

A tudományos és technológiai parkok mint komplex rendszerek

Tóth Csilla^a, Fehérvölgyi Beáta^b, Kovács Zoltán^b, Hány András^a

^aZalaZONE Menedzsment és Kutató Kft., ^bPannon Egyetem

<https://doi.org/10.15170/MM.2025.59.04.06>

A TANULMÁNY CÉLJA

A tudományos és technológiai parkok körében folytatott empirikus kutatások gyakran a parkok szereplői szintjén elemzik a különböző problémaköröket. Ritkább az a fajta kutatás, amely a teljes park mint ökoszisztéma, azaz rendszer szintjén vizsgálódik. A jelen kutatás célja annak elemzése, hogy a tudományos és technológiai parkok komplex rendszernek tekinthetők-e.

ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN

A szakirodalmi áttekintést követően bemutatásra kerül a témában készült empirikus kutatás. A szerzők az evolúciós, a strukturális, a működési és az irányítási komplexitást vizsgálták tíz szempont segítségével. A tanulmányban bemutatott módszer segítségével meghatározható, mely területeken és milyen mértékben tekinthető az adott park komplexnek.

LEGFONTOSABB EREDMÉNYEK

Az elemzés azt mutatta, hogy a tudományos és technológiai parkok összessége evolúciós, strukturális vagy működési nézőpontból komplexnek tekinthető. Megerősítésre került, hogy a tudományos és technológiai parkok számos szempont szerint komplex rendszernek tekinthetők. A tanulmány kiemeli a komplexitás szempontjából leginkább releváns szempontokat.

GYAKORLATI JAVASLATOK

Ennek gyakorlati jelentősége, hogy napjaink összetett kihívásaira a komplex rendszerek tulajdonságainak ismeretében adekvátabb válaszokat tudnak adni a parkok menedzsment szervezetei.

Kulcsszavak: innovációs ökoszisztéma, tudományos park, technológiai park, komplex rendszer, komplexitáselmélet

1. BEVEZETÉS INTRODUCTION

Az első tudományos és technológiai parkok az 1950-es években jelentek meg, ezt az 1960-as években is számos kezdeményezés követte, de igazán az 1980-as években virágzott fel a jelenség és vált az egyik legvonzóbb regionális gazdaságfejlesztési területté. A téma egyik kiemelkedő áttekintését adja Albahari et al. (2022) műve, amely a kutatási trendeken keresztül mutatja be a tudományos és technológiai parkok jelentőségét. A 2000-es évek óta a parkok létrehozására irányuló tevékenység világszerte nagyjából megduplázódott (Lecluyse et al. 2019); Európában több mint 400 parkkal (Rowe 2014) és 300 körüli parkkal Észak-Amerikában (Battelle Technology Partnership Practice 2013). Rodríguez-Pose & Hardy (2014) pedig több mint 1500 Kínában és Indiában működő parkról számoltak be, növekvő számú hasonló programmal Dél-Amerika, Ázsia és Afrika feltörekvő gazdaságaiban is találkozhatunk.

Számos más szerző mellett Löfsten & Lindelöf (2005) is rámutatnak, hogy a tudománynak nincs egységesen elfogadott definíciója a témakörben, ezért számos hasonló kifejezést használnak a leírására, mint például a kutatási park, technológi-

ai park, üzleti park, innovációs központ, tudományos park stb. (Monck et al. 1988). Már egészen korán Currie (1985) & Eul (1985) is megpróbált különbséget tenni az innovációs központok, a tudományos parkok és a technológiai parkok között. MacDonald (1987) szerint ezek mindegyike felcserélhetően használja a park különböző jelzős elnevezését. Napjainkban Albahari et al. (2022) végeztek egy átfogó kutatást a tudományos és technológiai parkok definíciójára vonatkozóan. Jelen elemzés alapoz a mintegy 400 parktaggal bíró IASP (International Association of Science Parks and Areas for Innovation) definíciójára.

A tudományos és technológiai parkokra irányuló kutatási terület rendkívül széles. Hobbs et al. (2016) áttekintése alapján (1. táblázat) sok szerző foglalkozott a téma empirikus feldolgozásával a legkülönbözőbb területeken, de szintén nagy számú irodalom ad esettanulmányt egy-egy országon belüli tapasztalatról, emellett gyakoriak még a parkok elméletének feldolgozása és az áttekintő tudományos cikkek is. Ez a publikáció azért nagyon jelentős mérföldkő a tudományos és technológiai parkok vizsgálata során, mert Hobbs et al. (2016) műve még mindig az egyik legjobban hivatkozott forrás a témában, és nagyon sok szerző a mai napig utal vissza rá.

1. táblázat: A tudományos és technológiai parkok kutatási területei
(Hobbs et al. (2016) nyomán, saját feldolgozás)

Table 1. Research Fields in Science and Technology Parks

<i>Kutatási területek</i>	<i>Megvizsgált publikációk száma</i>	<i>Tartalom</i>
Empirikus kutatások	32	Egyetem részvétele a park irányításában Egyetem hatása a bérleti innovációra A park elhelyezkedésének előnyei az egyetem szempontjából A parkon belüli és kívüli cégek teljesítménye Kutatási együttműködés az egyetemmel A park regionális és foglalkoztatási hatásai Finanszírozás és támogatások Hatás a szabadalmakra a régióban Irányítási jellemzők A spin-off és induló vállalkozások szerepe Az együttműködések hatása
Esettanulmányok	37	Görögország, Portugália, Dél-Afrika, Kína, Tajvan, Spanyolország, Egyesült Királyság, Franciaország, Japán, Svédország, Törökország, Dánia, Finnország, Dél-Korea, Oroszország, Olaszország, India
Elméleti kutatások	10	Kulturális különbségek, hatás a helyi gazdaságra, spin off cégek hatása, parkstratégiák, innovációs modell és hatás, állam szerepe, parkok tervezése
Irodalmi összefoglalók	6	Parkok szerepe, elméleti és gyakorlati kutatások, cikkek elemzése, parkon belüli és kívüli cégek teljesítményének kutatása
Értékelési módszertan	3	Parkok start-up tevékenysége, teljesítménye, hatása

Ez a kutatás nagyrészt a parkok szereplői szintjén elemzi a különböző problémaköröket, viszont ritkább az a fajta megközelítés, amely a teljes park, az ökoszisztéma, a rendszer szintjén vizsgálódik. Egyik oldalról a teljes rendszer sajátosságainak vizsgálata adja jelen mű inspirációját. Másrészt, a világban folyó változások nyomán a menedzsmentkihívások egyre összetettebbé, „komplexebbé” válásával a működés vizsgálata is eltérő módszereket kíván. A két aspektus, a parkok rendszerszintű vizsgálata, valamint a komplex nézőpont együttese körvonalazza a jelen kutatás irányultságát. Kutatási kérdésként a szerzők arra keresik a választ, hogy „*a tudományos és technológiai parkok komplex rendszernek tekinthetők-e?*” A vizsgálat során meghatározásra kerülnek azok a tényezők, amelyek alapján a tudományos és technológiai parkok komplexitása besorolható bizonyos kategóriákba. Megállapításra került, hogy minél sokszínűbb egy park, minél több lehetősége van a betelepült szereplőknek a működéssel kapcsolatos folyamatokban, továbbá minél inkább tudásalapú irányítható meg az adott parkban, annál inkább jellemző rá a komplex működés.

