hogyan alakul országonként és keretprogramonként.

J₂: A projektek időbeli ütemezéséből, a konzorciumi partnerek vizsgálatából, valamint a projektek tartalmi elemzéséből becslést teszünk a keretprogram végrehajtási struktúrájára. Megvizsgáljuk, hogy az intézményi koncentrációnak milyen hatása van a végrehajtási struktúrák összetételének változására.

J₃: Vállalati, gazdasági, technológiai adatokat figyelembe véve olyan modellt építünk, amellyel nagy pontossággal és az eredeti együttműködési hálózatokat a lehető legnagyobb mértékben visszaadva meghatározzuk, hogy mely tényezők befolyásolják az együttműködések kialakítását. A modell új elemként tartalmazza a végrehajtási struktúrák szerepét.

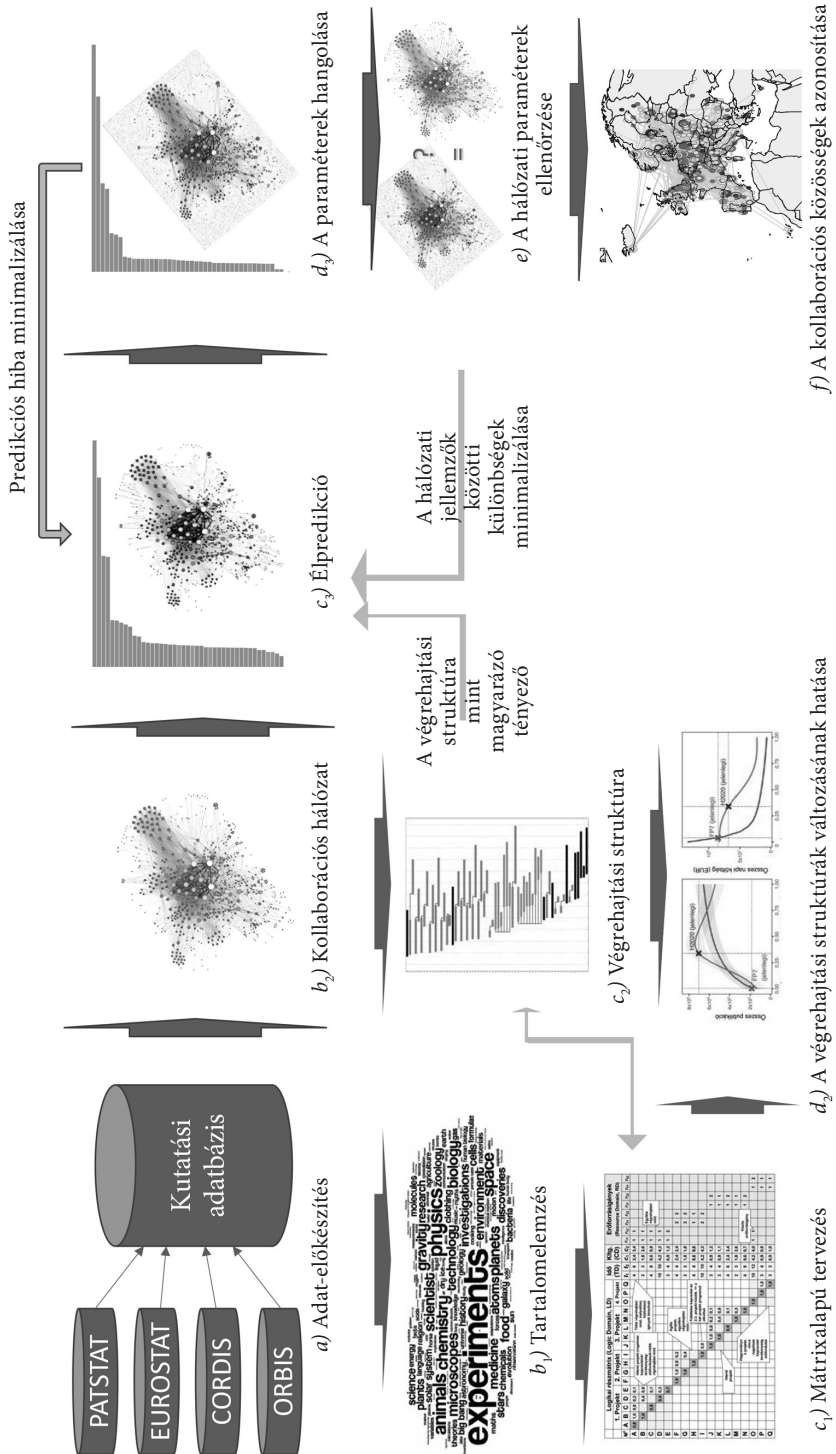
J₄: Megmutatjuk, hogy az összetett végrehajtási struktúrák arányának további növekedése milyen hatással lehet a keretprogram költségvetésére és a projektekben vállalt publikációs outputokra.

Alkalmazott módszerek

Az alkalmazott módszerek kapcsolatát mutatja a 2. ábra.

Kutatásainkban összesen négy adatbázis adataira támaszkodtunk [lásd a 2. ábra a) részét, a részletes leírást lásd az Alkalmazott adatbázisok című alfejezetben]. Ezek közül a PATSTAT adatbázis tartalmazta a 2020-ig világszerte bejegyzett szabadalmakat, az ORBIS adatbázis 1994–2023 között negyedéves bontásban az európai kis-, közepes és nagyvállalatok mérleg- és eredménykimutatásában szereplő adatokat. E két adatbázis – annak ellenére, hogy nyilvános adatokat tartalmaz – kereskedelmi forgalomban kapható. A két adatbázis eltérő azonosítót tartalmaz, melyek intézményi megfeleltetését egyéves adat-előkészítési munka előzte meg. Ugyanígy intézményi adategyeztetésre volt szükség az ORBIS–PATSTAT és a CORDIS adatai között, mely utóbbi négy keretprogram intézményi és projektadatait tartalmazta. Valamennyi intézményi adatot geokódoltuk, így földrajzilag is el lehetett őket helyezni, valamint az intézmények között számíthatóvá váltak a földrajzi távolságok. Ezen túlmenően az adott intézmény NUTS3 régiójához és országához kapcsolódóan hozzárendeltük a gazdasági adatokat. Így kaptunk egy hálózatalapú adatbázist, amelyben a csúcscok az intézmények, az élek pedig a konzorciumi kapcsolatok voltak. Az elemzéseket ezután három irányban folytattuk. Egyrészt végeztünk egy tartalomelemzést [lásd a 2. ábra b₁) részét], amely a projektleírásokon alapul, valamint az egyes projektek idő- és költségadatainak segítségével becslést tettünk a keretprogram logikai [lásd a 2. ábra c₁) részét], végrehajtási struktúrájára [lásd a 2. ábra b₂) részét]. Ez a struktúra megmutatta, mely projektek között történhet a konzorciumi partnereknél, illetve azok között erőforrás-megosztás (lásd multiprojekt-struktúra), valamint megmutatta, hogy mely projektek azok, amelyek tartalmi szempontból egymás eredményeire építenek (lásd programstruktúra). Az így kapott végrehajtási struktúrára vonatkozóan átfutási időt, költséget és erőforrás-szükségletet lehetett meghatározni. A különböző végrehajtási (egyedi, multiprojekt-, program-) struktúrák koncentrációja és a költségek, valamint a projektek egyik fő vállalása tekintetében a publikációs teljesítmények között kapcsolatokat kerestünk, és azt találtuk, hogy a végrehajtási struktúrák a projektek teljesítésére és így az egész keretprogram

2. ábra
Alkalmazott módszertani keret



Forrás: saját készítés.

teljesítésére, valamint annak kockázataira meghatározó befolyást gyakorolnak. Ezután azt is megvizsgáltuk, hogy mi történne, ha a döntéshozók a kiírások változtatásával befolyásolnák a konzorciumok és a végrehajtási struktúrák összetételét [lásd a 2. ábra c₂) részét]. A harmadik iránya a kutatásunknak az együttműködési kapcsolatok modellezése, vagyis a szervezetek (mint csúcsok) között kialakuló együttműködések (mint kapcsolatok – élek) kialakulásának modellezése [lásd a 2. ábra c₂) részét]. Az élek becslésénél az előző két kutatási irány eredményeit is felhasználtuk, nevezetesen a magyarázó változók közé belevettük a vállalati, technológiai, gazdasági, valamint a végrehajtási struktúrákra vonatkozó adatokat is. Az élpredikcióhoz a generikus (statisztikai) módszerek mellett, mint például a lineáris diszkriminanciaelemzés (*Linear Discriminant Analysis, LDA*), a kvadratikus diszkriminanciaelemzés (*Quadratic Discriminant Analysis, QDA*), a logisztikus regresszió (*Logistic Regression, LogR*), nem generikus, gépi tanulási módszereket, mint például a véletlen erdők (*Random Forest, RF*), a tartóvektor-gép (*Support Vector Machine, SVM*), az extrém fokozaterősítés (*Extreme Gradient Boosting, XGBoost*) módszereket is felhasználtunk. Ezeket pedig úgy hangoltuk [lásd a 2. ábra d₃) részét], hogy ne csak magát az élpredikciót, hanem lehetőség szerint a hálózat struktúráját is minél jobban visszaadja [lásd a 2. ábra e) részét]. Az élpredikciós modell tartalmazza az összegyűjtött vállalati, gazdasági, technológiai és együttműködési, valamint a kiszámított végrehajtási struktúrákra vonatkozó adatokat. Modellünk nagyon pontosan modellezte az együttműködések kialakulását, mégis néhány intézmény esetén alulbecsülte a kapcsolatok számát. Ezt úgy is értelmezhetjük, hogy itt erősebbek az együttműködési kapcsolatok, mint amit egy olyan modell tartalmazna, amely már magában foglalja az intézmények földrajzi távolságát, a vállalati, technológiai, gazdasági, végrehajtási jellemzőket. Az így kialakult hálózat moduljait kollaborációs közösségeknek neveztük el. Földrajzi koncentrációjuk pedig a magországokra, ezen belül is az Egyesült Királyságra és Németországra tevődött [lásd a 2. ábra e) részét]. E kapcsolatok szoroságát tehát már nem magyarázzák teljes mértékben a vállalati, gazdasági, technológiai teljesítmények, amit a későbbi fejezetekben részletesebben is kifejtünk.

