

# ABSZORPCIÓS KÉPESSÉGEK ÉS INNOVÁCIÓ – EGY SZABADALMI VERSENY MODELLJE <sup>1</sup>

SEBESTYÉN TAMÁS  
PTE KTK

Tanulmányunkban egy szabadalmi versenyt modellezünk, amelynek során a korábbi megközelítésekkel szemben figyelembe vesszük az abszorpciós képességek szerepét, vagyis, hogy egy vállalat K+F tevékenységének hatékonysága függ a már felhalmozott tudástól, azaz a múltban végzett K+F tevékenység mértékétől. A bemutatásra kerülő duopol modellt annak bonyolultsága miatt nem oldjuk meg analitikusan, hanem számítógépes szimuláció segítségével elemezzük. A kapott eredmények árnyalják a szabadalmi versennyel kapcsolatos korábbi eredményeket. A következtetések felhívják a figyelmet arra, hogy a korábbi modellek által tárgyalt, az innováció megvalósításától való távolságból származó kezdeti lépéselőny mellett az abszorpciós képességek figyelembe vétele esetén megjelenik a vállalatok közötti, „dinamikusnak” nevezhető lépéselőny is, amely az abszorpciós képességek különbségéből fakad. Így a kezdeti lépéshátrányban lévő vállalat számára lehetségessé válik a szabadalom elnyerése, ha dinamikus lépéselőnye kellően nagy, vagyis abszorpciós képességeinek szintje elegendő mértékben meghaladja versenytársáét.

**Kulcsszavak:** *szabadalmi verseny, abszorpciós képesség, innováció, járadékfelélés*

## 1 Bevezetés

A vállalatok kutatás-fejlesztési tevékenysége gyakran tekinthető egyfajta versenynek valamely jól definiált cél elérése érdekében. Különösen igaz ez olyan esetekben, ahol a piacot néhány nagy vállalat uralja és valamennyien alaposan ismerik a legújabb technológiákat, kutatási eredményeket, ezen túlmenően pedig képesek felmérni a technológia fejlődésének lehetséges irányait. Bár ezek a vállalatok együttműködhetnek, ilyen szituációkban nem ritka, hogy több vállalat ugyanazt (vagy igen hasonló) innovációt igyekszik párhuzamosan megvalósítani, miközben tisztában vannak azzal, hogy versenytársaik is ugyanazzal a problémával foglalkoznak.

A fenti sémába illik az ún. szabadalmi versenyek (*patent race*) fogalma, amelyek esetében az innováció megvalósításával egyfajta monopolista járadékra tesz szert a győztes vállalat. Természetesen nem szükséges, hogy a győztes által realizált „kifizetés” szabadalom által védett legyen, a monopoljáradék származhat pusztán az elsőbbségből is, bár kétségtelen, hogy ekkor

---

<sup>1</sup>Beérkezett: 2008. december 5. E-mail: [sebestyent@ktk.pte.hu](mailto:sebestyent@ktk.pte.hu).

rövidebb ideig jelent profittöbbletet. Az ilyen szituációk első modelljei Loury (1979) illetve Dasgupta és Stiglitz (1980) nevéhez fűződnek.

A szabadalmi versennyel foglalkozó korai irodalom főként az egyensúlyi helyzetek komparatív statikus elemzésére koncentrált (Dasgupta és Stiglitz, 1980; Dasgupta, 1986), vagy a versenyző vállalatok között fennálló kezdeti aszimmetriák hatására (Gilbert és Newberry, 1982). Ezek a modellek ugyan kezelik a technológiai bizonytalanságot, vagyis figyelembe veszik, hogy adott  $K+F$  ráfordítás bizonytalan mértékű előrelépést jelenthet csak az innovációs folyamatban, ugyanakkor nem veszik figyelembe a dinamikus bizonytalanságot, vagyis hogy az innováció időigényes tevékenység, több perióduson húzódik át, s közben a korábban meghozott  $K+F$  döntések módosíthatók, figyelembe véve a vállalatok versenyben elfoglalt relatív pozícióját (Zizzo, 2002).

Csak az innovációs folyamat dinamikájára koncentrálnak Fudenberg et al. (1983) illetve Harris és Vickers (1985) modelljei, miközben a technológiai haladás ezekben az esetekben determinisztikus. Vagyis megjelenik a dinamikus, de eltűnik a technológiai bizonytalanság.

Grossman és Sharpio (1987), valamint Harris és Vickers (1987) modelljei mindkét bizonytalansági tényezőt integrálják: az előbbi kétlépéses innovációs folyamatot vizsgál, s így az utóbbi speciális eseteként tekinthető.

A dinamikus bizonytalanságot figyelmen kívül hagyó modellek közös jellemzője, hogy a szabadalmi versenyben részt vevő vállalatok  $K+F$  ráfordításait a verseny kezdetén „egyszer-s-mindenkorra” meghatározzák, s nincsen módjuk később ezt megváltoztatni, annak ellenére, hogy az innovációs folyamat többperiódusú is lehet (lásd pl.: Reinganum, 1981).

Grishagin és szerzőtársai (2001) azonban felhívják a figyelmet arra, hogy a  $K+F$  versenyben résztvevő felek általában keveset tudnak a riválisok folyamatban lévő kutatási programjairól, amíg valaki meg nem kapja a szabadalmat, vagy piacra nem viszi az új, vagy új technológiával készült terméket, esetleg magát a technológiát. Így a korábbi döntések relatív pozíció alapuló felülvizsgálata értelmét veszti, hiszen nem ismertek a relatív pozíciók.

Valamennyi modell figyelembe veszi, hogy a vállalatok különbözhetnek a verseny kezdetén elfoglalt pozíciójukat tekintve abból a szempontból, hogy mennyire állnak közel a célhoz, azaz az innováció megvalósításához: ez az eltérés jelentős különbségekhez vezethet a verseny lefolyását illetően. Harris és Vickers (1985) kiemelik, hogy a vállalatok abban is különbözhetnek, hogy milyen hatékony a  $K+F$  tevékenységük, azaz adott ráfordítással milyen mértékű előrehaladást érhetnek el az innováció megvalósításának irányában.

Egyetlen fenti modell sem tér azonban ki arra, hogy ez a különbség nem csupán a vállalatok egyedi jellemzőiből fakadhat, hanem származhat magából a  $K+F$  tevékenységből is, a tudásfelhalmozás hatásaként. Erre a jelenségre először Cohen és Levinthal (1989) hívta fel a figyelmet, és abszorpciós képességként hivatkoznak rá az irodalomban.<sup>2</sup> Abszorpciós képességen egy vállalatnak azt a képességét értjük, hogy a kívülről vagy belülről érkező

<sup>2</sup>Az angol nyelvű irodalom az *absorptive capacities* kifejezést használja. Magyarul szerencsésebbnek tartjuk az abszorpciós képesség kifejezést, elválasztva ezt a fajta készséget a kapacitás fogalmának materiálisabb jellegétől.

új információt, tudást mennyire képes felismerni, ezt mennyiben képes a már meglévő tudásbázisba integrálni, illetve, hogy az így bővülő tudásbázist mennyire képes új, piacképes termékek és szolgáltatások kifejlesztésében felhasználni. Cohen és Levinthal (1989) az abszorpciós képességek tekintetében arra hívják fel a figyelmet, hogy e képességek nagysága a korábban végzett K+F tevékenységtől függ: azaz egy vállalat abszorpciós képességei éppen a K+F révén halmozhatók fel. Az abszorpciós képességek jelentősége tehát az, hogy minél előrébb áll egy vállalat a K+F lépcsőfokain, ez irányú tevékenysége annál hatékonyabbá válik. Egy egységnyi K+F ráfordítás tudásbázist növelő hatása tehát egyre jelentősebb lesz.

Dolgozatunkban az abszorpciós képességeknek ezt a szerepét építjük be egy szabadalmi verseny modelljébe. A vizsgálathoz Grishagin és szerzőtársai (2001) modelljét vesszük alapul, és azt módosítjuk a szükséges mértékben. Így a dolgozatban több helyütt is hivatkozunk az ezzel való hasonlóságra, illetve különbözőségeire.

A modell két vállalat versenyét vizsgálja, amelyek meghatározott nagyságú monopolista járadékért versenyeznek. Grishagin és szerzőtársai (2001) elveit követve a vállalatok a verseny kezdetén hoznak döntést a követendő több periódusos stratégiáról, majd ezt már nem módosítják, azaz nem veszik figyelembe relatív pozíciójukat a versenyben. A dolgozat célja, hogy a bemutatott stratégiai játék Nash-egyensúlyi helyzetait megkeressük és ezek alapján következtetéseket vonjunk le a verseny kimenetelét illetően.

A bemutatott modell sok megszorító feltételezést tartalmaz, ezek részben az alapul szolgáló modelltől „örökölt” tulajdonságok, amelyeknek feloldására a dolgozat végén teszünk javaslatot.

A dolgozat felépítése a következő. A második részben a modell rövid ismertetésére kerül sor, a harmadik rész a modell szimulációjának elveit mutatja be, a negyedik és ötödik rész tartalmazza a szimuláció eredményeit, a hatodik rész pedig összegzi a dolgozat megállapításait.

## 2 A modell

A piacon két vállalat versenyez egyfajta monopoljáradékért, amelyet valamely innováció megvalósítása esetén érhetnek el. Az innováció megvalósításához több perióduson keresztül végzett K+F tevékenységre van szükség. Tudjuk, hogy az innovációs versenyben győztes vállalat  $V$  nagyságú járadékra tesz szert. Az is ismert, hogy az innováció megvalósításához  $N$  nagyságú tudást kell a vállalatoknak felhalmozniuk. A vállalatok által periódusonként generált új tudás a K+F ráfordítások periódusonkénti konkrét nagyságától, és azok időbeli sorrendjétől is függ.<sup>3</sup>

A modell az új tudás létrehozásának dinamikáján alapul. Az új tudás létrehozásának modellezésénél az innovációval foglalkozó irodalomban elter-

---

<sup>3</sup>Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy sem Grishagin és szerzőtársai (2001) modellje, sem a jelen dolgozatban vizsgált modell nem tartalmazza a technológiai bizonytalanságot, vagyis a K+F folyamat determinisztikus. A sztochasztikus elemek természetesen beépíthetők a modellbe, ez egy lehetséges és fontos továbbfejlesztési irány lehet.

jedt ún. tudás-termelési függvény megközelítést alkalmazzuk, mely szerint a tudás keletkezése egyfajta termelési folyamat, ahol bizonyos inputok (pénzbeli, humán erőforrások, korábban megszerzett tudás, stb.) speciális „technológia” révén kombinálódva alakulnak outputtá, azaz új tudássá (Griliches, 1989). Fontos kiemelnünk, hogy lényeges különbség van K+F ráfordítás és K+F tevékenység között, ami a tudás-termelési függvény koncepciójával könnyen átlátható. A K+F ráfordítás a tudás-termelési folyamat inputja, míg a K+F tevékenység magát a folyamatot jelenti.

A vállalaton belüli tudás kvantitatív megragadása komoly nehézségekbe ütközik, hiszen az jórészt az egyéneken, vállalati folyamatokban, szervezeti struktúrákban rejlik, s csak egy része kodifikált, azaz közvetlenül mérhető. A dolgozatban vizsgált modell szempontjából valamennyi, az adott innováció megvalósítása során létrejövő tudás (információ) lényeges eleme a vállalat adott időpontig felhalmozott tudásbázisának. Cowan és Jonard (é.n.) nyomán a tudást, amely a kutatás-fejlesztési tevékenység eredményeképpen létrejön, a modellben diszkrét „tényekként”, azaz valamilyen explicit állítás formájában megfogalmazható tudományos vagy egyéb ismeretekként kezeljük. Ennek értelmében a vállalati tudás ilyen tények halmazaként definiálható, és nagysága e halmaz számosságával mérhető.<sup>4</sup>

Ez a definíció jól illeszkedik a tudás hagyományos értelmezési keretébe. Általánosnak tekinthető a hierarchikusnak is nevezett adat-információ-tudás megkülönböztetés, ahol az információ újdonságértékkel bíró adat (tény), a tudás pedig információk strukturált halmaza (pl. De Carvalho és szerzőtársai, 2006).<sup>5</sup> Vagyis a vállalat által folyamatosan „gyűjtött” tények és információk valamilyen struktúrába rendeződve, egymással összekapcsolódva alkotják a tudást. Ez természetesen magában foglalja azt is, hogy ugyanazon az információ bázison eltérő tudás jöhet létre, ugyanakkor eltérő információ bázisokon is létrejöhet azonos (hasonló) tudás.