A jelen kutatás tárgyaához kapcsolódóan, a tudományos és technológiai parkokat az innovációs ökoszisztémák speciális formáinak tekintjük, amelyek zárt földrajzi területen koncentrálódnak. Magyarországon ilyen jellegű parkok nem igazán vannak, az ipari parki rendszerek kevésbé fejlődtek tovább a kimagasló high-tech technológiai irányba, valamint az egyetemközpontú ökoszisztémák kifejlődése is korlátozott. Ezért a megfogalmazott kutatási kérdéshez szükséges adatgyűjtés nemzetközi elemzést igényelt. Ki kell azonban emelni azt, hogy – amint arra számos nemzetközi parki példa is rámutat – a tudományos és technológiai parkok területfejlesztési eszközként való használatában komoly potenciál rejlik. Éppen ezért is releváns kérdés ezen ökoszisztémák többdimenziós komplexitásának vizsgálata.

2. SZAKIRODALMI KITEKINTÉS LITERATURE REVIEW

A tudományos és technológiai parkok az innovációs ökoszisztémák speciális ágának tekinthetők, ez adja a szakirodalmi kitekintés alapját, kiemelve a rendszer komplexitására vonatkozó szempontokat.

Az innovációs ökoszisztéma fogalom intenzívebb használata Adner (2006) nyomán indult el, aki az innovációs ökoszisztémákat „együttműködési megállapodásokként” határozza meg, amely szempont a mai napig az egyik legfontosabb jellemző. Mivel az ökoszisztémák dinamikus fejlődnek az

ökoszisztéma szereplői közötti interakciók révén, ezért nem lehet őket determinisztikus vagy lineáris megközelítésekkel leírni (Wallner & Menrad 2011). Jackson (2011) az innovációs ökoszisztémát összetett kapcsolatok rendszereként határozza meg, amelynek vizsgálata ezért releváns kutatási terület, hiszen az ilyen jellegű kutatások korlátozottak. Az ökoszisztéma evolúciója során meghozott döntések és a hozzájuk kapcsolódó cselekvések alakítják annak jelenlegi és jövőbeni állapotát (Valkokari & Valkokari 2014). Weber & Hine (2015) javaslatára szerint ahelyett, hogy az ökoszisztémákra csupán mint együttműködési platformokra tekintenénk, egy olyan modellt kell feltárni, ahol az ökoszisztémákat egymásra ható szereplők struktúrájaként és kapcsolati rendszerként kezeljük, amely alátámasztja a többszemponú vizsgálat szerepét. Adner (2017) napjainkhoz közelálló megközelítése szerint az ökoszisztéma a partnerek multilaterális halmazának kapcsolati struktúrája. Ezáltal az ökoszisztéma betelepült szereplői egymással interakcióban vannak egy kiemelt értékajánlat megvalósítása érdekében. Jacobides et al. (2018) ehhez hasonlóan az innovációs ökoszisztémát olyan szereplők összességének írja le, amelyek különböző komplexitárisokkal rendelkeznek, és nem teljesen hierarchikusan ellenőrzöttek. Borgulya & Kovács (2020) szerint a vállalati kommunikáció is döntő jelentőségű az innovációk létrejöttének szempontjából. A kommunikáció az innovációnak és így a vállalati sikernek előmozdítója vagy – rosszul kezelve – akadálya is lehet. Ezen kutatások tehát jól mutatják az innovációs ökoszisztémák komplexitásának egy-egy aspektusát, ugyanakkor a szerzők nem adnak konkrét útmutatót, hogy mit is jelentenek a gyakorlatban ezek a komplexitási területek.

Az innovációs ökoszisztémáknak a hagyományos rendszerelmélettől eltérő vizsgálatát bemutató egyik első elemzés (Jucevicius & Grumadaite 2014) szerint a komplex adaptív rendszerek megközelítése az innovációs ökoszisztémák megértéséhez és leírásához értékes perspektívákat kínálhat. Ez a fajta, a komplexitáselméletre alapuló nézőpont már figyelembe veszi a rendszer dinamikus jellegét, és inkább a produktív önszerveződés előmozdítására fókuszál. Russell & Smorodinskaya (2018) az innovációs ökoszisztémák komplexitását elemezték, hivatkozva a komplex adaptív rendszer nézőpontjára is. Phillips & Ritala (2019) rámutattak, hogy az ökoszisztémák megközelítése speciális nézőpontot igényel a rendszerhatárok, az ökoszisztéma struktúrája és annak működése szempontjából. Ebbe a sorba illeszkedik Ghazinoory et al. (2021) munkája, amely az innovációs rendszert mint komplex rendszert a metaforák oldaláról írja le. Klimas & Czakon (2022) olyan ökoszisztémákat vizsgáltak

kutatásuk során, amelyek nem egy központi cég vagy meghatározó szereplők köré épülnek, hanem a sokféleség, a szereplők különbözősége, valamint a multidiszciplinaritás jellemzi őket. Ez a tanulmány már kifejezetten a komplexitás oldaláról közelíti a témakört, de továbbra sem ad fogódzót a vizsgálható komplexitási elemekre nézve.

Az innovációs ökoszisztémákkal szemben a tudományos és technológiai parkok komplexitásoldali megközelítése azonban meglehetősen ritka a szakirodalomban. A parkok komplexitására utaló egyes aspektusokat tárgyaló kutatások fellelhetők; valódi rendszerszintű példaként említhető Chertow & Ehrenfeld (2012) írása. Hasonló szemléletű Romero & Ruiz (2013) cikke, amely Haskins (2006) alapján határozott meg az ipari területek menedzselésére releváns komplexitási jellemzőket. Yan et al. (2018) rendszerszemléletű elemzésben mutatott rá a parkok specifikus sajátosságaira, de további park szintű menedzsmentkihívásokra hívja fel a figyelmet Horváth (2021) is.

