

A ROMERI TUDÁSTERMELÉSI FÜGGVÉNY SÚRLÓDÁSAI¹

BESSENYEI ISTVÁN – GYÖRFY LEHEL

Pécsi Tudományegyetem – Babeş-Bolyai Tudományegyetem

Valóban egyre nehezebb új ötletekre lelni? Tették fel a kérdést 2020-ban Bloom és szerzőtársai az *American Economic Review* hasábjain. Empirikus kutatásaik szerint a válasz igen: a kutatói teljesítmény világszerte kimutatható ütemben csökken. Ez a tanulmány a csökkenés okainak egy lehetséges magyarázatára vállalkozik. Azt vizsgáljuk, hogy a K+F ráfordítások dinamikus növekedése miért nem eredményez magasabb termelékenységet? A kérdés azért különösen fontos, mert Solow modellje szerint az életszínvonal növelésének egyetlen módja a termelékenység emelése. A választ Romer tudástermelési függvényének mikroszintű megalapozásában keressük, ami rámutat e függvény sűrűlódásaira. Megmutatjuk, hogy a kutató, vagy kutatóintézet környezetéből érkező jelzések mind az intratemporális, mind pedig az intertemporális döntéseket torzíthatják. A torzulás egyrészt azt eredményezi, hogy a kutatómunka fókuszába nem a vállalati szektor termelékenységének növelése, hanem a publikációs teljesítmény kerül, másrészt a fiatal kutatók irracionálisan kevés időt fordítanak tudásuk bővítésére. A fenti jelenségek kimutatása szükségessé teszi a romeri tudástermelési függvényben egyetlen változóba összefoglalt termelékenységi tudás mélyebb struktúrájának feltárását. Ehhez egy irányított, végtelen gráfot fogunk bevezetni.

1 Bevezetés

A Romer (1990) cikkében bevezetett tudástermelési függvény azt a kézenfekvőnek tűnő összefüggést fejezi ki, mely szerint a K+F szektor rendelkezésre álló erőforrások, elsősorban az itt alkalmazott munka nagyobb mennyisége, a teljes tényezőtermelékenység (TFP) gyorsabb ütemű növekedését eredményezi. Ez az összefüggés azért lényeges, mert Solow (1956) ma már általánosan elfogadott modelljéből következik, hogy hosszú távon az egy főre eső GDP növekedési ütemét a TFP növekedési üteme határozza meg. Ha az életszínvonalat az egy főre eső fogyasztással mérjük, akkor konstans foglalkoztatási és fogyasztási hányad esetén az életszínvonal növelésének egyetlen forrása a TFP növekedése. Romer megállapítását támasztja alá újabban Herzer (2022) különböző országokra kiterjedő empirikus vizsgálata, mely szerint továbbra is szoros összefüggés áll fenn, elsősorban a közepes jövedelmű országokban a TFP növekedési üteme és az adott ország K+F ráfordításai között. Ezt az

¹Beérkezett 2026. január 21. DOI: <https://doi.org/10.15170/SZIGMA.57.1313>. E-mail: bessenyei.istvan@ktk.pte.hu, lehel.gyorfy@econ.ubbcluj.ro

összefüggést hangsúlyozta továbbá a Magyar Nemzeti Bank 2023. évi Növekedési jelentése is.

Az utóbbi évek empirikus vizsgálataiban azonban a termelékenység növekedésében végbemenő lassulásról számolnak be, annak ellenére, hogy ugyanakkor a K+F szektor egyre több erőforráshoz jut. Tanulmányunk célja az ezen ellentmondás mögött meghúzódó okok feltárása.

Több fejlett ország empirikus adatait elemezve mutatja be a munka termelékenységének növekedési ütemében az utóbbi időben végbement visszaesést Goldin és társainak (2020) cikke, továbbá Fernald és Inklaar (2024). Az utóbbi tanulmány szerint hasonló a helyzet a teljes tényezőtermelékenység esetében is. Ez a hasonlóság nem is meglepő, ha a tőke és munka közti helyettesítés rugalmasságát egységnyinek tételezzük fel, és a vállalati szektor rendelkezésére álló termelési technológiát egy lineárisan homogén, Cobb–Douglas-típusú termelési függvényvel írjuk le. Legyen tehát $Y(t) = A(t) \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^{1-\alpha}$, ahol Y a reál-GDP, K a vállalati szektor rendelkezésére álló tőke, L pedig a munka mennyisége, továbbá A a teljes tényezőtermelékenység, melyet a total factor productivity kifejezésre utalva, gyakran TFP-vel rövidítünk. Ahol ez nem okoz zavart, ott annak jelölését, hogy az egyes változók az idő függvényei, az egyszerűbb írásmód érdekében elhagyjuk. Az empirikus megfigyelések szerint a tőke parciális termelési rugalmassága: $\alpha \approx 1/3$. Ekkor a munka határtermelékenysége: $MP_L = (1 - \alpha) \cdot A \cdot (K/L)^\alpha$, átlagtermelékenysége pedig: $AP_L = A \cdot (K/L)^\alpha$. Ezek szerint mind a munka határtermelékenysége, mind pedig az átlagtermelékenysége egyenesen arányos a teljes tényezőtermelékenységgel.

Elosztva továbbá a termelési függvény mindkét oldalát L -lel, majd a kapott összefüggés természetesen logaritmusát az idő szerint deriválva kapjuk, hogy $\hat{y} = \hat{A} + \frac{1}{\alpha} \hat{k}$, ahol $y = Y/L$ a munka átlagtermelékenysége, továbbá $k = K/L$, és az egyes változók fölé tett kalap azok növekedési rátáját jelöli. \hat{k} növekvő tendenciájára már Káldor (1963) is felhívta a figyelmet. E növekvő tendencia fennállását azóta is számosan ellenőrizték, és Herrendorf és társai (2019) is csupán annyiban árnyalták a megállapítást, hogy k növekedés üteme az 1970-es évek óta az Egyesült Államokban és az Egyesült Királyságban is lassul. $\hat{y} = \hat{A} + \frac{1}{\alpha} \hat{k}$ miatt kétségtelen, hogy a teljes tényezőtermelékenység változatlan ütemű növekedése esetén \hat{k} visszaesése \hat{y} visszaesését eredményezi, azonban például Fernald és Inklar (2024) kimutatták, hogy az utóbbi évtizedekben \hat{A} is visszaesett. Romer (1990) cikke szerint ez a visszaesés a K+F szektor mérséklődő teljesítményére vezethető vissza.

Ha a vállalati szektor termelési technológiáját az $Y(t) = A \cdot K^\alpha \cdot L^{1-\alpha}$ függvény írja le, és ez a technológia $dA/dt = \dot{A} > 0$ miatt egyre termelékenyebbé válik, akkor a termelés során alkalmazható technológia színvonala, azaz a teljes tényezőtermelékenység Romer szerint a K+F szektor korábban nyújtott teljesítményeinek, azaz a teljes tényezőtermelékenység idő szerinti vett deriváltjainak aggregátumaként adódik. Folytonos időben: $A = A(t) = \int_{-\infty}^t \dot{A}(\tau) d\tau$, ahol

$$\dot{A} = \sigma \cdot L_A^\lambda \cdot A^\phi, \quad (1)$$

és σ, λ, ϕ pozitív paraméterek. Ezek szerint a K+F szektor mindenkori \dot{A} teljesítményét az (1) romeri tudástermelési függvény egyrészt a már rendelkezésre álló tudással magyarázza, melyet a teljes tényezőtermelékenység reprezentál, másrészt a K+F szektor rendelkezésére álló munka L_A mennyiségével. A K+F szektorban folyó munka termelékenységét továbbá a σ paraméter határozza meg, melynek nagyságát Romer exogén konstansnak tekinteti.

A romeri tudástermelékenységi függvénnyel kapcsolatban figyelemre méltó irodalmi áttekintést adott legutóbb Ács (2024) cikke. Az összefüggést cáfolva azonban Goldin és társai (2020) az USA példáját idézik, ahol az 1930-as évek óta a TFP növekedési ütemének kismértékű csökkenése mutatható ki, miközben a K+F szektor ráfordításai a 23-szorosára nőttek. Erre a jelenségre a legkézenfekvőbb magyarázat a σ paraméter csökkenő tendenciája. Empirikusan ezt igazolja Bloom és társainak (2020) tanulmánya is. Másrészt viszont a K+F szektor növekvő teljesítményére utal, hogy a tudományos közlemények száma az utóbbi időben dinamikusan emelkedett. Például Curcic (2023) szerint a világszerte megjelent akadémiai cikkek száma 2018 és 2022 között 22,78 százalékkal nőtt. Mégis úgy tűnik, hogy a publikációs tevékenység ezen fellendülése egyre kevésbé képes hozzájárulni a TFP növekedéséhez, ami legalábbis a romeri tudástermelési függvény sűrűlódásait jelzi. Cikkünkben e sűrűlódásokra kísérünk meg magyarázatot adni.

Abból a feltevésből indulunk ki, hogy bár világszerte jelentős társadalmi igény mutatkozik a termelékenység bővítésére, a tudományos közlemények szerzői, azaz a kutatók mégis másfajta igényekkel találják szembe magukat. Úgy tűnik, ez a helyzet Magyarországon is. Például a Magyar Nemzeti Bank 2022. évi Termelékenységi jelentése ugyan a hazai szerzők csúcspublikációjának számában bekövetkezett érdemi növekedéséről számolt be, a 2023. évi Növekedési jelentés mégis kénytelen megállapítani, hogy hazánkban a K+F ráfordításokra jutó szabadalmak száma 2004 és 2020 között csökkenő tendenciát mutatott. Hasonló jelenségről tanúskodnak az erőteljes fellendülést mutató kolozsvári régió vállalatvezetői körében folytatott mélyinterjúk is. Meglátásuk szerint a nemzetközi q1-es vagy q2-es lapoktól nem várhatnak az általuk irányított vállalat termelékenységének javítását közvetlenül vagy közvetve előmozdító cikkeket, olvasási szokásaik ennél fogva nem terjednek túl a Harvard Business Review-n.

Az ellentmondás tisztázásához megkonstruáljuk a tudományos kutatómunka egy mikroszintű modelljét. Ez a modell eltér mind a vállalati termelőtevékenység közismert modelljétől, mind pedig Romer tudástermelési függvényének megalapozásától, ugyanis az alábbiakból indulunk ki:

- A kutatás közvetlen eredménye nem valamilyen termék, vagy szolgáltatás, hanem az eredményeket rögzítő dokumentum, ami nem is feltétlenül nyilvános.
- Ilyen dokumentumok (tankönyvek, tudományos közlemények, lektori vélemények, jegyzetek, technológiai leírások stb.) ismerete alkotja a kutató tudásbázisát, melyre munkája során támaszkodik. Ez a tudás-

bázis a társadalomban felhalmozott tudás része, mely növelhető, de semmilyen módon nem csökkenthető.²

- Lényeges kutatási eredmények eléréséhez a megfelelő tudásbázis mellett szükség van még időre és további pénzügyi erőforrásokra, mely utóbbiak egyúttal költségtényezőként is jelentkeznek.

A K+F szektorba tartozó szervezeti egység akár egy nagyobb termelővállalaton, például egy gyógyszergyáron belül is létrejöhet. Ebben az esetben a kutatás révén elért eredmények elsősorban ezen vállalat termelékenységét növelik, bár ez a hatás makroszinten is jelentkezik. Gyakori azonban, hogy a kutatás–fejlesztés önálló, többnyire a kormányzat által finanszírozott kutatóintézetekben történik, s az elért eredményeket tudományos folyóiratokban publikálják, ilyen módon közvetítve azokat a többi kutató, illetve a vállalati szakemberek felé. Jelentőségük miatt e folyóiratok szerkesztőbizottságainak viselkedése, az általuk közvetített értékek további elemzésünkben központi szerepet játszanak. Annak érdekében, hogy élesebb eredményeket kapjunk, két feltevést teszünk:

1. Nincsenek parazita folyóiratok, ennél fogva a szerkesztőbizottságoknak nem célja árbevételük feltétel nélküli növelése. Az egyes cikkek közléséről szóló döntések a szerzők által befizetett különféle díjaktól függetlenek, e döntések kizárólag a közlésre szánt kéziratok tudományos értékét veszik alapul.
2. A hivatkozások kivétel nélkül érdemiek, reciprok sémák nem működnek. Ez azt jeleneti, hogy valamely cikk meghivatkozását senki nem tekinti olyan szívességnak, melynek közvetlen vagy közvetett viszonzását várja.

Ez a két feltevés azért is fontos, mert napjainkban a társadalom K+F szektorral szemben támasztott elvárásait elsősorban a kiadók és a tudományos folyóiratok szerkesztőbizottságai közvetítik a kutatók felé. Tevékenységük még a vállalati kutatóegységek számára is meghatározó, mert az itt dolgozók tudásbázisát is nagyrészt a már megjelent könyvek és cikkek határozzák meg. Másodsorban a kutatástámogatásokról döntő intézmények, döntéseik során többnyire a támogatásért folyamodó pályázó korábbi publikációs teljesítményét veszik alapul. Mindezek miatt ez a közvetítőtevékenység további elemzésünkben központi szerepet játszik.

A vállalati szektor által finanszírozott kutatások eredménye az esetek nagy részében ugyan nem nyilvános, azok szabadalmi oltalom alá esnek. Előbb-utóbb azonban ezek is a társadalom rendelkezésére álló tudás részévé válnak, hisz a szabadalmi oltalom csupán véges időre szól.

A következő szakaszban a K+F szektor által felhalmozott tudás szerkezetét, továbbá az egyes szerkezeti elemek két lehetséges értékelését mutatjuk be. A 3. szakaszban szemügyre vesszük, hogy az értékelés miként befolyásolja a kutatások irányát, azaz a kutató intratemporális döntéseit. A 4. szakaszban

²Miként Bulgakov A Mester és Margaritában írja: „Kézirat nem ég el.”

a kutató intertemporális döntését elemezve azt vizsgáljuk, miként dönt a kutató arról, hogy a rendelkezésére álló időt ismereteinek bővítésére fordítsa, vagy inkább a társadalmi tudás bővítésére. Az 5. szakasz a kutatás néhány lehetséges további irányát jelöli ki, míg az utolsó összegez és következtetéseket von le.

2 A felhalmozott tudás

Abból indulunk ki tehát, hogy a vállalati szektor rendelkezésére álló technológia dokumentumokban testesül meg. Modellünkben azonban egy, a már elkészült dokumentumoknál bővebb halmazt vezetünk be. Követve a magyar szakzsargont, papíroknak fogjuk nevezni

- a tudományos folyóiratokban megjelent cikkeket és a szakkönyveket, továbbá a szerző által publikált műhelytanulmányokat és preprint papírokat. Ezek halmazát jelölje P .
- a nem publikált, de már létező kéziratokat, lektori véleményeket, technológiai leírásokat, függetlenül attól, hogy azokat közlésre szánják-e, vagy sem. Ezek halmazát jelölje I , és
- azokat a kéziratokat, melyeket még nem írtak meg, sőt, esetleg soha nem is fognak megírni. Ezek halmazát jelölje N .

Ekkor az összes papír halmaza $\Pi = P \cup I \cup N$, melyen a fenti felsorolás mindenkor egy ω osztályozást definiál. N -nel ellentétben P és I véges halmazok, továbbá, mivel egyre újabb és újabb kéziratok születnek, illetve kerülnek publikálásra, számosságuk folyamatosan változik, ennél fogva $\omega = \omega(t)$, ahol t továbbra is az idő.

Mivel napjainkban számos folyóiratcikk foglalkozik statisztikai adatbázisok ökonometriai elemzésével, érdemes megjegyezni, hogy a statisztikai adatbázisokat tartalmazó dokumentumokat is papíroknak tekintjük, ami az ω osztályozás szempontjából semmiféle nehézséget nem jelent.