Figyelembe véve a fentieket, könnyen átlátható a tudás-elemek (tények, információk) hatása a vállalat tudására és az innovációs tevékenységre. Az ilyen tények „gyűjtése” eredményeként a vállalat ismeretei összekapcsolódnak, egyre szélesebb hálózatba (struktúrába) rendeződnek, az ismeretek közötti kapcsolatok, asszociációk száma növekszik, amely így a tudás bővülésének igazi forrása. A vállalati K+F tevékenység az ilyen ismeretek (tények, állítások) halmazát bővíti a később részletezendő módon, következképpen növeli a vállalati tudást. Az így létrejövő tudás a vállalatot egyre közelebb viszi az innováció megvalósításához, végül amikor az ismert tények száma eléri  $N$ -

<sup>4</sup>Természetesen a tudás definíciója ettől a megközelítéstől eltérhet, mint ahogy például a szervezeti tanulási folyamatokkal foglalkozó irodalom fontos adalékokkal szolgál arra vonatkozóan, hogy az egyéni és a vállalaton kívülről származó információk milyen kognitív folyamatok révén transzformálódnak vállalati tudássá, és ez a tudás milyen dimenziókkal és jellemzőkkel rendelkezik. A tudás e dolgozatban használt definíciója azonban kellőképpen átfogó ahhoz, hogy a vizsgált kontextusban kényelmesen hagyatkozhatunk rá, mint a vállalati tudás közelítő változójára. A vállalaton belüli kognitív folyamatokról alapos áttekintést ad pl. Nooteboom (2004), vagy Cohen és Levinthal (1990).

<sup>5</sup>Ebben a megközelítésben az általunk használt tudás-elemek tulajdonképpen a tényeket és az információkat jelentik: tények tekinthetünk minden, már a vállalat birtokában lévő ismeretet (állítást) és információ az új tény, ismeret. Ezek állnak össze tudássá.

et, az ismeretek „kritikus szintje” lehetővé teszi az innováció megvalósítását. A dolgozatban a tudás és tudásbázis kifejezéseket a fenti értelemben, szinonimákként használjuk.<sup>6</sup>

A vállalati tudás fenti definíciója mellett két kérdést kell megválaszolnunk. Az egyik az, hogy minden, a vállalat számára ismertté váló tény azonos értékű-e, vagy van, amelyik többet és van, amelyik kevesebbet ér? A dolgozatban alkalmazott modell esetében a legcélszerűbb megoldásnak az tűnik, ha feltételezzük, hogy a tudás-egységek (tények) egyenértékűek. Ez egyfelől következik az információs bázis és a tudás kapcsán elmondottakból: mivel eltérő információs bázison (tényhalmazon) is létrejöhet azonos tudás és azonos információs bázison (tényhalmazon) is létrejöhet eltérő tudás. Mivel azonban a tudás-elemek struktúráját, kontextusát nem vizsgáljuk, kézenfekvő, hogy egyenértékűeknek tekintjük az elemeket. Van azonban még egy ok, ami miatt ezeket az elemeket egyenértékűeknek tekinthetjük. A tudásbázisba korántsem csak azok az ismeretek tartoznak, amelyek szorosan kötődnek az innovációs folyamathoz. Sőt, éppen abban rejlik a tudásbázis „ereje”, hogy számos elsőre irrelevánsnak tűnő ismeretet is tartalmaz, azonban a tudás-elemek közötti kapcsolódási pontok számának növekedésével új asszociációk, különös ötletek révén az ilyen ismeretek is hasznos részévé válhatnak az innovációs folyamatnak. Ebből a szempontból a tudásbázis részét képező tények közötti kvantitatív különbségtétel elhagyható.<sup>7</sup>

A másik kérdés, hogy miként határozható meg  $N$ , vagyis azon ismeretek száma, amelyek szükségesek az innováció megvalósításához. Ezzel a kérdéssel kapcsolatban azzal a megközelítéssel élhetünk, hogy valamennyi innováció esetén jól azonosíthatók azok az ismeretek, amelyek szükségesek voltak az adott innováció létrejöttéhez. Számos ilyen, általában nagyobb léptékű innovációkhoz kapcsolódó ismeret-halmazt mutat be például Mokyr (1990). Ezeknek valamennyi eleme jól azonosítható: milyen ismeretekre, tényekre kell „rájönni” ahhoz, hogy mindezek egy új terméké, technológiai eljárásá álljanak össze. Egyszerű példával élve: mit kell ismerni a természet törvényeiből ahhoz, hogy egy szélmalom megépíthető legyen? Milyen alkatrészekre van szükség és ezeket miként kell összeilleszteni, valamint az alkatrészek elkészítéséhez milyen ismeretekre van szükség? Nyilván az ilyen ismeret-halmazok azonosítása utólagosan meglehetősen egyszerű, problémásabb azonban a jövőre vonatkozóan. Ezt a problémát azzal oldhatjuk fel, hogyha figyelembe vesszük, hogy a dolgozatban vizsgált szabadalmi versenyek esetében a vállalatok nem technológiai áttörést jelentő találmányokon dolgoznak, mint pl. a gőzgép, sokkal inkább apróbb, inkrementális fejlesztéseken. Ebben az esetben a szükséges ismeretek köre előre is pontosabban definiálható. Sőt, fontos kiemelni, hogy ezek a K+F folyamatok éppen azért ölthetik a modellben bemutatott verseny formáját, mert a vállalatok tisztában vannak azzal,

<sup>6</sup>A tudásbázis kifejezést azért használjuk, mivel a dolgozatban bemutatott modell esetében a korábban felhalmozott ismeretek lényegesen hozzájárulnak a további tudás-felhalmozási folyamathoz. Így nem lényegtelen, hogy a K+F tevékenység milyen tudásbázison zajlik.

<sup>7</sup>A tudás sokszínűsége (heterogenitása) és az innováció kapcsolatáról lásd pl. Knott (2003), vagy a technológiai haladás evolúciós megközelítéseit (pl.: Ziman, 2003).

hogy mit kell elérniük és ezt a célt miként érhetik el. Természetesen nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a probléma és a megoldáshoz vezető út „jól-definiáltsága” úgy csökken, ahogy a fejlesztéstől az alap kutatás felé haladunk a K+F tevékenységek széles skáláján.

A vállalatok feladata, hogy a verseny kezdetén eldöntsék, hogy milyen K+F stratégiát válasszanak, azaz meg kell határozniuk egy K+F költség-sorozatot. Egy ilyen általános stratégiát az alábbi módon jelölhetünk:

$$(1) \quad S = (c_1, c_2, \dots, c_T),$$

ahol  $c_t$  ( $t \in \{1, 2, \dots, T\}$ ) a  $t$ -edik időszak K+F ráfordításait jelöli,  $T$  pedig az innovációs tevékenység utolsó periódusa.<sup>8</sup> Az egyszerűbb elemzés érdekében feltesszük, hogy mindkét vállalat csupán három innovációs intenzitás közül választhat, nevezetesen semmilyen, alacsony és magas K+F aktivitást választhat mindegyik periódusban. Ezek költségvonzatai rendre 0, 1 és 2, vagyis igaz, hogy  $c_t \in \{0, 1, 2\}$  minden  $t$ -re.

A vállalatok által választott K+F intenzitás befolyásolja a tudás bővülését. Minél több erőforrást áldoz a vállalat fejlesztésre, annál több tudást generál, vagyis annál hamarabb érheti el az innováció megvalósításához szükséges tudásmennyiséget. Grishagin és szerzőtársai (2001) modelljétől eltérően azonban a jelen dolgozatban a vállalatnál felhalmozódó tudás abszorpciók képességekre gyakorolt hatását is figyelembe vesszük, vagyis feltételezzük, hogy adott befektetéssel ( $c_t$ ) annál magasabb pótlólagos tudást lehet elérni, minél nagyobb a vállalat számára már rendelkezésre álló tudásbázis. Ezt az alábbi módon fejezhetjük ki:

$$(2) \quad \alpha_t - \alpha_{t-1} = c_t \mu_t,$$

ahol  $\alpha_t$  a  $t$ -edik periódusban a vállalat számára rendelkezésre álló tudás nagysága. A  $\mu_t$  szorzótényező azt fejezi ki, hogy a pótlólagos tudás nem pusztán a befektetéstől függ, hanem a befektetés „hozádék” időben változhat. Modellünk fő feltevése, hogy ez a szorzótényező annál nagyobb, minél magasabb a már meglévő tudásbázis. A felhalmozott tudás tehát nem csupán egyre közelebb juttatja a vállalatot az innováció megvalósításához, hanem a K+F tevékenység hatékonysága is javul. A tudásbázis ilyen hatékonyság-növelő hatása gyökerezhet abban, hogy a K+F munka folyamán olyan ismeretek is felhalmozódnak, ami új, a korábbiaknál hatékonyabb és a K+F tevékenységet közvetlenül érintő munkaszervezési eljárásokban, technológiákban, eszközökben realizálódik. Ezen kívül talán a legkézenfekvőbb arra gondolni, hogy a tudásbázis növekedésével a tudásbázis elemei (tények) közötti lehetséges kapcsolódási pontok gyorsuló ütemben nőnek. Ez egyre szélesebb teret enged az asszociációkon alapuló újításnak, új ismeretek felhalmozásának, ami

---

<sup>8</sup>Fontos kiemelni, hogy  $T$  csak akkor véges, ha ún. befejező stratégiákat vizsgálunk. Léteznek olyan stratégiák, amelyek mellett  $T$  végtelen, ezek azonban (egy kivétellel) nem releváns stratégiák (bizonyítását lásd később), így az elemzést véges  $T$ -re korlátozhatjuk. Az, hogy a befejező stratégiák véges  $T$ -vel jellemezhetőek, a modell determinisztikus jellegéből következik.

egyszerűen felgyorsítja a tudás-akkumulációs folyamatot: azonos idő alatt nagyobb előrehaladás érhető el nagyobb tudásbázisról indulva. (Cohen és Levinthal, 1989). A fenti megfontolások alapján  $\mu_t$ -re az alábbi explicit összefüggést írjuk:

$$(3) \quad \mu_t = 1 + (\alpha_{t-1})^\gamma,$$

ahol a  $\gamma$  paraméter ( $\gamma \geq 0$ ) a tudásbázisnak a K+F tevékenység hatékonyságára gyakorolt hatását jelöli az új tudás generálásában. Ha  $\gamma > 1$ , akkor a K+F ráfordítások hatékonysága növekvő ütemben növekszik a tudásbázis bővülésével, ha  $\gamma < 1$ , akkor ez az ütem csökkenő. Ha  $\gamma = 1$ , akkor a tudásbázis bővülésének minden egysége azonos mértékben növeli a K+F tevékenység hatékonyságát.<sup>9</sup> Fontos azonban kiemelni, hogy a paraméter elsődlegesen nem a K+F ráfordítások csökkenő vagy növekvő hozadékát méri, hanem a tudásbázis hatását a K+F hatékonyságára. E megfontolás alapján a paramétert a tudás *belső hozadékának* nevezhetjük.

Külön kiemelő a nem kizárt  $\gamma = 0$  eset, mivel ekkor modellünk azonos Grishagin és szerzőtársai (2001) modelljével. Ilyenkor  $\alpha_{t-1}$  értékétől függetlenül  $\mu_t$  minden esetben 2, így  $\alpha_t - \alpha_{t-1} \in \{0, 2, 4\}$ , ami egy egyszerű átskálázástól eltekintve ekvivalens az ott leírt lehetőségekkel.