Alkalmazott adatbázisok

Vizsgálatunkban négy adatbázist használtunk fel. Az adatok 2020-ig álltak rendelkezésre. Ezek közül a PATSTAT adatbázis tartalmazta világszerte a szabadalmakat, ipari mintákat, valamint a védjegyeket. Kutatásainkban mi a bejegyzett szabadalmi adatokat használtuk fel a technológiai környezetet jellemző közelítő változóként. Mivel a kutatásunk az Európai Unió intézményeire irányult, így a szabadalmi adatokból is csak a megyei, illetve európai intézményekhez rendelhető adatokat használtuk fel. Az Eurostat adataiból a megyei szintű gazdasági mutatók közül az egy főre jutó GDP-, a régiós (NUTS2) szintű szegénységi, valamint az országos (NUTS1) szintű korrupciós adatokat használtuk fel. Harmadik forrásadatbázisunk az ORBIS adatbázis volt, amely a mikrovállalkozásokon kívül a kis-, közepes és nagyvállalatok, valamint a multinacionális cégek mérleg- és eredménykimutatását, tulajdonosi szerkezetét tartalmazta. A negyedik és egyben legtöbb rész kutatásunkban használt

adatbázis a CORDIS adatbázisa, amelynek adatait egészen az 5. keretprogramig visszamenőleg használtuk, amely 1998-ban kezdődött. 2020-ig tehát a kutatói adatbázisunk 22 évet ölelt fel. Az ORBIS–PATSTAT–CORDIS adatbázisok között intézményi szinten megteremtettük a kapcsolatot.

A végrehajtási struktúrák becslése

Minden projektre kiszámoltuk, hogy az mennyiben lehet tagja egy program- (M_p) vagy egy multiprojekt- (M_m) struktúrának. A tagsági érték kiszámításához a programstruktúrákra és a multiprojekt-struktúrákra vonatkozó definíciókat vettük alapul. Nevezetesen, ahhoz, hogy multiprojekt-környezet alakuljon ki, szükséges, hogy a projektek időben átfedjenek [ennek mértékét méri két projektre $1 - d_i(p_i, p_j)$], lehetőleg költségigényük, volumenük hasonló legyen [ennek mértékét méri két projektre $1 - d_v(p_i, p_j)$], és lehetőleg a konzorciumi partnerek is hasonlóak legyenek [ennek mértékét méri két projektre $1 - d_o(p_i, p_j)$], mert különben nem történhet meg a projektek közötti erőforrás-megosztás. Programstruktúra akkor alakul ki, ha az ebben részt vevő projektek között nagy a tartalmi átfedés [ennek mértékét méri két projektre $1 - d_{xy}(p_i, p_j)$], és időben szorosan egymást követik, de nincs túl nagy időbeli átfedés [ennek mértékét méri két projektre $1 - d_p(p_i, p_j)$], mert csak így valósulhat meg, hogy a projektek egymás eredményeire épülve valósulnak meg.

$$\mathcal{M}_m(p_i) = \max_j \mathcal{M}_m(p_i, p_j) = \max_j \left\{ \left[1 - d_i(p_i, p_j) \right] \cdot \left[1 - d_o(p_i, p_j) \right] \cdot \left[1 - d_v(p_i, p_j) \right] \right\}, \quad (1)$$

$$\mathcal{M}_p(p_i) = \max_j \mathcal{M}_p(p_i, p_j) = \max_j \left\{ \left[1 - d_p(p_i, p_j) \right] \cdot \left[1 - d_{xy}(p_i, p_j) \right] \right\}, \quad (2)$$

ahol a p_i és p_j az i -edik és j -edik projektet jelöli, illetve $M_m(p_i)$ és $M_p(p_i)$ a p_i projekthez

kapcsolódó tagsági értékek. $1 - d_i(p_i, p_j) = \frac{t(p_i) \cap t(p_j)}{t(p_i) \cup t(p_j)}$, $d_i(p_i, p_j) \in [0, 1]$ a projektek átfedését jelöli, ahol $t(p_i)$ az i -edik projekt időtartamát határozza meg.

$$d_p(p_i, p_j) = \begin{cases} 1 & d_i(p_i, p_j) < 0,5 \\ 1 - \frac{\min \left[\left| f(p_i) - s(p_j) \right|, \left| f(p_j) - s(p_i) \right| \right]}{\max \left[\left| f(p_i) - s(p_j) \right|, \left| f(p_j) - s(p_i) \right| \right]} & d_i(p_i, p_j) \geq 0,5 \end{cases} \quad \text{a projektek}$$

között eltelt időt jelöli, míg $1 - d_o(p_i, p_j) = \frac{o(p_i) \cap o(p_j)}{o(p_i) \cup o(p_j)}$, $d_o(p_i, p_j) \in [0, 1]$ az

intézményi átfedést, ahol $o(p_i)$ jelöli az i -edik projekt konzorciumi partnereit.

$1 - d_v(p_i, p_j) = \min [c(p_i), c(p_j)] / \max [c(p_i), c(p_j)]$ jelöli a projektek költségvetésének hasonlóságát.

$$d_{xy}(p_i, p_j) = d_x(p_i, p_j) \cdot d_y(p_i, p_j),$$

ahol $1 - d_x(p_i, p_j) = \cos[\text{descr}(p_i), \text{descr}(p_j)]$ jelöli a projektek leírásában (*descr*) lévő, a szövegbányászatban használt, úgynevezett koszinusz hasonlóságot, míg

$$d_y(p_i, p_j) = \begin{cases} 0, & \text{ha } y(p_i) = y(p_j) \\ 1, & \text{ha } y(p_i) \neq y(p_j) \end{cases} \text{ akkor } 0, \text{ ha azonos alprogramban vannak, vagyis}$$

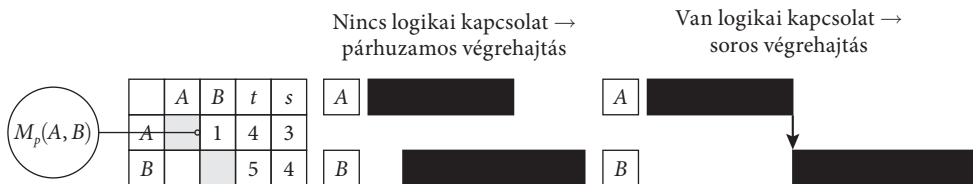
$y(p_i) = y(p_j)$, különben 1.

Mivel eredményeink – megerősítve a szakirodalom alapján várt hatásokat – azt mutatták, hogy azok a projektek, amelyek esetében magasabbak az összetett (multiprojekt-, program-) struktúra tagsági értékei, általában hosszabb ideig tartanak; az időben párhuzamosan, ugyanakkor jelentős tulajdonosi, konzorciumi átfedéssel végrehajtott projektek, azaz a multiprojekt-struktúrák projektjei alacsonyabb napi költségigénnyel rendelkeznek [lásd a 2. ábra a) részét], valamint az egymás eredményeire épülő programstruktúrák projektjei általában több publikációs outputot adnak [lásd a 2. ábra b)–c) részét], ezért ezeket az összefüggéseket a szimulációkban, a kockázatok becslésénél is figyelembe vettük (a kockázatbecslés lépéseit lásd részletesen *Kosztján és szerzőtársai [2022]*).

Ha meg tudjuk határozni a végrehajtási struktúrát, valamint azonosítani tudjuk a projektek közötti lehetséges kapcsolatokat, amelyeket a program tagsági értékei alapján becsülhetünk, akkor – mint az a 3. ábrán is látható – a projektek végrehajtásához lehetséges időbeli lefutásokat is társíthatunk.

3. ábra

Példa a projektek lehetséges logikai kapcsolatára



Megjegyzés: A és B a két példaprojekt. Időtartamuk *t*, ami hónapban van megadva, *s* pedig az ütemezés szerinti kezdő hónapot jelöli.

Forrás: saját szerkesztés.

A 3. ábra mátrixalapú terve a projektek időtartamát (*t*), ütemezett kezdését (*s*) és a közöttük létrejövő logikai kapcsolat szorosságát [$M_p(A, B_i)$] mutatja. A többszintű, mátrixalapú projekttervező rendszer (*Kosztján [2020]*) képes kezelni a sztochasztikus kapcsolatokat, valamint kockázatkezelés céljából meg lehet határozni a lehetséges végrehajtásokat (*Kosztján és szerzőtársai [2023]*). A 3. ábra azt szemlélteti, hogy az időbeli kockázatok felmérésekor érdemes figyelembe venni, hogy ha egy projekt tartalmi szempontból épít az azt megelőzőre, akkor lehet, hogy annak kezdése addig tolódik, amíg a megelőző projekt eredményei meg nem születnek. Sokszor teljesen

nem kell megvárni a megelőző projekt befejezését, mindenesetre a logikai, tartalmi rákövetkezés késleltetheti a projektek kezdését, ami ha a programstruktúrák száma megnövekszik, veszélyeztetheti a projektek időbeli befejezését.

Élpredikációs modell

Az élpredikációhoz ($e_{i,j} \sim \hat{y}_{i,j}$) az alkalmazott generikus (például LDA, QDA, LogR) és nem generikus (például RF, XGBoost, SVM) módszerek alapegyenlete:

$$e_{i,j} \sim \hat{y}_{i,j} = f(x_{i,j}), \quad (3)$$

amelyekhez az 1. táblázatbeli változókat használtuk fel.

1. táblázat

Alkalmazott indikátorok

v	Indikátorok	Rövid leírás	Adatforrás	Szint
CSÚCSOK MINT SZERVEZETEK				
VÁLLALATI				
m_1	TA	Összes eszköz	ORBIS	Szervezet
m_2	SR	Likviditás (eszközalapú) (százalék)	ORBIS	Szervezet
m_3	SH	Értékpapírok	ORBIS	Szervezet
m_4	RB	ROE adózás előtt (százalék)	ORBIS	Szervezet
m_5	RCB	ROCE adózás előtt (százalék)	ORBIS	Szervezet
m_6	PM	Haszonkulcs (százalék)	ORBIS	Szervezet
m_7	PLF	Mérleg szerinti eredmény	ORBIS	Szervezet
m_8	PLB	Adózás előtti eredmény	ORBIS	Szervezet
m_9	OR	Üzleti bevételek	ORBIS	Szervezet
m_{10}	FA	Tárgyi eszközök	ORBIS	Szervezet
m_{11}	EN	Dolgozók száma	ORBIS	Szervezet
m_{12}	CR	Likviditási mutató	ORBIS	Szervezet
m_{13}	CF	Készpénzállomány	ORBIS	Szervezet
m_{14}	Size	A vállalat besorolása (méret)	ORBIS	Szervezet
GAZDASÁGI				
m_{15}	GDP	Egy főre jutó GDP (vásárlóerő-paritáson)	Eurostat	NUTS3
m_{16}	CI	Korrupciós index (0–100), 0: nagyon korrump, 100: teljesen átlátható	Eurostat	NUTS1
m_{17}	Pov	Szegénység	Eurostat	NUTS2
TECHNOLÓGIAI				
m_{18}	PI	Szabadalmak	PATSTAT	NUTS3

Az 1. táblázat folytatása

v	Indikátorok	Rövid leírás	Adatforrás	Szint
KOLLABORÁCIÓ				
m_{19}	<i>EC</i>	Elnyert támogatás	CORDIS	Szervezet
m_{20}	<i>MULTI</i>	Átlagos multiprojekt-struktúrabeli tagság	CORDIS*	Szervezet
m_{21}	<i>PROG</i>	Átlagos programstruktúra-beli tagság	CORDIS*	Szervezet
ÉLEK				
KOLLABORÁCIÓ				
i	<i>FROM</i>	Partnerazonosító (BvdID)	CORDIS/Orbis	
j	<i>TO</i>	Koordinátor azonosítója (BvdID)	CORDIS/Orbis	Szervezet
D	<i>Dist</i>	Intézmények közötti távolság (légvonalban)	CORDIS/Orbis	Szervezet
FP7		Részt vettek-e a partnerek a korábbi FP7 keretprogramban?	CORDIS	

* Számított változó a CORDIS adataiból.