A romeri tudástermelési függvény (1) definíciójából következik, hogy $\phi > 0$ miatt $\partial \dot{A} / \partial A > 0$, azaz ceteris paribus minél nagyobb a felhalmozott tudás, annál jobb a K+F szektor teljesítménye. Ez azért van így, mert a tudáselemek egymásra épülnek. A tudáselemek egymásra épülését most úgy vesszük figyelembe, hogy bevezetjük Π egy részberendezését, melyet a \succ szimbólummal jelölünk, és $h_1 \succ h_2$, ha h_1 tartalmaz olyan információt, ami szükséges ahhoz, hogy tudásbázisát az olvasó h_2 -vel bővítse. Ekkor azt mondjuk, hogy h_2 támaszkodik a h_1 -re, vagy a h_1 -ben közölt eredmények egy részére. Például Zalai (2011) támaszkodik Scarf (1967) eredményeire. Megjegyzendő, hogy $h_1 \succ h_2$ -ből nem következik, hogy h_2 hivatkozná h_1 -et. Ennek két oka is lehet:

1. h_1 helyett hivatkozhatja h_3 -at is, amennyiben a h_2 megértéséhez szükséges információt nem csak h_1 tartalmazza, hanem h_3 is. Ebben az eset-

ben azonban $h_3 \succ h_2$ is fennáll, és azt mondjuk, hogy h_2 szempontjából h_1 és h_3 redundáns papírok.

2. h_2 szerzője feltételezi, hogy valamennyi olvasó rendelkezik a h_1 -ben közölt ismeretekkel, így a hivatkozás fölösleges. Ettől függetlenül azonban $h_1 \succ h_2$ fennáll.

Az egyes tudáselemek egymásra épülésének ilyen, részberendezés segítségével történő megjelenítése egyébként távolról sem új módszertani fogás. Ezt alkalmazza például Szendrei (2004) tankönyve, ahol a papírok, mint tudáselemek szerepét az egyes fejezetek töltik be.

Az (1) összefüggéssel szemben azt tesszük fel, hogy a termelési technológia mindenkori színvonalát a már publikált, illetve a még nem publikált, de már létező papírok halmazai határozzák meg, azaz $A(t) = \varphi(I(t), P(t))$. Kézenfekvő feltenni továbbá, hogy ha a t_0 időpontban új papírral bővül akár a P , akár az I halmaz, akkor $\forall t > t_0 : A(t_0) \leq \varphi(I(t), P(t))$. A növekedés két okból is bekövetkezhet. Egyrészt az új papír közvetlenül is hozzájárulhat a termelékenység növeléséhez. Másrészt az újonnan megszülető papírra később olyan további papírok támaszkodhatnak, melyek közvetve, vagy közvetlenül a termelékenység javulásához járulhatnak hozzá.

Legyen $h \in I$, ekkor $\varphi(P, I) < \varphi(P \cup \{h\}, I \setminus \{h\})$, vagyis nagyobb mértékben emeli egy papír a technológia színvonalát, azaz a TFP-t, ha publikálásra kerül, mint ha egy vállalat őrzi, például gyártási titkot képező eljárás leírásaként. Ez akkor is így van, ha elfogadjuk azt a Jones (2002) könyvében részletezett álláspontot, mely szerint a szabadalmak nemzetközi védelme jelentős mértékben hozzájárult a műszaki-technikai haladás gyorsulásához.

Feltesszük, hogy a kutatók szeretnék minél jobb, minél értékesebb papírokat létrehozni, ehhez azonban tisztázni kell, mit értünk egy papír értékén. Bloom és társai (2020) cikkéhez hasonlóan, ehhez alkalmas kiindulási alapot szolgáltat az $\dot{A} = \sigma \cdot L_A$ összefüggés, melyet átrendezve

$$\dot{A} = \sigma \cdot A \cdot L_A$$

adódik, ami az (1) összefüggés speciális esete $\phi = \lambda = 1$ -re. A jobb oldalon σ továbbra is a K+F szektor termelékenységét mérő paraméter, L_A pedig a kutatás során felhasznált kutatói munka mennyisége. Ezek szerint a K+F szektor outputját Bloom és társai, Romerhez hasonlóan, a rendelkezésre álló inputokkal magyarázzák. A jelen tanulmány azonban más utat választ: a K+F szektor teljesítménye papírokban testesül meg, az egyes papírok értékét pedig output oldalon igyekszünk megragadni. Azt kívánjuk tehát mérni, hogy egy-egy papír milyen mértékben járul hozzá a termelés rendelkezésére álló technológia színvonalának javításához. Ez az érték annak ellenére definiálható, hogy nagyságát $I \cup P$ legtöbb elemére nem tudjuk pontosan megmérni, ezzel kapcsolatban csupán valamiféle várakozást képezhetünk. Így valamely h papír értékét létrejöttekor, azaz a t_0 időpontban az alábbi módon definiálhatjuk:

$$V_A(h) = \int_{t_0}^T \varphi(I(t), P(t)) - \varphi(I(t) \setminus \{h\}, P(t)) dt \quad (2)$$

ahol h az újonnan létrejött papír, t_0 pedig a létrehozás időpontja. Ezek szerint $V_A(h)$ azt méri, hogy a (t_0, T) időszakban mennyivel romlana a TFP, ha a h papír nem jött volna létre. T értékére semmiféle megszorítást nem teszünk. Természetesen, a gyakorlatban valamely papír értéke a (2) definíció alapján legfeljebb mikroszinten számítható ki. Egy vállalat esetében ugyanis meghatározható, hogy a vállalat termelékenységét mennyiben javítja valamely gyártási eljárás, műszaki leírás, vagy receptúra, és ez a nagyság a vállalat értékének meghatározása során meg is jelenik. Félelmetes nehézségekkel találunk szembe magunkat ugyanakkor, ha makroszinten kellene meghatározni, hogy mennyivel lenne rosszabb valamely nemzetgazdaság termelékenysége abban az esetben, ha például a Scarf (1967) cikkében közölt eredmények nem állnának rendelkezésünkre. E nehézségek ellenére a (2) formula elvileg alkalmas bármely papír makroszinten történő értékelésére, csakúgy, mint például a társadalmi jólét fogalma³ a jólét mérésére, dacára annak, hogy Arrow (1963) lehetetlenségi tétele szerint az ezt mérő társadalmi jóléti függvény az elemi demokratikus elvek betartásával nem konstruálható meg.

Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a fenti értékelési nehézségek ellenére egy-egy tudományterület felkészült szakemberei többnyire egyértelműen el tudják dönteni, hogy két papír közül melyik járul hozzá nagyobb mértékben a termelékenység növeléséhez, ennél fogva a (2) értékelőfüggvény helyett a hasznosság ordinális elméletéhez hasonlóan a papírok halmazán is be lehetne vezetni egy erős vagy gyenge preferenciarendezést. Tanulmányunkban azonban ezzel a lehetőséggel nem élünk.

Mivel a társadalmi jólét mérése a gyakorlatban rendkívül nehéz, helyette többnyire a jóval egyszerűbben meghatározható egy főre eső fogyasztás használatos.⁴ Éppígy egy papír értékelése során is célszerűbbnek tűnik valamilyen könnyebben meghatározható mutatószám után nézni. A Magyar Nemzeti Bank 2022. júliusi Termelékenységi jelentésében a K+F szektor kimeneti indikátorai közt különös figyelmet szentel az egyes dokumentumok idézettségének, ezért a most bevezetésre kerülő, alternatív értékelés alapja az egyes papírokra kapott hivatkozások mennyisége lesz:

$$V_R(h) = \sum_{t=0}^T q^t \cdot r_t(h), \quad (3)$$

ahol $r_t(h)$ a h papírra a t periódusban történt hivatkozások száma, és a $0 < q \leq 1$ paraméter az idézés időpontjának jelentőségét reprezentálja. A (3) definíció feltételezi a hivatkozó lapok homogenitását, ami jelentős egyszerűsítés. Ennél kifinomultabb formula is alkalmazható lenne, mely nagyobb súllyal venné figyelembe például a q_1 -es lapokban történő hivatkozást, mint a q_2 -es lapokban fellelhető, következtetéseinket azonban mindez nem befolyásolja jelentős mértékben. Az értékelés még szofisztikáltabb lehetőségeit ismerteti például Abramo és D'Angelo (2014) cikke.

³Lásd pl. Kopányi (1993), vagy Kydland és Prescott (1982)

⁴Lásd pl. Phelps (1961)

Míg tehát a (2) formula egy papír értékét a TFP-hez való hozzájárulása alapján határozza meg, addig (3) a papírra érkező hivatkozások alapján. A kutatók és szerkesztőbizottságok természetesen egyik formula szerint sem képesek egy papír értékét pontosan meghatározni, de mindkettővel kapcsolatban képezhetnek racionális várakozásokat. Ezek szerint $V_A(h)$ -t és $V_R(h)$ -t véletlen nagyságoknak tekintjük. Elfogadva a Magyar Nemzeti Bank által is használt kimeneti indikátor relevanciáját, feltesszük, hogy a két véletlen nagyság közt fennálló korreláció pozitív, tehát általában az a papír kap több hivatkozást, amelyik a termelékenységét nagyobb mértékben képes növelni.

A kutatók, szerkesztőbizottságok és a mögöttük álló tudományos és szakmai közösségek természetesen értékesebbnek tekintik azt a papírt, amelyik több hivatkozást kap, illetve nagyobb mértékben növeli a termelékenységet, ezért az értékelés során a (2) és (3) függvények valamiféle látens aggregátumából indulnak ki. Feltevésünk szerint ez az alábbi CES függvénnyel modellezhető:

$$V(h) = \left(\alpha(V_A(h))^{-\psi} + (1 - \alpha)(V_R(h))^{-\psi} \right)^{-\frac{1}{\psi}}, \quad (4)$$

ahol $0 \leq \alpha \leq 1$ és $-1 \leq \psi \neq 0$. Fontos rámutatni, hogy mind a (2), mind pedig a (3) értékelés során t_0 az új papír létrehozásának időpontját jelenti, így a (4) függvény esetében is hasonló a helyzet. Számítani lehet ugyan rá, hogy ha ezekben a formulákban t_0 helyére egy későbbi időpontot írunk, például $t_1 = t_0 + \bar{t}$ -t, ahol $\bar{t} > 0$ tetszőleges konstans, akkor $T = T + \bar{t}$ esetén mindegyik értékelőfüggvény más eredményt adna. Ez azért van így, mert a \bar{t} időszak alatt publikálásra kerülhetnek további papírok, melyek h TFP-re gyakorolt hatását, vagy a rá érkező hivatkozások mennyiségét módosíthatják.

A (4) értékelőfüggvény alkalmazása esetén az azonos értékű papírok a (V_R, V_A) síkban egy-egy negatív hajlású, origóra konvex görbére illeszkednek, a görbéhez húzható érintő meredeksége pedig:

$$\frac{dV_A}{dV_R} = -\frac{1 - \alpha}{\alpha} \left(\frac{V_A}{V_R} \right)^{1+\psi}.$$

Ezek szerint átváltás van a kétféle értékelés között: így azonos \bar{V} értékű lehet egy olyan papír, mely kevesebb hivatkozásra számíthat, ám a TFP-t nagyobb mértékben emeli, és egy olyan papír, mely esetében fordított a helyzet. A helyettesítés ψ paramétere azt méri, hogy az egyik fajta értékelés mennyiben képes helyettesíteni a másikat. Például $\psi = -1$ esetén a helyettesítés tökéletes, a $\psi \rightarrow \infty$ esetben azonban a kétféle értékelés nem helyettesíti egymást, így nincs átváltás. Legyen most \bar{V} pozitív konstans. Tekintve a $\bar{V} = V(V_A, V_R)$ görbe pontjait, nem állítható, hogy mindegyikhez létezne az egyenlőséget kielégítő papír, és az sem állítható, hogy ilyen papír véges időn belül létrejön.

Megjegyzendő továbbá, hogy $h_1 \succ h_2$ -ből nem következik, hogy tetszőleges $0 \leq \alpha \leq 1$ -re $V(h_1) < V(h_2)$ fennáll. Ez a helyzet például, ha $h_1 =$ Romer (1990) és $h_2 =$ Bloom és társai (2020).

3 A kutató intratemporális döntései

Ebben a szakaszban azt vizsgáljuk, hogy az előzőben bevezetett ω osztályozás hogyan változik, azaz miként megy végbe az I és P halmazok bővülése, és ezt a bővülést miként befolyásolják a (4) függvény paraméterei. Legyen Ω az összes lehetséges osztályozás halmaza, azaz $\Omega = \{\omega\}$, ekkor Ω -n értelmezhetők a $\mathbf{new}(h) : \Omega \rightarrow \Omega$ műveletek, ha $h \in N$. Legyen $\omega' = \mathbf{new}(h)$, ekkor ω' ekvivalenciaosztályaira érvényes, hogy $h \in I$, egyébként az ekvivalenciaosztályok változatlanok. Ez annyit jelent, hogy létrejött a h kézirat. Az előző szakaszban bevezetett (2), (3) és (4) függvények tulajdonképpen a $\mathbf{new}(h)$ műveletet értékelik.

Egy kézirat létrehozásának azonban legalább két feltétele van:

1. Költség Feltételezzük, hogy $\mathbf{new}(h)$ végrehajtása annál költségesebb, minél értékesebb kézirat jön létre, úgy a (2), (3), mint a (4) értékelőfüggvény esetében. Ezért egy CES típusú költségfüggvényt definiálunk:

$$\begin{aligned} TC(\mathbf{new}(h)) &= TC(h) = TC(V_A(h), V_R(h)) = \\ &= Q \cdot \left(\beta(V_A(h))^{-\mu} + (1 - \beta)(V_R(h))^{-\mu} \right)^{-\frac{d}{\mu}}, \end{aligned} \quad (5)$$

ahol a $TC(h)$ jelölést csupán az egyszerűbb írásmód érdekében vezettük be. $0 < \beta < 1$, és feltevésünk szerint a határkölségek növekvők, ezért $d > 1$, továbbá $\mu < -1$.

Kényelmes lenne $\mu = \psi$ és $\alpha = \beta$ teljesülését feltételezni, mert ekkor (5) a $TC(h) = Q \cdot V(h)^d$ alakra egyszerűsödne. Csakhogy az (5) költségfüggvény paraméterei az értékelést végző közösség preferenciáit meghatározó minden szubjektív elemtől, így α -tól is függetlenek. (5) paramétereit az értékelésre kerülő papírt létrehozó kutató adottságai határozzák meg. Ezért $\mu = \psi$ és $\alpha = \beta$ fennállása nem tételezhető fel. Ennek ellenére Q -t a továbbiakban a publikációs tevékenység határkölség-paraméterének fogjuk nevezni. Ezt már csak azért is megtehetjük, mert mind a TFP javulása szerint vett $\partial TC(h)/\partial V_A(h)$ határkölség, mind pedig a hivatkozások szerint vett $\partial TC(h)/\partial V_R(h)$ határkölség egyenesen arányos Q -val. Q meghatározódásával részletesebben majd a 4. szakaszban foglalkozunk, nagyságát addig exogén adottságnak tekintjük.

2. Felkészültség Kézenfekvő feltenni, hogy a publikációs tevékenység határkölség-paramétere a kutató vagy kutatócsoport rendelkezésére álló tudásbázistól függ, e tudásbázis jelentősége azonban lényegesen nagyobb. A kutató vagy kutatócsoport ugyanis csak olyan papírt képes létrehozni, melynek megalkotásához szükséges ismereteknek a birtokában van. Legyen $B(h_0) \subset I \cup P$ olyan, hogy $\forall h \in B(h_0) : h \succ h_0$, és $h \notin B(h_0)$ esetén $h \succ h_0$ nem áll fenn. Ekkor $B(h_0)$ -t a h_0 papír által feltételezett teljes tudásbázisnak tekintjük. A legtöbb h_0 papírra az igaz, hogy $B(h_0)$ összes elemét egyetlen kutató vagy kutatócsoport sem ismeri. Azért nem, mert $B(h_0)$ rendszerint h_0 szempontjából számos redundáns papírt is tartalmaz. A h_0 szempontjából redundáns papírok kihagyásával $B(h_0)$ részhalmazainak $B_i(h_0) \subset B(h_0)$

egy véges sorozatát kapjuk, és $B(h_0) = \cup_i B_i(h_0)$. Legyen $\overline{B} \subset I \cup P$ a kutató vagy kutatócsoport által ismert papírok halmaza. Amennyiben $\exists i : B_i(h_0) \subseteq \overline{B}$, azt mondjuk, hogy a kutató rendelkezik a h_0 papír által feltételezett tudásbázissal, amit így jelölünk: $\overline{B} \triangleright h_0$. A h_0 papír által feltételezett tudásbázist ezek szerint a teljes tudásbázis számos, egymástól különböző részhalmaza is tartalmazhatja. Legyen továbbá $h' \notin \overline{B}$, és $\overline{B}' = \overline{B} \cup \{h'\}$. Ekkor $\overline{B} \triangleright h_0 \implies \overline{B}' \triangleright h_0$, ugyanakkor h' irreleváns a h_0 papír szempontjából.

