

OTDK-dolgozat

2025

BUDAPESTI METROPOLITAN EGYETEM
MNB INTÉZET: FENNTARTHATÓ PÉNZÜGYEK KÖZPONT
NEMZETKÖZI GAZDASÁG ÉS GAZDÁLKODÁS MESTERSZAK

**A PRIOR VÁLASZOKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A
SZÉPSÉGVERSENY JÁTÉKBAN**

**THE IMPACT OF PRIOR ON RESPONSES IN THE BEAUTY CONTEST
GAME**

Fehér Ajándok

Konzulens: Kovács Márton

Kézirat lezárásának dátuma: 2024.04.15.

ABSZTRAKT

A szépségverseny játék néven ismertté vált kísérleti játék szerkezete miatt elméletben alkalmas a tökéletlen információs közegben meghozott döntések modellezésére. A játék gyakorlati eredményeit elemző kutatások azonban megosztottak azzal kapcsolatban, hogy a többi játékosról alkotott prior egyáltalán hatással van-e a játékosok döntésére. A jelen kutatás célja választ találni erre a kérdésre. A kutatás során különböző játékvariációk alkalmazása révén befolyásolom a játékosok priorját. Az adatgyűjtést online kérdőíves módszerrel végzem. Az eredmények alapján megalapozott feltevésnek tartom azt, hogy a játékosok válaszaira, nem csak a játékos kognitív szintje, hanem a többi játékosról alkotott priorja is hatással van. A játékosok többsége hajlamos a tényleges szintjétől eltérő választ megadni, valamint a többi játékosról alkotott priorja változásának függvényében módosítani a választ.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. ELMÉLETI HÁTTÉR	3
2.1. EGYSÉGES PRIORT ALKALMAZÓ GONDOLKODÁSI MODELLEK.....	5
2.1.1. <i>A legjobb válaszok iterációja: a "level-k" modell</i>	<i>6</i>
2.1.2. <i>Gyengén dominált stratégiák iterált kiküszöbölése</i>	<i>7</i>
2.2. DIVERZIFIKÁLT PRIORT ALKALMAZÓ GONDOLKODÁSI MODELLEK.....	7
2.2.1. <i>A kognitív hierarchia modell</i>	<i>7</i>
3. A KORÁBBI KUTATÁSOK EREDMÉNYEINEK BEMUTATÁSA	9
3.1. NAGYMINTÁS KUTATÁSOK EREDMÉNYEI	9
3.2. AZ EQUILIBRIUM JÁTEKOSOK VISELKEDÉSE	12
3.3. A KÜLÖNBÖZŐ ÉRVELÉSI SZINTEK GYAKORISÁGA	13
3.3.1. <i>Az érvelési szintek közötti távolság.....</i>	<i>15</i>
4. A PRIOR VÁLTOZÁSÁNAK VÁLASZRA GYAKOROLT HATÁSÁT VIZSGÁLÓ TANULMÁNYOK EREDMÉNYEI	16
5. MÓDSZERTAN.....	18
5.1. ADATGYŰJTÉS	18
5.2. A KATEGORIZÁLÁS SZEMPONTJAI	19
5.3. LIMITÁCIÓK	20
6. AZ ADATOK BEMUTATÁSA	21
7. EREDMÉNYEK	27
7.1. AZ ELSŐ HIPOTÉZIS VIZSGÁLATA	27
7.2. A MÁSODIK HIPOTÉZIS VIZSGÁLATA	30
7.2.1. <i>Wilcoxon-próba értékelése</i>	<i>31</i>
7.2.2. <i>Mann-Whitney-próba értékelése.....</i>	<i>31</i>
8. KONKLÚZIÓ	34
IRODALOMJEGYZÉK	35
MELLÉKLETEK.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1. MELLÉKLET: HELYZETJELENTÉS A VÉGEKRŐL.....	II