Forrás: saját szerkesztés.

Generikus módszerek alkalmazása esetén, lineáris összefüggéseket feltételezve a (3) egyenlet átírható az alábbi összefüggésre:

$$e_{i,j} \sim \beta_0 + \beta_D D_{i,j} + \beta_{FP7} FP7_{i,j} + \sum_{k=1}^{19} \beta_{i,k} m_{i,k} \beta_{j,k} m_{j,k} \tag{4}$$

Míg például a véletlen erdők (RF) módszerét használva a megoldandó egyenlet:

$$e_{i,j} \sim \hat{y}_{i,j} = f(x_{i,j}) = mode\left[T_1(x_{i,j}), T_2(x_{i,j}), \dots, T_M(x_{i,j})\right], \tag{5}$$

ahol f a predikciós függvény, $x_{i,j}$ a szervezetpárt jellemző vektor, T_1, T_2, \dots, T_M döntési fák a véletlen erdőben.

Valamennyi módszer által adott élpredikciót kiszámoltuk. A nem generikus algoritmusok hiperparamétereit egy módosított Bayes-féle hangoló algoritmussal tovább hangoltuk (*tuning*), hogy az élpredikció pontossága minél nagyobb legyen. Itt a hangolást úgy végeztük, hogy ne csupán az élpredikció legyen minél pontosabb, hanem a becsült hálózat hálózati paraméterekkel jellemezhető struktúrája is.

Valamennyi módszert versenyeztetve a legjobb élpredikciójú, az eredeti hálózati struktúrát legjobban visszaadó élpredikciós módszerrel számoltuk ki a kollaborációs közösségeket.

Hálózati, strukturális mutatók

A hálózat struktúráját számos mutatóval lehet mérni. Ezek közül legfontosabbak a *sűrűség* (denzitás), *csoportosíthatóság* (asszortativitás), *központossági mutatók* és az ezekből számolt, egész hálózatra vonatkozó *centralizációs mutatók*, az *átlagos úthossz*,

valamint skálafüggetlen hálók esetén (mint amilyenek a kollaborációs hálózatok is) a fokszámeloszlást közelítő *hatványeloszlás* γ paramétere.

A sűrűség azt mutatja meg, hogy a hálózatban hány él van a lehetséges élekhez képest. Minél több él van, annál sűrűbb a hálózat. A sűrűség értéke 0 és 1 között változik, ahol a 0 azt jelenti, hogy nincs él, az 1 pedig azt, hogy minden csúcstól össze van kötve. A sűrűség befolyásolja a hálózat összetartását és átjárhatóságát. A csoportosíthatóság azt mutatja meg, hogy a hálózatban mennyire hasonlítanak egymásra az összekötött csúcsok valamilyen tulajdonság szerint. Például, ha egy társadalmi hálózatban az egyforma fokszámú csúcsok gyakrabban vannak összekötve, mint a különböző fokszámúak, akkor a csoportosíthatóság pozitív. Ha fordítva, akkor negatív. Ha nincs összefüggés, akkor nulla. A csoportosíthatóság befolyásolja a hálózat heterogenitását és stabilitását. A *központossági mutatók* azt mutatják meg, hogy mely csúcsok játszanak fontos szerepet a hálózatban. Többféle központossági mutató létezik, amelyek különböző aspektusokat vesznek figyelembe. A *fokszám-centralitás* azt méri, hogy egy csúcshoz hány szomszédja van. Minél több szomszédja van egy csúcshoz, annál nagyobb a befolyása és aktivitása a hálózatban. A *köztességi centralitás* azt méri, hogy egy csúcshoz hány legrövidebb úton fekszik két másik csúcs között. Minél több ilyen úton fekszik egy csúcs, annál nagyobb a közvetítő szerepe és információ-hozzáférése a hálózatban. A *sajátvektor-centralitás* azt méri, hogy egy csúcs milyen fontos szomszédokkal van összekötve. Minél fontosabb szomszédai vannak egy csúcshoz, annál nagyobb a presztízse és erőforrása a hálózatban. A *centralizáció* azt mutatja meg, hogy mennyire koncentrálódik a hálózat egy vagy néhány csúcs köré. Minél magasabb a centralizáció értéke, annál inkább hierarchikus és aszimmetrikus a hálózat. Az *átlagos úthossz* azt mutatja meg, hogy átlagosan hány éllel lehet eljutni egy csúcshoz egy másikba a legrövidebb úton. Minél kisebb az átlagos úthossz értéke, annál kisebb a hálózat átmérője, és annál jobb az átjárhatósága. A kollaborációs hálózatról korábban már bizonyították, hogy skálafüggetlen hálózat (Garas–Argyarakis [2009], Kosztyán és szerzőtársai [2019]). A skálafüggetlen hálók olyan hálózatok, amelyekben a fokszámeloszlás közelíthető egy hatványeloszlással. Ez azt jelenti, hogy a hálózatban sok kis fokszámú és kevés nagy fokszámú csúcs van. A hatványeloszlás γ paramétere azt mutatja meg, hogy milyen meredek a fokszámeloszlás görbéje. Minél kisebb a γ értéke, annál meredekebb a görbe, és annál nagyobb a különbség a kis és nagy fokszámú csúcsok között.

Eredmények

Az eredményeink intézményi koncentrációt vizsgáló része négy (FP5–H2020), míg a végrehajtási struktúrákat vizsgáló kutatásunk a két már lezárult (FP7–H2020) keretprogramot vizsgálja. Az együttműködési és végrehajtási hálózatok általános leírása után (lásd a Leíró statisztikák című részt) megmutatjuk, hogy a négy keretprogramon keresztül hogyan alakultak az intézményi koncentrációk (lásd A támogatások koncentrációja című részt). A magas intézményi koncentráció a végrehajtási struktúrák koncentrációjában is jelentkezik, ez pedig befolyásolja a keretprogramok

hatékonyságát is (lásd A hatékonyságnövekedés határai című részt), valamint az együttműködési kapcsolatok kialakulását is (lásd a Kollaborációs közösségek, közösségi kollaborációk című részt).

Leíró statisztikák

A 2. táblázat mutatja a legutóbbi négy keretprogram hálózati strukturális paramétereit.

2. táblázat

Legfontosabb hálózati strukturális jellemzők

	FP5	FP6	FP7	H2020
	keretprogram			
Intézmények száma (csúcsok)	33 668	21 578	39 471	55 613
Kapcsolatok száma (élek)	346 495	403 031	608 128	933 905
Komponensek	1 240	61	134	590
Sűrűség	0,00061	0,00173	0,00078	0,0006
Csoportosíthatóság	-0,05454	-0,08354	-0,10862	-0,10395
Fokszámközpontosság	0,07786	0,18036	0,20041	0,16456
Köztességi centralitás	0,04086	0,10222	0,12509	0,08152
Sajátvektor-centralitás	0,98578	0,97654	0,98546	0,98787
Modularitás	0,5764	0,49722	0,48231	0,53868
Gamma (γ)	2,13676	2,26921	2,16957	2,27602
Átlagos úthossz	3,25531	2,92061	2,89846	2,89809
Átlagos időtartam (év)	3,25	3,92	3,67	3,11
Medián (év)	3	4	4	2,5

Forrás: saját szerkesztés.

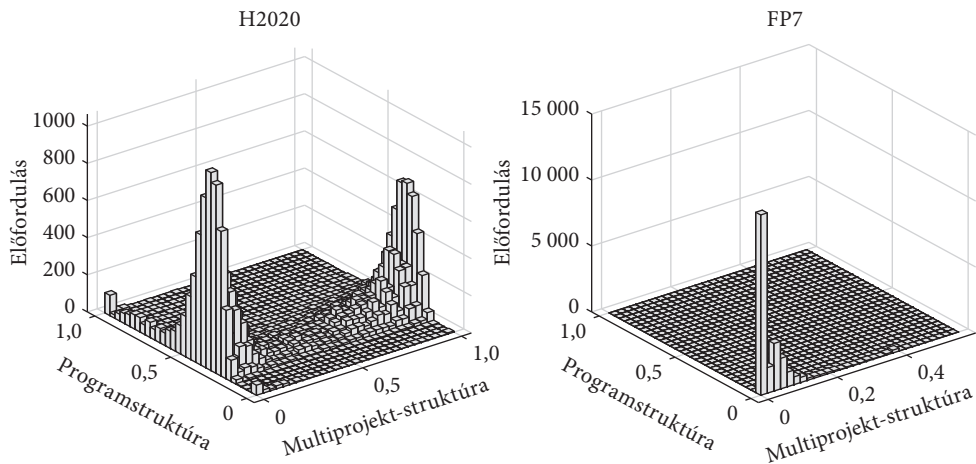
A 2. táblázat mutatja, hogy a hálózatok mérete (intézmények és kapcsolatok száma) folyamatosan nőtt az FP5-től a H2020-ig, ami azt jelzi, hogy egyre több szervezet és ország vett részt a keretprogramokban, és egyre több együttműködés jött létre közöttük. A hálózatok sűrűsége alacsony maradt, ami azt jelzi, hogy a hálózatok továbbra is ritkák maradtak, sőt a sűrűség csökkent az FP5-től az FP7-ig, és csak a H2020 keretprogramban növekedett meg kismértékben. A csoportosíthatóság negatív volt minden keretprogramban, ami azt jelzi, hogy a különböző fokszámú, eltérő tulajdonságú szervezetek gyakrabban kapcsolódtak egymáshoz. Ugyanakkor ez az érték a H2020 keretprogramban abszolút értékben csökkent. A központossági mutatók (a csúcsok fontosságát mérő mérőszámok) változó tendenciát mutattak. A fokszámközpontosság (a szomszédos csúcsok száma) és a köztességi centralitás (a legrövidebb utakon való részvétel) nőtt az FP5-től az FP7-ig, majd csökkent a H2020-ban, ami azt jelzi, hogy a hálózatok egyre kevésbé koncentráálódtak egy vagy néhány csúcs köré.