Egy új papír rendszerint az általa feltételezettnél szélesebb tudásbázison jön létre, azaz $\overline{B} \triangleright h_0$ esetén többnyire $B_i(h_0) \subset \overline{B}$. Másrészt a nagyobb tudásbázis általában megteremti annak lehetőségét, hogy az új papír alacsonyabb költséggel jöhessen létre. Az imént bevezetett \overline{B} és \overline{B}' halmazokra tehát feltesszük, hogy $\forall h' \in I \cup P : Q(\overline{B}') \leq Q(\overline{B})$, ahol $Q : \tilde{P}(I \cup B) \rightarrow \mathfrak{R}_+$, és \mathfrak{R}_+ a nemnegatív valós számok halmaza, továbbá $\tilde{P}(I \cup P)$ $I \cup P$ hatványhalmaza.

A tárgyalás teljessége és az 5.3 pontban bemutatásra kerülő további kutatási irány felvázolása érdekében megjegyezzük, hogy az imént bevezetett \overline{B} és \overline{B}' halmazok felhasználása révén definiálni lehetne még az egyes papírok szubjektív, azaz kutatónként eltérő értékelését is. Eszerint $V_j(h') = Q(\overline{B}_j) - Q(\overline{B}'_j)$, ahol az értékelés szubjektív voltát a j alsó index jelzi, mely a j -edik kutatóra utal. Különböző kutatók azonos papírra vonatkozó szubjektív értékelése egyrészt azért lehet eltérő, mert más-más ismerethalmazzal rendelkeznek, másrészt azonos ismerethalmazzal rendelkező kutatók eltérő képességei és készségei következtében is előfordulhat, hogy munkájuk költségigényét ugyanazon papír megismerése eltérő mértékben csökkenti. Ha a (2) és (3) értékelőfüggvények az értékelést végzőtől függetlenek, az ezekből származtatott (4) értékelés is objektív, ami jelentős előny az imént bevezetett szubjektív értékeléssel szemben. Az egyes papírok szubjektív értékelésének mindössze annyi jelentősége lehet, hogy amennyiben a kutató publikációiban általa magasra értékelt papírokra hivatkozik, akkor e hivatkozások a hivatkozott papírok (3) révén kapott értékét növelik. Ekkor viszont a (3) értékelőfüggvény abban az esetben sem mentes szubjektív elemektől, ha a hivatkozások az 1. szakaszban mondottak szerint kivétel nélkül érdemiek, továbbá (4) is csak $\alpha = 1$ esetén lenne minden szubjektív elemtől mentes.

Legyen \overline{B} továbbra is rögzített, ekkor az (5) költségfüggvény (V_R, V_A) koordinátarendszerben megjeleníthető, origóra konkáv szintvonalaihoz, vagy isocostjaihoz húzható érintő meredeksége:

$$\frac{dV_A}{dV_R} = \frac{1 - \beta}{\beta} \left(\frac{V_A}{V_R} \right)^{1+\varphi}.$$

Mint látható, e szintvonalakhoz húzható érintő meredeksége mind a határköltség-paramétertől, mind pedig a kutató felkészültségét reprezentáló tudásbázistól független, csupán V_A és V_R arányától függ. A választ arra a kérdésre, hogy végtelen sok lehetősége közül a kutató melyik $\text{new}(h^*)$ műveletet hajtja

vége, az alábbi feltételes szélsőértékprobléma adja meg:

$$\begin{aligned} \max \quad & V = V(\mathbf{new}(h^*)) \\ \text{s.t.} \quad & TC(h^*) \leq \overline{C} \\ \text{és} \quad & \overline{B} \triangleright h^*, \quad h^* \in N, \end{aligned} \quad (6)$$

ahol \overline{C} a rendelkezésre álló költségkeret exogén adottság, csakúgy, mint a kutató ismereteinek állományát reprezentáló \overline{B} halmaz. V a (4) formula által, a $\mathbf{new}(h)$ művelet végrehajtásakor szolgáltatott értékelés. A megoldás során nehézséget jelent, hogy a $h^* \in N$ feltétel teljesülését a kutató nem képes ellenőrizni, mert számára az I részhalmaz teljes egésze ismeretlen. Ezt a nehézséget az (1) romeri tudástermelési függvényben a $0 < \lambda < 1$ paraméterezéssel lehet figyelembe venni. Ha tehát a kutató papírját publikálásra szánja, akkor be kell érnie a $h^* \succ h^0 \in P$ és $V(h^*) - V(h^0) < \Delta K$ feltétel vizsgálatával, ahol ΔK a papír szerkesztőbizottságok által jelentősnek tekintett többletértéke. Ha ez a két feltétel teljesül, akkor h^* nem tartalmaz jelentős új eredményt, közzlése ennél fogva nem várható. A vizsgálat szükségessé teszi tehát P vonatkozó részhalmazának, azaz a releváns szakirodalomnak az átfogó ismeretét. Ez annál is fontosabb, mert ezen ismeret révén \overline{B} bővül, így a (6) probléma jobb megoldásához lehet jutni. \overline{B} bővítése azonban időigényes. Ezzel telnek egyrészt az oktatásban eltöltött évek, de a PhD képzést befejező kutatóknak is tovább kell bővítenie ismereteit, azaz a \overline{B} halmazt. Ez a bővítés annál inkább szükséges, mivel a K+F szektor folyamatos tevékenysége révén P is folyamatosan bővül. Mindebből az következik, hogy a (6) probléma $K \leq V(h^*)$ feltételt kielégítő megoldása ma lényegesen bővebb \overline{B} halmazt tételez fel, mint akár csak tíz évvel ezelőtt, ahol $K > 0$ a kézirat elfogadási korlátja. Nem valószínű ugyanakkor, hogy a kutatók tudásbázisának bővítésére fordítható idő az ehhez szükséges mértékben nőtt volna. A PhD fokozat megszerzésére rendelkezésre álló idő biztosan nem nőtt, de ugyanez a helyzet a diploma megszerzéséhez szükséges idő esetén is.⁵ A tudásbázis bővítésének időigényével kapcsolatos problémára a 3. szakaszban térünk majd vissza, intratemporális elemzésünknek megfelelően, \overline{B} bővítésének és a $\mathbf{new}(h^*)$ művelet végrehajtásának időigényét ebben a szakaszban figyelmen kívül hagyjuk, megjegyezve, hogy ezt az időigényt a mesterséges intelligencia alkalmazása jelentős mértékben csökkentheti, bár ez az eszköz sem tud I interneten el nem érhető elemeiről. Az optimum elsőrendű feltétele:

$$\frac{V_A(h^*)}{V_R(h^*)} = \left(\frac{\alpha(1-\beta)}{\beta(1-\alpha)} \right)^{\frac{1}{\psi-\varphi}}. \quad (7)$$

A (7) feltétel a $V(V_R, V_A)$ és $TC(h)$ függvények szintvonalainak érintőjeként adódik. Mivel homotetikus függvényekről van szó, ezek az érintési pontok a (V_R, V_A) koordinátarendszerben egy origóból induló skálaegyenes mentén

⁵Erősen kérdéses például, hogy a hazai közgazdászképzésben átadásra kerülő tudásbázis az utóbbi évtizedek során növekedett volna. Lásd Bessenyei (2013)

helyezkednek el, melynek meredeksége

$$\left(\frac{\alpha(1-\beta)}{\beta(1-\alpha)}\right)^{\frac{1}{\psi-\varphi}} > 0.$$

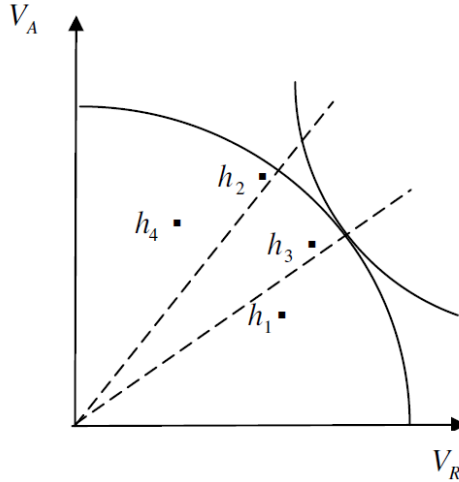
Ebben a szakaszban a költségfüggvény paramétereit exogén adottságnak tekintjük, a (4) értékelőfüggvény paramétereit azonban a tudományos közösség szubjektív értékítéletét számszerűsítik. Megjegyzendő, hogy egy-egy tudományterületen több, egymástól független szakmai közösség is létezhet, s ennek megfelelően egy-egy szakmai közösség rendszerint látens konszenzust alakít ki α és ψ értékével kapcsolatban. Ennek során α nagyságát az határozza meg, hogy a közösség milyen súllyal veszi figyelembe egy papír termelékenységnövelő hatását a hivatkozásokkal szemben. Könnyen látható, hogy a (7) optimumfeltételt kielégítő skálaegyenes annál meredekebb, minél nagyobb az α paraméter, továbbá minél nagyobb ψ , azaz minél kevésbé képes az egyik fajta értékelés alacsony voltát a másik kompenzálni.

Ugyanakkor nem állítjuk, hogy a kutató által létrehozott papír (4) alapján történő értékelése által meghatározott pont biztosan ezen a skálaegyenesen fog elhelyezkedni. Egyrészt azért nem, mert lehet, hogy egyetlen papír sem elégíti ki a (7) feltételt. Másrészt azért nem, mert ha léteznek is a (7) feltételt kielégítő papírok, akkor sem biztos, hogy ezek közt olyan h_i papír is lesz, melyre (6) feltételei teljesülnek.

Legyenek mármost $h_1, h_2 \in IUP$ és $h_1 > h_2$, és tegyük fel, hogy keletkezésükkor mindkét papírra teljesült a (7) optimumfeltétel. Mint már megjegyeztük, ebből nem következik $V(h_1) \leq V(h_2)$. Azért nem, mert a tudás felhalmozása nem azt jelenti, hogy egyre értékesebb papírok jönnének létre, hanem csupán azt, hogy a $\mathbf{new}(h^*)$ művelet abban az esetben is növeli a tudásbázist, ha $\forall h \in IUP : V(h^*) < V(h)$. Tekintsük most az 1. ábrán bemutatott példát, ahol $\overline{B} \triangleright h_1, h_2, h_3, h_4$. A konkáv görbe a $TC(h) = \overline{C}$ szintvonal, a konvex görbe pedig a (4) értékelőfüggvény egy szintvonala. Hogy a (7) optimumkritérium által meghatározott, szaggatottal berajzolt két skálaegyenes közül melyik van érvényben, az α és ψ paraméterek értékétől függ. Az ábrán a (4) értékelőfüggvénynek egy alacsonyabb α érték mellett adódó szintvonalát tüntettük fel. A kutatónak el kell döntenie, hogy a $\mathbf{new}(h_i)$ ($i = 1, 2, 3, 4$) műveletek közül melyiket hajtja végre, azaz melyik papírt írja meg. Nyilvánvaló, hogy sem a h_1 , sem pedig a h_4 papírt nem fogja megírni, mert az adott feltételek mellett ezeknél értékesebbet is képes alkotni. Hogy a h_2 vagy a h_3 papírt írja-e meg, az α és ψ értékétől függ. Ezek szerint a két paraméter magasabb értéke esetén egy, a termelékenység javításához nagyobb mértékben hozzájáruló papír születik, míg alacsonyabb értékek esetén egy olyan, amelyik a termelékenységet kevésbé növeli, de több hivatkozásra számíthat. (A (4) látens értékelőfüggvény 1. ábrán feltüntetett szintvonala az utóbbi döntést eredményezi.)

A (6) szélsőértékprobléma tehát úgy értelmezhető, hogy a kutató igyekszik eleget tenni a tudományos közösség elvárásának, melyet számára a (4) értékelőfüggvényre vonatkozó elképzelése közvetít. Ennek során azonban figyelembe kell vennie a költségkorlátot csakúgy, mint saját felkészültségét,

melyet a \overline{B} halmaz határoz meg. A (4) értékelőfüggvény szintvonalai a termelékenység javulásán alapuló (2), és a papírra kapott hivatkozásokat alapul vevő (3) értékelések között fennálló átváltást jelenítik meg.



1. ábra. Papírok és szintvonalak a (V_R, V_A) koordináta-rendszerben

A **new** művelet révén létrehozott papírok azonban többnyire csak néhány átdolgozás után kerülnek publikálásra. (Ha egyáltalán publikálásra kerülnek.) Ezért érdemes bevezetni, a **new** műveletek speciális eseteként, a $\text{rev}(g, h) : \Omega \rightarrow \Omega$ műveleteket, melyek akkor értelmezhetők, ha $g \in \overline{B} \cap I$, és $h \in N$, továbbá $g \succ h$. Ekkor $\text{rev}(g, h) = \text{new}(h)$, és a műveletet végrehajtó kutató várakozása szerint általában $V(g) < K < V(h)$, ahol K továbbra is a papír publikálásához szükséges minimális értéke. Megjegyzendő, hogy a **rev** művelet nem asszociatív, ennél fogva az $(\Omega, \{\text{rev}\})$ algebra még a félcsoporttal szemben támasztott követelményeket sem elégíti ki. Bevezetése ennek ellenére érdekes következtetések levonását teszi lehetővé.

Az átdolgozás költsége, $TC(\text{rev}(g, h)) = TC(\text{new}(h))$, továbbra is az (5) formula szerint adódik. Mivel $g \in \overline{B}$, azt tesszük fel, hogy

$$\frac{\partial TC(\text{rev}(g, h))}{\partial (V(h) - V(g))} > 0.$$

Másrészt $TC(\text{new}(h)) < TC(\text{new}(g)) + TC(\text{rev}(g, h))$, azaz kisebb költséggel jár egyből megírni egy értékeeseb papírt, mint megírni egy kevésbé értékeset, majd azt átdolgozni. Feltevésünk szerint ez az összefüggés egyetlen kutató esetén is érvényes, makroszinten azonban a költségnövekedés még nagyobb, ha az átdolgozást támogató lektori vélemények létrehozásának költségét is számba vesszük.

Mindenekelőtt tisztázzuk, hogy mikor érdemes a $\text{rev}(h_1, h_2)$ műveletet elvégezni, azaz mikor jöhet létre az átdolgozás eredményeként értékeeseb papír?

- (i) Ha $V_A(h_1) < V_A(h_2)$ és $V_R(h_1) < V_R(h_2)$, akkor biztosan érdemes.
- (ii) De érdemes lehet akkor is elvégezni, ha $V_A(h_1) < V_A(h_2)$ és $V_R(h_1) > V_R(h_2)$.
- (iii) $V(h_1) < V(h_2)$ azonban abban az esetben is teljesülhet, ha $V_A(h_1) > V_A(h_2)$ és $V_R(h_1) < V_R(h_2)$.

Az (iii) esetben az átdolgozás eredménye egy olyan papír, mely az átdolgozott-nál kisebb mértékben járul hozzá a TFP növekedéséhez, de több hivatkozásra számíthat, ennél fogva értékeesebb.

Míg tehát a tudás felhalmozása során egy értékeesebb papír megszületését és publikálását akár egy erre támaszkodó, ám kevésbé értékes papír megjelenése is követheti, addig egy papír átdolgozása során, α és ψ értékétől függetlenül, egy legalább (ii) vagy (iii) szerint értékeesebb papír jön létre. A (V_R, V_A) koordinátarendszerben ez azt jelenti, hogy a $\mathbf{rev}(h_1, h_2)$ művelet csak akkor hajtható végre, ha az origó és h_1 által meghatározott téglalap nem tartalmazza h_2 -t.