Összességében elmondható, hogy akár a tágabb értelmű (pl. az innovációs ökoszisztémákról), akár a szűkített (pl. a tudományos és technológiai parkokról szóló) kutatási szakirodalmakat vizsgáljuk, a komplexitás egyes aspektusaira vannak utalások; általánosságban a szakirodalom elfogadja ezen rendszerek komplex jellegét. Nincs azonban olyan specifikus kutatási felmérés, amely a parkok gyakorlati nézőpontja oldaláról, de mégis a komplexitási szakirodalomból levezetve vizsgálja a témát.

3. A KUTATÁS MÓDSZERTANA RESEARCH METHODOLOGY

3.1 A kutatás komplexitáselméleti megalapozása

Complexity Theory as the Theoretical Foundation of the Research

A komplexitáselmélet gyökerei a '80-as évekre vezethetők vissza, miután mind a technológiai fejlődés, mind a társadalmi változások egyre összetettebb rendszereket hoztak felszínre. A terület még napjainkban sem letisztult, a fogalom fejlődésének fő forrása az az igény, hogy

minél kvantitatívabb módon tudjuk kezelni az életünket közvetlenül meghatározó folyamatokat, még ha ezek összetettek is, bizonytalan kimenettel (Ziemelis 2001). A komplex rendszereket az teszi kifejezetten érdekessé, hogy a részek vizsgálatából nem jósolható meg az egész rendszer viselkedése, a rendszerszintű tulajdonságok új törvényszerűségeket követnek (Vicsek 2003). Mason (2007) áttekintő tanulmányában részletes áttekintést ad a komplex rendszerek előzményeiről és elvi jellemzőiről. Boda (2020) a természet- és társadalomtudomány területéről hoz példákat a komplex rendszerekre, a komplexitást egyúttal a jelenségek magyarázó tényezőjének tekintve. Egyes szerzők (például Cilliers 1999) ugyanakkor elhatárolódnak a kaoszelmélet és a komplexitáselmélet összekapcsolásától. Bonnici (2015) a komplex rendszereket úgy definiálta, mint olyan rendszerek, amelyek diverz elemeket tartalmaznak, ezek egymással összefüggő teljes egészként értelmezhetők, rendelkeznek a tapasztalatokra épülő tanulási képességgel, valamint képesek igazodni a változó külső körülményekhez. Az utóbbi évtizedben már meglehetősen széles kutatási háttére alakult ki a komplex adaptív rendszerek témakörének. Carmichael & Hadzikadic (2019) ennek alapelveit foglalja össze, kiemelve a komplex rendszerek azon sajátosságát, hogy ezeket csak holisztikus formában lehet vizsgálni.

A komplex rendszerekkel foglalkozó szakirodalom áttekintése alapján, a definíció tartalmi vizsgálata révén meghatároztuk a komplex rendszerekhez kapcsolódó kulcsszavakat az 2. táblázat szerint.

3.2 A kutatás célja és módszere

Research Objectives and Methodology

A kutatás célja annak vizsgálata, hogy a tudományos és technológiai parkok hordozzák-e a komplexitás jegyeit. Hipotézise: „*A tudományos és technológiai parkok komplex rendszernek tekinthetők.*”

Az elméleti szakirodalom áttekintése alapján azonosított kulcsszavak csoportosításával vizsgálta témacsoportok képzésére került sor a 2. táblázat szerint.

2. táblázat: Kulcsszóvizsgálati csoportok
Table 2. Keyword-Based Analytical Groups

<i>A kulcsszavak csoportosítása, tartalmi klaszterezése</i>	<i>Tematikus következtetés: a komplexitás formái (a felmérés témacsoportjai)</i>
co-evolution, development, dynamic, evolution, historical, new, non forecastable, present, quick, spontaneous, social dynamics, turbulent, uncertain, unpredictable, vision	Evolúciós (fejlődési) komplexitás TÖRTÉNETISÉG • a park kora • parki fejlődési forma
complex, complexity, complicated, diversity, heterogeneity, imbalance, integrated, multi-level, multi-side, network, non-hierarchical, open system, patterns, sub-systems, system as a whole	Strukturális komplexitás „MI” • tulajdonosok • betelepültek számossága • tevékenységek • diverzitása
bottom-up, change, changeability, changing, changing behaviour, chaotic, collaboration, collective, connected, control, cooperation, creativity, dissipative, innovation, interaction, interdependency, learning, random, relationship	Működési komplexitás „HOGYAN” • parki elemek • szolgáltatások diverzitása • intézményi és nemzetközi kapcsolatok
CAS, complex adaptive systems, eliminate deficiency, feedback, non linear, non organized, non-equilibrium, self-organized, shared control, simple rules, system dynamic	Irányítási komplexitás „MIÉRT” • irányító testület összetettsége

A négy vizsgálati csoporthoz célzott felmérési kérdések kerültek meghatározásra a négy komplexitási forma mentén. A célcsoport régóta működő sikeres tudományos és technológiai parkok köre volt az IASP hálózatában; a felmérés során 113 park válasza került feldolgozásra.

A kutatási eredmények kiértékelési módszere két szinten jelenik meg:

- Minden egyes kérdés mentén megvizsgáltuk a kapott válaszokat, értékelve azok megoszlását. A leíró bemutatás segítségével előzetes megállapítások tehetők.
- Ezt követően az egyes kérdéseknél a lehetséges válaszokra komplexitási sorrend került felállításra, majd értékeltük, hogy az egyes parkok hány szempont mentén esnek a leginkább komplexnek tekinthető kategóriába, meghatározva egy adott park ún. „komplexitási profilját”.

3.3 A kutatás modellje

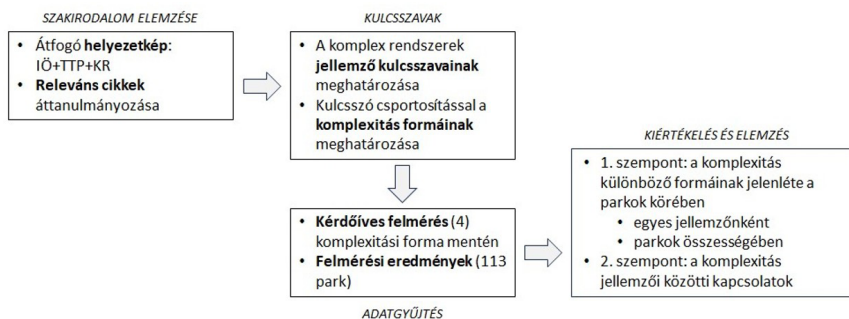
Conceptual Model of the Research

Tekintettel a terjedelmi korlátokra, jelen tanulmány csupán a tudományos és technológiai parkok komplexitásának kérdéseivel foglalkozik, nem tér ki a komplexitás és például a parkok innovációs teljesítménye közötti összefüggések vizsgálatára. Ugyanakkor ez a téma egy releváns jövőbeni kutatás lehet, építve a jelen kutatás következtetéseire is.