A (3) képletben szereplő 1-es biztosítja, hogy  $\mu_t \geq 1$  fennálljon minden pozitív  $\alpha_t$ -re. Felhasználva (3)-at, a  $t$ -edik periódus tudásbázisa a vállalatnál az alábbi módon alakul:

$$(4) \quad \alpha_t = \alpha_{t-1} + c_t [1 + (\alpha_{t-1})^\gamma].$$

A fenti összefüggést tekinthetjük a tudás termelési függvényének: az újonnan létrejövő tudás két inputtényező kombinációján alapul: egyrészt a vállalat már meglévő tudásán ( $\alpha_{t-1}$ ), másrészt a pénzbeli ráfordításokon ( $c_t$ ). Kvázi harmadik tényezőként figyelembe vehetjük a  $\gamma$  paramétert, azaz az abszorpciós képességeket is, ám ez vállalat-specifikus adottság, nem döntési változó.

Fontos kitérnünk azonban egy, a tudás definíciója és a fenti összefüggés összeegyeztethetőségével kapcsolatos problémára: a tudást úgy definiáljuk, mint diszkrét tények halmazát, amelynek számossága a vállalati tudás közelítő változója. E definíció értelmében  $\alpha_t$  csak egész értékeket vehet fel, ezt a (4) összefüggés azonban csak  $\gamma$  egész értékei mellett biztosítja. Hogy a  $\gamma$  paraméter szélesebben értelmezhető legyen, a (4) formula segítségével kapott  $\alpha_t$  értékek háromféleképpen módosíthatók. Egyrészt számolhatunk a (4) szerint kapott értékek egész részével, másrészt egész számokra kerekíthetjük a kapott értéket, végül kerekíthetünk szisztematikusan felfelé is. Az előbbi megoldás azt a meggyőződést tükrözheti, hogy a résztudás nem tudás, vagyis

<sup>9</sup>Érdekes eset lehet, ha megengedjük, hogy  $\gamma$  negatív értékeket is felvegyen. Ez a tudás-felhalmozás csökkenő hozadékát jelentené: a tudásbázis folyamatos növekedése ellenére a K+F ráfordítások csökkenő hozadéka érvényesül – adott ráfordítás egyre kisebb és kisebb növekményt generál a tudásbázisban. Ez abban az esetben releváns, ha feltesszük, hogy a tudás-akkumulációs folyamatban idővel a csökkenő hozadék tendenciája érvényesül. Mivel azonban a dolgozat fókuszában az abszorpciós képességek, vagyis a tudásbázis hatékonyságot növelő szerepe áll, ezt a lehetőséget nem vizsgáljuk.

a valamely periódusban „kicsírázó”, de konkrét tényé nem alakuló tudás-kezdemények nem számítanak a további tudás-felhalmozás szempontjából. Az utóbbi megoldás ezzel szemben minden tudás-kezdeményt kész tényként ismer el. A középső lehetőség egyfajta köztes megoldás, itt érvelhetünk úgy, hogy bizonyos tudás-kezdemények tényé konvertálódnak, mások nem. Akármelyik megoldást is választjuk, a kapott eredmények kvalitatív módon nem különböznek a (4) formula által adott megoldástól, így ugyan a tudás definíciója miatt a módosítás szükséges, de ez nem von le semmit a formula használhatóságából.<sup>10</sup>

Mivel (4) a vállalati tudásbázis alakulását elsőrendű differencia-egyenletként írja le, szükséges egy kezdeti érték meghatározása. Mivel a kezdeti periódusban feltételezésünk szerint még nem áll a vállalat rendelkezésére korábbi tudás, azt írhatjuk, hogy  $\alpha_0 = 0$ , amiből az első periódus tudásmennyiségére (4)-ből következik, hogy:<sup>11</sup>

$$(5) \quad \alpha_1 = c_1 ,$$

vagyis az első periódusban felhalmozott tudásmennyiség egyszerűen az első periódus K+F ráfordításaival egyenlő.

Minden  $S = (c_1, c_2, \dots, c_T)$  stratégiához tartozik egy  $T$  záróperiódus, ami egyben a stratégia időtartama, „hossza” is, illetve egy  $\alpha_T$  zárótudás. Ezen felül egyértelműen meghatározható egy stratégia teljes költsége:<sup>12</sup>

$$(6) \quad C_S = \sum_{t=1}^T c_t .$$

Először Grishagin és szerzőtársai (2001) nyomán megmutatjuk, hogy egy vállalat számára egy kivétellel csak az ún. befejező stratégiák relevánsak, és ez az egy kivétel a nulla erőfeszítés stratégiája. Befejező stratégiának nevezzük azokat a stratégiákat, amelyek révén a vállalat véges  $T$  idő alatt eléri a szükséges  $N$  nagyságú tudást, azaz megvalósítja az innovációt.

Mivel definíció szerint a nem-befejező stratégia nem vezet eredményre, vagyis a vállalat nem tudja megvalósítani az innovációt, az adott stratégia kifizetése  $-C_S$  lesz, ami független a másik vállalat stratégiájától. A nem-befejező stratégiák közül speciális eset a zero erőfeszítés stratégiája, amely azt jelenti, hogy a vállalat nem vesz részt a versenyben, vagyis az  $S = (0, 0, \dots, 0)$  stratégiát választja. Ezt a stratégiát  $S(0)$ -lal jelöljük, és a továbbiakban nullstratégiaként hivatkozunk rá. Nyilvánvaló, hogy  $S(0)$  kifizetése nulla, hiszen

<sup>10</sup>A vállalati tudásszint időbeli alakulása (tetszőleges K+F stratégia esetén) nem mutat szignifikáns eltérést a (4) formula segítségével illetve az egyszerű kerekítés alkalmazásával kapott eredmények között. Értelemszerűen a felfelé és lefelé történő egész számra kerekítés szisztematikusan rendre magasabb és alacsonyabb periódusonkénti tudásszinteket eredményez, azonban a tudásszint alakulására kapott idősorok minőségileg azonosak.

<sup>11</sup>A  $\gamma = 0$  esetet ugyan nem zárjuk ki, azonban fontos kiemelni, hogy a (4) összefüggés nem értelmezhető, ha a kezdeti tudást nullának választjuk. A kezdeti tudás konkrét nagysága azonban nem befolyásolja a játék kimenetelét, csupán annak vállalatok közötti eltérése.

<sup>12</sup>A jövőbeli kifizetések diszkontálásától a modellben eltekintünk.



ebben az esetben  $C_S = 0$ . Ez viszont azt jelenti, hogy az  $S(0)$  stratégia dominálja az összes többi nem-befejező stratégiát, vagyis  $S(0)$ -on kívül csak befejező stratégiák lehetnek relevánsak a vállalat számára.

Nyilvánvaló, hogy a null-stratégiát leszámítva a vállalat számára nem relevánsak azon stratégiák sem, amelyek tartalmazznak nullát. Ekkor ugyanis mindig van olyan stratégia, amely ugyanakkora költséggel, de rövidebb idő alatt éri el az innováció megvalósítását, így a vállalat mérlegelés nélkül a rövidebb stratégiát választja.

Grishagin és szerzőtársai (2001) tovább szűkítik a releváns stratégiák számát azzal, hogy megmutatják, hogy minden olyan befejező stratégiát, amely a szükségesnél (tehát  $N$ -nél) nagyobb tudást eredményez, dominál egy olyan stratégia, amely ugyanennyi idő alatt csupán a szükséges tudást biztosítja. Ennek oka, hogy ott a tudás növekménye megegyezik a befektetéssel, így a befejező stratégia költsége csökkenthető, ha az egyik periódusban a befektetés 1-re csökken, és a stratégia még mindig befejeződik a  $T$ -edik periódusban (miközben a  $V$  járadék változatlan). Jelen dolgozat modelljében az innovációhoz szükséges  $N$  és a befejező periódusra elért  $\alpha_T$  vállalati tudásbázis legfeljebb csak véletlenül egyezhet meg, így a domináns stratégiák keresésének ilyen módja értelmetlen.

Sőt, modellünkben valamennyi elképzelhető befejező stratégiát figyelembe kell venni, azaz nincs mód domináns stratégiák további keresésével a vállalat számára releváns stratégiák halmazát tovább szűkíteni. Ennek bizonyításához tekintsük a következő példát.

Legyen három szóba jöhető stratégia a következő:

$$S_A = (2, 1, 1)$$

$$S_B = (1, 2, 1)$$

$$S_C = (1, 1, 2)$$

A korábban bemutatott összefüggések alapján a vállalat tudásbázisa a harmadik periódus végére a különböző stratégiák esetén  $\alpha_0 = 1$  kezdeti tudással.<sup>13</sup>

$$\alpha_3^A = 7 + 5^\gamma + (6 + 5^\gamma)^\gamma$$

$$\alpha_3^B = 6 + 2 \cdot 3^\gamma + (5 + 2 \cdot 3^\gamma)^\gamma$$

$$\alpha_3^C = 6 + 3^\gamma + 2 \cdot (4 + 3^\gamma)^\gamma$$

Látható, hogy a végső tudás a  $\gamma$  paraméter nagyságától függ. A három stratégiához tartozó végső tudás alakulását ábrázolja  $\gamma$  függvényében az 1. ábra ( $\gamma \in [0, 2]$ ).<sup>14</sup>

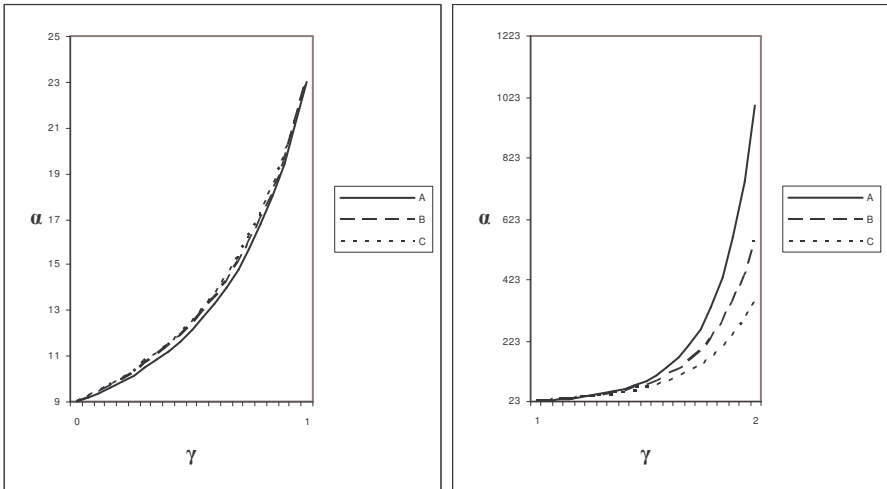
Az ábrán jól látszik, hogy az  $\alpha_T$  értékeket jelző görbék  $\gamma = 1$  értéknél metszik egymást. Amennyiben  $\gamma < 1$ , úgy az a stratégia jelent nagyobb

<sup>13</sup>A példához azért választottuk a nullánál nagyobb kezdeti tudásszintet, mert ha  $\alpha_0 = 0$ , akkor a (4) összefüggés alapján az első, majd értelemszerűen a további periódusok tudása nem határozható meg a  $\gamma = 0$  esetre, mivel ekkor nulla nulladik hatványát kellene képeznünk. A példa esetén azonban fontosnak tartottuk, hogy a  $\gamma = 0$  eset is értelmezhető legyen (lásd később).