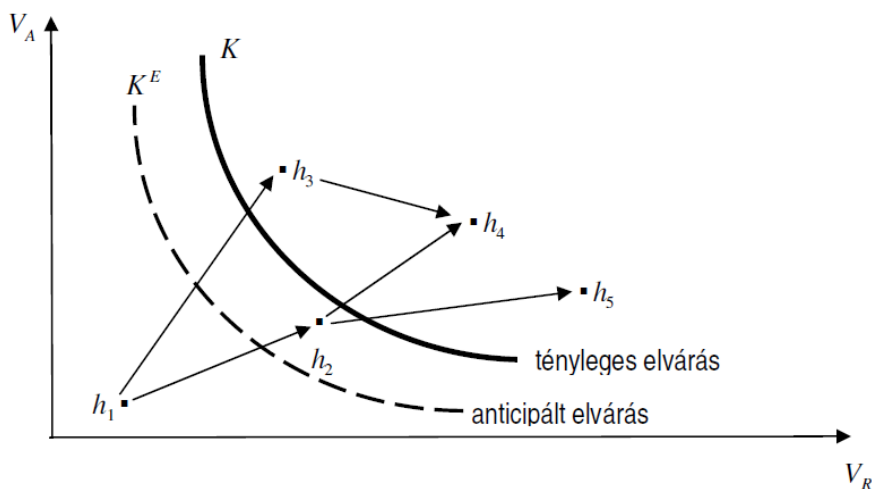
Jelölje \rightarrow a (4) értékelőfüggvény által definiált rendezés és a \succ relációk metszetét. Ekkor \rightarrow egy irányított végtelen G gráfot határoz meg, melynek pontjai Π elemei, élei pedig a \rightarrow -beli párok. Láttuk, hogy a (4) függvény által szolgáltatott értékelés időben változó, ennél fogva a \rightarrow gráf is folyamatosan módosul. De mindenkor fennáll valamennyi élre, hogy egyrészt a végpontját reprezentáló papír értékeesebb, mint a kezdőpontját reprezentáló, másrészt a végpont támaszkodik a kezdőpontra. Így G minden éle az átdolgozás egy-egy lehetséges irányát reprezentálja. Figyelmünket a jelen szakasz további részében a G gráf **new** vagy **rev** művelet eredményeként létrejövő állapotában, mondanivalónk szempontjából releváns részgráfjaira fogjuk összpontosítani.

Legyen $h_n \in P$. Ez lehet egyetlen **new**(h_n) művelet eredménye, de valószínűbb, hogy egy **new**(h_0), **rev**(h_0, h_n), esetleg egy **new**(h_0), **rev**(h_0, h_1), \dots , **rev**(h_{n-1}, h_n) műveletsorozat eredménye. Ez a műveletsorozat egy sikeres publikációs folyamatot reprezentál, és h_0, h_1, \dots, h_n egy irányított utat határoz meg G -ben. A publikációs folyamat során számos további **new**($h_{i,j}$) művelet kerül végrehajtásra, ahol $h_{i,j}$ a h_i papírra kapott j -edik lektori vélemény. \rightarrow definíciójából következik, hogy ha $V(h_{i,j}) < V(h_i)$ akkor $(h_i, h_{i,j}) \notin \rightarrow$, akkor sem, ha $h_{i,j} \succ h_{i+1}$. A továbbiakban azzal az esettel foglalkozunk, amikor $V(h_0) < V(h_1) < \dots < V(h_{n-1}) < K < V(h_n)$, ahol K továbbra is egy papír publikálásához minimálisan szükséges értéke. A 3.1 szakaszban arra az esetre mutatunk példát, amikor a kutató K értékét alulbecsli, a 3.2 szakaszban pedig, amikor az eltérő rangsorolású folyóiratok más-más K elfogadási korláttal dolgoznak.

3.1 Homogén publikációs elvárások anticipált elfogadási korlát mellett

Ebben a pontban feltesszük, hogy a kutató sem α és ψ pontos értékét, sem pedig a közlésre történő elfogadás $V(h) > K$ feltételében szereplő K elfogadási korlát pontos nagyságát nem ismeri, ezért döntései során e nagyságokkal

kapcsolatban csupán anticipációira, azaz várakozásaira támaszkodhat. Példánkban feltesszük, hogy 2. ábrán bemutatott részgráf valamennyi pontjára $\overline{B} \triangleright h_i$ teljesül, továbbá a közlés feltétele $V(h_1) > K^E$, ahol az E felső index az angol expected szóra utal. Ebben a példában először a h_1 papír jön létre. $V(h_1) < K^E$ miatt azonban a kutató nem számíthat arra, hogy kézírata publikálásra kerül. α , illetve ψ magasabb anticipált értéke esetén elvégzi a $\text{rev}(h_1, h_3)$ műveletet, és $K < V(h_3)$ miatt $h_3 \in P$. A $\text{rev}(h_3, h_4)$ művelet ugyan tovább növelné a teljes tényezőtermelékenységet, mégpedig $V_A(h_4)$ mértékben,⁶ azonban $K < V(h_4)$ ellenére nem valószínű, hogy $h_4 \in P$ meg fog valósulni. Azért nem, mert h_4 a már közölt h_3 papír átdolgozása, és emiatt a folyóiratok h_4 közlését elutasító döntése várható, így a $\text{rev}(h_3, h_4)$ műveletre nem kerül sor.



2. ábra. A G gráf egy részlete

Ha azonban a kutató α alacsonyabb értékét anticipálja, akkor $\text{rev}(h_1, h_3)$ helyett a $\text{rev}(h_1, h_2)$ művelet kerül elvégzésre. A kutató ekkor arra számít, hogy az átdolgozás eredményeként egy közölhető kézirat született, $K^E < V(h_2) < K$ miatt azonban a publikációs követelményeket alábecsülte, így további átdolgozás szükséges. Most a kutató a kézhez kapott lektori vélemények alapján dönt, hogy a $\text{rev}(h_2, h_4)$, vagy a $\text{rev}(h_2, h_5)$ műveletet hajtsa-e végre. Az előbbi esetben megjelenő cikk nagyobb mértékben járul hozzá a termelékenység növeléséhez, az utóbbi esetben pedig több hivatkozásra számíthat. Az utóbbi eset $V_A(h_5) < V_A(h_4)$ miatt a termelékenység növelése szempontjából a legrosszabb, hiszen $V_A(h_4) < V_A(h_3)$. Feltesszük, hogy a

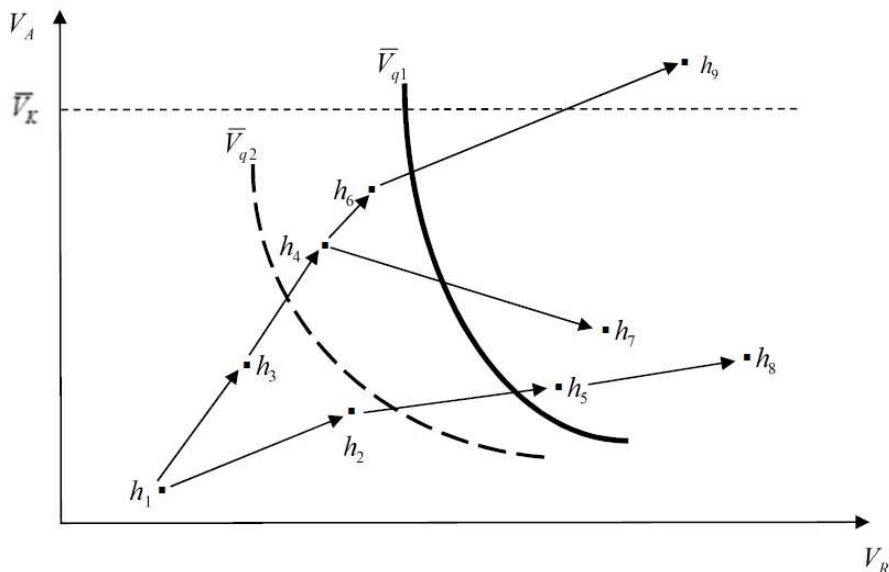
⁶ $V(h_3) > V(h_4)$ miatt ez talán meglepőnek látszik, de előfordulhat, hogy h_4 közlhetőbb, ennél fogva több vállalati szakember képes az abban leírtakat alkalmazni. Természetesen az is előfordulhat, hogy h_4 egy tankönyvben jelenik meg, s nem egy olyan folyóiratban, melynek célja új tudományos eredmények bemutatása. (Ehhez persze az szükséges, hogy publikációs tevékenységét a szerző ne kizárólag folyóiratokban fejtsse ki.)

rendelkezésre álló költségkeret lehetővé teszi az ábrán feltüntetett valamennyi átdolgozást. Mivel a kutató a $\text{rev}(h_1, h_3)$ helyett a $\text{rev}(h_1, h_2)$ műveletet hajtotta végre, a TFP $V_A(h_3)$ mértékű javulása biztosan elmarad. Hogy egy $V_A(h_4)$ mértékű javulás következik-e be, vagy csupán egy $V_A(h_5)$ mértékű, elsősorban az átdolgozást támogató lektori véleményektől függ, melyek a várható TFP-javulás és idézettség relatív fontosságát, illetve a két nagyság közti helyettesíthetőség mértékét közvetítik a szerző felé. α és ψ értékét közvetíthetik továbbá, s így jelentős hatással lehetnek még az átdolgozás irányára a kollégák publikációs tapasztalatai, vagy egyebütt (pl. konferencián) kapott hozzászólások. Több átdolgozásból álló, hosszabb publikációs folyamat esetén ezeknek a véleményeknek, illetve útmutatásoknak a hatása még jelentősebb lehet, de már a 2. ábrán bemutatott, egyszerű példában is előfordulhat, hogy a h_2 -re kapott két lektori vélemény α és ψ jelentősen eltérő nagyságát tükrözi. Így az egyik lektor javasolhat egy $\text{rev}(h_2, h_5)$ irányú átdolgozást, a másik egy $\text{rev}(h_2, h_4)$ irányút. Ebben az esetben a két vélemény egymásnak ellentmondó elemeket tartalmazhat, s a szerző a szerkesztőbizottságtól kérhet további útmutatást. Abban tehát, hogy a K+F tevékenység milyen mértékben járul hozzá a termelékenység növeléséhez, jelentős szerepet játszik, hogy a kutató melyik lapban kívánja cikkét elhelyezni, vagy általánosabban fogalmazva, melyik tudományos közösséghez tartozik. Itt kell megjegyezni, hogy Magyarország kis méretéből következően a tudományos közösségek kicsik, s egy-egy szakterületen csak kevés működik. Ezért van különös jelentősége azon nemzetközi tudományos közösség megválasztásának, mellyel a kutató szorosabb kapcsolatba kerül.

Megjegyzendő továbbá, hogy a h_2 papír ugyan nem került publikálásra, a teljes tényezőtermelékenységet mégis növeli. Egyrészt azért, mert $h_2 \in I$ teljesülése $h_4 \in P$, vagy $h_5 \in P$ szükséges feltétele, másrészt azért, mert esetleges későbbi átdolgozása révén további papírok jöhetnek létre.

3.2 Heterogén publikációs elvárások

Az előző pontban a K elfogadási korlátot a kutató anticipálni volt kénytelen, ugyanakkor feltettük, hogy ez a korlát egyértelműen létezik. A valóság ezzel szemben az, hogy a különböző lapok elfogadási korlátja eltérő. Ebben a szakaszban az egyszerűség érdekében csupán kétféle elfogadási korlátot tételezünk fel. Ennek megfelelően a lapokat q1-es és q2-es osztályba soroljuk, megjegyezve, hogy ez az elhatárolás teljes mértékben elméleti jellegű, azaz minden, a valóságban fellelhető folyóiratbesorolási listától független. Semmi akadályja például annak, hogy Heckman és Moktan (2020) nyomán a q1-es osztályba tartozónak tekintsük a „top 5” lapokat, s q2-be az összes többit. A 3. ábra azon feltevés mellett készült, hogy a q1-es és q2-es lapok eltérő elfogadási korlátot alkalmaznak, és a q1-es lapok csak a q2-eseknél elvártnál értékesebb cikkeket közölnek, így az elfogadási korlátokra $\bar{V}_{q2} < \bar{V}_{q1}$ teljesül. A q2-es lapok elfogadási határa által meghatározott (V_R, V_A) szintvonalat az ábrán szaggatott vonal jelöli, míg a q1-esek elfogadási határát folytonos.



3. ábra. Eltérő publikációs követelmények

Tegyük fel, hogy a publikációs folyamat során \bar{B} csak a lektori véleményekkel bővül, ezek azonban a publikációs folyamat Q határkölség-paraméterét változatlanul hagyják, továbbá $\bar{B} \triangleright h_1, h_2, \dots, h_8$. Legyen továbbá az egyes papírok létrehozásának költsége a következő:

$$TC(h_1) < TC(h_2) = TC(h_3) < TC(h_4) = TC(h_5) = \bar{C} < TC(h_6) = TC(h_7) < TC(h_8) < TC(h_9),$$

ahol például $TC(h_4) = TC(\text{new}(h_1)) + TC(\text{rev}(h_1, h_3)) + TC(\text{rev}(h_3, h_4))$ a h_4 -ig vezető irányított út bejárása során végrehajtott műveletek költsége.⁷ Ezek szerint példánkban a \bar{C} költségvetési korlát egy új papír létrehozását, és legfeljebb kétszeri átdolgozását teszi lehetővé. Ekkor α és ψ értékétől függően vagy a h_4 cikk jelenhet meg egy q2-es lapban, vagy a h_5 cikk egy q1-esben. Az is látható az ábrán, hogy a két lap által alkalmazott elfogadási korlát által meghatározott (V_R, V_A) szintvonalak centrálisan nem hasonlók az origóra, ami azt jelenti, hogy a szerkesztőbizottságok az értékelés során α és ψ eltérő nagyságával számolnak. Most tegyük fel, hogy a költségvetési korlát feloldásra kerül. Ekkor h_4 helyett a h_7 cikk fog megjelenni egy q1-es lapban. Ennél nagyobb mértékben javítaná a termelékenységet a h_6 papír megjelenése, ám annak értéke elmarad a q1-es lapnál alkalmazott \bar{V}_{q1} követelményszinttől.

⁷Hasonló módon lehetne értelmezni a h_4 -ig vezető irányított út során létrejött papírok értékét. Ekkor $V(h_4) = V(h_1) + V(h_3) + V(h_4)$ lenne, amiből $V(h_1) = V(h_3) = 0$ következik. Ez azért valószínű, mert egy papír átdolgozása esetén az átdolgozott papír értéke nullára csökken. Az irányított út bejárása során, ezek szerint, egy-egy pont 3. ábrán feltüntetett koordinátája csak addig releváns, míg ebből a pontból továbblépés nem történik.

Példánkban a kutatástámogatás növelésének, azaz a költségvetési korlát feloldásának a h_4 papír átdolgozása során kettős hatása van: egyrészt egy q2-es cikk helyett egy q1-es születik. Másrészt a magasabb költséggel megszületett, új cikk kisebb mértékben járul hozzá a termelékenység javításához, mint ha a költségvetési korlát fennmarad, és h_4 jelenik meg egy q2-es lapban. Ezek szerint, ha a kutatás költségvetési korlátjának emelése révén egy harmadik átdolgozás is lehetővé válik, akkor előfordulhat, hogy magasabb költségfelhasználással egy, a termelékenység növeléséhez kisebb mértékben hozzájáruló cikk kerül publikálásra, mint az eredeti, alacsonyabb költségvetési korlát esetén.

Megjegyzendő továbbá, hogy ha példánkban a kutató α , illetve ψ alacsonyabb értékét érzékeli, a költségvetési korlát feloldásától függetlenül q1-es cikk születik, ám ez lényegesen több hivatkozást fog kapni, mint h_4 . A $\text{rev}(h_5, h_8)$ művelet végrehajtására pedig a költségvetési korlát feloldása esetén sem kerül sor, ha a kutató arra számít, hogy $h_5 \in P$ miatt h_8 elutasításra kerülne. Példánk különösen életszerű abban az esetben, ha egy folyóirat beszerelését az abban már közölt cikkek (4) szerint számított értékösszege határozza meg, és az értékelés α és ψ alacsonyabb értéke mellett történik.