Szintén fontos lehatárolási szempont a tudományos és technológiai parkoknak a regionális vagy nemzeti innovációs rendszerekkel való kapcsolata, ez szintén további kutatások tárgyát képezheti, vizsgálva például a parkok tovagyrúzó (spillover) hatását.

A kutatás modelljét az 1. ábra mutatja.

1. ábra: A kutatás modellje
Figure 1. Conceptual Model of the Research



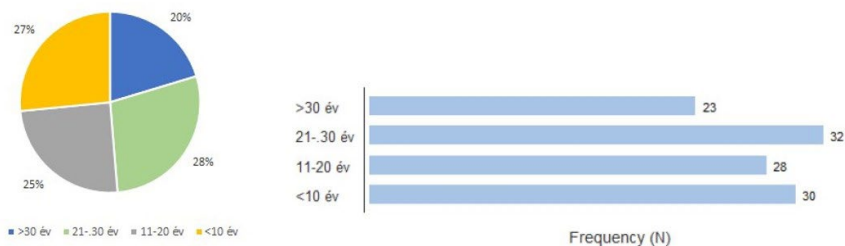
4. EREDMÉNYEK ÉS MEGÁLLAPÍTÁSOK *RESEARCH RESULTS AND FINDINGS*

4.1. A komplexitási jellemzők a vizsgálati kérdések alapján *Complexity Features According to the Research Questions*

Jelen fejezetben részletesen bemutatásra kerülnek az elvégzett felmérés 11 kérdésére adott válaszok eredményei. (2–12. ábrák)

Evolúciós komplexitás *Evolution complexity*

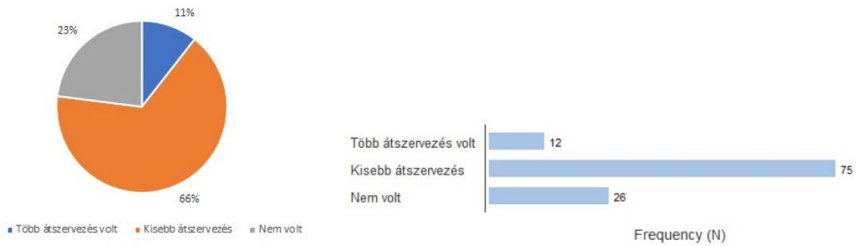
2. ábra: A park kora–megoszlás és gyakoriság
Figure 2. Age of the Parks – Distribution and Frequency



Az eredmények azt mutatják, hogy a legtöbb park esetén már elegendő tapasztalat áll rendelkezésre ahhoz, hogy egy már kialakult rutinnal rendelkező működést és folyamatokat biztosítsanak a betelepültek számára és egy biztos szakmai

növekedést is. Komplexitásukat tekintve a régebb óta működő parkok nagyobb komplexitást hordoznak az operációs folyamatokat tekintve és a betelepültek közötti kapcsolatletteremtést tekintve is.

3. ábra: Parki átszervezések–megoszlás és gyakoriság
Figure 3. Restructurings of Parks – Distribution and Frequency

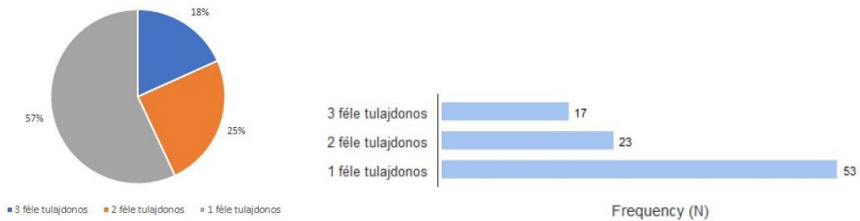


Egy park átszervezése azt sugallja, hogy bővítésre szorul, vagy éppen a folyamatok újragondolásával a menedzsment próbál mindig alkalmazkodni az éppen aktuális piaci igényekhez, trendekhez. Kevesebb esetben valószínű, hogy va-

lamilyen negatív eset következményeként szükség-es átszervezni a parkot. Az átszervezés nagyobb fokú komplexitást mutat, hiszen a folyamatok bonyolultsága sokszorozódik.

Strukturális komplexitás *Structural complexity*

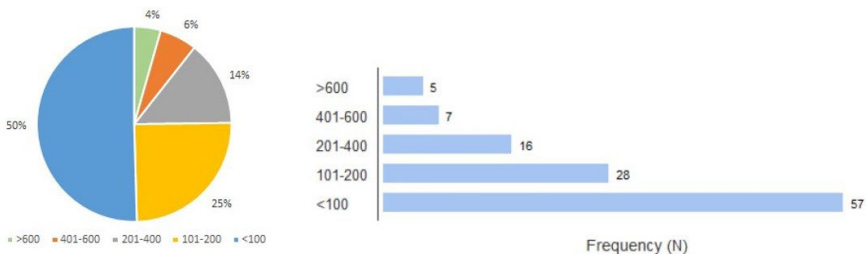
4. ábra: Tulajdonosi kör–megoszlás és gyakoriság
Figure 4. Ownership Patterns – Distribution and Frequency



A tulajdonosi kör elemzését tekintve látható, hogy komplexitásukat tekintve minél több típusú tulajdonosi körrel rendelkezik a park, annál nagyobb fokú komplexitás figyelhető meg. A Triple Helix

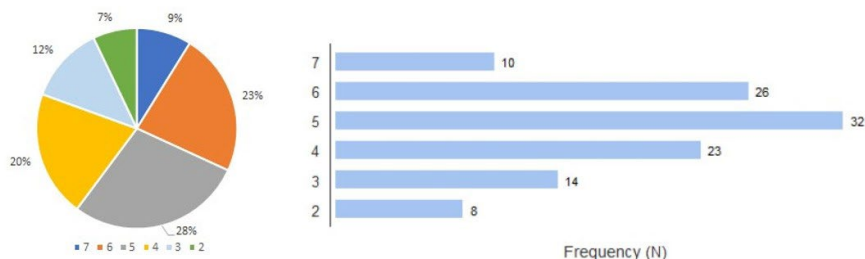
jegyei már az egynél több tulajdonosi körrel rendelkező parkok esetében is relevánsak, hiszen a komplexitást tekintve növekvő tendenciát mutat a parkok működésében.

5. ábra: Betelepültek száma–megoszlás és gyakoriság
Figure 5. Tenant Numbers – Distribution and Frequency



A betelepültek számának vizsgálata során megfigyelhető, hogy több betelepült szereplővel komplexebbnek tekinthetjük a parkokat.