<sup>14</sup>Az áttekinthetőség érdekében a vízszintes skálát különválasztottuk, hogy a görbék közötti különbségek a  $0 \leq \gamma \leq 1$  tartományon is észrevehetőek legyenek.

végző tudást, amelyben a nagyobb K+F ráfordítás később történik. Ha  $\gamma > 1$ , akkor a korai magasabb ráfordítások eredményeznek magasabb végző tudást, míg  $\gamma = 1$  esetén a végző tudás szempontjából irreleváns, hogy melyik periódusban magasabb a ráfordítás.<sup>15</sup> Jelen modell tehát speciális esetként tartalmazza azt a lehetőséget, hogy a vállalat számára közömbös, hogy a K+F ráfordítások milyen sorrendben következnek. Megjegyzendő azonban, hogy a modell két ilyen specifikus esetet is tartalmaz. Az egyik a most vázolt  $\gamma = 1$ , a másik pedig a korábban bemutatott  $\gamma = 0$  eset. Mindkét paraméter-érték mellett a vállalat számára közömbös a stratégiák sorrendje, azonban  $\gamma = 0$  esetén nincsen hatása a már felhalmozott tudásnak, vagyis figyelmen kívül hagyjuk az abszorpciós képességeket (ez a Grishagin-modell esete), míg  $\gamma = 1$  esetén nem szűnik meg a tudásakkumuláció hatása a K+F tevékenység hatékonyságára, csupán arról van szó, hogy a tudásbázis mindig a K+F ráfordításokkal egyenes arányban nő.

A stratégiai játék kifizetési függvényei attól függenek, hogy melyik vállalat éri el előbb az innováció megvalósításához szükséges  $N$  nagyságú tudást. A győztes vállalat kifizetése  $V - C_{S, winner}$  lesz ( $V$  a győztes vállalat által realizált, és a szabadalom által biztosított monopolista járadék nagysága), míg a vesztesé  $-C_{S, looser}$ .<sup>16</sup> Ha ugyanabban a periódusban valósítják meg az innovációt, akkor a szabadalmat az a vállalat kapja, amelyik végző tudása magasabb. Ha a végző tudásszint is azonos, vagyis ugyanazt a stratégiát választották, akkor mindkét vállalat a monopolista járadék felét kapja.



1. ábra. A végző tudásszint alakulása  $\gamma$  függvényében ( $\alpha_0 = 1$ )

<sup>15</sup>Bizonyítható, hogy  $\gamma = 1$  esetén  $\alpha_T$  minden olyan stratégiában állandó, amelyekre  $C_S$  illetve  $T$  azonos. A bizonyítást az 1. Függelék tartalmazza.

<sup>16</sup>Természetesen a vállalatok a kifizetések esetében is jelenértéket számíthatnak, amelytől most eltekintünk. (Praktikusan a diszkont-kamatláb 0.)

Felvethető, hogy a vállalatok a szabadalmi verseny folyamán igyekeznek figyelemmel kísérni a versenytársak tevékenységét és az így szerzett információk alapján „menet közben” módosíthatják stratégiáikat. Jelen dolgozatban azonban, Grishagin és szerzőtársai (2001) feltételezésére alapozva, ezt a lehetőséget nem vesszük figyelembe. Feltevésünk, miként az alapul szolgáló modellnél is az, hogy a vállalatok (kifejezetten a vizsgált duopol szituációkban), igyekeznek K+F programjaikat titokban tartani, hiszen a verseny megnyerése szempontjából ez áll érdekükben. A szabadalmi verseny egy lépéses játék formájában történő modellezése így válik lehetővé: ugyan a verseny több perióduson át zajlik, maga a játék egy lépéses, hiszen a vállalatoknak nincsen lehetőségük a versenyben elfoglalt relatív pozíciójuk értékelésére és így stratégiájuk megváltoztatására.<sup>17</sup>

Jogos felvetés lehet továbbá az is, hogy a tudás felhalmozása a szabadalmi versenyben vesztes vállalat számára sem marad hozadék nélkül, vagyis a megszerzett tudás a tervezési időszak végén valamilyen értékkel bírhat. Vörös (2006) modellje szerint ez az érték jelentősen befolyásolhatja az adott vállalat tudás-akkumulációs stratégiáját: a magasabb jövőérték a tudás-felhalmozást intenzívebbé teszi a tervezési időszak vége felé. A jelen kontextusban az, hogy a felhalmozott tudás mennyit ér a verseny befejezését követően a vesztes vállalatnak, két dologtól függ: egyrészt a szabadalmi védelem fokától, másrészt pedig a kutatási projekt jellegétől. Gyenge szabadalmi védelem mellett a felhalmozott tudás a vesztes számára is kiaknázzható erőforrást jelent, továbbá egy általánosabb K+F projekt által generált tudásbázis könnyebben felhasználható más területeken, míg egy specifikus projektté kevésbé. A dolgozat modellje nem tartalmazza a tudásnak ezt a jövőbeli értékét, azonban néhány paraméter beépítésével a fenti megfontolások figyelembe vehetőek.

### 3 Szimuláció

Mivel a felvázolt stratégiai játék analitikus kezelése nehézkesnek tűnik, ezért numerikus szimulációval vizsgáljuk meg, hogy a paraméterek különböző értékei esetén a modell hogyan működik.<sup>18</sup> Célunk a szimulációval az, hogy megkeressük a fent bemutatott játék Nash-egyensúlyi helyzetait, miközben a modell  $N$ ,  $\gamma$  és  $V$  paramétereit változtatjuk. A Nash-egyensúlyi helyzeteket ebben a játékban azok a stratégia-kombinációk alkotják, amelyek esetében, adottnak feltételezve a másik játékos által követett stratégiát, mindkét játékos a lehető legmagasabb profitot éri el. Kevert stratégiájú (*mixed-strategy*) Nash-egyensúly esetében a vállalatok a meghatározott stratégiák közül olyan

<sup>17</sup>Tegyük hozzá, hogy elviekben a vállalatok változtathatnának stratégiájukon, azonban nincs olyan információjuk, amire az ilyen változtatást alapozhatnák, vagyis a stratégia-váltás véletlenszerű lenne. Továbbá a stratégia-váltást csak véletlenszerű sokként értelmezhetnénk, hiszen ha nem ez lenne a helyzet, a váltást okozó információt már a játék kezdetén ismernék a vállalatok és eszerint hoznák meg döntésüket.

<sup>18</sup>Az analitikus kezelés nehézségeit az adja, hogy a modell paramétereinek függvényében nem írható fel zárt képlet a leghosszabb vagy legrövidebb stratégia hosszára, sem az egyes stratégiák végső tudására. Lásd a 2. Függelékét.

valószínűséggel választanak, hogy az egyes kifizetések várható értékei közötti relációba kerülnek, figyelembe véve (ismerve) a másik vállalat által követett stratégiát (valószínűségeket).

Mivel numerikus szimulációról van szó, nyilvánvalóan nem fedhetjük le a paraméterek összes elképzelhető kombinációját, mindazonáltal igyekeztünk egy releváns tartományban a lehető legtöbb eshetőséget megvizsgálni. A vizsgálható paraméter-kombinációknak korlátot szabtak a számítástechnikai kapacitások is, mivel  $N$  növelésével a szóbajöhethető stratégiák halmaza növekvő ütemben bővül. A szimulációhoz a három paraméter esetében a következő tartományokat vizsgáltuk:

$$\begin{aligned} 0 &\leq \gamma \leq 2 \\ 0 &\leq N \leq 20 \\ 0 &\leq V \leq 100 . \end{aligned}$$

A  $\gamma$  paraméter esetében a választást az indokolja, hogy így a vizsgálat egyenlő arányban tartalmaz növekvő és csökkenő hozadékú eseteket, míg feltételezhető, hogy  $\gamma$  értékét tovább növelve csupán kvantitatív és nem kvalitatív változások mutathatók ki a kapott eredményekben. Az innováció megvalósításához szükséges tudás ( $N$ ) esetében a felső határt a szimuláció időigénye szabta meg. A győztes innovátor monopolista járadéka ( $V$ ) tekintetében nincsenek ilyen kapacitás-korlátok, a maximális értéket úgy határoztuk meg, hogy a legköltségesebb stratégiák esetén is számottevő profit keletkezzen  $V$  magasabb értékeire. A  $\gamma$  paraméter esetében a lépésközt 0,05-nek választottuk,  $N$  esetében ez értelemszerűen 1 volt, míg  $V$ -nél is minden egész értékre elvégeztük a szimulációt a fenti tartományon belül.

Az egyszerűség érdekében először azt az esetet vizsgáltuk meg, amikor a vállalatok abszorpciók képességei ( $\gamma$  paraméterek) azonosak, továbbá a kezdeti tudás szintjében ( $a_0$ ) sincs különbség. E korlátozó feltevéseket az 5. pontban feloldjuk.

Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a szimulációkkal a célunk nem pontos, számszerű eredmények bemutatása, hanem a vizsgált modelltől adódó kvalitatív, tendenciaszerű megfigyelések és következtetések ismertetése. A hangsúly tehát a tendenciákon és nem a számszerű eredményeken van.

A 3. Függelék tartalmazza a használt szimulációs algoritmus rövid leírását.

## 4 Eredmények

Az előző pontban ismertetett paraméter-tartományon elvégezve a szimulációt a következő általános eredményeket kaptuk. Tetszőlegesen kiválasztott  $(N, \gamma)$  pár esetén mindig egyértelműen létezik egy olyan  $V$  érték, amelynél kisebb monopolista járadék esetén mindkét fél számára a K+F versenyen történő kívülmaradás lesz az optimális stratégia, tehát egyik vállalat sem vállalkozik K+F tevékenységre. Ezt a kitüntetett értéket  $V_{\min}$ -nel jelöljük. Egyértelműen létezik továbbá egy olyan  $V$  érték minden tetszőleges  $(N, \gamma)$  pár esetén, amelynél magasabb monopolista járadék mellett mindkét vállalat a maximális erőfeszítés stratégiáját választja, vagyis egy olyan  $S_k$  stratégiát, amelyben

$c_i = 2$  minden  $i \in \{1, 2, \dots, k\}$  esetén. Ezt a kitüntetett értéket  $V_{\max}$ -szal jelöljük.

A két kitüntetett érték között, vagyis  $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$  teljesülése esetén adott  $(N, \gamma)$  pár mellett több egyensúlyi stratégia-pár is létezhet, illetve előfordulhat olyan eset is, hogy csak kevert stratégiájú egyensúlyi helyzetek léteznek. Fontos kiemelni, hogy  $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$  mellett bármely egyensúlyi stratégia-pár olyan kombinációt takar, amelyben az egyik vállalat nem vesz részt a K+F versenyben, míg a másik igen.<sup>19</sup> A játék szimmetriájánál fogva az így kapott egyensúlyi stratégiák párosak, tehát ha  $(S^*, S_0)$  egyensúlyi stratégia-pár, akkor  $(S_0, S^*)$  is az.

A bevezetett két kritikus értékre,  $V_{\min}$ -re és  $V_{\max}$ -ra explicit összefüggést a paraméterek függvényében nem tudunk felírni. A szimuláció eredményeiből azonban nagy biztonsággal levonható az a következtetés, hogy mind  $V_{\min}$ , mind  $V_{\max}$  általában növekszik, de biztos, hogy nem csökken, ha  $N$  növekszik, illetve, hogy mindkét érték általában csökken, de biztos, hogy nem nő, ha  $\gamma$  értéke emelkedik.

Az általunk használt modell tehát megerősíti Grishagin és szerzőtársai (2001) eredményeit, azok alapvető mondanivalójában. Az egyensúlyi stratégiák jellemzői attól függenek, hogy adott  $N$  és  $\gamma$  érték mellett mekkora a vállalatok által elsajátítható monopolista járadék, vagyis  $V$ . Alacsony  $V$  érték esetén az innovációhoz szükséges költségek nem térülnek meg, így nem érdemes belekezdeni a fejlesztésbe, vagyis az egyensúlyi stratégia mindkét vállalat számára az innovációs versenyből való kimaradás (null-stratégia).

Ha a monopoljára eléri az adott  $N$  és  $\gamma$  értékek melletti maximális hosszúságú stratégia összköltségét (melyet  $C_{\min}$ -nel jelölünk), a vállalatok számára érdemes lehet részt venni a versenyben. Így tehát  $V_{\min}$ -re egy egyszerű összefüggést kaphatunk:

$$V_{\min} = C_{\min}(N, \gamma),$$

kiemelve, hogy a leghosszabb stratégia összköltsége  $N$ -tól és  $\gamma$ -tól is függ.<sup>20</sup> A korábban elmondottak alapján tudjuk, hogy  $\partial C_{\min}/\partial N \geq 0$  és  $\partial C_{\min}/\partial \gamma \leq 0$ , következésképpen  $\partial V_{\min}/\partial N \geq 0$  és  $\partial V_{\min}/\partial \gamma \leq 0$ .