A sajátvektor-centralitás (a fontos szomszédokkal való kapcsolat) viszont nőtt az FP5-től a H2020-ig, ami azt jelzi, hogy a hálózatok egyre inkább presztízsalapúak lettek, és egyre több nagy presztízssú intézmény kapcsolódott egymáshoz. A modularitás (a hálózat csoportosulásának mértéke) változékony volt. A modularitás magas volt az FP5-ben és a H2020-ban, alacsonyabb volt az FP6-ban és az FP7-ben. Ez azt jelzi, hogy a hálózatokban voltak jól elkülöníthető csoportok vagy közösségek, amelyek között kevés kapcsolat volt. A modularitás változása összefügghetett a keretprogramok súlypontjának változásával is. A γ paraméter (a fokszámeloszlást közelítő hatványeloszlás meredeksége) nőtt az FP5-től az FP6-ig, majd csökkent az FP7-ben, és ismét nőtt a H2020-ban. A γ paraméter változása azt jelzi, hogy a hálózatok egyre inkább polarizálódtak, vagyis egyre nagyobb különbség volt a kis és nagy fokszámu csúcsok között. Az átlagos úthossz (a legrövidebb utak hosszának átlaga) csökkent az FP5-től az FP6-ig, majd stagnált az FP7-ben és a H2020-ban. Ez azt jelzi, hogy a hálózatok átmérője kisebb lett, és a csúcsok közötti kommunikáció gyorsabbá vált. Összességében elmondható, hogy az európai uniós keretprogramok együttműködési hálózatai növekedtek, sűrűsödtek, heterogénebbek és presztízsalapúbbak lettek, valamint jól elkülöníthető csoportokat és nagy különbségeket mutattak a csúcsok között. Ezek a változások összefügghetnek a keretprogramok céljaival, kiírásaival, társadalmi-gazdasági hatásaival, valamint az új belépőkkel. A projektek átlagos hossza, valamint mediánjának változása azt mutatja, hogy a projektek időtartama nőtt az FP5-től az FP6-ig, majd csökkent az FP7-ben és a H2020-ban. Fontos megjegyezni, hogy a projektek időtartama befolyásolja a projektek hatékonyságát, eredményességét és fenntarthatóságát, valamint a végrehajtási struktúráit is.

A végrehajtási struktúrában sokkal jelentősebb változás figyelhető meg a két legutóbb lezárult keretprogramban. A 4. ábra azt mutatja, hogy a különböző tagsági értékkel jellemezhető projektek milyen gyakorisággal vannak jelen az egyes keretprogramokban.

4. ábra

A végrehajtási struktúrák összehasonlítása (FP7, H2020)



Forrás: saját szerkesztés.

A 4. ábrán az figyelhető meg, hogy az FP7 keretprogramban a projektek túlnyomó részét egyedi projektként lehetett azonosítani, hiszen mindkét végrehajtási struktúrához csak nagyon lazán kapcsolódott, a tagsági értékek legtöbb esetben nullák vagy nullaközelié. Ehhez képest jóval kisebb számban jelentek meg párhuzamosan futó projektek. Összevetve az eredményeket a 2. táblázattal, az figyelhető meg, hogy a hálózati koncentráció (sajátérték-centralizáció) itt is magas volt, ami azt mutatta, hogy itt is viszonylag kevés intézmény, illetve konzorcium köré csoportosultak a megvalósítandó projektek, mégis ezek időben úgy voltak eltolva, hogy kevésbé fedjék egymást, így az erőforrás-megosztás is kevésbé tudott szerepet játszani a költségek csökkentésében, mint például a H2020 projektek esetében. Még ennél is kevesebb azonosított programstruktúrát lehet találni az FP7 keretprogramnál. Ennek oka, hogy a programokat mind egymást követve vagy kismértékben átfedve, egymás eredményeire építve hajtották végre, viszont a projektek átlagos hosszához (3–3,5 év) képest az ilyen programstruktúrák kialakulására a hétéves keretprogramban kevés esély mutatkozik. Ezzel szemben a rövidebb (1–1,5 éves) projektek megjelenésével alapvetően átalakult a végrehajtási struktúra. Jóval nagyobb számban jelentek meg multiprojekt-struktúrák, ami arra utal, hogy a szervezetek akár több, kisebb projektben is közösen dolgoznak konzorciumi partnereikkel. Ezek a konzorciumi partnerek több elnyert projekt esetében is azonosak, vagy legalábbis hasonlóak. Ugyanakkor a rövidebb projektek lehetőséget teremtenek arra, hogy még a keretprogramon belül több, egymásra épülő projekt is sikeresen pályázhasson. A multiprojekt- és a programstruktúra teljesen nem zárja ki egymást, mert egy projekt tartalma épülhet egy korábban lezajlott projekt eredményeire, és akár több másikkal együtt párhuzamosan futhat egy konzorcium gondozásában is. Erre láthatunk példát a 2. ábra c_1) és c_2) részén is, ahol az egyik csúcs olyan projekteket azonosít, amelyek egyszerre tagjai multiprojekteknek és programoknak is. A kérdés az, hogy a végrehajtási struktúrák által előre jelezett koncentráció vajon hatékonyabbá teszi-e a projekteket, vagy sem.

A támogatások koncentrációja

A 3. táblázat azt mutatja, hogy az elnyerhető támogatások 80 százalékát a szervezetek hány százaléka nyerte el. Minél kisebb ez a szám, annál inkább koncentrálnak a források néhány intézmény körül. A táblázat összehasonlítja a régi tagországokat és a 2004 után csatlakozott országokat. A listában benne van az Egyesült Királyság is, hiszen a brexit előtt Nagy-Britannia talán az egyik legtevékenyebb résztvevő volt a K + F + I-projektek konzorciumaiban.

A 3. táblázat eredményei szerint a régi tagországok esetében általában magasabb volt az intézményi koncentráció, mint az újonnan csatlakozott országokéban. Ez azt jelenti, hogy a régi tagországokban a források eloszlása egyenetlenebb volt, mint az új tagországokban, ahol több intézmény nyert kisebb részt a forrásokból. Ez összefüggött a régi tagországok nagyobb és erősebb kutatási kapacitásával, valamint az új tagországok kisebb és gyengébb kutatási infrastruktúrájával. A régi

3. táblázat

Intézményi koncentráció FP5–H2020 (százalék)

Ország	FP5	FP6	FP7	H2020
2004 ELŐTT CSATLAKOZOTT ORSZÁGOK				
Átlagosan	16,63	13,46	17,37	11,41
Ausztria	26,05	20,30	19,95	11,06
Belgium	21,44	13,13	19,40	10,55
Dánia	19,01	19,23	14,74	7,29
Egyesült Királyság	10,21	8,28	10,27	3,65
Finnország	15,03	17,85	13,20	10,86
Franciaország	18,50	11,40	20,60	12,84
Görögország	22,49	13,02	16,36	32,60
Hollandia	11,83	11,81	12,32	7,59
Írország	10,53	11,25	17,53	11,06
Luxemburg	30,00	40,00	29,21	38,39
Németország	13,95	11,47	14,61	7,34
Olaszország	18,40	17,03	17,10	10,60
Portugália	18,54	23,50	22,07	17,77
Spanyolország	17,74	15,58	25,26	11,03
Svédország	16,63	10,30	15,03	8,88
2004 UTÁN CSATLAKOZOTT ORSZÁGOK				
Átlagosan	26,19	27,89	29,40	20,79
Bulgária	30,23	30,04	31,88	27,39
Ciprus	25,93	18,75	33,05	31,04
Csehország	27,36	27,03	31,53	11,89
Észtország	19,35	23,67	25,64	9,78
Horvátország	29,63	29,21	31,70	28,22
Lengyelország	23,56	26,79	25,31	15,22
Lettország	20,91	29,91	23,33	15,29
Litvánia	25,00	30,11	29,59	23,69
Magyarország	26,97	27,85	27,97	20,66
Málta	27,03	26,09	33,70	20,86
Románia	32,52	34,09	32,83	29,36
Szlovákia	26,64	28,86	35,14	21,35
Szlovénia	22,46	24,53	25,07	14,77
Összes országra vonatkozóan	17,50	15,82	18,81	12,59

Forrás: saját szerkesztés.

tagországok esetében az intézményi koncentráció növekedett az FP5-től a H2020-ig, míg az újonnan csatlakozott országok esetében csökkent. Ez azt jelenti, hogy a régi tagországokban egyre kevesebb intézmény vett részt és nyert támogatást a keretprogramokban, míg az új tagországokban egyre több. A legkisebb intézményi koncentrációkat Luxemburg, Görögország és Románia mutatta minden keretprogramban. Ez azt jelenti, hogy ezekben az országokban viszonylag sok intézmény nyert kevés támogatást. Ennek oka lehet a kutatási kapacitások hiánya, a kutatási prioritások eltérése, az ország mérete (Luxemburg esetén), a kutatási kultúra alacsony szintje, illetve a kutatási együttműködés hiánya. A legnagyobb intézményi koncentrációkat az Egyesült Királyság, Dánia és Finnország mutatta minden keretprogramban. Ez azt jelenti, hogy ezekben az országokban nagyon kevés intézmény nyert nagyon sok támogatást. Ennek oka lehet a kutatási kapacitás nagysága ezekben az intézményekben. Ugyanakkor ez együtt jár egy nagyfokú egyenlenséggel is. A sok projekt néhány intézmény köré összpontosul, amelyek megpróbálják ezeket a projekteket párhuzamosan, erőforrásaikat megosztva végrehajtani. Fontos és kiemelendő eredmény, hogy az intézményi koncentráció a H2020 projektek esetén jelentősen növekedett. Ez, illetve a rövidebb projektek nagyobb számú megjelenése magyarázhatja a végrehajtási struktúrákban jelentkező összetett végrehajtási struktúrák felé történő elmozdulást.

A hatékonyságnövekedés határai

Az intézményi koncentráció nyomán létrejövő összetett végrehajtási struktúrák koncentrációja hatással van a projektek és így a keretprogramok korlátaira, költség- és időszükségleteire, valamint a projektek kimeneteként előírt publikációkra is. Ezt a hatást két keretprogramon keresztül is megfigyeltük, amit az 5. ábra szemléltet. Az 5. ábra a) része azt mutatja, hogy mennyiben változnak az átlagos napi költségek akkor, ha egy projekt egy multiprojekt-struktúra tagja. Minél nagyobb ez a tagsági érték, annál kisebbek a várható költségek, melyeket hatványfüggvényekkel, robusztus regresszióval illesztettünk. Az 5. ábra b) és c) része azt mutatja, hogy az egyes keretprogramokban attól függően, hogy az adott projekt mennyiben volt része egy programstruktúrának, mekkora volt a publikációs output. Mivel ezt az FP7 projektek esetében manuálisan kellett lekérdezni, így 5 százalékos mintavételi hibával számított reprezentatív mintanagysággal számoltunk. Itt manuálisan minden projekt esetében összegyűjtöttük a publikációkat, amelyek az adott projektben fellelhetők voltak. Ezt a H2020 projekteknél már nem kellett elvégeznünk [5. ábra c) része], mert ez az adatgyűjtés automatikus volt.