További érdekes következtetések adódnak, ha föltesszük egyrészt, hogy egy másik kutató végrehajtja a $\text{rev}(h_6, h_9)$ műveletet is, másrészt ahhoz, hogy valamely h papír gyakorlati alkalmazhatóságát a termelőszektor egyáltalán érzékelje, a $V_A(h) \geq \bar{V}_K$ feltételnek kell teljesülnie. Ebben az esetben a jelen pontban elemzett publikációs tevékenységből a vállalati szektor csak akkor érzékel valamit, ha egy olyan papír jön létre, mely a \bar{V}_K „ingerküszöböt” meghaladja. Bár h_9 a h_6 papír átdolgozott változata, ami már egy q2-es lapban megjelent, lehetséges, hogy h_9 -et egy q1-es lap mégis publikálja. Egyrészt azért, mert, mint a 3. ábrán látható, h_9 lényegesen értékesebb, mint h_6 . Másrészt, mert reális esély van rá, hogy h_9 a vállalati szektor figyelmét is felkelti. Csakhogy az ábra szerint $h_6 \succ h_9$, így h_9 megszületéséhez egy olyan kutató szükséges, aki nem csak q1-es lapokat olvas, hanem q2-eseket is. A korábban bemutatott esetekkel szemben ezúttal az a helyzet, hogy a q1-es folyóiratban megjelent cikket nem csak a (4) függvény értékeli magasabbra, mint a q2-es lapban megjelentet, de a q1-esben megjelent cikk a teljes tényezőtermelékenységet is nagyobb mértékben növeli.

4 A kutató intertemporális döntései

Az eddigi vizsgálódásainkban meghatározó szerepet játszó α és ψ paraméterek értékét a továbbiakban mindenki által ismert, egyszer s mindenkorra rögzített konstansnak tekintjük, és feltesszük, hogy $\alpha = \beta$. Ekkor a (6) intratemporális probléma optimális megoldásának (7) elsőrendű feltételéből következik, hogy $V_A(h) = V_R(h) = x$, ahol az x szimbólumot csupán az egyszerűbb jelölés érdekében vezetjük be. Ekkor a (4) értékelőfüggvény szerint: $V(h) = x$, továbbá (5) miatt $TC(h) = Q \cdot x^d$. Az $\alpha = \beta$ megszorításának most azért nincs különösebb jelentősége, mert ebben a szakaszban azt vizsgáljuk, hogy egyet-

len kutató esetében, az idő előrehaladtával miként változik a felkészültségét reprezentáló \overline{B} halmaz. Elsősorban azt tisztázzuk, hogy mi idézi elő \overline{B} változását, és ez a változás hogyan hat a kutatói életpálya során publikált papírok összértékére, és egyúttal a vállalati szektor termelékenységének javulására.

Ismereteit a kutató oly módon bővíti, hogy egyre újabb és újabb papírokat ismer meg, tehát $\overline{B}_t \subset \overline{B}_{t+1}$. Így a kutatónak minden periódusban döntést kell hoznia, hogy rendelkezésre álló idejének mekkora hányadát fordítsa ismeretei gyarapítására, azaz \overline{B} további bővítésére, és mekkora hányadát ismeretei gyümölcsöztetésére, azaz publikációs tevékenységre. Megjegyzendő, hogy ismeretei rendszerint abban az esetben is bővíülhetnek, ha minden idejét új papírok megírására, illetve átdolgozására fordítja. Például azért, mert a lektorok a sikeres átdolgozás érdekében felhívhatják a figyelmét olyan cikkekre, melyeket korábban nem ismert, vagy rendszeresen végzett lektori munkája során a kutató új papírokkal ismerkedik meg.

Az egyszerűbb tárgyalás érdekében a továbbiakban egy kétperiódusos modellre szorítkozunk. Életpályája elején (pl. az első 25 évben) junior kutatóról beszélünk, amit egy senior periódus követ. Legyen az egyes periódusokban a kutató rendelkezésére álló idő egységnyi, melynek felhasználásáról szabadon dönthet. Legyen továbbá $\overline{B}_1 \cap \pi = \emptyset$, és $\overline{B}_2 = \overline{B}_1 \cup \pi$, ahol az 1 alsó index a junior, a 2 alsó index pedig a senior periódusra vonatkozik. Bevezetjük a $g : P(I \cup P) \rightarrow \mathfrak{R}_+$ σ -additív halmazfüggvényt, ahol \tilde{P} a hatványhalmaz jele, \mathfrak{R}_+ pedig a nemnegatív valós számok halmazát reprezentálja. Ekkor $L(\pi) = L(g(\pi))$ a $\pi \subset P \cup I$ papírok feldolgozásához szükséges időt, a $W(\nu_1)$ halmazfüggvény pedig a $\nu_1 \subset P$ papírok megírásához és publikálásához szükséges időt jelöli. Rendelkezésre álló idejét ekkor a junior kutató a következőképpen osztja fel: $1 = L(\pi) + W(\nu_1)$. A $0 < W(\emptyset)$ speciális esetben a fiatal kutató rendelkezésre álló idejének egy részét új cikkek megírására fordítja, de hiába. Ezek a cikkek nem kerülnek közlésre. Ennél hatékonyabb a $0 = W(\emptyset)$ eset, amikor a junior kutató tudatosan úgy dönt, hogy a rendelkezésére álló teljes időkeretet ismeretei gyarapítására fordítja. Ekkor természetesen $L(\pi) = 1$.

Az előzőekben mondottaknak megfelelően, a junior kutató publikációs teljesítménye ν_1 elemeinek értékösszegeként adódik: $V_1(\nu_1) = \sum_{h_i \in \nu_1} V(h_i)$, ahol V továbbra is a (4) értékelőfüggvény. Ekkor $1 = L(\pi) + W(\nu_1)$ miatt $\frac{\partial V_1}{\partial L} < 0$. A senior kutató esetén $W(\nu_2) = 1$, és $V_2(\nu_2) = \sum_{h_i \in \nu_2} V(h_i)$. Mivel egyetlen papírt sem lehet kétszer publikálni, $\nu_1 \cap \nu_2 = \emptyset$.

Feltesszük, hogy a mind a junior, mind pedig a senior kutató igyekszik a lehető legértékesebb cikket megírni, ezért ν_i minden egyes eleme a (6) feltételes szélsőértékprobléma egy-egy, éppen aktuális megoldása. A kutató ismereteinek bővülését a $\pi = \Delta \overline{B}$ halmaz reprezentálja. Az ismeretek nagyobb bővülése természetesen L növelését teszi szükségessé, aminek a senior periódusban a (6) probléma megoldása során kettős hatása van:

1. A tudásbázis bővült, emiatt a $\overline{B} \triangleright h$ feltétel több papírra teljesül, és ez az intratemporális (6) problémában a megengedett megoldások bővebb halmazát eredményezi. Például az 1. ábrán bemutatott szituációban, ha $\overline{B} \triangleright h_1, h_4$, de hasonló reláció a h_2 és h_3 papírookra nem áll fenn,

akkor $\Delta\bar{B} \cup \pi \triangleright h_2, h_3$, azaz a tudásbázis bővítése α és ψ nagyságától függetlenül értékesebb papír létrejöttét eredményezi, ami egyúttal a termelékenység növeléséhez is nagyobb mértékben járul hozzá.

2. A publikációs folyamat Q határkölség-paramétere csökken. Legyen $f : \bar{B} \rightarrow \mathfrak{R}_+$ halmazfüggvény, ekkor $Q = Q(f(\bar{B})) = Q(\bar{B})$ és $\frac{\partial Q(\bar{B}_2)}{\partial L} < 0$. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy az f függvény σ -additivitását nem tételezzük fel.

A $\frac{\partial Q(\bar{B}_2)}{\partial L}$ parciális derivált értéke természetesen attól függ, hogy a kutató miként választja ki, hogy mely papírok feldolgozása révén kívánja bővíteni tudásbázisát, mert ha ΔB elemeit rosszul választja meg, akkor előfordulhat, hogy Q értéke változatlan marad. Ez azt jelenti, hogy az ismeretei bővítésére fordított időt a következő periódusban nem tudja gyümölcsoztetni. Feltesszük azonban, hogy ΔB elemeit a kutató optimálisan választja meg, s csak a rendelkezésére álló egységnyi időkeret optimális alokációjával foglalkozunk.

Jelölje t_i az i -edik periódusban publikációs tevékenységre fordított időt, ekkor feltevéseink szerint $t_2 = 1$ és $t_1 = 1 - L(\Delta\bar{B})$. Bloom és társai (2020) cikkéhez hasonlóan feltesszük, hogy a kutatói teljesítmény t_i -vel egyenesen arányos, azonban figyelembe kell venni a tudásbázis $V_i \leq a_i$ korlátozó hatását, ahol feltevéseink szerint junior periódusra: $a_1 = 1$. A senior periódusban azonban figyelembe kell venni a tudásbázis korábbi bővülésének hatását is, ezért $a_2 = (1 + L)^e$. Feltesszük, hogy a tudásbázis bővítésére fordított idő hozadéka növekvő, azaz $\rho > 1$. Mivel $t_2 = 1$, a senior kutató legfeljebb $V_2 \leq a_2$ értéket hozhat létre. Mindezek alapján az egyes periódusok kutatási teljesítménye:

$$V_1 = 1 - L \quad \text{és} \quad V_2 \leq a_2, \quad \text{ahol} \quad a_2 = (1 + L)^e \quad (8)$$

$V_2 < a_2$ abban az esetben fordulhat elő, ha a senior kutató rendelkezésére álló szűkös költségvetés megakadályozza nagyobb kutatói teljesítmény nyújtását. A junior kutató teljesítményét csupán a kutatásra hagyott idő korlátozza, mivel a rendelkezésére álló költségkeret feltevéseink szerint, ebben a periódusban egységnyi. A senior kutató esetében azonban korábbi döntése határozza meg egyrészt a rendelkezésére álló a_2 tudásbázist, másrészt \bar{C} a költségkeretet, mely korábban nyújtott tudományos teljesítményétől függ. Amennyiben ez a költségkeret nem elég nagy, előfordulhat, hogy a senior kutató csak a_2 -nél alacsonyabb teljesítményt nyújthat.

Feltevéseink szerint a senior kutató rendelkezésére álló költségkeret csak abban az esetben haladja meg a junior periódusban rendelkezésre bocsátott egységnyi nagyságot, ha $V_1 > 0$. Így:

$$\bar{C} = (1 + V_1)^\gamma. \quad (9)$$

Amennyiben az $(1 + V_1)$ kifejezést a junior kutató teljesítménytenyezőjének tekintjük, akkor γ a senior kutató rendelkezésére álló költségkeret teljesítménytenyező szerint vett rugalmassága.

Mivel a publikációs tevékenység határkötségének csökkenése a junior periódusban végzett tudásbővítéstől függ, Q mozgásegyenletét az alábbi módon írhatjuk fel:

$$Q(\overline{B}_2) = Q(\overline{B}_1) \cdot (1 + L(\Delta\overline{B}))^\delta. \quad (10)$$

Feltesszük az egyszerűség érdekében, hogy $Q(\overline{B}_1) = 1$. Ha az ismeretek bővítésére fordított idő növekvő hozadékát tételezzük fel, akkor $\delta < -1$. Például $\delta = -2$ esetén, ha a junior kutató minden idejét ismeretei bővítésére fordítja, azaz $L(\Delta\overline{B}) = 1$, akkor a publikációs folyamat határkötség-paramétere a junior periódus értékének a negyedére csökken.

Feltesszük továbbá, hogy életpályája során a kutató maximális teljesítményt szeretne nyújtani, ekkor a junior kutató intertemporális problémája a következő:

$$\max_L \quad V = V_1 + \lambda \cdot V_2 \quad (11a)$$

$$\text{s.t. : } V_1, V_2 \geq 0$$

$$V_1 = 1 - L \quad (11b)$$

$$V_2 \leq a_2 = (1 + L)^e \quad (11c)$$

$$TC_2 = Q \cdot V_2^d \leq \overline{C} \quad (11d)$$

$$\overline{C} = (1 + V_1)^\gamma \quad (11e)$$

$$Q = (1 + L)^\delta \quad (11f)$$

ahol (11a) a célfüggvény, (11b) a junior periódus egységnyi hosszából adódó korlátot írja elő az L döntési változóra.⁸ (11c) a senior kutató rendelkezésre álló tudásbázisból adódó teljesítménykorlátot határozza meg, míg (11d) a költségkorlátot. (11e) írja elő, hogy ez a költségkorlát miként függ a junior periódusban nyújtott teljesítménytől. Ennek az összefüggésnek a szorosságát a γ policy paraméter határozza meg. (11f) pedig a junior periódusban végzett tudásbázis-bővítés határkötség-paraméterre gyakorolt hatását számszerűsíti.

Megjegyezzük, hogy feltevéseink szerint $TC(V_1) = (1 - L)^d \leq 1$ automatikusan teljesül. A rendelkezésre álló idő allokációjának problémája a senior kutató esetén azért nem merül fel, mert feltevéseink szerint ő minden rendelkezésre álló idejét publikációs tevékenységre fordítja. A kutató λ stratégiai paramétere azt méri, hogy mennyire fontos számára jelentős tudományos teljesítmény mielőbbi felmutatása. Egyelőre feltesszük, hogy a kutató számára mindegy, hogy adott teljesítményt junior vagy senior periódusban ér-e el, ennél fogva $\lambda = 1$.

Azt vizsgáljuk, hogy a senior periódusra meghatározott költségkeret és a korábbi kutatói teljesítmény közti összefüggést meghatározó γ policy paraméter miként hat a tudásbázis gyarapítására, a kutatói teljesítmény intertemporális eloszlására és a kutatói munka teljes életpályán számított termelékenységére. Utóbbit a $V/(TC_1 + TC_2)$ hányadossal fejezzük ki, ahol feltevéseink szerint $TC_1 = 1$. Az inflációból adódó problémák kiküszöbölése érdekében

⁸Valójában a döntési változó nem is L , hanem a π halmaz, azonban, mint láttuk: $L = L(g(\pi))$.

költségeken, illetve költségkereten mindig reálköltséget értünk. Az 1. táblázatban feltüntettük továbbá a senior periódus publikációs tevékenységének határköltség-paraméterét és a senior kutató rendelkezésre álló tudásbázis által meghatározott a_2 korlátot is, bár példánkban ez effektív korlátot nem jelent. A szimulációkat $d = 2$, $\delta = -1,5$ és $\varrho = 1,2$ paraméterértékek mellett végeztük, γ öt különböző értéke mellett.

γ	V_1	V_2	V	L	TC_2	$\frac{V}{1+TC_2}$	Q_2	a_2
0	1.000	1.000	2.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.5	0.670	1.408	2.078	0.330	1.292	0.906	0.652	1.408
1.	0.468	1.668	2.136	0.532	1.468	0.866	0.527	1.668
1.5	0.350	1.823	2.174	0.650	1.569	0.846	0.472	1.823
2	0.277	1.921	2.198	0.723	1.632	0.835	0.442	1.921

1. táblázat. A kutatói teljesítmények intertemporális eloszlása

$\gamma = 0$ esetén a korábbi teljesítménytől független, exogén kutatástámogatásról beszélünk, $\gamma = 0,5$ esetén a költségkeret degresszív, $\gamma = 1$ esetén lineáris, $\gamma = 1,5$ esetén gyengén progresszív, $\gamma = 2$ esetén pedig erősen progresszív módon függ a junior periódusban nyújtott kutatói teljesítménytől. A szimuláció eredményeiből adódó legfontosabb következtetéseket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- Minél progresszívebb a kutatástámogatás (azaz minél nagyobb γ), annál nagyobb a teljes kutatói életpálya mentén nyújtott teljesítmény. Ez nem is meglepő, hisz annál nagyobb költségkeret áll a senior kutató rendelkezésére.
- A junior periódusban nyújtott teljesítmény növekedésével a senior periódus teljesítménye csökken.
- A (11) feltételes szélsőértékproblémában szereplő egyenlőtlenségfeltételek szigorú egyenlőség formájában teljesülnek. Ez azt jelenti, hogy ha a kutató a junior periódusban optimálisan osztja fel a rendelkezésére álló időt ismeretei további bővítése és már meglévő ismeretei gyümölcsoztetése között, akkor a senior periódusban mind a költségvetési korlát, mind pedig a korábban felhalmozott ismereteinek mennyiségéből fakadó korlát egyaránt effektív.
- Minél progresszívebb a kutatástámogatás (azaz minél nagyobb γ), annál alacsonyabb a kutatói munka teljes életpályára számított termelékenysége.

Ezek szerint a teljes életpálya mentén nyújtott nagyobb teljesítményt az erősebben progresszív kutatástámogatás szolgálja, míg a kutatómunka nagyobb termelékenységét a kevésbé progresszív kutatástámogatás. Utóbbi esetben a jelentősebb kutatási eredmények is korábban várhatók.