Ha  $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$ , akkor a monopoljára csak egy vállalat számára teszi lehetővé pozitív profit realizálását. Amennyiben azonos stratégiát választanak (leszámítva a null-stratégiát), a járadék megfeleződése azt eredményezi, hogy mindketten veszteséget könyvelhetnek el. Emiatt csak azok a stratégiák lehetnek egyensúlyiak, amelyekben az egyik vállalat nem vesz részt a versenyben, hiszen így ő maga nem lesz veszteséges, míg versenytársa elkerüli a veszteséget (nulla kifizetéssel).

Az eddig leírt „átmeneti” állapot végét az a pont jelenti, amely mellett már mindkét vállalat számára lehetségessé válik a pozitív profit elérése. Ez akkor következik be, amikor a monopoljára értéke meghaladja a legköltsé-

<sup>19</sup>Ez alól egyetlen kivétel az  $N = 1$  eset bármely  $\gamma$  esetén  $V = 2$  értéknél. Ekkor egyensúlyt jelent, ha mindkét vállalat az  $S = (1)$  stratégiát választja.

<sup>20</sup> $C_{\min}$  értékére tetszőleges  $N$  és  $\gamma$  mellett nem adható zárt képlet.

ségesebb stratégia kétszeresét, vagyis:

$$V_{\max} = 2C_{\max}(N, \gamma).$$

Ennek oka, hogy ekkora járadék mellett már mindkét vállalat számára érdemes belekezdeni az innováció megvalósításába, mivel ha egyszerre valósítják is meg azt, mindenképpen pozitív profitra tehetnek szert. A korábban elmondottak szerint igaz, hogy  $\partial V_{\max}/\partial N \geq 0$  és  $\partial V_{\max}/\partial \gamma \leq 0$ .

Az eredmények továbbá azt mutatják, hogy amikor  $V$  értéke meghaladja a kritikus  $V_{\max}$  értéket, akkor már mindkét vállalat a lehető leggyorsabban igyekszik elérni az innováció megvalósítását, vagyis a legköltségesebb (de legrövidebb) stratégiát választják.

Grishagin és szerzőtársai (2001) eredményeivel összhangban tehát azt látjuk, hogy az innovációs verseny győztesének járó monopolista járadék növekedése egyre erősebb versenyt generál a vállalatok között, miközben a költségek növekedésével fokozatosan csökken az elsajátítható profit nagysága. Így a járadék-elmélet azon állítása is igazolható modellünkben, hogy a verseny intenzitása növekedésével párhuzamosan a vállalatok hajlamosak a járadék értékének felélésére csupán a járadék megszerzése érdekében (lásd például: Posner, 1975; Fudenberg és Tirole, 1987; Baye és Hoppe, 2003). A továbbiakban részletesebben kitérünk az egyes paraméterek szerepére.

### **Az innováció megvalósításához szükséges tudás nagysága ( $N$ )**

$N$  változásának hatása abban rejlik, hogy a vállalatnak a nagyobb szükséges tudás miatt magasabb költséget kell vállalni, ha meg kívánja valósítani az innovációt. A magasabb költség vállalása csak akkor lesz ésszerű, ha sikeres  $K+F$  tevékenység eredményeképpen megfelelő mértékű monopoljáraadék sajátítható el. Logikus tehát, ha  $N$  emelkedésével  $V_{\min}$  is növekszik, vagyis bármely vállalat csak akkor fog bele az innovációba, ha a várható monopolista járadék legalábbis eléri az adott stratégia költség szintjét, azaz  $V \geq C_S$ . Mivel azonban  $N$  növekedésével  $C_S$  is nő minden befejező stratégia esetén,  $V_{\min}$ -nek értelemszerűen szintén növekednie kell.

Hasonló a helyzet  $V_{\max}$  esetében is, a növekvő szükséges tudás növeli a legrövidebb stratégia költségét is, ezáltal magasabb monopolista járadéokra van szükség, hogy a legköltségesebb stratégia kétszeresét elérje.

### **A monopolista járadék nagysága ( $V$ )**

A korábbiakban részletesen megvizsgáltuk a monopolista járadék szerepét. Nagysága tulajdonképpen ösztönzést jelent a vállalatoknak, hogy befogadjanak az innováció megvalósításába. Jelentősége abban áll, hogy növekedése fokozza a versenyt a vállalatok között. Ez nyilvánvaló, ha megfigyeljük, hogy miként viselkednek a modellezett szereplők  $V < V_{\min}$  és  $V > V_{\max}$  esetén. Azonban a  $V_{\min} \leq V \leq V_{\max}$  eseteket vizsgálva is látható, hogy ugyan ekkor több tiszta egyensúlyi stratégia létezhet, de ahogy ebben a tartományban  $V$  növekszik, úgy az egyensúlyi stratégiák mind „agresszívabbak”

lesznek, azaz egyre rövidebbek, ám egyre költségesebbek. Vagyis az innováció megvalósításával járó monopolista járadék növekedése a vállalatok közötti versenyt fokozza és ezáltal a járadék nagy részének feléléséhez vezethet. A magas járadék arra ösztönzi a vállalatokat, hogy minél gyorsabban, egyúttal mind magasabb költségeket vállalva jussanak el az innováció megvalósításához.

### A tudás belső hozadéka ( $\gamma$ )

Tulajdonképpen a  $\gamma$  paraméter az, ami több technikai változtatás mellett lényegében megkülönbözteti modellünket Grishagin és szerzőtársai (2001) modelljétől: itt testesül meg az abszorpciós képességek hatása. Minél nagyobb  $\gamma$  értéke, a már felhalmozott tudás annál jelentősebb mértékben járul hozzá a pótlólagos tudás előállításához, vagyis az abszorpciós képességek annál jelentősebb szerepet játszanak. A szimuláció eredményeiből az derül ki, hogy  $\gamma$  növekedésével mind  $V_{\min}$ , mind  $V_{\max}$  csökken, ami annak a következménye, hogy magasabb  $\gamma$  értékek mellett adott  $N$  hamarabb elérhető, így  $C_{\min}$  és  $C_{\max}$  is csökken, csökkentve a kritikus  $V$  értékeket. Azt mondhatjuk tehát, hogy az abszorpciós képességek növekedése a verseny erősödéséhez vezet. Minél erősebben befolyásolja a már rendelkezésre álló tudás (korábban elvégzett K+F) a K+F tevékenység hatékonyságát, annál kisebb monopolista járadék elegendő (adott  $N$  mellett), hogy mindkét vállalat részt vegyen az innovációs versenyben és hogy a lehető leggyorsabb stratégiákat alkalmazzák.

A  $\gamma$  paraméter növekedése azt is jelenti, hogy a kezdeti intenzív K+F tevékenység lehetővé tenné a vállalatok számára, hogy később, a nagy tudásbázis hatékonysági előnyeit kihasználva kisebb intenzitással érjenek el nagyobb léptékű haladást, így költséget takaríthatnának meg. A szimuláció eredményei ugyanakkor azt mutatják, hogy magas szintű járadék esetén a vállalatok nem élnek ezzel a lehetőséggel, hanem a legköltségesebb, leggyorsabb stratégiákat választják. Vagyis az abszorpciós képességek által biztosított költség-megtakarítás áldozatul esik az erős versenynek.

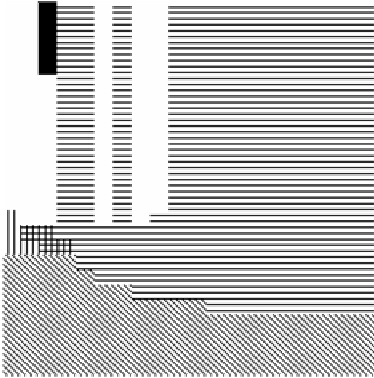
## 5 További szimulációk

Az előző pontban a szimulációt egy szűk feltételi halmaz mentén vizsgáltuk, azonban fontos következtetéseket vonhattunk le. A továbbiakban kicsit kiszélesítjük a szimuláció tartományát és megvizsgáljuk, hogy milyen eredményekre vezet, ha a szabadalmi verseny két vállalata ( $A$  és  $B$ ) különböző szintű abszorpciós képességgel rendelkezik, azaz  $\gamma^A \neq \gamma^B$ , valamint ha az egyik vállalat bizonyos előnnyel indul a versenyben, azaz  $a_0^A \neq a_0^B$ .

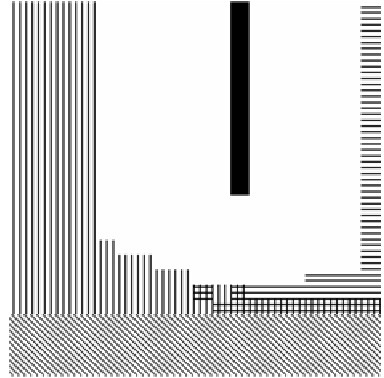
### Különböző belső hozadék a tudás-felhalmozásban

Realisztikusnak tűnik a feltevés, hogy a szabadalmi versenyben résztvevő két vállalat nem azonos  $\gamma$  érték mellett működik, vagyis az egyik hatékonyabb a tudás felhalmozásában, mint a másik, azaz magasabb szintűek az abszorpciós

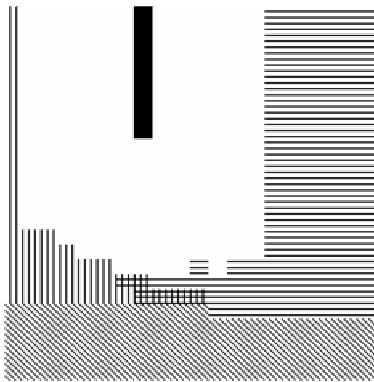
képességei.<sup>21</sup> A szimulációt a korábban használt lépésközökkel valamennyi  $(\gamma^A; \gamma^B)$  párra elvégeztük. A futtatások közül csak néhány szemléltető esetet mutatunk itt be, alátámasztandó a levont következtetéseket, azok azonban a teljes körű eredményeken alapulnak.



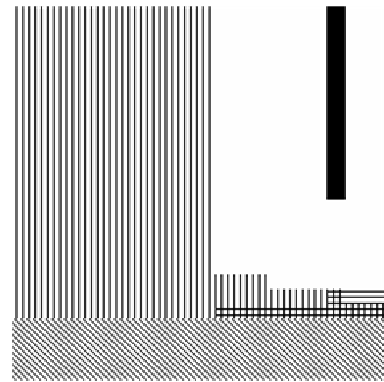
2.a ábra.  $\gamma^A = 0.3$



2.c ábra.  $\gamma^A = 1.3$



2.b ábra.  $\gamma^A = 0.8$



2.d ábra.  $\gamma^A = 1.8$

A 2. ábra mutatja a szimuláció eredményét  $N = 20$  és négy különböző  $\gamma^A$  paraméter-érték esetén. Az ábrákon vízszintesen balról jobbra haladva  $\gamma^B$  a  $[0.1, 2]$  tartományban növekszik, letről felfelé pedig  $V$  növekszik 0-tól 25-ig.<sup>22</sup> Az ábrán fekete szín jelöli azokat a  $(V, \gamma^B)$  kombinációkat,

<sup>21</sup>Felvethető, hogy ugyan a vállalatok eltérő abszorpciós képességekkel rendelkeznek, de egyik sem ismeri pontosan a másik vállalat ilyen képességeinek szintjét. Ekkor logikus lehet feltételezni, hogy mindegyik vállalat a sajátjával azonosnak tekinti a másik vállalat  $\gamma$  értékét. Ez a feltevés azonban a korábban már bemutatott eredményekre vezet, így külön elemezni szükségtelen. Érdekes lehet megvizsgálni azonban, hogy mi történik akkor, ha bizonyos költségek vállalása mellett a vállalatok képesek pontosan felmérni a versenytárs abszorpciós képességeinek szintjét. A modell ilyen irányú kiterjesztése azonban már meghaladja e tanulmány kereteit.