Az 5. ábrán látható eredmények lényegében visszaigazolták a szakirodalom alapján vélhető összefüggéseket. Nevezetesen, a multiprojekt-struktúrákban az erőforrások átcsoportosításával a költségek csökkenthetők. Vagyis azokban a konzorciumokban, ahol párhuzamosan több projekt is fut, a kutató kollégák akár több projektben is részt vehetnek, így az intézménynek költséget takaríthatnak meg. Ugyanakkor nem találtunk összefüggést a publikációk száma és a multiprojekt-struktúrában való tagság

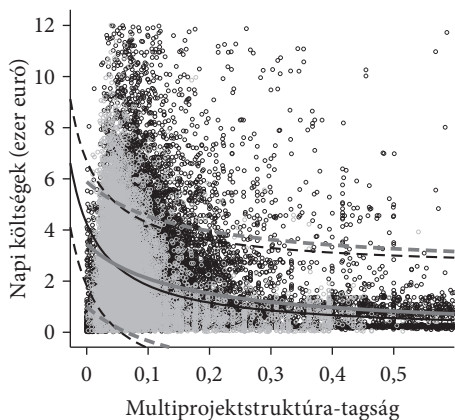
között. Vagyis attól, hogy egy intézmény párhuzamosan több projektben vesz részt, projektre leosztva nem feltétlenül keletkezik több publikáció. Mindazonáltal a programok számának növekedése növelheti a publikációs kimenetet [5. ábra b) része]. Ez a hatás azonban csak akkor valósul meg, ha a projekt nem része egy multiprojekt-struktúrának sem. Ez ugyanis azt jelenti, hogy az erőforrás-megosztás, a több projektben való egyidejű részvétel leronthatja, mint ahogy az 5. ábra b) része szerint le is rontja a publikációs kimenetet. Ekkor nem vagy csak kevésbé tud érvényesülni a programok egymásra épüléséből eredő szinergia hatása, ami könnyebbé tenné az új tudományos eredmények létrehozását, illetve publikálását.

Az előbbieket továbbgondolva, feltehetjük azt a kérdést, hogy mi történne, ha az intézményi koncentráción keresztül megváltoztathatnánk a végrehajtás struktúráját. Vagyis mi lenne, ha növelnénk vagy csökkentenénk a programok és multiprojekt-struktúrák arányát. A 6. ábra azt mutatja, hogy az FP7 és a H2020 keretprogramok végrehajtási struktúrájának változása hogyan változtatná a projekt outputjaként előírt publikációs teljesítményt [6. ábra a) része], a napi költségeket [6. ábra b) része] és az átfutási időket [6. ábra c) része]. Az ábrákon **X**-ek jelölik a végrehajtási struktúra jelenlegi összetételéhez tartozó publikáció–költség–idő értékeket. A konfidencia-intervallumok a kockázatbecslés eredményeiből adódnak, amelyet minden összetételre ezer-ezer szimulációból számoltunk.

5. ábra

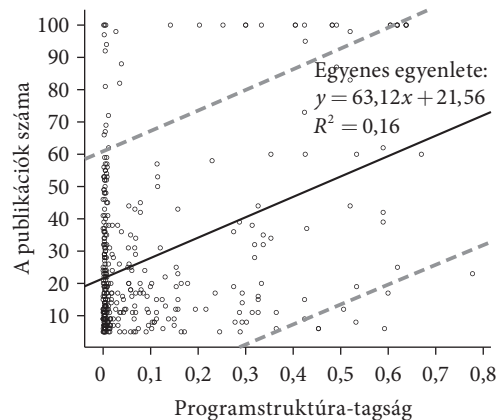
Az FP7 és a H2020 keretprogramok összehasonlítása a végrehajtási struktúrák, valamint a költségek és a publikációs teljesítmény függvényében

a) Napi költségek összehasonlítása



- Megfigyelt (H2020)
- Megfigyelt (FP7)
- Illesztett görbe (FP7)
- - - Konfidenciaintervallum (FP7, 90%)
- Illesztett görbe (H2020)
- - - Konfidenciaintervallum (H2020, 90%)

b) A publikációk és a végrehajtási struktúra kapcsolata (FP7, mintaelemszám: 394, $R^2 = 0,16$)

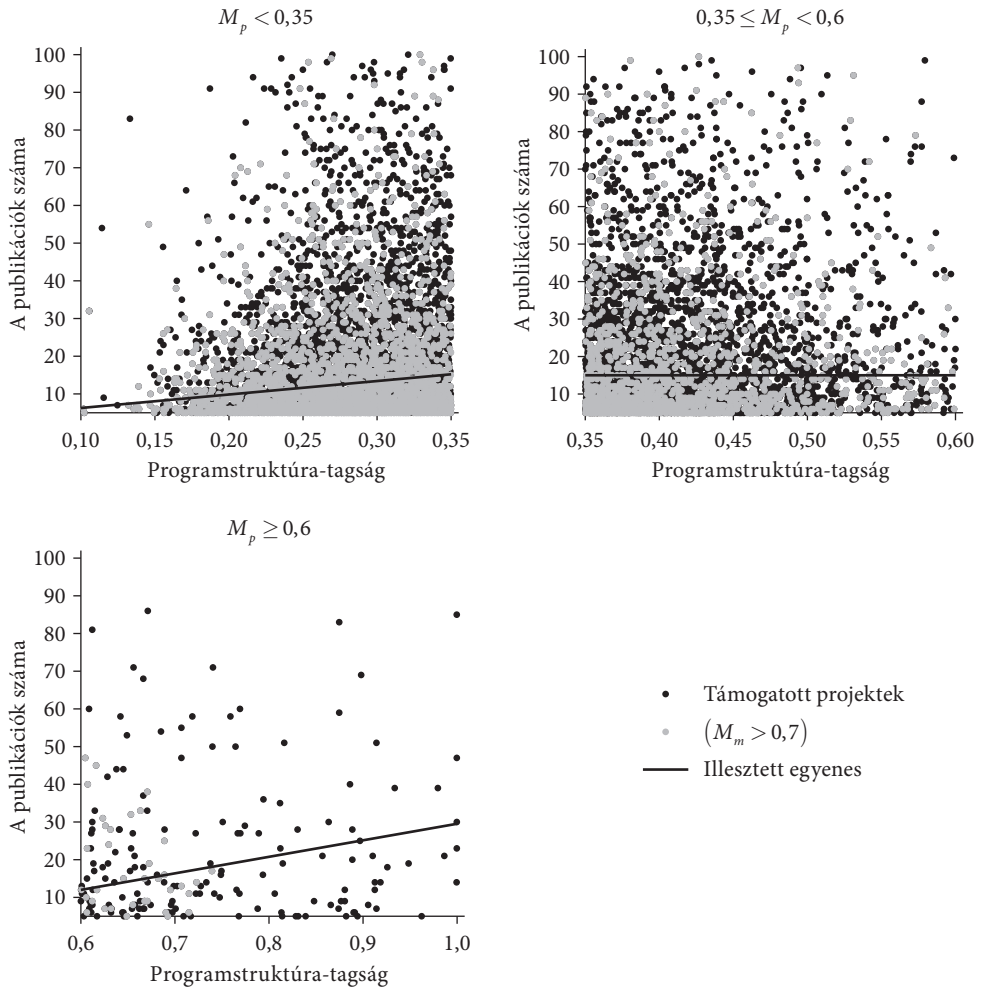


- Mintában szereplő projekt
- Illesztett görbe
- - - Konfidenciaintervallum (90%)

Az 5. ábra folytatása

Az FP7 és a H2020 keretprogramok összehasonlítása a végrehajtási struktúrák, valamint a költségek és a publikációs teljesítmény függvényében

c) A publikációk és a végrehajtási struktúra kapcsolata (H2020, teljes sokaság, $R^2_{0 < M_p < 0,35} = 0,18$, $R^2_{0,6 < M_p} = 0,24$)



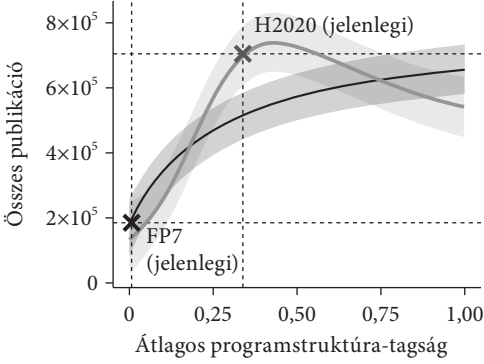
Forrás: saját szerkesztés.

Az eredményekből az látszik, hogy részben a végrehajtási struktúra összetételének változása miatt az FP7 projekthez képest a publikációs teljesítmény növekedett [6. ábra a) része]. Ez részben a programstruktúrák növekedésének tudható be. Ugyanakkor a párhuzamosan futó projektek (multiprojekt-struktúrák) megjelenése egyúttal korlátozza is a további növekedési lehetőségeket. Vagyis hiába erősödtek a szakmailag megalapozottabb, több projektet átívelő kutatások, ha közben a párhuzamosan folyó kutatások közötti erőforrás-megosztás elaprózta a kutatói

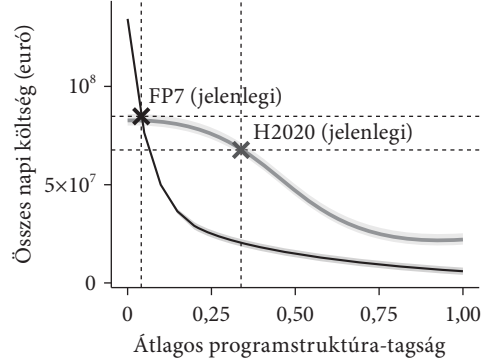
6. ábra

A végrehajtási struktúrák szerepe a keretprogramok idő- és költség-szükségletére, valamint a publikációs outputra (szimulációs eredmények alapján)