4.1 Publish or perish

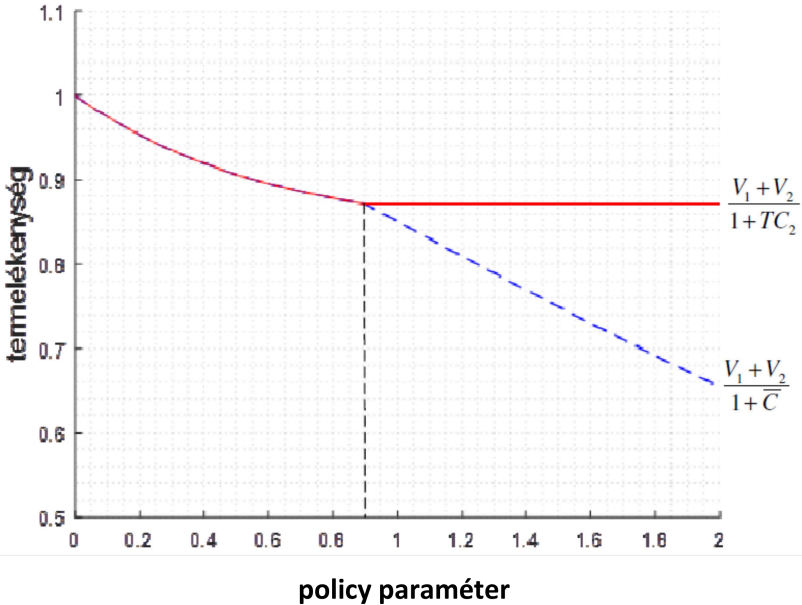
Szemügyre véve még egyszer az 1. táblázatot, feltűnik, hogy a kutatástámogatás erőteljesebb progresszivitása esetén a junior periódusban nyújtott teljesítmény kirívóan alacsony. Ez a teljesítményvisszafogás a senior periódusban magasabb teljesítmény révén végül megtérül, ennek ellenére gyakori, hogy a junior kutató számára minimálisan elérendő publikációs teljesítményt írnak elő. Modellünkben ezt például a $V_1 \geq 0,5$ korlát bevezetése reprezentálhatja, mely, ha effektívvé válik, akkor a teljes életpályán adódó kutatói teljesítmény természetesen csökken. A szimulációt főként azért végezzük el, hogy lássuk, miként alakul a termelékenység. Az eredményeket a 2. táblázat mutatja be.

γ	V_1	V_2	V	L	TC_2	\overline{C}	$\frac{V}{1+TC_2}$	$\frac{V}{1+\overline{C}}$	Q	a_2
0	1.000	1.000	2.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.5	0.670	1.408	2.078	0.330	1.292	1.292	0.906	0.906	0.652	1.408
1.	0.500	1.627	2.127	0.500	1.440	1.500	0.871	0.851	0.544	1.627
1.5	0.500	1.627	2.127	0.500	1.440	1.837	0.871	0.750	0.544	1.627
2	0.500	1.627	2.127	0.500	1.440	2.250	0.871	0.654	0.544	1.627

2. táblázat. Publish or perish $V_1 \geq 0,5$

Mint látható, példánkban a junior periódusra bevezetett minimális teljesítményelvárásnak csak lineáris és progresszív kutatástámogatás esetén van hatása, ami a kutatói munka teljes életpályára számított termelékenységét növeli, ugyanakkor a teljes életpályán létrehozott kutatói teljesítmény csökken. Azért csökken, mert $a_2 < (\overline{C}/Q)^{1/d}$ miatt a senior kutató a rendelkezésére álló költségkeretet nem képes hatékonyan kihasználni. Az 1. táblázatban γ minden értéke esetén $TC_2 = \overline{C}$ teljesült, ezért ott nem volt szükség két külön oszlopra. A $V_1 \geq 0,5$ feltétel bevezetésének következménye azonban az, hogy az exogén és degresszív kutatástámogatás esetét kivéve $TC_2 < \overline{C}$, ezért a 2. táblázatban a kutatói termelékenység mindkét módon számított értéket feltüntettük. Azokban az esetekben, amikor a költségvetési korlát nem effektív, a senior periódus kutatói teljesítményét a korábban megszerzett ismeretek mennyisége korlátozza. Egybevetve a szimulációs eredményeket az 1. táblázatban bemutatottakkal, az is látszik, hogy lineáris és progresszív kutatástámogatás esetén a korábban megszerzett ismeretek mennyiségéből adódó korlát ezúttal szigorúbb, ennél fogva a teljes életpályán alkotott érték kisebb, bár a termelékenység magasabb.

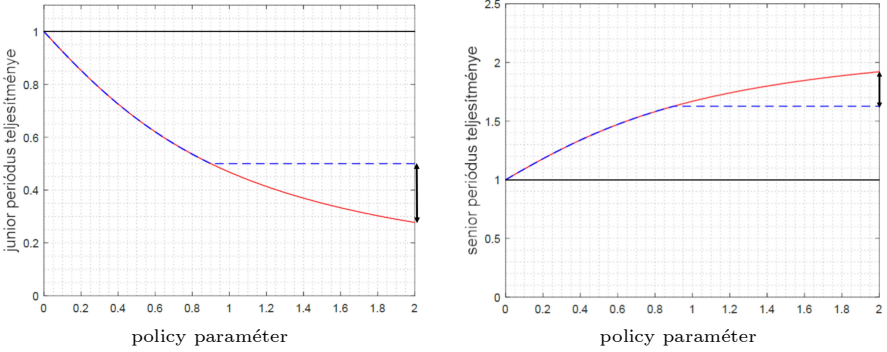
A 2. táblázatban a kutatói termelékenységre vonatkozó adatokat a fejléc-ben megadott összefüggés szerint számítottuk. Ha azonban feltételezzük, hogy a $\overline{C} - TC_2$ összeget a kutató személyes fogyasztásra használja, ugyanakkor el tud vele számolni, akkor a teljes életpályára számított termelékenységet a $V/(1 + \overline{C})$ hányados adja meg, és az eredmények rosszabbak. Érdemes felfigyelni rá, hogy a mérés nehézsége itt, csakúgy mint a 2. szakaszban, ismét felmerül. Ezúttal azonban nem az a probléma, hogy miként kell mérni egy-egy papír értékét, hanem hogy miként lehet, illetve kell mérni a kutatói munka termelékenységét. A két probléma egymástól független.



4. ábra. A kutatói munka termelékenysége tényleges költségigény és rendelkezésre bocsátott költségkeret alapján számítva

A kutatói munka termelékenységének kétféle mérése közti viszonyt a policy paraméter függvényében a 4. ábra mutatja be a publish or perish $V_1 \geq 0,5$ feltétele esetén. Ha a kutatástámogatás elegendően degresszív, azaz γ elég alacsony, akkor a kétféleképpen mért teljesítmény közt nincs különbség. Amikor azonban a kutatástámogatás a lineárist közelíti, a tényleges költségigény alapján számított termelékenység a progresszivitás erősödésével egyre inkább meghaladja a rendelkezésre bocsátott költségkeret alapján számított értéket.

Junior kutatóval szemben támasztott minimális teljesítményelvárás azonban nem csak a publish or perish feltétel formájában jelentkezhet, hanem a (11a)-(11f) feltételes szélsőértékprobléma célfüggvényének módosulásaként is. Ez a helyzet például abban az esetben, ha a junior kutató a személyes egzisztenciateremtés nehézségével találja szemben magát, és jövedelme V_1 szigorúan monoton növekvő függvénye. Ebben az esetben a kutató a junior periódusban létrehozott teljesítményt a senior periódus teljesítményénél magasabbra is értékelheti. Legyen például $\lambda = 0,75$. Ekkor γ értékétől függetlenül az exogén kutatástámogatás esetében kapott optimális megoldás adódik. A teljes életpálya során létrehozott teljesítmény ebben az esetben a legalacsonyabb, viszont ekkor a legmagasabb a kutatói munka termelékenysége, ugyanakkor a teljes életpálya mentén igénybe vett kutatási költségkeret is ebben az esetben minimális.



5. ábra. A periódusonkénti teljesítmény alakulása

Részletesebben mutatja be $\lambda = 1$ mellett a policy paraméter periódusonként adódó teljesítményekre gyakorolt hatását, illetve hatástalanságát az 5. ábra, melyen a (11a)-(11f) probléma megoldásai a folytonos görbe mentén helyezkednek el. Degresszív kutatástámogatás esetén ez egy darabig együtt fut a publish or perish esetén adódó, szaggatott görbével. A $V_1 \geq 0,5$ feltétel effektívvé válásakor a folytonos és szaggatott görbe elválik egymástól, és a kutatástámogatás progresszivitásának foka inntől kezdve hatástalan, csakúgy, mint a $\lambda = 0,75$ feltétel mellett adódó konstans, $V_1(\gamma) = 1$ és $V_2(\gamma) = 1$ függvényértékek. A bal panelen feltüntetett méretnyíl a publish or perish feltétel következtében a junior periódusban jelentkező többleteljesítményt méri erősen progresszív ($\gamma = 2$) kutatástámogatás mellett. Ennek nagysága: $\Delta V_1 = 0,223$. A senior periódusban emiatt bekövetkező teljesítménycsökkenést a jobb oldali panelen látható méretnyíl reprezentálja. A teljesítménycsökkenés pontos értéke: $\Delta V_2 = -0,294$.

Az eddigiek alapján máris megfogalmazható egy válasz a Bloom és társai (2020) címében fölített kérdésre: Igen, új tudományos eredményeket elérni egyre nehezebb. Azért egyre nehezebb, mert az idő előrehaladtával egyre nagyobb tudásbázisra, egyre bővebb \overline{B} -re van szükség új eredmények eléréséhez. \overline{B} bővítése azonban időigényes, tehát $L(\pi)$ növelését teszi szükségessé, ami a junior periódus kutatói teljesítményét a (8) összefüggés szerint felülről korlátozza. Ha a tudásbázis bővítésének ezt az időszükségletét a kutató környezete nem ismeri el, és alsó korlátot vezet be a junior kutató teljesítményére, vagy a junior kutató türelmetlen, és senior periódusban várható eredményeit alacsonyabbra értékeli, akkor a senior kutató tudásbázisa szűk keresztmetszetté válhat, és bár termelékenységének javulása kimutatható, teljes életpályája során mégis kevesebb tudományos értéket hoz létre, másképp megfogalmazva, kevesebb új ötletre lel.

4.2 Learning by doing

E pont Arrow (1962) cikkére emlékeztető címe azon feltevésre utal, mely szerint a publikációs tevékenység határkölség-paramétere abban az esetben is csökken, ha a kutató a junior periódusban egyáltalán nem fordít időt ismeretei

bővítésére. Ez azért reális feltevés, mert a kutatómunka során szerzett gyakorlat önmagában is ebbe az irányba hat. Így Q mozgásegyenlete (10) helyett a következő

$$Q(\overline{B}_2) = Q(\overline{B}_1) \cdot (b + L(\pi))^\delta,$$

ahol $b > 1$, így Q akkor is csökken, ha $\pi = \emptyset$, amiből $L(\pi) = 0$ következik. Mivel korábbi feltevésünk szerint $Q(\overline{B}_1) = 1$, a Q határkölség-paraméter L szerint vett rugalmassága:

$$\varepsilon_L^Q = \frac{\delta}{1 + b/L},$$

és míg (10)-ben $b = 1$ volt, most legyen $b = 1,5$. Ezzel a módosítással ε_L^Q abszolút értéke csökkent, mindazonáltal $\varepsilon_L^Q < 0$ továbbra is fennáll a seniorként megismert papírok bármely $\pi \neq \emptyset$ halmazára.

Hasonló ellenvetés tehető a (8) összefüggéssel szemben, mely szerint $a_2 = (1 + L)^e$, így a kutató korábban felhalmozott ismereteiből adódó korlát változatlan marad, ha ismereteinek bővítésére a junior periódusban nem fordít időt. Csakhogy publikációs tevékenysége során a kutató egyre újabb lektori véleményeket ismer meg, továbbá kollégáival is konzultálhat, így az ismereteiből fakadó korlát, melyet a_2 reprezentál, abban az esetben is növekszik, ha $L = 0$. Ennélfogva a következő összefüggést fogjuk alkalmazni: $a_2 = (b + L)^e$, ahol példánkban $b = 1,5$. A kutató korábban felhalmozott tudásából adódó korlát L szerint vett rugalmassága pedig:

$$\varepsilon_L^a = \frac{e}{1 + b/L}.$$

Így modellünkben ε_L^a értéke is csökkent, de $\varepsilon_L^a > 0$ továbbra is fennáll ($\pi \neq \emptyset$).

Ezek szerint minél erősebb a „learning by doing” hatás, a junior periódusban végbement ismeretbővítésre annál kevésbé rugalmasan reagál mind a határkölség-paraméter, mind pedig a tudásbázisból fakadó teljesítménykorlát. A szimulációs eredményeket a 3. táblázatban mutatjuk be. $\lambda = 0,8$ miatt ezúttal a célfüggvényérték: $V < V_1 + V_2$, ezért a táblázatban mindkét nagyságot feltüntetünk.

$\gamma = 2$ esetére a táblázat utolsó sora tartalmazza az optimális megoldást a publish or perish $V_1 \geq 0,5$ feltétele mellett is. A feltétel bevezetése ezúttal is javítja a kutató termelékenységét,⁹ de a teljes életpálya során létrehozott kutatói teljesítmény csökkenti.

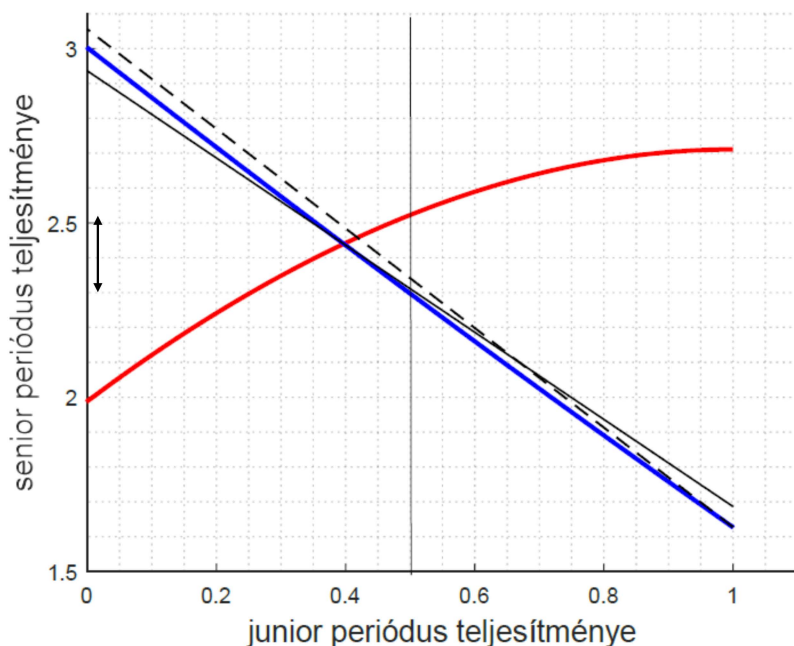
γ	V_1	V_2	V	$V_1 + V_2$	L	TC_2	\overline{C}	$\frac{V_1 + V_2}{1 + TC_2}$	Q	a_2
0	1.000	1.355	2.084	2.355	0.000	1.000	1.000	1.178	0.544	1.627
0.5	1.000	1.612	2.289	2.612	0.000	1.414	1.414	1.082	0.544	1.627
1.	0.699	2.027	2.320	2.725	0.301	1.699	1.699	1.010	0.414	2.027
1.5	0.511	2.283	2.223	2.793	0.489	1.857	1.857	0.978	0.356	2.283
2	0.397	2.440	2.349	2.837	0.603	1.952	1.952	0.961	0.328	2.440
2	0.500	2.297	2.338	2.797	0.500	1.866	2.250	0.976	0.354	2.297

3. táblázat. Learning by doing $b = 1,5$ mellett

⁹Ugyanakkor $\frac{V_1 + V_2}{1 + C} = 0,861$, tehát a termelékenység jelentős mértékben romlik, ha a senior kutató a rendelkezésére álló teljes költségkeretet felhasználja.