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. táblázat: Nyertes szám és átlag a nagymintás kutatásokban	10
2. táblázat: Az A és B csoport leíró statisztikája a naiv játékosok nélkül.....	25
1. ábra: A dán Politiken napilap olvasói között lejátszott BCG játék válaszainak eloszlása	4
2. ábra: 1997-es kísérletek összevont eredményei (balra), és a 2005-ös online kutatásban adott válaszok (jobbra) eloszlása közötti különbség	11
3. ábra: Az equilibrium játékosok válaszáinak eloszlása Bosch-Doménech et al. kutatásában	12
4. ábra: Érvelési szintek eloszlása Stahl & Wilson és Bosch-Doménech et al. kutatásában	14
5. ábra: Egyetemisták válaszáinak eloszlása egymás (Control), végzősök (Graduate) és egy random szám generátor (Computer) ellen	16
6. ábra: A naiv játékosok kiszűrésének hatása az A és B csoport válaszainak eloszlására	21
7. ábra: A naiv játékosok válaszáinak megoszlása az A csoportban.....	23
8. ábra: A játékosok tényleges szintjének eloszlása az A és B csoportban	24
9. ábra: Az equilibrium játékosok választott szintjének változása ismert és ismeretlen játékosok ellen	26
10. ábra: Az A csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismeretlen játékosok ellen	29
11. ábra: A B csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismeretlen játékosok ellen	29
12. ábra: A B csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismert játékosok ellen	30
13. ábra: Az A csoport válaszainak változása ismert és ismeretlen játékosok ellen ..	33
14. ábra: A B csoport válaszainak változása ismert és ismeretlen játékosok ellen	33

1. BEVEZETÉS

Keynes “A foglalkoztatás, a kamat és a pénz általános elmélete” című könyvében egy érdekes metaforával illusztrálja a tőkepiac szereplőinek viselkedését: a közgazdász szerint a tőkepiacok működése olyan, mint azok az akkoriban meglehetősen népszerű játékok, amik során a résztvevőknek meg kell tippelnie, hogy sok arckép közül a többi versenyző melyiket találja a legszebbnek. A játékot az nyeri, aki a többi játékos tippjét legpontosabban meg tudja becsülni. Amennyiben egy játékos nyerni akar, figyelembe kell vennie, hogy mind-egyik játékos a többi játékos tippjét próbálja megbecsülni, így neki azt kell megtippelnie, hogy a többi játékos szerint mit fog a többi játékos tippelni és így tovább. A játéknak tehát nincs egy egyértelmű megoldása, az fogja megnyerni, aki a legpontosabban tudja előre jelezni a többi játékos viselkedését.

Keynes szépségverseny metaforája ösztönözte a játékelméleti kutatók között “szépségverseny játék” (Beauty Contest Game - innenől BCG), vagy “tippelős játék” (Guessing game) néven ismertté vált játék megalkotását. A játék matematizált eszközökkel próbálja modellezni a keynes-i szépségverseny játékban megfogalmazott döntési helyzetet, azzal a különbséggel, hogy egy gyengén domináns stratégiát is tartalmaz, ami egyfajta kapaszkodót jelent a játékosok által adott válaszok elemzéséhez.

A BCG játék szerkezete hagyományosan a következő: n résztvevőnek, külön-külön kell megtippelnie egy számot egy 0-tól 100-ig terjedő intervallumon úgy, hogy mindenki tudja, hogy az a játékos nyer, akinek a tippje a legközelebb esik az összes válasz átlagának egy adott konstanssal (klasszikusan $p = \frac{2}{3}$) való szorzatához. A játék szerkezetéből adódóan a játéknak van egy egyértelmű egyensúlyi pontja, ha minden játékos ezt játszaná akkor mindenki nyerne.

Amennyiben a játékosok egy része nem a racionális stratégiát követi, vagyis az egyensúlyi ponttól eltérő értéket jelöl meg, a játék jól mintázza Keynes modelljét, ugyanis nem az a játékos fog nyerni, aki eljutott az egyensúlyi pontig (vagyis “megoldotta a játékot”) hanem az, aki a legpontosabban tudja megbecsülni a többi játékos válaszainak átlagát, vagyis a legpontosabban tudja előre jelezni a többi játékos viselkedését.

A BCG játékkal kapcsolatos kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a játékosok többsége nem jut el az egyensúlyi pontig, sőt átlagosan csak egyszer vagy kétszer iterálja a stratégiáját. Az egyensúlyi ponttól való eltérést elméletben elsősorban két tényező határozza meg: (1) függ attól, hogy a játékos kognitív képességei hány iterációs kör megtételét engedik meg és (2) függ attól, hogy a játékos mit gondol a többi játékos várható válaszairól (a

többi játékosról alkotott prior). Mivel a játékosok nincsenek tisztában azzal, hogy a többi játékos hány iterációs lépés megtételére képes, a BCG játék elméletben alkalmas a tökéletlen információs közegben meghozott döntések modellezésére. Azonban a gyakorlatban nehéz külön-külön vizsgálni a játékosok döntését meghatározó két tényezőt.