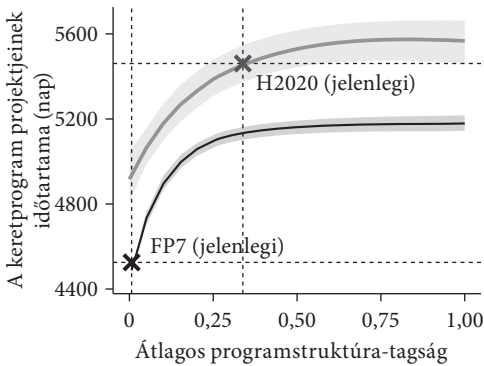
a) A publikációk és a végrehajtási struktúrák közötti kapcsolat



b) A költségek és a végrehajtási struktúrák közötti kapcsolat



c) Az átfutási idők és a végrehajtási struktúrák közötti kapcsolat



Forrás: saját szerkesztés.

tevékenységet. Hasonló negatív szinergikus hatást mutat a 6. ábra b) része is, amely szerint alacsony volt az egy konzorciumban párhuzamosan futó projektek aránya (amelyet a multiprojekt-struktúra jellemez). A szimulációk azt jelezték, hogy ennek növelésével jelentősen leszoríthatók a költségek. Az eredmények pedig azt tükrözik, hogy a H2020 projektek végrehajtása ebbe az irányba ment, amit az intézményi koncentráció jelentős megemelkedése is alátámaszt. Ugyanakkor ez a költségcsökkenés mégsem volt olyan látványos. Ennek nemcsak a megnövekedett költségek az okai, hanem az is, hogy a mélyebb kutatást igénylő, egymásra épülő projektek nagyobb költséget igényelnek. Ugyanígy a program- és multiprojekt-struktúrák közötti negatív szinergiára példa a 6. ábra c) része, ahol a multiprojekt-struktúra arányának növekedése növelheti az átfutási idő kockázatát. Ugyanígyen görbe határozható meg programokra is, és mivel a H2020-ban mindkét struktúra aránya megnövekedett, a görbe

is magasabb értékről indult. Ezen nem segít az sem, hogy a programban a projekteknek az átlagos időtartama csökkent, mert a projektek száma viszont növekedett, így a teljes átfutási idő is megnövekedett.

Kollaborációs közösségek, közösségi kollaborációk

A Támogatások koncentrációja című részben az intézményi és végrehajtási struktúrák koncentrációjával foglalkozva arra a megállapításra jutottunk, hogy az erős intézményi és ezen keresztül az összetett végrehajtási struktúrák koncentrációjának növekedése korlátozhatja a projektek hatékonyságát, megnövelheti a forrásigényeket, és leronthatja a teljesítményt. A következőkben éppen ezért arra keressük a választ, hogy mely tényezők hatnak a kapcsolatok – és így ezen keresztül az együttműködési kollaborációs hálózatok – kialakulására. A korábban ismertetett élpredikációs módszerekkel megvizsgáltuk, hogy milyen tényezők befolyásolják a kapcsolatok kialakulását. A (4) egyenletet először generikus módszerekkel oldottuk meg, amelyek közül a lineáris diszkriminancia (LDA) és a logisztikus regressziós (LogR) módszerek eredményei láthatók összevontan a 4. táblázatban.

A 4. táblázat eredményei azt mutatják, hogy azoknak a cégeknek, amelyek együttműködnek egymással, általában jobb feltételekkel kell rendelkezniük, mint azoknak, amelyek nem működnek együtt. A jobb feltételek magukban foglalják a nagyobb eszköz (TA), nyereség (SH), tőkearányos megtérülés (RB), profitráta (PM) és egyéb gazdasági mutatók mellett a jobb gazdasági, kisebb korrupciós (CI) és technológiai háttérrel (PI) is. A kutatás azt is megvizsgálta, hogy milyen tényezők befolyásolják az együttműködés kialakulását. A tényezők között szerepel a földrajzi távolság, a korábbi együttműködés, a párhuzamos projektek és a korábbi programokban való részvétel. A kapcsolatok közül e kettő az, amelynek fontos, meghatározó szerepe van nemcsak a koordinátor (TO), hanem kisebb mértékben ugyan, de a partnerek (FROM) esetében is.

Generikus módszerek mellett nem generikus módszereket is megvizsgáltunk, amelyek képesek kezelni a változók közötti kapcsolatokat, valamint a nemlineáris kapcsolatokat is. A logisztikus regresszió azt mutatta, hogy számos változó hatása nem szignifikáns, ugyanakkor a véletlen erők alkalmazása előtt futtatott, változószelekcióra alkalmazott Boruta-eljárás (lásd *Kursa és szerzőtársai* [2010]) azt mutatta, hogy valamennyi változó befolyásolja a kapcsolatok kialakulását. Szerepük fontosabb, mint ha helyébe egy véletlen változót léptetnénk. A változószelekció után, amely valamennyi változót lényegesnek ítélt, lefuttattuk a véletlen fák módszerét, majd az eredményeket a pontosság (*accuracy*) értékre hangoltuk. Ezek után a változókat fontosságuk alapján sorrendbe állítottuk, amit a 7. ábra mutat.

Nem meglepő módon az első hét legfontosabb változó az együttműködési hálózatban kollaborációs indikátor. Ami minket is meglepett, hogy az elnyerhető összegek (EC) után azonnal a végrehajtási struktúrák szerepe jelenik meg. Összevetve a generikus módszerek eredményeivel, ez az eredmény is a koncentráció és a belterjesség szerepét hangsúlyozza. Ha már egy projektet sikerült elnyerni a H2020

4. táblázat

Hálózati csomópontok (mint szervezetek) és az élek (mint kapcsolatok) jellemzőire vonatkozó csoportátlagok (LDA)

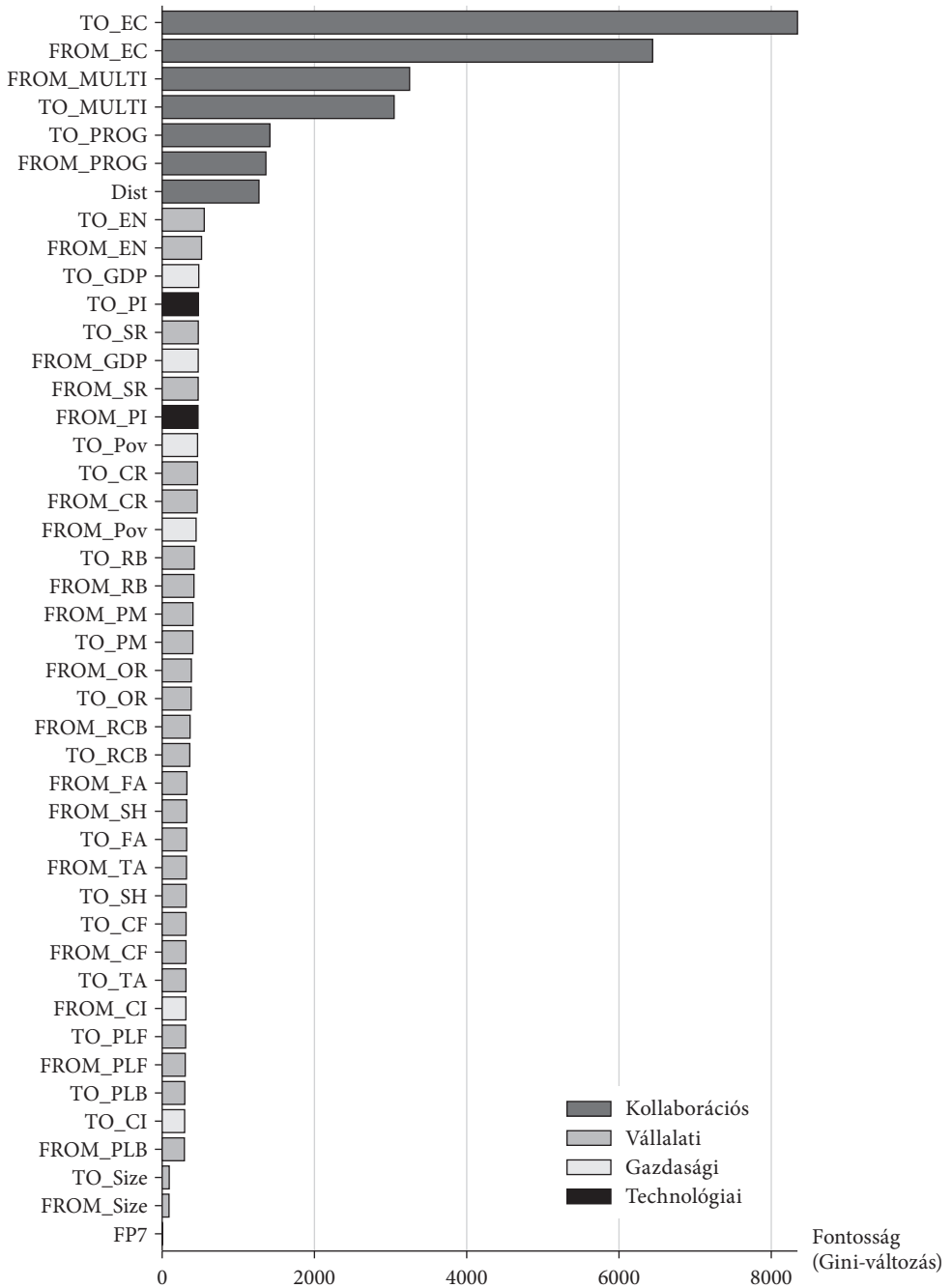
HÁLÓZATI CSOMÓPONTOK							
Partnerek (FROM)	Csoportátlagok (LDA)		logR exp(β)	Koordi- nátor (TO)	Csoportátlagok (LDA)		logR exp(β)
	0	1			0	1	
VÁLLALATI							
TA	-0,0943	0,1243	1,0000**	TA	-0,0980	0,1291	1,0000**
SR	0,0357	-0,0470	0,9986***	SR	0,0354	-0,0467	0,9986***
SH	-0,0946	0,1246	1,0000**	SH	-0,0997	0,1313	1,0000**
RB	-0,0309	0,0407	1,0005***	RB	-0,0313	0,0412	1,0005***
RCB	-0,0284	0,0375	1,0004	RCB	-0,0297	0,0392	1,0004
PM	-0,0382	0,0503	1,0020***	PM	-0,0407	0,0537	1,0021***
PLF	-0,0851	0,1122	1,0000	PLF	-0,0881	0,1160	1,0000
PLB	-0,0852	0,1123	1,0000	PLB	-0,0875	0,1153	1,0000
OR	-0,1036	0,1365	1,0000*	OR	-0,1075	0,1417	1,0000
FA	-0,0870	0,1146	1,0000***	FA	-0,0908	0,1197	1,0000**
EN	-0,1079	0,1421	1,0000	EN	-0,1144	0,1507	1,0000
CR	0,0177	-0,0233	0,9996	CR	0,0170	-0,0224	0,9981
CF	-0,0837	0,1103	1,0000	CF	-0,0880	0,1160	1,0000
Size	-0,1702	0,2242	1,1938***	Size	-0,1831	0,2413	1,2054***
Gazdasági							
GDP	-0,0863	0,1137	1,0000	GDP	-0,0937	0,1234	1,0000
CI	-0,0352	0,0464	0,9941***	CI	-0,0368	0,0485	0,9938***
Pov	0,0195	-0,0257	1,0008	Pov	0,0185	-0,0244	1,0013
Technológiai							
PI	-0,1063	0,1400	1,0000	PI	-0,1127	0,1485	1,0000
Kollaborációs							
EC	-0,1725	0,2273	1,0000***	EC	-0,1831	0,2412	1,0000***
MULTI	-0,1857	0,2446	17,0223***	MULTI	-0,1945	0,2562	20,1564***
PROG	-0,0845	0,1113	0,5638***	PROG	-0,0880	0,1160	0,5737***
ÉLEK							
	0	1	Exp(β)				
Kollaborációs							
Dist	0,1142	-0,1504	0,9998***				
FP7	-0,0413	0,0544	72,2008				

***0,001, **0,01, *0,1 szignifikanciaszinten szignifikáns.

Forrás: Kosztyán és szerzőtársai [2024] alapján saját szerkesztés.