<sup>22</sup>A szimulációk során  $V$  értéke a  $[0, 100]$  intervallumon mozgott, azonban a 25 fölötti



amelyek esetén mindkét vállalat a leggyorsabb stratégiát választja, átlós csíkozás esetén egyik vállalat sem kezd bele az innováció megvalósításába (null-stratégiák). A függőlegesen csíkozott tartomány olyan paraméter-kombinációkat jelöl, amikor csak az  $A$  vállalat valósítja meg az innovációt, a vízszintes csíkozás esetén pedig csak a  $B$  vállalat. A rácsos mezőkben mindkét vállalatnak ugyanakkora esélye van a szabadalom elnyerésére, tehát egyik sem marad kívül a versenyen, de egyszerre csak egy vállalat valósítja meg az innovációt: ha valamelyik vállalat befejező stratégiát választ, akkor a másik számára a versenyből való kimaradás az optimális. A fehér területek mentén nincsen Nash-egyensúlyi stratégia.

Az ábráról jól látszik, hogy a vállalatok azonos abszorpciós képességei mellett kapott eredmények most csupán speciális esetként jelennek meg egy bővebb kontextusban. Nyilvánvaló továbbá, hogy az eltérő abszorpciós képességek jelentősen befolyásolják a szabadalmi verseny kimenetelét.

Alacsony szabadalmi kifizetések ( $V$ ) esetén a versenyből való kimaradás az optimális mindkét vállalat számára, akárcsak a korábban bemutatott esetben. Magasabb  $V$  esetén azonban, ha a két vállalat abszorpciós képességei szignifikánsan különböznek, akkor csak az egyik vállalat, mégpedig a magasabb szintű abszorpciós képességekkel rendelkező számára optimális az innováció megvalósítása, alacsonyabb szintű képességekkel mindig a versenyből való kimaradás a kifizetődő. Mindegyik esetben található egy rövid tartomány, amikor mindkét vállalat számára érdemes lehet részt venni a versenyben (ez a tartomány  $\gamma^B = \gamma^A$  körül található), azonban egyszerre csak egy valósítja meg az innovációt. Az, hogy mindkét vállalat megvalósítsa az innovációt, csupán akkor fordulhat elő, ha az abszorpciós képességek szintje a két vállalatnál megegyezik. Ennek oka az, hogy ha az abszorpciós képességek szintje nem egyezik meg, akkor az egyik vállalat fokozatos lépéshátrányba kerül a másikkal szemben. Ez a lépéshátrány nem teljesen azonos a következő pontban tárgyalt kezdeti lépéshátránnyal, de hatása ugyanaz: a hátrány itt nem a verseny kezdetén jelentkezik, hanem fokozatosan alakul ki, azonban *előre ismert*, akárcsak vállalati tudásban meglévő kezdeti különbség esetén. A hátrány kialakulásának fokozatossága miatt ezt nevezhetjük *dinamikus lépéshátránynak*. Abban a tartományban, ahol mindkét vállalat beléphet a versenybe (négyzetrácsos területek), ez a dinamikus lépéshátrány nem jelentős.

További, igen fontos következtetés, ami ugyan az ábráról nem látszik, de a szimulációs eredmények tartalmazzák, hogy a járadék-felélő magatartás is csupán az azonos abszorpciós képességek esetén jelentkezik. Ha ezek a képességek nem azonosak, és mivel feltételezésünk szerint a különbség a versenytársak számára ismert, akkor az előbbieken ismertetett „lépéshátrányhatás” nem teszi szükségessé, hogy a fokozatosan lépéselőnybe kerülő vállalat a leggyorsabb stratégiák felé mozduljon, ahogy a szabadalmi díj növekszik. A legmagasabb  $V$  értékek esetén is az innovációt megvalósító vállalat optimális stratégiája legfeljebb egy darab kettest tartalmaz, vagyis az innováció meg-

---

értékekre kapott eredmények semmiben nem különböznek az ábrák felső részein láthatóktól, így helytakarékoságból ezt a részt az ábráról leválasztottuk.

valósítása lassú, azonban a szabadalommal járó monopolista járadék jelentős része realizálható a győztes vállalat által.

### Eltérő kezdeti tudásszintek – „lépéselőny”

Az eddigi elemzés nem tért ki arra az esetre, hogy mi lehet a fenti játék kimenetele akkor, ha valamelyik játékos az innovációs versenyben előnnyel rendelkezik, azaz ellenfeléhez képest valamivel közelebb áll az innováció megvalósításához a játék kezdetén. Modellünkben ezt a lehetőséget egyszerűen valamely játékos  $a_0$  kezdeti tudásának megváltoztatásával érhetjük el (természetesen úgy, hogy  $a_0^A \neq a_0^B$ ). A szimulációkat ezekre az esetekre is elvégeztük, az eredményeket a 3-6. ábrák tartalmazzák. A szimulációk során az  $A$  vállalat kezdeti tudását vettük nagyobbobbnak, a 3. ábra azokat az eseteket mutatja, amikor  $a_0^A = 1$ , a 4. ábránál  $a_0^A = 2$ , majd az 5. ábra esetén  $a_0^A = 5$ , végül pedig a 6. ábra  $a_0^A = 10$  kezdeti tudás esetén mutatja a szimuláció eredményeit. A  $B$  vállalat kezdeti tudásszintjét a példaként kiemelt esetekben nulla, az innováció megvalósításához szükséges tudásszint pedig továbbra is 20.<sup>23</sup>

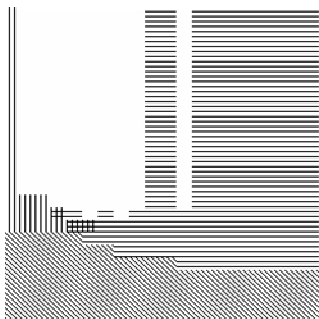
Az ábrák jelölései megegyeznek a korábbival, balról jobbra haladva valamennyin  $\gamma^B$  értéke növekszik a (0.1, 2) tartományban, minden  $a_0^A$  érték esetén különböző táblázat tartozik különböző  $\gamma^A$  értékekhez.

A 3. ábrákon azt látjuk, hogy ugyan az  $A$  vállalatnak lépéselőnye van a  $B$  vállalattal szemben, a  $B$  vállalatnak is esélye van a szabadalom elnyerésére (vízszintesen csíkozott területek), mégpedig ha abszorpciós képességei kellően magas szintűek. A 3.a ábra például azt mutatja, hogy az  $A$  vállalat lépéselőnye ellenére, ha a  $B$  vállalat abszorpciós képességei jelentősen meghaladják az  $A$  vállalatét, akkor a  $B$  vállalat a lépéshátrány ellenére is biztosan elnyeri a szabadalmat (hozzátéve persze, hogy kellően magas szabadalmi díj esetén). Ahogy az  $A$  vállalat abszorpciós képességei növekednek, úgy marad egyre kisebb tere a  $B$  vállalatnak a győzelemre. A 3.d ábrán látható, hogy amennyiben az  $A$  vállalat  $\gamma$  értéke igen magas (1.8), a  $B$  vállalat számára már semmilyen körülmények között nem lesz optimális az innováció megvalósítása.

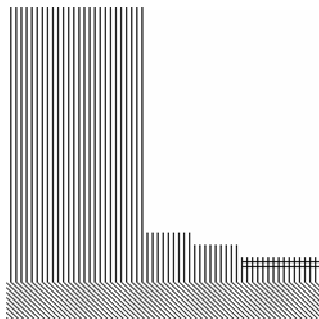
Ha a szimulációt nagyobb kezdeti tudás-különbségre végezzük el, hasonló eredményeket kapunk. Amennyiben az  $A$  vállalat jelentősebb előnnyel rendelkezik, a  $B$  vállalat számára már kevesebb lehetőség marad a szabadalmi verseny megnyerésére. Az így kapott eredményeket tartalmazzák a 4-6. ábrák. A 6. ábrák azt mutatják, hogy egy csekély tartományt leszámítva ekkor a lépéshátrányból induló  $B$  vállalatnak a vizsgált paramétertartományon nincsen esélye a szabadalom elnyerésére.<sup>24</sup>

<sup>23</sup>Ismét hangsúlyozzuk, hogy a szimulációkat valamennyi szóhajóhető ( $a_0^A; a_0^B$ ) párra elvégeztük. A bemutatott esetek szemléltető jelleggel ezek közül lettek kiválasztva.

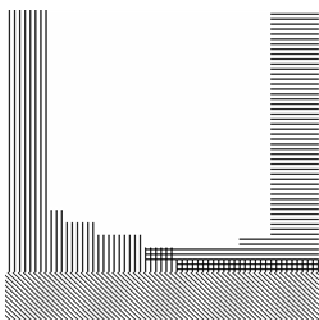
<sup>24</sup>Nyilván, ha kellően magas  $\gamma^B$  paraméterekre is elvégeztük volna a szimulációt, arra az eredményre jutottunk volna, hogy  $a_0^A$  magas értékei mellett is létezik elegendően magas  $\gamma^B$  érték, amelyre a  $B$  vállalat számára a szabadalom elnyerése lehetséges, alapvető következtetéseinket azonban ez nem befolyásolja.



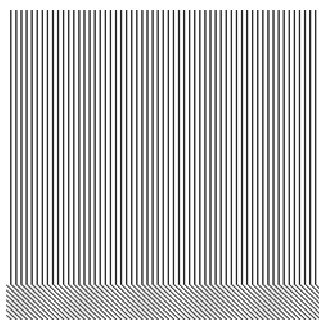
3.a ábra.  $a^A = 1, \gamma^A = 0.3$



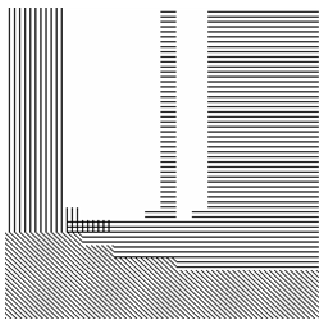
3.c ábra.  $a^A = 1, \gamma^A = 1.3$



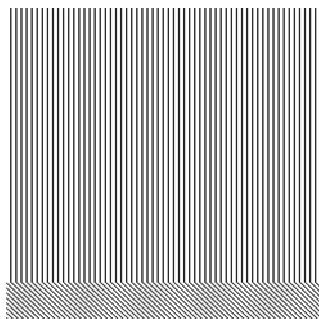
3.b ábra.  $a^A = 1, \gamma^A = 0.8$



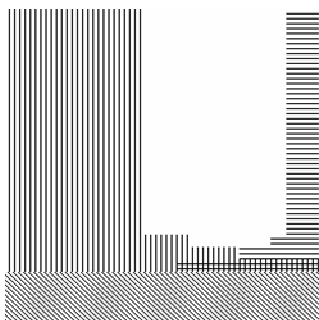
3.d ábra.  $a^A = 1, \gamma^A = 1.8$



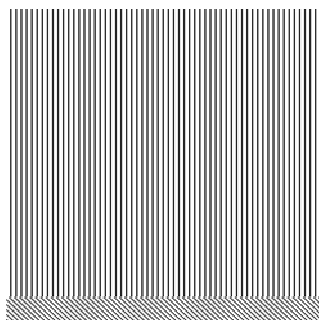
4.a ábra.  $a^A = 2, \gamma^A = 0.3$



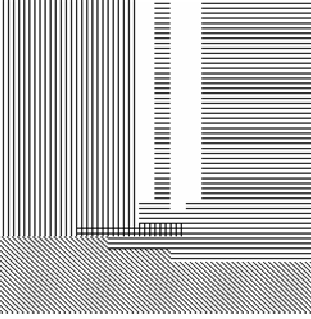
4.c ábra.  $a^A = 2, \gamma^A = 1.3$



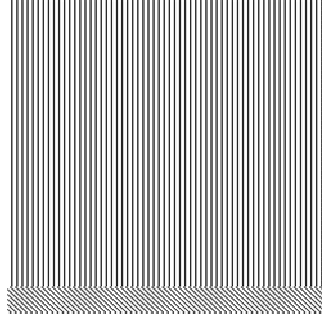
4.b ábra.  $a^A = 2, \gamma^A = 0.8$



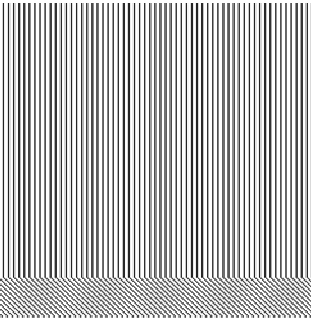
4.d ábra.  $a^A = 2, \gamma^A = 1.8$



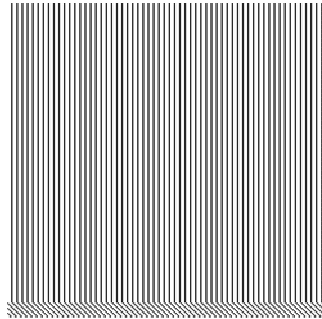
5.a ábra.  $a^A = 5$ ,  $\gamma^A = 0.3$