6. ábra: Tevékenységi kör diverzitása–megoszlás és gyakoriság
Figure 6. Activity Diversity – Distribution and Frequency



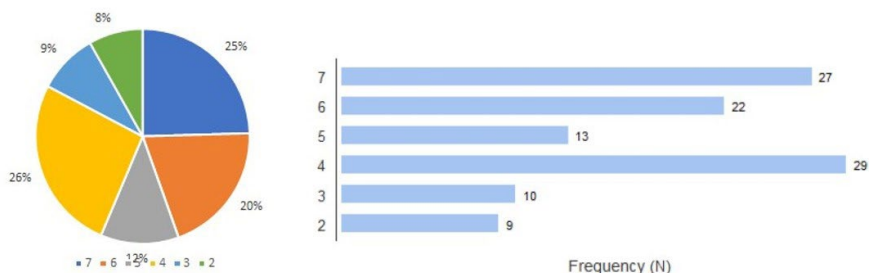
Minél több tevékenységi fókusz fordul elő egy park működésében, annál komplexebbek a folyamatok, hiszen egyre növekvő számú kihívással szembesül. A parkok többségében (71%-a) megfi-

gyelhető a több tevékenységi körben való párhuzamos működés, amit okozhat az, hogy több irányra fókuszál a park, több, akár egymással összefüggő iparágban is pozitív eredményeket hoz.

Működési komplexitás

Operational complexity

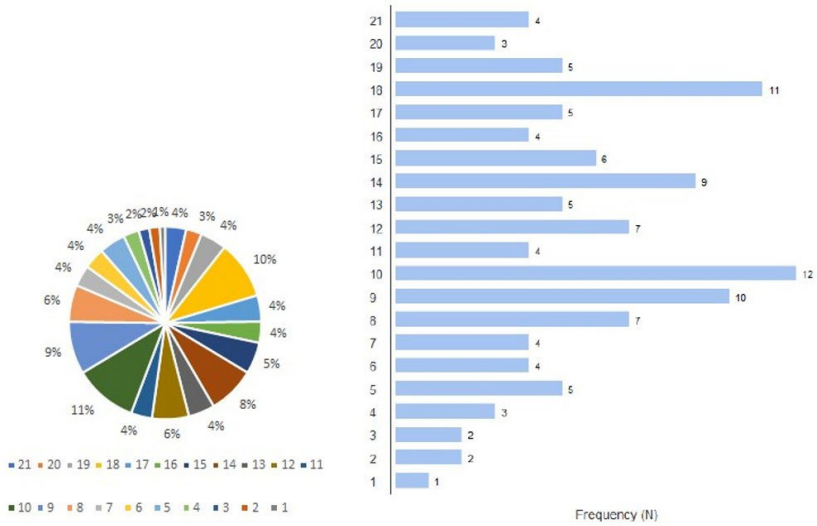
7. ábra: Parki elemek diverzitása–megoszlás és gyakoriság
Figure 7. Park Element Diversity – Distribution and Frequency



A parki elemek megoszlása inkább a nagyobb számú parki elem jelenléte felé tolódik el, hat és hét

elemnél van egy kiemelkedés a gyakoriságok tekintetében.

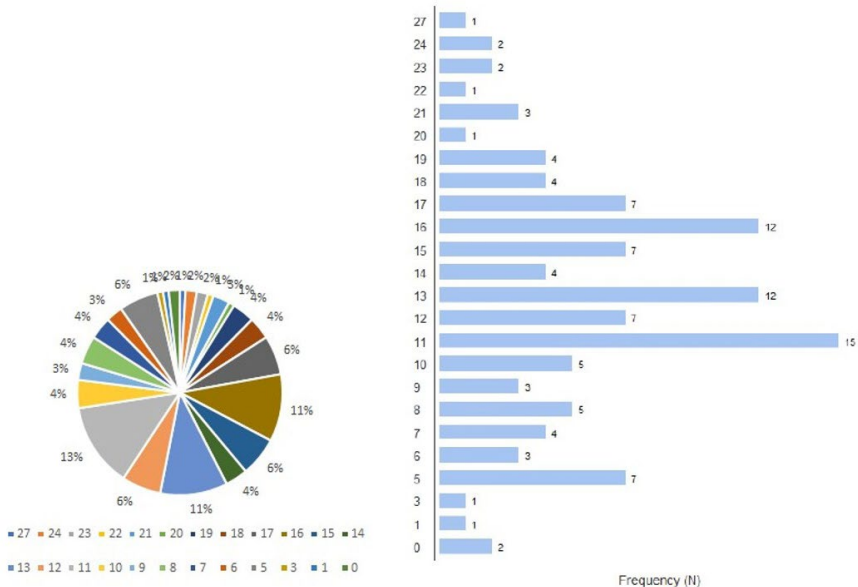
8. ábra: Tudásalapú szolgáltatások diverzitása–megoszlás és gyakoriság
Figure 8. Knowledge-Based Service Diversity – Distribution and Frequency ...



Egyre inkább megfigyelhető a tudásalapú szolgáltatások sokszínűsége a parkok működésében. Ennek az az oka, hogy a technológiai parki kezdeményezések is tolnak a K+F+I irányába,

illetve az inkubációs és start-up tevékenységek felé. Ez is a parkok komplexitásának emelkedésének irányába hat.

9. ábra: Általános szolgáltatások diverzitása–megoszlás és gyakoriság
Figure 9. General Service Diversity – Distribution and Frequency



A parkban működő szervezetek, egységek a nyújtott szolgáltatások által eredményesebb működésre tehetnek szert, ám ez egyre komplexebb szolgáltatási portfólióval jár. A parkok meghatározó többségé-

ben 1–3 jellegű szolgáltatásnál több található meg, ami visszatart arra is, hogy a parkok többsége 10–20 éve működik.

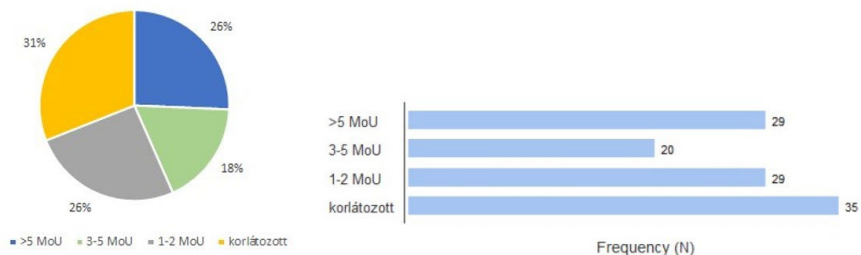
10. ábra: Intézményi kapcsolatok sokrétűsége–megoszlás és gyakoriság
Figure 10. Institutional Relationship Diversity – Distribution and Frequency



Az intézményi kapcsolatokat tekintve fontos, hogy egy park több fókusz is képviseljen, hiszen minél több intézménnyel, partnerrel ápol kapcsola-

tot, annál stabilabb a működés. Ezen stakeholderek fontos elemei a park sikerességének és komplex jellegének.