Összehasonlítva a 2. táblázattal, mindenekelőtt feltűnik, hogy a teljes életpályán mért kutatói teljesítmény ezúttal lényegesen magasabb. Ez nem is meglepő, hisz a 2. táblázat eredményeit a learning by doing figyelmen kívül hagyásával kaptuk, ennél fogva ott a kutatói munka senior periódusra adódó határkölség-paramétere magasabb, és a korábbi tudásfelhalmozásból kapott korlát is szigorúbb. Publish or perish hiányában $V_2 = a_2$ és $TC(V_2) = \bar{C}$ egyaránt teljesülnek, ennél fogva nem képződik improduktív slack. Az erősebben progresszív kutatástámogatás a teljes életpálya mentén adódó kutatói teljesítményt ezúttal is növeli, ugyanakkor a kutató termelékenysége ezúttal is csökken. A publish or perish követelményéből adódó $V_1 \geq 0,5$ feltétel most csak erősen progresszív kutatásösztönzés esetén effektív, gyengén progresszív esetben alig van hatása, lineáris kutatásösztönzés esetén pedig hatástalan.

A 6. ábra a 3. táblázat utolsó két sorában bemutatott megoldások meghatározódását mutatja be, ahol a kutató rendelkezésére álló tudásbázisból fakadó korlátot a $V_2 = a_2 = (2,5 - V_1)^{1,2}$ konvex¹⁰ görbe jeleníti meg, melynek függőleges tengelymetszete $V_2 = 3,0028$ -nál van. Figyelembe véve továbbá, hogy $Q = (1,5 + L)^{-1,5}$, a $TC(V_2) = Q \cdot V_2^2 = (1 + V_1)^2$ költségvetési korlátot megjelenítő konkáv görbe a $V_2 = 1,9882$ értéknél metszi a függőleges tengelyt.



6. ábra. Optimális megoldás $\gamma = 2$ esetén

¹⁰ ρ viszonylag alacsony értéke miatt ez a görbe esetleg egyenesnek tűnhet, de valójában egy konvex görbe, ami ρ növelésével egyre inkább feltűnővé válik. A szimuláció során azért alkalmaztuk a $\rho = 1,2$ kalibrációt, mert bár az ismeretek bővítésére fordított idő növekvő hozadékát tételeztük fel, úgy véljük, hogy ez a növekvő hozadék nem nagyon erős.

Optimális megoldás a két görbe egyetlen metszéspontjában adódik, itt megy keresztül a célfüggvény $V = V_1 + \lambda V_2 = 2,349$ értékhez tartozó szintvonal is, melyet az ábrán folytonos egyenes tüntet fel. Érdekes felfigyelni rá, hogy már λ kismértékű csökkenése (Pl. $\lambda = 0,7$) is elmozdítja az optimumot a két görbe metszéspontjából $V_1 = 1$ -be. A célfüggvény ekkor elérhető, optimális szintvonalát szaggatott egyenes jelöli. Ezen a teljes életpályán mért kutatói teljesítmény mintegy 17%-kal alacsonyabb, mint kevésbé türelmetlen kutató esetén, amikor $\lambda = 0,8$.

Ugyancsak az optimumpont $V_2 = a_2 = (2,5 - V_1)^{1,2}$ feltételt megjelenítő görbe mentén történő elmozdulását eredményezné a publish or perish $V_1 \geq 0,5$ feltétele, ami a $V_1 = 1$ megoldáshoz hasonlóan a teljes életpályán alacsonyabb teljesítményt eredményezne. A függőleges tengely mellett feltüntetett méretnyl $V_1 \geq 0,5$ esetén a senior periódusra biztosított költségkeret improduktív slack gyanánt jelentkező nagyságát fejezi ki kutatói teljesítményben mérve.

4.3 A policy paraméter teljeskörű hatásvizsgálata

Az előző két pontban bemutatott szimulációk azt sugallják, hogy modellünkben a kutatótámogatás progresszivitásának erősödésével, azaz γ növekedésével a junior periódusban tudásbővítésre fordított idő mennyisége nő, de legalábbis nem csökken. Érdekes ezt a megállapítást algebrailag is ellenőrizni. Nem hagyva figyelmen kívül az előző pontban mondottakat, általánosabb eredmények érdekében módosítsuk most a (11c) összefüggést a következőképpen:

$$V_2 \leq (b + L)^e, \quad \text{ahol} \quad e > 1 \quad \text{és} \quad b > 1, \quad (12)$$

és a (11f) összefüggést:

$$Q = (c + L)^\delta, \quad \delta < -1 \quad \text{és} \quad c > 1.$$

Figyelembe véve a (11b) és (11d) feltételeket:

$$V_2 \leq \frac{(2 - L)^{\gamma/d}}{(c + L)^{\delta/d}}. \quad (13)$$

Ahol (12) a senior kutató tudásbázisából fakadó korlát, (13) pedig a költségvetési támogatásból adódó korlát. Mivel $L = 1 - V_1$, a korlátok V_1 függvényében is felírhatók:

$$V_2 \leq (1 + b - V_1)^e \quad \text{és} \quad V_2 \leq \frac{1 + V_1)^{\gamma/d}}{(1 + c - V_1)^{\delta/d}}.$$

Így a 6. ábrán a tudásbázisból fakadó korlát valóban egy negatív lejtésű, szigorúan konvex görbe, a költségvetési korlát pedig egy konkáv görbe. A paraméterek releváns értékei mellett a két görbe metszéspontja a lehetséges megoldások halmazának egyik extrémális pontja, ahol nincs improduktív slack. A másik extrémális pont, ha nincs publish or perish feltétel, vagy az nem

effektív, a tudásbázisból fakadó korlát $V_1 = 1$ melletti pontja. Ha pedig a publish or perish feltétel effektív, akkor a tudásbázisból adódó korlát publish or perish feltételben megadott korlát által meghatározott pontja. Ezekben az esetekben \overline{C} egy része improduktív slack. A két görbe metszéspontjában fennáll az

$$(1 + b - V_1)^{\varrho}(1 + c - V_1)^{\delta/d} = (1 + V_1)^{\gamma/d}$$

egyenlőség. Mint a 6. ábrán látható, a metszéspont egyértelműen létezik, továbbá a $(0, 1)$ intervallumba esik. Áttérve az L döntési változóra, a két görbe metszéspontjában:

$$(2 - L)^{\gamma} - (b + L)^{d \cdot \varrho}(c + L)^{\delta} = 0. \quad (14)$$

Alkalmazva az implicitfüggvény-tételt:

$$\frac{dL}{d\gamma} = \frac{\ln(2 - L) \cdot (2 - L)^{\gamma}}{\gamma(2 - L)^{\gamma-1} + d \cdot \varrho(b + L)^{d \cdot \varrho-1}(c + L)^{\delta} - \delta(b + L)^{d \cdot \varrho}(c + L)^{\delta-1}} > 0. \quad (15)$$

Ezek szerint minél progresszívebb a kutatástámogatás, annál több időt fordít a junior kutató ismeretei bővítésére, kivéve azt az esetet, amikor $\lambda < 1$ miatt, vagy a publish or perish feltétel következtében az optimum nem a két görbe metszéspontjában, hanem a másik releváns extrémális pontban adódik. $L = 1$ esetén a számláló nulla, így a kutatástámogatás progresszív vagy degresszív voltának nincs jelentősége, csakúgy, mint effektív publish or perish feltétel esetén.

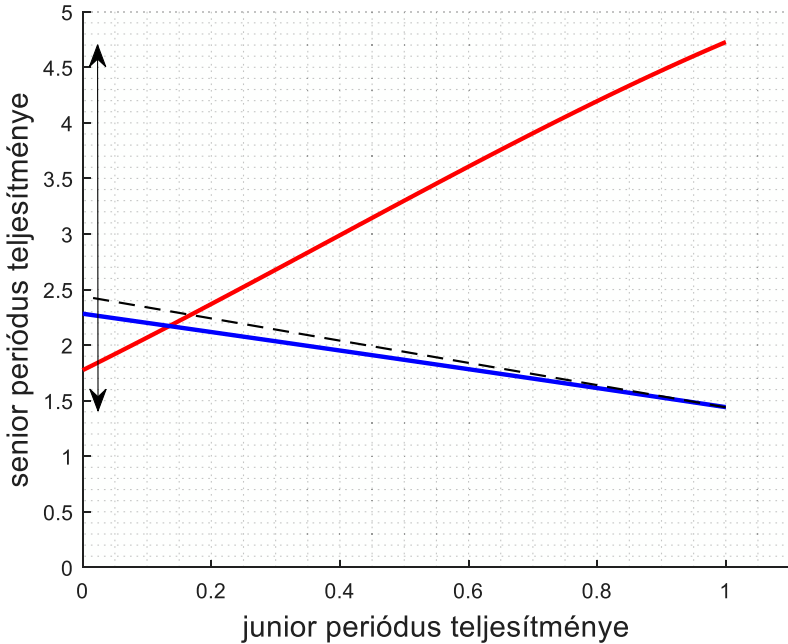
Felhasználva a (15) összefüggést, egyszerűen vizsgálható, mi a helyzet, ha a kutató korábban felhalmozott tudásbázisának amortizációja a learning by doing hatását túlkompenzálja. A tudásbázis amortizációja már csak azért is valószínűsíthető, mert a junior periódus kezdetén, vagy még korábban, a képzés során szerzett ismeretek egy-része egy-két évtized alatt elavulttá válhat. Szemügyre véve még egyszer a (12) egyenletet, valóban kézenfekvő feltenni a kérdést, reális-e $b \geq 1$ feltételezése? Legyen $b = 1$, ekkor $L = 0$ esetén $V_2 = 1$. Ezek szerint, ha ismereteit a junior kutató nem bővíti, seniorként azonos értékű teljesítményre képes, mint a korábbi periódusban. Csakhogy a rendelkezésére álló tudásbázis birtokában megírható legértékesebb papírokat juniorként már megírta, s ezeket még egyszer már nem írhatja meg. Hasonlóan cselekedtek továbbá a vele azonos korosztályba tartozó kutatótársak is, így a senior periódusra már csak a kevésbé értékes papírok megírása marad, következésképp ebben az esetben $V_2 < 1$. Mindez $0 < b < 1$ feltételezését teszi szükségessé. Ekkor a tudásbázis korlátozó hatásának változatlan szinten tartásához $L = 1 - b > 0$ szükséges. A (15) összefüggés szerint azonban ebben az esetben is igaz, hogy ha a kutatástámogatás progresszivitásának erősítése a junior kutató tudásbázisának bővítésére hatással van, akkor ez a hatás a magasabb tudásbázis irányába hat.

Áttérve a kutatói munka teljes életpályán mérhető termelékenységre,

$$\frac{V_1 + V_2}{1 + \overline{C}} = \frac{1 + (b + L)^{\varrho}}{1 + (2 - L)^{\gamma}}$$

miatt kapjuk, hogy (14) teljesülése esetén átváltás van a kutatástámogatás progresszivitásának foka és a kutatói munka teljes életpályán mérhető termelékenysége közt. Ez az átváltás azt jelenti, hogy a progresszívebb kutatástámogatás ugyan a senior kutató magasabb tudásbázisát eredményezi, de a kutatói munka termelékenységét csökkenti.

Szemügyre véve még egyszer a (15) deriváltat megállapítható, hogy $\frac{dL}{d\gamma} > 0$ abban az esetben is fennmarad, ha a publikációs tevékenység csökkenő határkölségét tételezzük fel, ekkor $0 < d < 1$, továbbá az ismeretek junior periódusban történő bővítésének határkölség-paraméterre gyakorolt hatása gyengébb, azaz $-1 < \delta < 0$, csakúgy, mint a tudásbázisból adódó korlátra gyakorolt hatása, vagyis $0 < \varrho < 1$. Egy ilyen helyzetet mutat be a 7. ábra, melyen a tudásbázisból fakadó korlát továbbra is V_1 csökkenő függvénye, míg a költségvetési korlát V_1 -ben növekvő.



7. ábra. Optimális megoldás $d = 0,8$, $\delta = -0,5$, $\varrho = 0,9$ és $\gamma = 1,5$ esetén

A célfüggvény $\lambda = 1$ paraméterérték melletti szintvonalát az ábrán szaggatott vonal jelzi, tehát a kutatástámogatás nagyobb része improduktív slack, melynek mértékét továbbra is a függőleges tengely mellett feltüntetett méretnyíl jelenti meg. Ennélfogva nincs átváltás junior periódusban a tudásbázis bővítésére fordított idő és a policy paraméter között, az utóbbi értéke hatástalan. Átváltás csak abban az esetben jelenne meg, ha az optimum a két görbe metszéspontjába kerülne, ahol (14) teljesül. Ehhez azonban arra lenne szükség, hogy a kutató a senior periódusban elérhető teljesítményt a későbbihez képest jelentős mértékben túlértékelje, például $\lambda = 5$. (De $\lambda = 4,5$ példánkban még nem elég.)

Numerikus eredményeink egybevágóan Goldin és társai (2020) empirikus evidenciáival, melyek szerint legjelentősebb fölfedezéseiket a tudósok és feltalálók egyre magasabb életkorban teszik. Ennek oka, hogy senior periódusban a kutatók nagyobb tudásbázissal rendelkeznek, ugyanakkor magasabb kutatástámogatás is áll rendelkezésükre. Modellünkben ezek az összefüggések annál erősebbek, minél progresszívebb a kutatástámogatási rendszer. Megjegyzendő, hogy Fanelli és Larivière (2016) a junior periódusban publikált cikkek számának növekedését figyelték meg. Ez az eredmény nem támasztja alá, hogy a kutatástámogatási rendszerek az utóbbi évtizedek során progresszívebbekké váltak volna, ugyanakkor a publish or perish követelményének erősödésére utal.

Láttuk továbbá, hogy a kutatástámogatás egy részét a senior kutató nem képes hatékonyan felhasználni, ha korábban felhalmozott tudásbázisa nem elegendően nagy. Érdekes ezen a ponton felhívni a figyelmet a magyarországi helyzet néhány további sajátosságára. Csaba (2013) a magas szintű, elméleti képzési irányok elhanyagolása mellett az oktatót ismeretanyag folyamatos zsgorítását kifogásolja. Ugyanakkor Benczúr és társai (2013) az egységes szakmai alapok hiányára hívja fel a figyelmet a doktori képzésben részt vevők esetében. Az idézett cikkek megállapításai sajnos mindmáig helytállóak tűnnek.

5 További kutatási irányok

Érdekes lenne a jelen tanulmányban bemutatott elméleti modellből adódó következtetéseket néhány további empirikus evidenciával szembesíteni. Az ilyen irányú empirikus kutatásokat azonban nagymértékben megnehezíti egyrészt az a tény, hogy az 1. szakaszban tett 1. és 2. feltételek többnyire nem teljesülnek, másrészt, hogy nem állnak rendelkezésre sem az α és ψ , sem pedig a λ paraméterekre vonatkozó adatok. Utóbbi jelentőségét a (15) reláció teljesülése szempontjából a 6. ábra kellőképpen illusztrálta. Így a kutatók számára objektív adottságként meglévő ösztönzők és a szubjektív időpreferencia hatása nem különíthető el. Érdekes azonban felhívni a figyelmet a kutatás néhány további lehetséges irányára.

5.1 Tanítványok versus kutatóasszisztensek

A szimuláció során a learning by doing hatás erősségét mérő paraméterek értékét exogén konstansnak tekintettük. Valószínűbb azonban, hogy c értéke attól függ, hogy a közösen végzett munka során mennyi tudást, mennyi tapasztalatot ad át a junior kutatónak a senior kutató. Ha a senior kutató magát egyfajta mesternek, junior kollégáját pedig tanítványnak tekinti, akkor ez a paraméter meglehetősen magas értéket is fölvehet. Csakhogy a tudásátadás a mester kutatásra rendelkezésre álló idejét csökkenti, ennél fogva a senior periódusban alacsonyabb teljesítményt fog nyújtani. Magasabb teljesítményt abban az esetben érhet el, ha a junior kollégákat nem tanítványként,

hanem inkább kutatóasszisztensként kezeli. Ebben az esetben azonban, amikor a junior kutatók seniorokká válnak, c alacsonyabb értékével kell számolniuk. Ezek szerint a senior kutatónak további két döntést is meg kell hoznia:

1. Rendelkezésre álló egységnyi idejének mekkora hányadát fordítsa új eredmények elérésére, s mekkora hányadát tudásátadásra. Ekkor a $t_2 = 1$ transzverzalizációs feltétel helyett $t_2 \leq 1$.
2. A junior kollégák egységnyi idejének mekkora hányadára tartson igényt, mely idő alatt ők kutatóasszisztensként támogatják a senior kolléga teljesítményét. Ez alatt az idő alatt a junior kutatók tudásbázisukat sem bővítik, és önállóan elért eredményekre sem jutnak. Ekkor $t_1 \leq 1 - L(\Delta\bar{B})$.