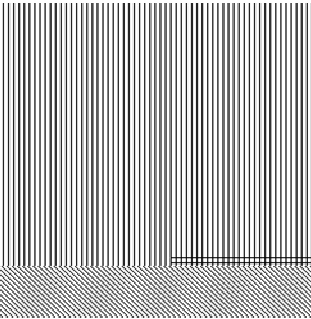
5.c ábra.  $a^A = 5$ ,  $\gamma^A = 1.3$



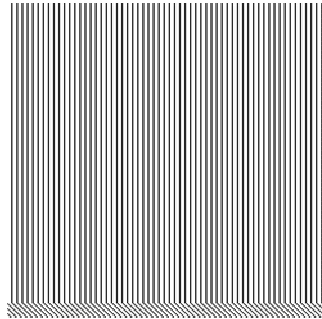
5.b ábra.  $a^A = 5$ ,  $\gamma^A = 0.8$



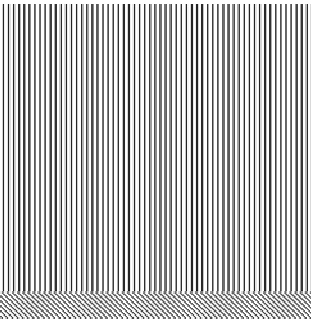
5.d ábra.  $a^A = 5$ ,  $\gamma^A = 1.8$



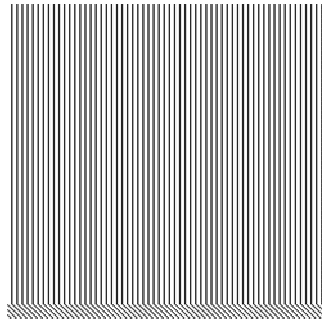
6.a ábra.  $a^A = 10$ ,  $\gamma^A = 0.3$



6.c ábra.  $a^A = 10$ ,  $\gamma^A = 1.3$



6.b ábra.  $a^A = 10$ ,  $\gamma^A = 0.8$



6.d ábra.  $a^A = 10$ ,  $\gamma^A = 1.8$

A kapott eredmények oka, hogy a kezdeti lépéshátrányban lévő vállalat előnyben lehet az abszorpciós képességek terén, vagyis ugyanazt a tudást rövidebb idő alatt halmozhatja fel. Így lehetségessé válik számára, hogy „behozza” a játék kezdetén meglévő lemaradását. A lépéshátrányból induló vállalat győzelmi esélyét az a tény teszi lehetővé, hogy a vállalatok abszorpciós képességei feltételezésünk szerint ismertek. Könnyű belátni, hogy ha a vállalatok nem ismerik egymás ilyen képességeit és azzal a feltételezéssel élnek, hogy a másik vállalat azonos abszorpciós képességekkel rendelkezik, akkor mindig a lépéselőnyben lévő vállalat nyeri el a szabadalmat. A hipotézist megerősítendő elvégzett ilyen szimulációk is azt mutatják, hogy ekkor a vegyes-stratégiájú és a csak null-stratégiát tartalmazó egyensúlyi helyzetek mellett csak az a vállalat jut el a szabadalom megvalósításához, amelyiknek kezdeti tudása magasabb. Ilyenkor ha a magasabb abszorpciós képességű vállalat van lépéshátrányban, akkor mivel feltételezi a másik vállalatról, hogy abszorpciós képességeinek szintje megegyezik a sajátjával, és mivel a lépéshátrány számára ismert, ezért nem lesz érdemes belekezdenie a kutatás-fejlesztésbe, hiszen a lépéshátrányt feltételezetten nem képes leküzdeni.

Az aszimmetrikus kiindulási helyzet elemzése révén kapott eredmények jelentős kiegészítést tartalmaznak Grishagin és szerzőtársai (2001) eredményeihez képest. Az ott bemutatott modell aszimmetrikus kiterjesztése azt az eredményt mutatta, hogy a kezdeti lépéselőnyben lévő vállalat a lehető leggyorsabb stratégiával megvalósítja az innovációt, míg a hátrányban lévő vállalat semmilyen esetben nem nyerheti el a szabadalmat. Hasonló következtetésre jutnak Harris és Vickers (1985), valamint Fudenberg és szerzőtársai (1983) is. Eredményeink annyiban árnyalják ezeket a következtetéseket, hogy amennyiben figyelembe vesszük az abszorpciós képességek hatását, úgy a kezdeti lépéselőny nem feltétlenül vezet az innováció megvalósításához. A lépéshátrányból induló vállalat magasabb szintű abszorpciós képességei révén megelőzheti versenytársát és elnyerheti a szabadalmat.

Grishagin és szerzőtársai (2001) valamint Fudenberg és Tirole (1987) a szabadalomból eredő monopolista járadék felélésére hívják fel a figyelmet az aszimmetrikus esetben is. Vagyis, hogy hiába van lépéselőnyben valamelyik vállalat, a versenytárs jelenléte azt eredményezi, hogy a lehető leggyorsabb és így legköltségesebb stratégiával jut el az innováció megvalósításához, ami így a szabadalmi díj jelentős részének felélését eredményezi.

Az aszimmetrikus esetre végzett szimuláció során kapott eredményeink ezt a következtetést némileg árnyalják. A győztes vállalat által alkalmazott stratégiák akkor vezetnek a monopolista járadék feléléséhez, ha a két vállalat kezdeti paraméterei közel esnek egymáshoz. Minél nagyobb a különbség a kezdeti tudásszintben és az abszorpciós képességekben, annál hosszabb stratégiákat alkalmaznak a vállalatok, mivel a verseny annál kisebb. Ennek következtében a monopolista járadék nagyobb része marad a vállalatoknál, ha ezek a különbségek nagyok.

## 6 Következtetések és továbbfejlesztési irányok

Dolgozatunkban egy olyan stratégiai játékot modelleztünk, amelyben a vállalatok valamely innováció által biztosított monopolista járadékért versenyeznek. A verseny kezdetén meghatározzák K+F stratégiájukat, azonban a verseny során nem tudják megfigyelni relatív pozíciójukat a versenytárssal szemben. A modell újítása a korábbi hasonló modellekhez képest, hogy figyelembe veszi az abszorpciós képességek szerepét, vagyis, hogy a K+F tevékenység hatékonysága a felhalmozott tudás függvényében növekszik.

Összefoglalásképpen két fontos következtetés adódik. Egyfelől az abszorpciós képességek beépítése a szabadalmi verseny modelljébe megerősíti Grishagin és szerzőtársai (2001) eredményeit, vagyis azt, hogy a szabadalommal elnyert monopoljáraadó növekedése a verseny erősítésén keresztül a járadék feléléséhez vezet. A szimuláció ugyanakkor rámutat arra, hogy az abszorpciós képességeknek is van hatásuk a játék kimenetelére, mégpedig a versenyhelyzet erősítése révén. Minél jelentősebb az abszorpciós képességek szerepe a K+F folyamatban, annál élesebb verseny bontakozik ki a monopoljáraadó megszerzése érdekében. A vállalatok hajlandóak az abszorpciós képességek dinamikus költségcsökkentő hatását alárendelni a verseny biztos megnyerésének.

Amennyiben a szabadalmi versenyben résztvevő vállalatok eltérő abszorpciós képességekkel rendelkeznek, úgy az alacsonyabb szintű abszorpciós képességekkel jellemezhető vállalat rendszerint kihullik a versenyből, vagyis nem kezd bele az innováció megvalósításába. A kimaradás valószínűsége együtt növekszik az abszorpciós képességek közötti különbséggel.

Különösen fontos eredményekre vezetett az aszimmetrikus kezdeti pozíciók vizsgálata. A kapott eredményeket úgy foglalhatjuk össze, hogy az abszorpciós képességek szerepét is figyelembe véve kétfajta lépéshátrányt különböztethetünk meg. Egyfelől lépéshátrányt jelent az innovációtól vett abszolút távolság (kezdeti tudásszintek) különbsége, másfelől megjelenik egy dinamikus lépéshátrány, amely az abszorpciós képességek különbségéből fakad: alacsonyabb abszorpciós képességek mellett a kezdetben abszolút lépéselőnyben lévő vállalat előnye elveszhet.

Így fontos kiegészítés a korábbi modellekhez képest, hogy az abszorpciós képességek beépítése lehetővé teszi, hogy a kezdeti lépéshátrányban lévő vállalat is megvalósítsa az innovációt, feltéve, hogy dinamikus lépéselőnye képes ellensúlyozni a kezdeti lépéshátrányt.

A dolgozatban vizsgált modell azonban korántsem teljes, fontos továbbfejlesztési irányok vázolhatók fel. Egyrészt nem tartalmaz diszkontfaktort, ami a dinamikus megközelítésből fakadóan árnyalhatná az eredményeket. Ezzel összefüggésben érdemes kiemelni Harris és Vickers (1985) kitételét, miszerint az innovációtól való kezdeti távolság nem csak a tudásszintek közti különbséget jelenti, hanem azt is, hogy az egyes vállalatok hogyan értékelik a szabadalmi díjat. A szabadalmi díj vagy monopolista járadék eltérő értékelése kifejeződésként juthat eltérő diszkontrátákban is. Fontos lehet továbbá megvizsgálni, hogy mi történik akkor, ha a K+F tevékenység költségei más arányban adóttak:  $c_t \in \{0, 1, 2\}$  helyett pl.  $c_t \in \{0, 1, 3\}$ , illetőleg, hogy milyen

eredményekre vezet, ha a vállalatok eltérő költségstruktúrával rendelkeznek ilyen szempontból. A szimuláció segítségével viszonylag könnyen kezelhető a technológiai bizonytalanság, ami egy sztochasztikus modellt feltételez, továbbá a tudás tervezési horizonton túli hasznosításának lehetősége is beépíthető a modellbe.

## 1. Függelék

Bizonyítandó, hogy  $\gamma = 1$  esetén, adott  $C_S$  és  $T$  mellett  $\alpha_T$  minden olyan stratégia esetén megegyezik, amelynek összköltsége  $C_S$ , hossza pedig  $T$ .

Először bizonyítsuk, hogy a stratégia két egymást követő elemének (két periódus költségének) felcserélése azonos  $\alpha_T$ -t eredményez. Legyen a két felcserélt elem  $c_k$  és  $c_{k-1}$ , vagyis a két stratégia:

$$(F1) \quad \begin{aligned} S &= (c_1, c_2, \dots, c_{k-1}, c_k, \dots, c_T) \\ S' &= (c_1, c_2, \dots, c'_{k-1}, c'_k, \dots, c_T) \end{aligned}$$

Az  $S'$  stratégia releváns elemeire a felcserélés miatt nyilvánvalóan érvényes, hogy:  $c'_k = c_{k-1}$  és  $c'_{k-1} = c_k$ . Ekkor az új tudásszintek  $\alpha'_k$  és  $\alpha'_{k-1}$ . Nyilvánvaló, hogy  $\alpha'_i = \alpha_i$  minden  $i \leq k-2$  esetén, illetve, hogy  $c'_i = c_i$  minden  $i \neq k, k-1$  esetén.