7. ábra

Fontosságvizsgálat alkalmazása véletlen erdők módszerével
(fontosság alapján rendezett változók)



Megjegyzés: a rövidítéseket lásd az 1. táblázatban.

Forrás: Kosztyán és szerzőtársai [2024] alapján saját szerkesztés.

keretprogramban, akkor 17–20-szoros annak az esélye, hogy sikerül egy újabb projektben legalább tagként részt venni. Éppen ezért pontosan ennyire érdekes kérdés lehet annak felvetése és vizsgálata a következő Horizont Európa keretprogramban, hogy mekkora annak a hatása, ha egy intézményt kizárnak a pályázati lehetőségekből (ha nem is végleg, de egy meghatározott időre). A kollaborációs indikátorok közül mindegyik erősebb hatást fejt ki (például a földrajzi távolság), a vállalati, gazdasági hatások pedig csak ezt követik. A vállalati adatok közül a legnagyobb szerepe az emberi erőforrásnak (a munkaerő létszáma: *EN*) és nem a vállalat nagyságának (*Size*) van. Érdekes, hogy a korábbi FP7 projektekben való részvétel bár lényeges, mégis a lista végén helyezkedik el.

A módszerek összehasonlítása során nem elégedtünk meg azzal, hogy az együttműködési hálózatban az éleket minél pontosabban meg tudjuk becsülni, hanem azt vártuk el, hogy a teljes hálózatot azok strukturális jellemzőinek minél pontosabb becsülésével visszakapjuk az eredeti hálózatot. Éppen ezért az élbecslés segítségével generáltunk egy becsült hálózatot (\hat{G}). Ezt a becsült hálózatot összevetettük az eredeti (G) hálózat strukturális jellemzőivel. Azt a módszert javasoljuk élpredikcióra, amely a hálózat struktúráját is a lehető legpontosabban visszaadja.

Az 5. táblázat azt mutatja, hogy a hálózat egészére nézve a legrosszabb pontosságot a kvadratikus diszkriminanciaelemzés (QDA) adta. A pontosság minden generikus módszer esetében 0,78-nál alacsonyabb volt. Minden módszer túlbecsülte a kapcsolatok számát, mert a különbség az eredeti és a becsült kapcsolatok között negatív volt. Ezért minden kapcsolatbecslési módszer kevesebb komponenset és sűrűbb hálózatot jósolt. A becsült hálózatok strukturális paraméterei nagyon közel álltak az eredetihez, azonban minden becsült módszer kevésbé diszasszortatív és kevésbé koncentrált hálózatot jósolt, amit a becsült és az eredeti negatív csoportosíthatósági értékek közötti különbség és a becsült és az eredeti pozitív centralizációs értékek közötti különbség mutat.

A fokszámközpontosság-értékek közötti átlagos abszolút különbség azt mutatja, hogy a legjobb véletlen erdőkön alapuló (RF és XGBoost) kapcsolatbecslési módszerek már ± 1 partnerrel becsülik meg a szervezetek átlagos partnerszámát. Egy együttműködési közösségen belül a sajátvektor-centralitások is jól becsülhetők minden kapcsolatbecslési módszerrel. A legnagyobb átlagos abszolút különbség értéke alacsonyabb volt, mint 0,2 százalék. Az 5. táblázat azt mutatja, hogy a nem generikus módszerek paramétereinek hangolása már nem javítja jelentősen a kapcsolatbecslést. Sőt bizonyos strukturális paraméterek – mint például a centralizációk – becslése még romolhat is.

Valamennyi modell általában rosszul becsüli az extrém sok kapcsolattal vagy kevés kapcsolattal rendelkező intézményeket. Ezért a továbbiakban arra voltunk kíváncsiak, hogy ezek az élpredikciós modellek ezen intézmények kapcsolatainak becslésénél hogyan viselkednek (6. táblázat).

Az eredményekből látható, hogy a generikus módszerek közül a kvadratikus diszkriminanciaelemzési módszerek, míg a nem generikus módszerek közül a véletlen erdők becslik legjobban a legtöbb kapcsolattal rendelkező szereplőket. Ezt a gondolatot továbbgördítve, meghatározhatunk egy olyan hálózatot, ahol a modell által magyarázott gazdasági, technológiai, vállalati tényezők esetében a kapcsolatok

5. táblázat

A különböző élbecslő modellek összehasonlítása a teljes hálózat éleinek és a hálózat struktúrájának becslése szempontjából [G: az eredeti kollaborációs hálózat, \hat{G} : a becslült hálózat, T : hangolt (*tuned*) módszerek]

Hálózati paraméterek	Hálózati jellemzők különbségei ($G - \hat{G}$)								
	LDA	QDA	logR	SVM	SVM(T)	RF	RF(T)	XGBoost	XGBoost(T)
Pontosság a teljes hálózatra	0,7184	0,7107	0,7760	0,8343	0,8751	0,9654	0,9660	0,9656	0,928062
Csúcsok	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Élek	-15 208	-25 859	-15 199	-7349	-2514	-634	-37	-257	65
A komponensek száma	72	80	61	59	39	6	5	4	12
Csoportosíthatóság	-0,0114	-0,0125	-0,0104	-0,0076	-0,0066	-0,0019	-0,0017	-0,0019	-0,00385
Sűrűség	-3,7E-05	-6,4E-05	-3,7E-05	-1,8E-05	-6E-06	-2E-06	0	-1E-06	0
Átlagos úthossz	-0,13373	-0,0770	-0,0910	-0,1183	-0,1115	-0,0231	-0,0264	-0,0280	-0,06863
Fokszám-centralizáció	0,0164	0,0052	0,0109	0,0148	0,0151	0,0037	0,0048	0,0048	0,011725
Köztelességi centralizáció	0,0086	-0,0007	0,0021	0,0085	0,0084	0,0014	0,0023	0,0026	0,007204

Forrás: Kosztyán és szerzőtársai [2024] alapján saját szerkesztés.

6. táblázat

Fokszámközpontság alapján felállított szervezeti sorrend első tíz résztvevője [T: hangolt (*tuned*) módszerek]

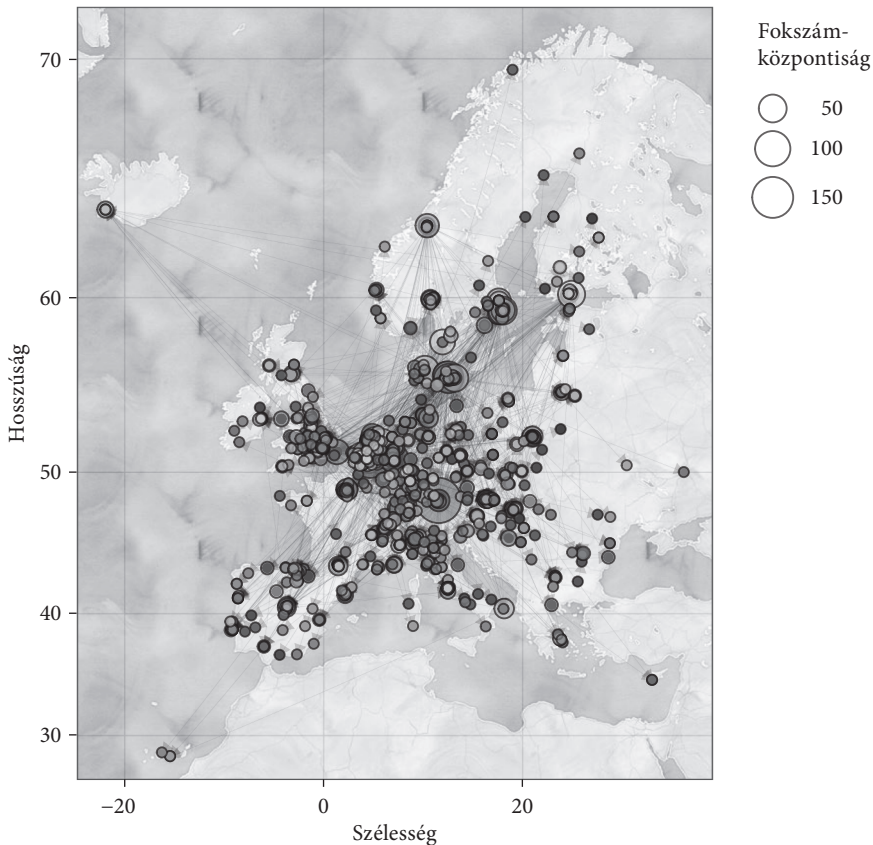
Helyezés	A szervezet neve	Kapcsolatok száma (eredeti)	LDA	QDA	LogR	SVM	SVM(T)	RF	RF(T)	XGBoost	XGBoost(T)
1.	Fraunhofer-Gesellschaft	4918	4257	4709	4479	4322	4309	4767	4725	4723	4445
2.	Interuniversitair Micro-Electronica	1870	1471	1736	1567	1499	1474	1761	1744	1739	1565
3.	Danmarks Tekniske Universitet	1687	1464	1602	1552	1497	1470	1627	1620	1620	1532
4.	Katholieke Universiteit Leuven	1455	1449	1454	1451	1451	1450	1455	1454	1454	1453
5.	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt E. V.	1372	1198	1316	1258	1216	1203	1335	1326	1318	1261
6.	Aarhus Universitet	1233	1137	1172	1130	1127	1114	1186	1180	1187	1157
7.	Stichting Wageningen Research	1200	1103	1167	1115	1107	1107	1185	1179	1182	1134
8.	Sintef AS	1191	1094	1158	1108	1097	1087	1167	1162	1162	1124
9.	Universiteit Gent	1150	1064	1146	1104	1087	1083	1123	1115	1114	1110
10.	Austrian Institute of Technology	1115	1054	1111	1046	1050	1047	1115	1114	1112	1073

Forrás: Kosztyán és szerzőtársai [2024] alapján saját szerkesztés.

szorosabbak a szervezetek között. Úgy is felfoghatjuk, hogy van egy jól becsülő modellünk, amely megmagyarázza a vállalati, technológiai, földrajzi adottságokon keresztül a kapcsolatok jelentős részét. Ha ezeket a tényezőket figyelembe véve, megmagyarázva még mindig találunk kapcsolatokat, akkor azok hol és zömében mely szervezeteknél jelentkeznek. Az így kialakuló kollaborációs közösségekben még a modell által prediktált kapcsolatoknál is szorosabbak az együttműködések. Másképpen fogalmazva, ezt a szoros kollaborációt a modell már nem magyarázza. Az így kapott hálózaton is meg lehet határozni azokat a közösségeket, amelyek között a modell által nem magyarázott, de jelen lévő kapcsolatok szorosabbak. Az így kialakuló modulok (közösségek) csúcsait azonos tónusúra festettük (8. ábra).