11. ábra: Nemzetközi beágyazottság (MoU-k száma) – megoszlás és gyakoriság
Figure 11. International Integration (Number of MoUs) – Distribution and Frequency

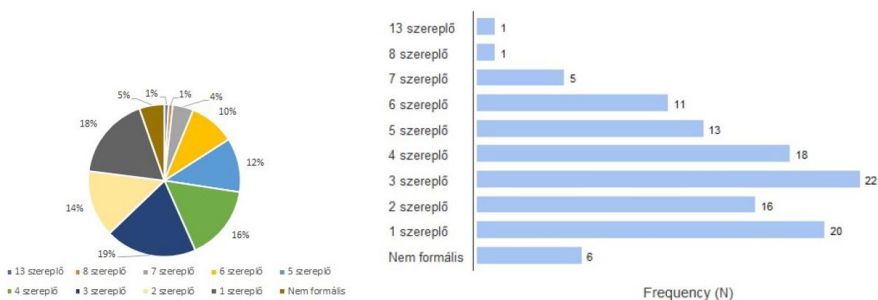


A nemzetközi működés fontos egy-egy park életében, hiszen ezzel is növelhető a közös projektek

és a tudás kibővítésének esélye. A nemzetköziség szinte minden park működésében meghatározó.

Irányítási komplexitás *Complexity of Governance*

12. ábra: Irányító testület összetettsége–megoszlás és gyakoriság
Figure 12. Governing Board Complexity – Distribution and Frequency



A kutatás szerint több irányból biztosított a parkok vezetésének működése, és több irány is hat erre. Ez jelentősen befolyásolja a komplexitásuk mértékét, hiszen a többféle nézőpont többféle irányt is meghatározhat egy park életében.

4.2. A komplexitási jellemzők jelenléte az egyes parkoknál

Presence of Complexity Characteristics in Individual Parks

13. ábra: A felmérés struktúrája (kérdések és a válaszok osztályai)
Figure 13. Structure of the Survey: Questions and Answer Classes

Komplexitás növekvő mértéke ↑											
	A park kora	Parki átszervezések	Tulajdonosi kör	Betelepültek száma	Tevékenységi kör diverzitása	Parki elemek diverzitása	Parki tudásalapú szolgáltatások diverzitása	Parki általános szolgáltatások diverzitása	Intézményi kapcsolatok diverzitása	Nemzetközi beágyazottság	Az irányító testület összetettsége
	Történeti komplexitás		Strukturális komplexitás			Működési komplexitás					Irányítási komplexitás

Minden kérdésszempont esetén található olyan park, amely a legmagasabb komplexitási osztályba esik, továbbá a parkok jelentős része belesik a két magmagasabb komplexitási osztályba a történeti,

strukturális és működési komplexitás esetén. Az irányítási komplexitásnál valószínűleg egy kiugró park okozza a kisebb arányt. (14. ábra)

14. ábra A felmérés átfogó eredményei az egyes kérdések alapján
Figure 14. Comprehensive Survey Findings by Individual Questions

Komplexitás foka	Történeti komplexitás		Strukturális komplexitás			Működési komplexitás					Irányítási komplexitás
	A park kora	Parki átszervezések	Tulajdonosi kör	Betelepültek száma	Tevékenységi kör diverzitása	Parki elemek diverzitása	Parki tudásalapú szolgáltatások diverzitása	Parki általános szolgáltatások diverzitása	Intézményi kapcsolatok diverzitása	Nemzetközi beágyazottság	Az irányító testület összetettsége
A legmagasabb osztályba eső parkok aránya	19%	12%	17%	4%	10%	28%	2%	2%	1%	28%	1%
A második legmagasabb osztályba eső parkok aránya	29%	63%	26%	7%	27%	19%	3%	2%	7%	17%	0%
Összesen:	48%	76%	42%	11%	37%	47%	9%	4%	8%	46%	1%

Az eredményeket összegezve azt kaptuk, hogy a parkok 71%-a a felmérés 11 vizsgált kérdése mentén legalább egy szempontból a legmagasabb komplexitási osztályba esett. A megvizsgált parkok maradék része (28%-a) pedig a felmérés kérdései mentén legalább egy szempontból a második legmagasabb komplexitási osztályt mutatta.

5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

RESEARCH FINDINGS

A kutatás során, a szakirodalmi elemzést követően meghatározásra kerültek a komplex rendszer-

ekre jellemző fő kulcsszavak, amelyeket négy fő csoportba soroltunk (evolúciós, strukturális, működési és intézményi komplexitás). Ezen csoportokra épülő kérdőíves adatgyűjtés eredményeként 113 nemzetközi tudományos és technológiai park adatai kerültek részletesen elemzésre. Az elemzés a felmérési szempontokon keresztül vizsgálta a komplex rendszerek jellegzetességeit.

Megállapítást nyert, hogy a parkok több szempont mentén is hordozzák a komplexitás jegyeit. Minél sokszínűbb egy park, minél több lehetősége van a betelepült szereplőknek a működéssel kapcsolatos folyamatokban, továbbá minél inkább tudásalapú irány található meg az adott parkban,

annál inkább jellemző rá a komplex működés. A tudományos és technológiai parkok jelentős része evolúciós, strukturális és működési nézőpontból komplexnek tekinthető. A kutatás rámutatott, hogy a vizsgált parkok szinte mindegyike a vizsgált 11 szempont szerint komplexnek tekinthető. A kutatás eredményeként a hipotézis megerősítésre került, vagyis a tudományos és technológiai parkok komplex rendszerek tekinthetők.

A parkok működési elemeinek diverzitása és a sokrétű nemzetközi beágyazottság a komplexitás legszembetűnőbb megjelenési formái. Ugyanakkor a vizsgált parkok irányítási komplexitása kevésbé jellemző, amely adódhat a felmérési kérdések korlátaiból, de utalhat a letisztult menedzsment-struktúrákra is.

A kutatás korlátai között említhető a felmérési kérdések, szempontok köre, ezek későbbi vizsgálatakor során bővíthetők. További vizsgálatot igényel az irányítási komplexitás kérdésköre, akár más szempontok, akár kiegészítő felmérés alkalmazásával. Emellett, a vizsgált komplexitási szempontok részletezésével és újabb kutatással további következtetések tehetők a tudományos és technológiai parkok komplexitására vonatkozóan. A vizsgált célcsoport tovább bővíthető és szegmentálható, amely újabb kutatási irányokra kínál lehetőséget.