A fentiek ismeretében írjuk fel  $\alpha_k$ -t és  $\alpha'_k$ -t, felhasználva, hogy  $\gamma = 1$ :

$$(F2) \quad \begin{aligned} \alpha_k &= \alpha_{k-1} + c_k(1 + \alpha_{k-1}) \\ \alpha'_k &= \alpha'_{k-1} + c'_k(1 + \alpha'_{k-1}) \end{aligned}$$

Felírva a fenti összefüggéseket  $\alpha_{k-1}$ -re és  $\alpha'_{k-1}$ -re is és ezeket behelyettesítve (F2)-be, átrendezés után adódik, hogy

$$(F3) \quad \begin{aligned} \alpha_k &= \alpha_{k-2} + \alpha_{k-2}(c_{k-1} + c_k) + (c_{k-1} + c_k) + c_{k-1}c_k + \alpha_{k-2}c_{k-1}c_k \\ \alpha'_k &= \alpha'_{k-2} + \alpha'_{k-2}(c'_{k-1} + c'_k) + (c'_{k-1} + c'_k) + c'_{k-1}c'_k + \alpha'_{k-2}c'_{k-1}c'_k \end{aligned}$$

A zárójelekben lévő kifejezések a két különböző felírás esetén azonosak, mivel bennük a stratégia két felcserélt elemének összege, illetve szorzata szerepel. Mivel ezeket az elemeket csak felcseréltük, de nem változtattuk meg, így nyilvánvaló, hogy  $c_{k-1} + c_k = c'_{k-1} + c'_k$  és  $c_{k-1}c_k = c'_{k-1}c'_k$ . Beláttuk továbbá, hogy  $\alpha'_{k-2} = \alpha_{k-2}$ . Így bizonyított, hogy  $\alpha_k = \alpha'_k$ .

Ebből az eredményből következik, hogy  $\alpha'_i = \alpha_i$  minden  $i > k$  esetén is, mivel minden  $c'_i = c_i$   $i > k$  esetén. Vagyis  $\alpha'_i = \alpha_i$  minden  $i \geq k$ . Mivel  $k \leq T$  szükségszerűen teljesül, ezért bizonyított, hogy két tetszőleges elem felcserélése  $\gamma = 1$  esetén változatlanul hagyja  $\alpha_T$ -t. Az  $S'$  stratégia két újabb, tetszőleges egymást követő elemének felcserélésével előállítható  $S''$  stratégia, amelyre  $\alpha''_T = \alpha'_T = \alpha_T$ , majd ezt a módszert folytatva minden olyan stratégia, amelyben  $C_S$  és  $T$  adott nagyságú. Így tehát belátható, hogy valamennyi ilyen stratégia esetében  $\alpha_T$  állandó.  $\square$

## 2. Függelék

Ahhoz, hogy a játék analitikusan kezelhető legyen, szükséges, hogy zárt formulákat fogalmazzunk meg egy adott stratégia végső tudásszintjére és hosszára.

A végső tudásszint ismeretéhez a (4) differencia-egyenlet megoldása szükséges, amely a paraméterek és a stratégia költség-elemeinek felhasználásával írja fel  $\alpha_t$  értékét tetszőleges  $t$ -re. A (4) egyenletből azonban az következik, hogy bármely  $\alpha_t$  esetében szükséges ismernünk a  $t$ -edik periódusig viselt költségek nagyságát és *sorrendjét*. Ebből pedig az következik, hogy zárt formula nem írható fel  $\alpha_t$ -re. Ennélfogva általános képletet nem adhatunk sem egy stratégia végső tudására  $\alpha_T$ , sem hosszára ( $T$ ), azokat csak a stratégiában szereplő költség-elemek sorrendjének ismeretében számíthatjuk ki.

A leghosszabb ( $c_t = 1, \forall t$ ) és legrövidebb ( $c_t = 2, \forall t$ ) stratégiák esetén rendre az

$$(F4) \quad \alpha_t = 1 + \alpha_{t-1} + (\alpha_{t-1})^\gamma,$$

illetve az

$$(F5) \quad \alpha_t = 2 + \alpha_{t-1} + 2(\alpha_{t-1})^\gamma$$

nemlineáris, nem egész kitevőjű differenciaegyenleteket kellene megoldani, hogy zárt képletet kapjunk  $\alpha_t$ -re és a további nagyságokra. Ezen egyenletek megoldására a szerző nem ismer megfelelő algoritmust.  $\square$

## 3. Függelék

A szimulációs algoritmus logikai lépései a következők.

- A szimuláció első lépéseként a paraméterek meghatározására (beolvasására) kerül sor. A monopoljáradék nagysága ( $V$ ), az innováció megvalósításához szükséges tudás nagyságának ( $N$ ), valamint mindkét vállalat esetében a kezdeti tudás ( $\alpha_0^1, \alpha_0^2$ ) és az abszorpciós paraméter ( $\gamma^1, \gamma^2$ ) megadása szükséges.
- A megadott paraméterek alapján mindkét vállalat esetében kiszámítható a leghosszabb releváns stratégia (vagyis a csupa 1-est tartalmazó stratégia) hossza ( $T$ ).
- Ezek után lehetséges az összes  $T$  hosszúságú stratégia felírása. Ez azt jelenti, hogy valamennyi olyan különböző stratégiát felsorolunk, amelynek hossza  $T$  és nem tartalmaz nullát.
- Ezeket a stratégiákat „csonkoljuk”, azaz olyan stratégiákat képzünk belőlük, amelyek nem hosszabbak a szükségesnél. Ez azt jelenti, hogy a fenti lépésben generált stratégiákat csak addig a periódusig vesszük figyelembe, amíg a stratégia megvalósításával generált tudás eléri  $N$ -et.



- Az így kapott stratégiahalmazból kiszűrjük a redundáns stratégiákat, hozzáadjuk a null-stratégiát, így megkapjuk a vállalatok számára releváns stratégiák halmazát.
- Minden így kapott stratégiára kiszámíthatjuk a stratégia költségét, végső tudásszintjét és hosszát, mindkét vállalat esetében.
- Az így kapott adatokból kialakíthatjuk mindkét játékos kifizetési mátrixát. A mátrixban szereplő adatok egyszerűen a vállalat profitját tartalmazzák, figyelembe véve a választott stratégiákat. A kifizetések a dolgozatban definiált módon alakulnak.
- A két vállalat kifizetési mátrixának ismeretében mindkét vállalat reakció-függvényét is felírhatjuk, vagyis hogy a versenytárs adott stratégiája esetén az adott vállalat számára melyik stratégia az optimális választás.
- Az így kapott reakció-függvények segítségével lehetővé válik a Nash-egyensúlyi stratégia-párok meghatározása. Ehhez csupán azt kell megvizsgálni, hogy a lehetséges stratégia-párok esetében a vállalatok reakciófüggvényének értéke megegyezik-e az aktuális stratégiával.
- A szimuláció ezek után kimeneti adatként megadja az egyensúlyi stratégia-párok számát, az egyensúlyi stratégiákban a vállalatok stratégiájának jellegét (melyik vállalat és hány egyensúlyi stratégia-párban nyer, az adott stratégia gyors vagy lassú, stb), azok hosszát és egy külön táblában magukat a stratégiákat is kilistázza, a részletes elemzés lehetőségét fenntartva.

A dolgozatban bemutatott szimuláció a fenti algoritmust ismételte meg különböző paraméter-értékek esetén.

## Irodalom

1. Baye, M. R., Hoppe, H. C. (2003): The strategic equivalence of rent-seeking, innovation, and patent-race games. *Games and Economic Behavior*, 44(2), pp. 217–226.
2. De Carvalho, A. J., Saur-Amaral, I., Marques, M. J. (2006): Cooperation Networks and Regional Development – Case of Multisectoral Partnership for Innovation. In: Cooke, P., Piccaluga, A. (eds.) *Regional Development in the Knowledge Economy*. Routledge.
3. Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1989): Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *Economic Journal*, 99(397), pp. 569–596.
4. Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 128–152.
5. Cowan, R., Jonard, N. (é.n.): Knowledge Portfolios and the Organization of Innovation Networks. *Academy of Management Review*, in press.
6. Dasgupta, P. (1986): The Theory of Technological Competition. In: J. E. Stiglitz and F. Mathewson (Editors), *New Developments in the Analysis of Market Structures*, (MIT Press, Cambridge, MA).

7. Dasgupta, P., Stiglitz, J. (1980): Uncertainty, Industrial Structure and the Speed of R&D. *Bell Journal of Economics*, 90, pp. 266–293.
8. Fudenberg, D., Gilbert, R., Stiglitz, J., Tirole, J. (1983): Preemption, leapfrogging and competition in patent races. *European Economic Review*, 22(1), pp. 3–31.
9. Fudenberg, D., Tirole, J. (1987): Understanding Rent Dissipation: On the Use of Game Theory in Industrial Organization. *American Economic Review*, 77(2), pp. 176–183.
10. Gilbert, R., Newberry, D. (1982): Preemptive Patenting and the persistence of Monopoly. *American Economic Review*, 72, pp. 514–526.
11. Griliches, Z. (1989): Patents: Recent Trends and Puzzles. *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics*, pp. 291–330.
12. Grishagin, V. A., Sergeev, Y. D., Silipo, D. B. (2001): Firms' R&D decisions under incomplete information. *European Journal of Operational Research*, 129(2), pp. 414–433.
13. Grossman, G. M., Shapiro, C. (1987): Dynamic R&D Competition. *Economic Journal*, 97(386), pp. 372–387.
14. Harris, C. Vickers, J. (1985): Perfect Equilibrium in a Model of a Race. *Review of Economic Studies*, 52(2), pp. 193–209.
15. Harris, C., Vickers, J. (1987): Racing with Uncertainty. *Review of Economic Studies*, 54(1), pp. 1–21.
16. Knott, A. M. (2003): Persistent heterogeneity and sustainable innovation. *Strategic Management Journal*, 24(8), pp. 687–705.
17. Loury, G. C. (1979): Market Structure and Innovation. *Quarterly Journal of Economics*, 93, pp. 395–410.
18. Mokyr, J. (1990): *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press.
19. Nooteboom, B. (2004): *Inter-Firm Collaboration, Learning and Networks: an Integrated Approach*. Routledge, New York.
20. Posner, R. A. (1975): The social cost of monopoly and regulation. *Journal of Political Economy*, 83(3), pp. 807–828.
21. Reinganum, J. F. (1981): Dynamic games of innovation. *Journal of Economic Theory*, 25(1), pp. 21–41.
22. Vörös, J. (2006): The Dynamics of Price, Quality and Productivity Improvement Decisions. *European Journal of Operational Research*, 170(3), pp. 809–823.
23. Ziman, J. (2003, ed.): *Technological Innovation as an Evolutionary Process*. Cambridge University Press.
24. Zizzo, D. J. (2002): Racing with uncertainty: a patent race experiment. *International Journal of Industrial Organization*, 20(6), pp. 877–902.

#### ABSORPTIVE CAPACITY AND INNOVATION – A PATENT RACE MODEL

In this paper we model a patent race where, in contrast to previous studies, the role of absorptive capacity is incorporated. This means that the efficiency of a firm's innovative activity depends on previously accumulated knowledge, that is,

its past R&D activity. The presented model, due to its complexity, is not solved analytically, but analysed through computer simulations. Our results complement previous findings about patent races. The results emphasise that including absorptive capacity in the model, not only the initial distance from the innovation plays a differential role between firms but a second kind of difference emerges, called “dynamic lead” in the paper. This dynamic lead stems from different absorptive capacities. In this setting, a firm which is initially farther away from the innovation can win the patent race if its absorptive capacity is sufficiently higher than that of its rival’s.