8. ábra

Kollaborációs közösségek földrajzi ábrázolása



Forrás: saját szerkesztés.

Annak ellenére, hogy az eredeti együttműködési hálózatból a javasolt modellünk a technológiai, gazdasági, vállalati hatások mellett a földrajzi hatásokat is kikompensálta, a legnagyobb sűrűsödést, valamint a legnagyobb közösségeket a magországok területén, ezen belül is a Benelux államok, Németország és az Egyesült Királyság

területén találhatjuk. Ha visszatekintünk az intézményi koncentrációs eredményekre (lásd például a 3. táblázatot), akkor éppen ezeknél az országoknál tapasztalhattuk a legmagasabb intézményi koncentrációt.

Összefoglalás

Tanulmányunk négy, egymásra szorosan épülő részkutatás eredményét mutatta be. Kutatásainkban egy eddig kevésbé feltárt területet, az intézményi koncentráció hatásait vizsgáltuk együttműködési hálózatokon. Eredményeink azt mutatták, hogy a projektek költségeinek és a publikációs output növelésének igénye, valamint a kiírás változásainak hatása az országokon belüli intézményi koncentrációt növelte (lásd a K_1 kutatási kérdést, a J_1 hozzájárulást). Bár nem vitatjuk, hogy ez az intézményi koncentráció lehet a kiválóság fokmérője is, vizsgálataink mégis azt mutatják, hogy ez az intézményi koncentráció kihat a végrehajtásra is (lásd K_2 , J_2). Egy-egy intézmény rákényszerül, hogy erőforrásait megosztva, párhuzamosan több hasonló projektet is koordináljon, aminek vannak természetesen költségcsökkentő hatásai is, ugyanakkor a további fejlődés gátjai is lehetnek (lásd K_3 – K_4). Vizsgálatunk azt is kimutatta, hogy nem csupán az együttműködési kapcsolatokkal, hanem a végrehajtási struktúrákkal is érdemes foglalkozni. Bár a teljes keretprogram szintjén nem készítenek logikai terveket, mi kísérletet tettünk a végrehajtási struktúrák becslésére. Azt láttuk, hogy a végrehajtási struktúra alapvetően az intézményi koncentráció változásával magyarázható (lásd K_3 , J_3). Kevés, sőt egyre kevesebb intézmény nyeri el a források jelentős részét, amelyek kénytelenek egyrészt korábbi sikeres projektjeik tapasztalataira építeni, másrészt kénytelenek erőforrásaikat megosztani a párhuzamosan futó projektek között, ami jelentősen befolyásolja a projektek kimeneteit és költségvetését (K_4 , J_4). Továbbá azt is megmutattuk, hogy a végrehajtási struktúra alapvetően hat a kollaborációs kapcsolatok kialakulásában, ami egy öngerjesztő folyamatot teremt. Annak az intézménynek van ugyanis nagyobb esélye újabb projektek pénzügyi finanszírozására, amely egyszerre akár több egymásra épülő és/vagy párhuzamosan futó projektet koordinál. Ugyanakkor egy újabb elnyert projekt még inkább megosztja az erőforrásokat. A költségek csökkentésének ígérete, valamint az újabb támogatás egy „édes méreg”, mert közben a publikációs output egy határon túl – amelyhez nagyon közel kerültünk – már nem feltétlenül lesz magasabb.

Hivatkozások

- AAGAARD, K.–KLADAKIS, A.–NIELSEN, M. W. [2020]: Concentration or dispersal of research funding? *Quantitative Science Studies*, Vol. 1. No. 1. 117–149. o. https://doi.org/10.1162/qss_a_00002.
- ARAÚJO, R.–FRANCO, M. [2021]: The use of collaboration networks in search of eco-innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 314. 127975. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127975>.

- ARNOLD, E. [2012]: Understanding long-term impacts of R&D funding: The EU framework programme. *Research Evaluation*, Vol. 21. No. 5. 332–343. o. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvs025>.
- AZIMIAN, M.–BADRI, M.–JAVADI, H. [2013]: Sensitivity analysis of projects efficiency in a multi-project environment based on data envelopment analysis. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 2. No. 7. 259–265. o.
- BALLAND, P.-A.–BOSCHMA, R.–RAVET, J. [2019]: Network dynamics in collaborative research in the EU, 2003–2017. *European Planning Studies*, Vol. 27. No. 9. 1811–1837. o. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1641187>.
- BRADFORD, A. [2020]: *The Brussels effect: How the European Union rules the world*. Oxford University Press, New York, <https://doi.org/10.1093/oso/9780190088583.002.0003>.
- DEFAZIO, D.–LOCKETT, A.–WRIGHT, M. [2009]: Funding incentives, collaborative dynamics and scientific productivity: Evidence from the EU framework program. *Research Policy*, Vol. 38. No. 2. 293–305. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.11.008>.
- GARAS, A.–ARGYRAKIS, P. [2009]: A network approach for the scientific collaboration in the European Framework Programs. *Europhysics Letters*, Vol. 84. No. 6. 68005. <https://doi.org/10.1209/0295-5075/84/68005>.
- HANS, E. W.–HERROELEN, W.–LEUS, R.–WULLINK, G. [2007]: A hierarchical approach to multi-project planning under uncertainty. *Omega*, Vol. 35. No. 5. 563–577. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2005.10.004>.
- HELLER SCHUH, B.–BARBER, M.–HENRIQUES, L.–PAIER, M.–PONTIKAKIS, D.–SCHERNGELL, T.–VELTRI, G. A.–WEBER, M. [2011]: *Analysis of Networks in European Framework Programmes (1984–2006)*. Office for Official Publications of the European Commission. <https://dx.doi.org/10.2791/54167>.
- IAMRATANAKUL, S.–PATANAKUL, P.–MILOSEVIC, D. [2008]: Project portfolio selection: From past to present. Megjelent: 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. IEEE, 287–292. o. <https://doi.org/10.1109/ICMIT.2008.4654378>.
- KATZ, Y.–MATTER, U. [2017]: On the biomedical elite: Inequality and stasis in scientific knowledge production. Berkman Klein Center Research Publication, No. 2017-5. 1–27. o. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3000628>.
- KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR [2020]: An Exact Algorithm for the Flexible Multilevel Project Scheduling Problem. *Expert Systems with Applications*. Vol. 158. 113485. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113485>.
- KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR–CSÁNYI VIVIEN VALÉRIA–KURBU CZ MARCELL TAMÁS [2019]: A Hetedik Keretprogram többszintű, dinamikus hálózati elemzése. *Statisztikai Szemle*, 97. évf. 2. sz. 111–145. o.
- KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR–KATONA I. ATTILA–KUPPENS, K.–KISGYÖRGY-PÁL MÁRIA–NACHBAGAUER, A.–CSIZMADIA TIBOR [2022]: Exploring the structures and design effects of EU-funded R&D&I project portfolios. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 180. 121687. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121687>.
- KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR–NOVÁK GERGELY–JAKAB RÓBERT–SZALKAI ISTVÁN–HEGEDŰS CSABA [2023]: A matrix-based flexible project-planning library and indicators. *Expert Systems with Applications*, Vol. 216. 119472. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119472>.
- KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR–KIRÁLY FERENC–KATONA ATTILA IMRE–CSIZMADIA TIBOR–FEHÉRVÖLGYI BEÁTA [2024]: Analysis and prediction of the Horizon 2020 R&D&I collaboration network. *Expert Systems with Applications*, Vol. 255. 124417. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124417>.

- KURSA, M. B.–JANKOWSKI, A.–RUDNICKI, W. R. [2010]: Boruta – a system for feature selection. *Fundamenta Informaticae*, Vol. 101. No. 4. 271–285. o. <https://doi.org/10.3233/fi-2010-288>.
- LEPORI, B. [2011]: Coordination modes in public funding systems. *Research Policy*, Vol. 40. No. 3. 355–367. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.10.016>.
- MEISSNER, D. [2019]: Public-private partnership models for science, technology, and innovation cooperation. *Journal of the Knowledge Economy*, Vol. 10. 1341–1361. o. <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0310-3>.
- PATANAKUL, P.–MILOSEVIC, D. [2008]: A competency model for effectiveness in managing multiple projects. *The Journal of High Technology Management Research*, Vol. 18. No. 2. 118–131. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hitech.2007.12.006>.
- PIRO, F. N.–BØRING, P.–SCORDATO, L.–AKSNES, D. W. [2020]: University characteristics and probabilities for funding of proposals in the European Framework Programs. *Science and Public Policy*, Vol. 47. No. 4. 581–593. o. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaa037>.
- QI, Y.–ZHANG, X.–HU, Z.–XIANG, B.–ZHANG, R.–FANG, S. [2022]: Choosing the right collaboration partner for innovation: a framework based on topic analysis and link prediction. *Scientometrics*, Vol. 127. 5519–5550. o. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04306-9>.
- ROEDIGER-SCHLUGA, T.–BARBER, M. J. [2006]: The structure of R&D collaboration networks in the European Framework Programmes. MERIT Working Papers, 2006-036. United Nations University, Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- ROEDIGER-SCHLUGA, T.–BARBER, M. J. [2008]: R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: Data processing, network construction and selected results. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol. 4. No. 3–4. 321–347. o. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2008.017583>.
- SEEBER, M.–ALON, I.–PINA, D. G.–PIRO, F. N.–SEEBER, M. [2022]: Predictors of applying for and winning an ERC Proof-of-Concept grant: An automated machine learning model. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 184. 122009. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122009>.