A kutatás eredményeinek feldolgozása során alkalmazott módszer egy alkalmas eszköz lehet a tudományos és technológiai parkok komplexitásának felmérésére, értelmezésére, szemléltetésére. Ezáltal a használt eszköz, a feltárt következtetések és a jelen kutatás során alkalmazott megközelítésmód hozzájárulhat a tudományos és technológiai parkok komplexitásának megértése útján a megfelelő parki stratégia kialakításához.

HIVATKOZÁSOK REFERENCES

- Achrol, R. S. (1991), "Evolution of the marketing organization: new forms for turbulent environments", *Journal of Marketing*, 55(October), 77–93. DOI: <https://doi.org/10.2307/1251958>
- Adner, R. (2006), "Match your innovation strategy to your innovation ecosystem", *Harvard Business Review*, 84(4), 98–107. DOI: [10.4236/ojsst.2023.132003](https://doi.org/10.4236/ojsst.2023.132003)
- Adner, R. (2017), "Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy", *Journal of Management*, 43(1), 39–58. DOI: [10.1177/0149206316678451](https://doi.org/10.1177/0149206316678451)
- Albahari, A., BargeGil, A., PérezCanto, S., & Landoni, P. (2022). *The effect of science and technology parks on tenant firms: A literature review*. *The Journal of Technology Transfer*, 48(4), 1489–1531. <https://doi.org/10.1007/s109610220994975>.
- BarYam, Y. (2003). *Dynamics of complex systems: Studies in nonlinearity*. Westview Press. (Published in Reading, MA) <https://doi.org/10.1063/1.4822633>
- Battelle Technology Partnership Practice. (2013). *Driving regional innovation and growth: Results from the 2012 survey of North American university research parks*. Association of University Research Parks. https://aurp.memberclicks.net/assets/documents/aurp_battellreportv2.pdf
- Boda, D. (2020). *Complexity in nature and society: From dancing molecules to collapsing societies*. Institute of Advanced Studies Köszeg. <https://doi.org/10.20494/TM/7/1/78>.
- Borgulya, Á., & Kovács, É. (2021). A vállalat-on belüli innovációkommunikáció, mint a szervezeti kultúra része – a szakirodalom tükrében. *Marketing & Menedzsment*, 54(4), 63–75. <https://doi.org/10.15170/MM.2020.54.04.0510>.
- Božić, V. (2023). *Methodology of system dynamics* (Preprint). ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27204.7104911>.
- Carmichael, T., & Hadžikadić, M. (2019). *The fundamentals of complex adaptive systems*. In T. Carmichael, A. J. Collins, & M. Hadžikadić (Eds.), *Complex adaptive systems: Views from the physical, natural, and social sciences* (pp. 1–16). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/9783030203092_112.
- Chae, M., Hill, J. S. (1997), "High versus low formality marketing planning in global industries: determinants and consequences", *Journal of Strategic Marketing*, 5(3), 22. DOI: <https://doi.org/10.1108/02651330010356609>
- Chertow, M. R., Ehrenfeld, J. (2012), "Organizing self-organizing systems: Towards a theory of industrial symbiosis", *Journal of Industrial Ecology* 16(1), 13–27. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00450.x>
- Cilliers, P. (1999), "Complexity and postmodernism. Understanding complex systems – Reply to David Spurrett", *South African Journal of Philosophy*, 18(2), 275–278. DOI: <https://doi.org/10.1080/02580136.1999.10878188>
- Conner, D. R. (1998), *Leading at the Edge of Chaos: How to Create the Nimble Organization*, John Wiley, New York, 1998. DOI: https://doi.org/10.1207/s15327000em0102_14
- Currie, J. (1985). *Science parks in Britain—their role for the late 1980s*. CSP Economic Publications.
- Dooley, K. J. (1996). *Complex adaptive systems: A nominal definition* (The Chaos Network, 8(1),

- 2–3). Retrieved January 12, 2026, from <http://www.eas.asu.edu/~kdooley/casopdef.html>
- Eul, F. M. (1985), "Science Parks and Innovation Centres—Property, the unconsidered element", in: Gibb, J. M., (ed.): *Science Parks and Innovation Centres: their economic and social impact*, Elsevier, 1985.
- Frenken, K. (2001), "Understanding product innovation using Complex Systems Theory", *UvA-DARE (Digital Academic Repository)*
- Ghazinoory, S., Phillips, F., Afshari-Mofrad, M., Bigdelou, N. (2021), "Innovation lives in ecotones, not ecosystems", *Journal of Business Research*, 135, 572–58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.06.067>
- Haskins, C. (2006), "Multidisciplinary investigation of eco-industrial parks", *Systems Engineering*, 9(4), 313–330.
- Hobbs, K. G., Link, A. N., & Scott, J. T. (2017). *Science and technology parks: An annotated and analytical literature review. The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 957–976. <https://doi.org/10.1007/s109610169522323>.
- Horváth, K. (2021), „Az innovációs ökoszisztéma menedzsmentstrukturális kihívásai – a szakirodalom tükrében”, *Marketing & Menedzsment*, évfolyamszám (3), oldalszámok. DOI: 10.15170/MM.2021.55.03.06
- Jackson, D. J. (2011), "What is an innovation ecosystem", National Science Foundation, Arlington, VA., 2011. https://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf
- Jacobides, M. G., Cennamo, C., Gawer, A. (2018), "Toward a theory of ecosystems", *Strategic Management Journal*, 39, 2255–2276.
- Jackson, S. (2023). *Holism in complex systems* (Preprint). TechRxiv. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.22213753.v1>
- Johnson, N. F. (2009). *Simply complexity: A clear guide to complexity theory*. Oneworld Publications
- Kauffman, S. (1993), "The origins of order: Self organization and selection in evolution", Oxford University Press, London, 1993.
- Klimas, P., Czakon, W. (2022), "Species in the wild: a typology of innovation ecosystems", *Review of Managerial Science*, 16, 249–282. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-020-00439-4>
- Lecluyse, L., Knockaert, M., Spithoven, A. (2019), "The contribution of science parks: a literature review and future research agenda", *The Journal of Technology Transfer*, 44, 559–595. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-018-09712-x>
- Lansing, J. S. (2003), "Complex Adaptive Systems", *Annu. Rev. Anthropol.*, 32, 183–204. DOI: 10.1146/annurev.anthro.32.061002.093440
- Lehmann, K. (2011), "Crisis foreign policy as a process of self-organization", *Cambridge Review of International Affairs*, 24, 27–42.
- Lichtenstein, B. B., & Plowman, D. A. (2009). *The leadership of emergence: A complex systems leadership theory of emergence at successive organizational levels. The Leadership Quarterly*, 20(4), 617–630. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2009.04.006>
- Löfsten, H. Lindelöf, P. (2005), "R&D networks and product innovation patterns—academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks", *Technovation*, 25, 1025–1037. DOI:10.1016/j.technovation.2004.02.007
- MacDonald, S. (1987), "British science parks: reflections on the politics of high technology", *R&D Management*, 17(1), 25–37.
- Mason, R. B. (2007), "The external environment's effect on management and strategy: A complexity theory approach", *Management Decision*, 45(1), 10–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/00251740710718935>
- Monck, C. S., Porter, R. B., Quintas, P., Storey, D. J. (1988), "Science parks and the growth of high technology firms", London: Croom Helm, 1988.
- Monge, P. R., Contractor N. S. (2003), "Theories of Communication Networks", NY, Oxford University Press, 2003.
- Nicoletti, G. (2023). *Information and criticality in complex stochastic systems* (Doctoral thesis, University of Padova). arXiv. <https://arxiv.org/abs/2302.1458339>.
- Palmberg, K. (2009), "Complex adaptive systems as metaphors for organizational management", *The Learning Organization*, 16, 483–498.
- Plowman, D. A., Solansky, St., Beck, T. E., Baker, L., Kulkarni, M., Travis, D. V. (2007), "The role of leadership in emergent, selforganization", *The Leadership Quarterly*, 18, 341–356.
- Phillips, Mark A., Ritala, Paavo (2019), "A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology", *Technology Forecast & Social Change*, 148, 119739. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119739>
- Prigogine, I. (1990). *Time and the problem of the two cultures: First International Dialogue on the Transition to Global Society*. Landegg Academy
- Rodriguez-Pose, A., Hardy, D. (2014), "Technology and industrial parks in emerging countries—panacea or pipedream?", Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07992-9>
- Romero, E., Ruiz, M. C. (2013), "Framework for Applying a Complex Adaptive System Approach