Figyelembe véve mindezeket, a senior kutató célfüggvényében meg kell jeleníteni a junior kollégák által, a későbbi periódusban elérhető teljesítményt is. Így a probléma egy többperiódusos modellben lenne vizsgálható. Egy ilyen modell azonban jelen tanulmány keretein túlmutatna.

5.2 „Top 5” folyóiratok és műhelytanulmányok

A 2. szakaszban a Π halmazon bevezetett osztályozást tovább lehetne finomítani, elsősorban a P részhalmaz további osztályozása révén. Ebbe az irányba módosítottuk a modellt a 3.2 pontban, ahol a megjelent cikkeket q_1 -es és q_2 -es osztályba soroltuk. Érdekes bővítésnek tűnne Heckman és Moktan (2020) nyomán további elfogadási korlátokat, és ennek megfelelően P további részhalmazait bevezetni például a „Top 5” lapokra.

Egy másik lehetséges kiindulási pont lehetne, hogy egy papírt várhatóan mennyien olvasnak. Esetenként publikálásra kerülnek olyan cikkek, melyek nem publikált kéziratokra hivatkoznak, így lehetséges, hogy I egyik-másik eleme több olvasóhoz jut el, mint P némelyik eleme. Mivel általában is igaz, hogy $I \cup P$ különböző elemei nagyon is különböző számú olvasóhoz jutnak el, nem biztos, hogy érdemes a két részhalmazt egymástól élesen elhatárolni. Ebben az esetben célszerűbb lenne P -t fuzzy halmazként definiálni. Ekkor $P : \Pi \setminus N \rightarrow [0, 1]$, és P továbbra is az idő függvénye, továbbá $P(h)$ magasabb értéke esetén a papír nagyobb valószínűséggel tekinthető publikáltnak abban az értelemben, hogy több olvasóhoz jut el. Így $P(h) = 1$ esetén $V(h) \geq \bar{V}_K$, továbbá a papír maximális számú olvasóra számíthat, míg $P(h) = 0$ esetén a t időpontban azt csak a szerző ismeri. Ekkor a 2. szakaszban bevezetett $A(t) = \varphi(I(t), P(t))$ összefüggés helyett $A(t) = \Phi(P(t))$ lép érvénybe, ahol $P(t)$ az imént bevezetett fuzzy.

A jelen tanulmány mondanivalója szempontjából azonban Π 2. szakaszban bevezetett osztályozása elegendőnek tűnik.

5.3 Bizonytalanság és várakozások

Feloldva a (4) értékelőfüggvény és (5) költségfüggvény paramétereire a 4. szakasz elején tett megszorításokat, érdemes abból kiindulni, hogy α és ψ értékei

a kutató számára ismeretlenek, döntései során csupán erre irányuló várakozásaira támaszkodhat. E várakozások beigazolódását a kutató számára a sikeres publikációs tevékenység jelzi. A 3. ábrán bemutatott példában \bar{C} költségvetési korlát mellett sikeresebb, ugyanakkor termelékenyebb is a kutató, ha α és ψ alacsonyabb értékét anticipálja. Ezt a tapasztalatát pedig a későbbiekben fel is használja, miközben újból várakozásokat képez, sőt tapasztalatait senior kutatóként tovább is adhatja. E tapasztalatok pedig, például egy, a 2. ábrán bemutatott szituációban a h_2 papír átdolgozása során $\text{rev}(h_2, h_4)$ helyett a $\text{rev}(h_2, h_5)$ művelet végrehajtására ösztönöznek. Továbbá, mivel a senior kutatók gyakran tagjai szerkesztőbizottságoknak, illetve végeznek lektori munkát, melynek során korábbi tapasztalataikra támaszkodnak, e tapasztalatok a későbbi szerzők várakozásait formálják. Egy, a várakozások formálódását ezek alapján vizsgáló dinamikus modell bizonyára további betekintést nyújtana a kutatói döntéseket torzító ösztönzők erősödésének folyamatába, csakúgy, mint Hackeman és Moktan (2020) cikke.

6 Következtetések

Tanulmányunkban a választ arra a kérdésre kerestük, hogy miként lehetséges, hogy a K+F szektor növekvő erőforrásfelhasználás mellett egyre csekélyebb mértékben képes a vállalati szektor termelékenységének növeléséhez hozzájárulni. Kiinduló feltevésünk az volt, hogy a termelékenység növelésének igényét a társadalmi környezet egyre kevésbé képes a kutatók felé közvetíteni. A közvetítőrendszer fogyatékoságai pedig mind a kutató intratemporális, mind pedig intertemporális döntéseit szuboptimális irányba módosítják.

Az intratemporális döntés tulajdonképpen annak meghatározására vonatkozik, hogy mit kutassak? Mivel egy-egy kutatási eredmény termelékenységre gyakorolt pozitív hatása többnyire rendkívül nehezen mérhető, a kutató és a szerkesztőbizottságok rendszerint a tanulmányra várható hivatkozásokat helyezik előtérbe a kérdés megválaszolása során, azaz α alacsony értékét tételezik fel a (6) problémában, csakúgy, mint a lektorok és hozzászólók. Emellett a várható hivatkozások és termelékenységre gyakorolt hatás közeli helyettesíthetőségének feltételezése eredményezi a létrehozott publikációk jól kimutathatóan magas Hirsch-indexét, melynek következtében a kutató a későbbiek során nagyobb összegű kutatástámogatásra számíthat. Túlzott jelentőséget tulajdonítva azonban a Hirsch-indexnek, háttérbe szorulnak azok a kutatások, melyek elsődleges célja nem a kutató nemzetközi ismertségének növelése, hanem a műszaki-technikai haladás előmozdítása. Amennyiben a társadalom a „Mit kutassak?” kérdésre adott választ befolyásolni kívánja, el kell fogadnia, hogy a sok hivatkozás nem helyettesíti a termelékenységre gyakorolt hatást, és a jelenleginél hatékonyabb választ kell találnia a „Hogyan értékeljünk?” kérdésre.

Érdeemes még felidézni, hogy ezeket az eredményeket nem hivatkozásokon, illetve a termelékenységre gyakorolt hatáson alapuló kétféle értékelés egymással történő szembeállítására révén kaptuk. Mindvégig feltételeztük ugyanis,

hogy a kétféle értékelés eredményei közt pozitív korreláció áll fenn. Ebből azonban nem következik, hogy ha valamely papír az egyik értékelés szerint jobb, mint a másik, akkor feltétlenül ez a helyzet a másik értékelés szerint is. Feloldva azonban az 1. szakaszban tett 2. feltevést, s így megengedve bizonyos reciprok sémák működését a hivatkozások során, ez a pozitív korreláció is kérdéssé válik.

Az intertemporális döntés során pedig a „Mikor kutassak?” kérdésre kell választ adni. Eredményeink azt mutatják, hogy a műszaki-technikai haladás szempontjából legjobb válasz a következő: Minél nagyobb tudásbázis megszerzése után, annál jobb. A fiatal kutatók tehát fordítsák idejük minél nagyobb részét tudásbázisuk bővítésére, később pedig kerüljék a témaváltást! Ezt a célt szolgálja az erősen progresszív kutatástámogatási rendszer. A progresszió erősítése ugyanakkor mind a fiatal kutatók teljesítményét, mind pedig a teljes kutatói életpálya során mérhető termelékenységet csökkenti. Nem segíti azonban a termelékenység növelésének kívánságát tartalmazó üzenet fiatal kutatókhoz történő eljuttatását sem a publish or perish követelménye, sem a fiatal kutatók egzisztenciateremtési kényszere. Ezek ugyan alkalmasak lehetnek a költséghatékonyabb kutatói munka kikényszerítésére, de a teljes kutatói életpálya során elért eredmények mennyiségét az egyes publikációk értékelési módjától függetlenül csökkentik.

Az egyszerűség érdekében az intratemporális és intertemporális döntéseket egymástól elkülönítve vizsgáltuk, így a 4. szakaszban figyelmen kívül hagytuk azt a 3.2 pontban bemutatott lehetőséget, mely szerint a senior kutató rendelkezésére álló költségvetési korlát növelése a vállalati szektor termelékenységéhez kevésbé hozzájárulni képes publikációk megalkotására is ösztönözhet. Következésképp a junior periódusban tudásbővítésre fordított idő későbbi hozadéka elsősorban olyan papírok megírásában jelentkezhet, melyek több hivatkozást kapnak, de nem biztos, hogy ugyanakkor a vállalati szektor termelékenységét is növelik.

Mindezek alapján e sorok írói úgy vélik, hogy a romeri tudástermelési függvény (1) specifikációjában szereplő σ paraméter csökkenő tendenciájának hátterében a társadalom kutatókkal szemben egyre erősebbé váló bizalmatlansága húzódik meg. Nem is meglepő, hogy ez a bizalmatlanság az 1. szakaszban tárgyalt folyamatok következtében mindinkább erősödik, hisz a K+F szektor egyre több erőforrást használ fel, ennek eredménye azonban a termelékenység növekedésében egyre kevésbé látszik. Akkor hát hol mutatkozik meg a K+F szektor teljesítménye? A tudományos publikációkban. Ezek mennyisége jól mérhető, sőt a tudománymetria fejlődésével egyre jobban mérhető, minőségük mérésére pedig alkalmas és kényelmes adatbázisul szolgál a hivatkozásokról számot adó statisztika. Ilyen módon a társadalom felé a K+F szektor növekvő teljesítménye mutatható ki abban az esetben is, ha a publikálásra kerülő tanulmányok egyre kisebb része éri el a vállalati szektor 3. ábrán bevezetett ingerküszöbét. Ezt az ingerküszöböt tekintve a minőség indikátorának, felismerhető, hogy ezúttal is a minőség versus mennyiség problémájával találjuk szembe magunkat. A bizalmatlanság erősödésével az ösztönzők (modellünkben a (4) értékelőfüggvény α és ψ paraméterei)

mindinkább a mennyiség, elsősorban a hivatkozások mennyiségének irányába torzítanak, miközben a minőség, és a minőséggel együtt a vállalati szektor termelékenysége egyre inkább háttérbe szorul. Érdeemes itt felidézni Bródy (1984) könyvében tett megállapítását, mely szerint a tudóst nem lehet ellenőrizni. Eredményeink azt mutatják, hogy az ellenőrzésre irányuló törekvések (pl. a fiatal kutatókkal szemben támasztott magas elvárások, vagy publish or perish) nem csupán hatástalanok, de éppúgy kontraproduktívak lehetnek, mint a túlzott adaptivitás kényszere.

Eredményeinket egy olyan modell szolgáltatta, ahol a termelékenységi tudást nem egy skalár, hanem egy gráf reprezentálja, melynek pontjai az elért eredményeket rögzítő dokumentumok, éleit pedig ezek egymásra épülése és értéke határozza meg.

Megjegyzendő végül, hogy eredményeink kizárólag azon kutatások esetén értelmezhetők, melyek közvetlen, vagy közvetett hatása a termelékenység javítása. Nincs tehát jelentőségük például a történelem-, vagy a nyelvtudományok esetében, ha ezektől a termelékenység javulása nem várható.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TKP2021-NKTA-19 számú projekt keretében készült, mely az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalom

1. Abramo Giovanni és D'Angelo Ciriaco Andrea (2014) How do you define and measure research productivity? *Scientometrics*, 101, 1129–1144. DOI 10.1007/s11192-014-1269-8
2. Ács J. Zoltán (2024) Jaffe–Feldman–Varga: A tudás átterjedésének keresése. *Közgazdasági Szemle*, 71, 1123–1140.
3. Arrow, K. J. (1963) The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29, 155–173.
4. Benczúr Péter, Kézdi Gábor, Kondor Péter, Mátyás László, Valentinyi Ákos (2013) Javaslat a magyarországi közgazdasági doktori képzés korszerűsítésére. *Közgazdasági Szemle*, 60, 722–732.
5. Bessenyei, I. (2013) Az ideológia hálójából a mennyiségi hajsza csapdájába. *Közgazdasági Szemle*, 60, 1140–1151.
6. Bloom, Nicholas; Jones Charles, I.; Reenen, John, V. és Webb Michael (2020) Are Ideas Getting Harder to Find? *American Economic Review*, 110(4), 1104–1144.
7. Bródy András (1984) *Lassuló idő*, KJK, Budapest
8. Burda, Michael és Wyplosz Charles (2022) *Macroeconomics*. Eighth Edition, Oxford University Press
9. Curcic, Dimitrie (2023) How many academic articles are published each year? *WordsRated*, June 1. 2023.

10. Csaba László (2013) Kérdőjelek a közgazdaságtanban és oktatásában, *Közgazdasági Szemle*, 60, 47–63.
11. Fanelli, D. és Larivière, V. (2016) Researchers' Individual Publication Rate Has Not Increased in a Century. *Public Library of Science*, 11(3), e0149504, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149504>
12. Fernald, J., Inklaar, R. és Ruzic, D. (2024) The Productivity Slwdown in Advanced Economies: Common Shocks or Common Trends? *Review of Income and Wealth*. <https://doi.org/10.1111/roiw.12690>
13. Goldin, Ian; Koutroumpis, Pantelis; Lafond François és Winkler Julian (2020) Why is productivity slowing down? MPRA Paper No. 107644.
14. Heckman, J. J. és Moktan, S. (2020) Publishing and Promotion in Economics: The Tyranny of the Top Five. *Journal of Economic Literature*, 58(2) 419–470. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/27030437>
15. Herrendorf, B., Rogerson, R. és Valentinyi, Á. (2019) Growth and the Kaldor Facts. Federal Reserve Bank of St. Louis *Review, Fourth Quarter*, 101(4), 259–276. <https://doi.org/10.20955/r.101.259-76>
16. Herzer, Dierk (2022) The impact of domestic and foregin R&D on TFP in developing countries. *World Development*, 151.
17. Jones, C. [1995]: R & D-based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, 103, 759–784. <https://doi.org/10.1086/262002>
18. Jones, Charles, I. (2002) *Introduction to economic growth*. 2nd ed. W. W. Norton & Company.
19. Káldor, N. (1963) Capital Accumulation and Economic Growth. In Lutz, F. A. és Hauge, D. C. (szerk.) *Proceedings of a Conference Held by the International Economics Association*, Macmillan, London.
20. Kydland, Kinn, E. és Prescott, Edward, C. (1982) Time to Build Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, 50(6) 1345–1370
21. Kopányi Mihály (szerk.) (1993) *Mikroökonómia*. Aula
22. Magyar Nemzeti Bank Termelékenységi jelentés 2022. július
23. Magyar Nemzeti Bank Növekedési jelentés 2023
24. Phelps, Edmund, S. (1961) The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen. *American Economic Review*, 51(9), 638–643.
25. Romer, Paul, M. (1990) Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102.
26. Scarf, H. E. (1967) The approximation of fixed-points of a continuous mapping. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 15, 1328–1343.
27. Solow, R. M. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.
28. Szendrei Ágnes (2004) *Diszkrét matematika*. Polygon, Szeged.
29. Zalai Ernő (2011) *Matematikai közgazdaságtan I. Általános egyensúlyi modellek és mikroökonómiai elemzések*. Akadémiai Kiadó.

ON SOME FRICTIONS OF THE ROMERIAN KNOWLEDGE
PRODUCTION FUNCTION

Are ideas getting really harder to find? This is the question Bloom and his co-authors asked in 2020 in the columns of the American Economic Review. According to their empirical research, the answer is yes: Researcher's output is declining at a demonstrable rate worldwide. This study attempts to provide a possible explanation for the reasons for this decline. We investigate why the dynamic growth of R&D expenditures does not result in higher productivity? The question is particularly important because, according to the Solow model, the only way to increase the standard of living is to increase productivity. We seek the answer in the micro-level foundation of Romer's knowledge production function, which points out the frictions of this function. We will demonstrate that signals from the environment of the researcher or research institution can distort both intratemporal and intertemporal decisions. On the one hand, the distortion results in the focus of research project not being on increasing the productivity of the corporate sector, but on publication performance, and on the other hand, young researchers spend an irrationally small amount of time expanding their knowledge. The demonstration of the above phenomena necessitates the exploration of the deeper structure of productivity knowledge summarized in a single variable in Romer's knowledge production function. To do this, we will introduce an infinite directed graph.