- to Model the Operation of Eco-Industrial Parks”, *Journal of Industrial Ecology*, 17(5), 731–741. DOI: 10.1111/jiec.12032
- Rowe, D. N. E. (2014), “Setting up, managing and evaluating EU Science And Technology Parks: An advice and guidance report on good practice”, D.-G. for European Commission & R. and U. Policy, 2014. DOI: <https://doi.org/10.776/73401>
- Russell, M. G. Smorodinskaya, N. V. (2018), “Leveraging complexity for ecosystemic innovation”, *Technological Forecasting & Social Change*, 136, 114–131.
- Ruzzeddu, M. Roblek, V. (2020), “Complexity theories: a historic glance”, *WCSA*, 1(1), 93–103. DOI: 10.46473/WCSAJ27240606/15-05-2020-0010/full/html
- SammutoBonnici, T. (2015). *Complex adaptive systems*. In *Wiley Encyclopedia of Management*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118785317.weom120209>
- San Miguel, M. (2023). *Frontiers in complex systems*. *Frontiers in Complex Systems*, 1, 1080801. <https://doi.org/10.3389/fcpxs.2023.108080150>.
- Shebka, N. (2022), “Optimizing Complex Adaptive Systems”, *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(3), 467–476.
- Sherman, H., Shultz, R. (1998), “*Open Boundaries: Creating Business Innovation through Complexity*”, MA, Perseus Books, 1998.
- Törnberg, P. (2014), “*Innovation in Complex Adaptive Systems*”, Department of Energy and Environment, Division of Physical Resource Theory, Complex Systems Group, Chalmers University of Technology, Göteborg, 2014.
- Uhl-Bien, M., Marion, R., McKelvey B. (2007), “Complexity Leadership Theory: Shifting leadership from the industrial age to the knowledge era”, *The Leadership Quarterly*, 18, 298–318.
- Valkokari, K., Valkokari, P. (2014), “How SMEs Can Manage Their Networks – Lessons Learnt from Communication in Animal Swarm”, *Journal of Inspiration Economy*, 1(1), 111–128.
- Vicsek, T. (2003). *Egyszerű és bonyolult: Komplexitás elmélet*. Magyar Tudomány, (2003/3), 305–307
- Wallner, T., & Menrad, M. (2011, June). *Extending the innovation ecosystem framework*. In *Proceedings of the XXII ISPIM Conference* (pp. 1–9). ISPIM, Hamburg, Germany. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Extending-the-Innovation-Ecosystem-Framework/WallnerMenrad/2b2c9911cea2259692286c178a9fbc5d8d550157>
- Weber, M. L., Hine, M. J. (2015), “Who Inhabits a Business Ecosystem? The Technospecies as a Unifying Concept”, *Technology Innovation Management Review*, 5(5), 31–44.
- Yan, M.R., Chien, K.M., Hong, L.Y., & Yang, T.N. (2018). Evaluating the collaborative ecosystem for an innovationdriven economy: A systems analysis and case study of science parks. *Sustainability*, 10(3), 887. <https://doi.org/10.3390/su1003088759>.
- Ziemelis, K. (2001), Complex systems. *Nature*, 410(6825), 241. <https://doi.org/10.1038/35065672>

Tóth Csilla, parkvezető
csilla.toth@zalazonepark.hu

Háry András, ügyvezető igazgató
andras.hary@apnb.hu

ZalaZONE Menedzsment és Kutató Kft.

Fehérvölgyi Beáta, dékán
fehervolgyi.beata@gtk.uni-pannon.hu

Kovács Zoltán, egyetemi tanár
kovacs.zoltan@gtk.uni-pannon.hu

Pannon Egyetem

Science and Technology Parks as Complex Systems

THE AIM OF THE PAPER

Empirical research on science and technology parks, which is common among them, often analyzes various problem areas while researching the park actors. Less common is the type of research that examines the entire park as an ecosystem, i.e. at the system level. The aim of this research is to examine whether science and technology parks are suitable for complex systems. After a literature review, empirical research on the topic is presented. The research examined evolutionary, structural, operational and management complexity using ten aspects.

METHODOLOGY

Following the literature review, the empirical research conducted on the topic is presented. The authors examine evolutionary, structural, operational, and governance complexity using ten criteria. The method presented in the study makes it possible to determine in which areas and to what extent a given park can be considered complex.

MOST IMPORTANT RESULTS

The analysis showed that science and technology parks, taken as a whole, can be considered complex from evolutionary, structural, or operational perspectives. It was confirmed that science and technology parks can be regarded as complex systems along multiple dimensions. The study highlights the dimensions that are most relevant from a complexity perspective.

RECOMMENDATIONS

Its practical significance lies in the fact that, by understanding the properties of complex systems, park management organizations can provide more adequate responses to the complex challenges of today.

Keywords: innovation ecosystem, science park, technology park, complex system, complexity theory