A többi játékos döntéseiről alkotott modell (prior) hatását vizsgáló kutatások egymásnak ellentmondó eredményekre jutottak, így arra a kérdésre nincs egyértelmű válasz, hogy az ellenfélről alkotott prior egyáltalán befolyásolja-e a játékosok választát.

Kutatásomban ennek a megválaszolására tesztek kísérletet: egyrészt megpróbálom megállapítani, hogy a játékosok kognitív szintjéből következő iterációs lépések száma (tényleges szint) és a játékosok által választott iterációs lépések száma (választott szint) között mutatkozik-e eltérés, másrészt megvizsgálom, hogy a játékosok módosítják-e az általuk megtett iterációs lépések számát priorjuk függvényében. Ezek alapján az alábbi két hipotézist fogalmazom meg:

Hipotézis 1: a játékosok a tényleges érvelési szintjükhöz képest alacsonyabb szintű válaszokat adnak BCG játék során.

Hipotézis 2: a játékosok módosítják a válaszukat a többi játékosról alkotott priorjuk változásának hatására

A kutatásomat két független mintán végeztem el, online kérdőíves módszer segítségével. Mindkét kutatás résztvevői kétszer játszották le a BCG játékot, két különböző játékvariációban: (1) a többi játékoskal kapcsolatban addicionális információkat kaptak (ismert csoport elleni játék), (2) a többi játékoskal kapcsolatban nem kaptak addicionális információt (ismeretlen csoport elleni játék). A játékosokról az általuk választott szám és ennek szöveges indoklásának elemzése révén állapítom meg, hogy a) mi a tényleges szintjük, b) mi a választott szintjük az ismeretlen csoport elleni játékban és c) mi a választott szintjük az ismert csoport elleni játékban. Az egyes szinteket a tanulmányomban részletesen tárgyalt "level-k" modell alapján állapítom meg. A korlátozott racionalitás kutatásában újnak tekinthető az a megközelítés, amely a játékosok tényleges szintjét hasonlítja össze a különböző játékvariációkban adott válaszok szintjével.

Az eredmények kiértékelése alapján megalapozott feltevésnek tartom azt, hogy a játékosok válaszaikra, nem csak a játékos kognitív szintje, hanem a többi játékosról alkotott priorja is hatással van. A játékosok többsége hajlamos a tényleges szintjétől eltérő választ megadni, valamint a többi játékosról alkotott priorja változásának függvényében módosítani a választát.

2. ELMÉLETI HÁTTÉR

A játékelmélet klasszikusan a Nash-egyensúly módszerével magyarázza a nem kooperatív játékok megoldását, így a résztvevők stratégiai gondolkodását és az egyéni stratégiák stratégia együttesét. A Nash-egyensúly olyan egyéni stratégiák kombinációja, amely minden játékos esetében a lehető legjobb választ jelenti a többi játékos stratégiájára, tehát mindenki számára egy optimális stratégiát feltételez. Nash-egyensúlyról abban az esetben beszélhetünk, ha a játékban résztvevők egyikének sem éri meg egyoldalúan eltérni az egyensúlyi stratégia-együttesben szereplő stratégiájától (Kreps, 1989).

Az episztemikus játékelméleti megközelítés a játékelmélet egy olyan ága, amely a hagyományos racionalitási előfeltevést kiterjesztve lehetőséget ad arra, hogy a játékosok korlátozott tudását és információit is vizsgálhassuk egy döntéselméleti szituációban. Az episztemikus játékelmélet szemüvegén keresztül modellezhetjük, hogy a játékosok hogyan kezelik ezt a korlátozott tudást, és hogyan alakítják ki döntéseiket a rendelkezésre álló részleges információk alapján. A tanulmányban a következőkben az episztemikus játékelméleti megközelítést alkalmazom. A keynes-i szépségversenyjáték alapján megalkotott BCG játék esetében ugyan létezik egy egyértelmű egyensúlyi stratégia, a gyakorlati kutatások eredményei mégis azt mutatják, hogy a játékosok többsége szisztematikusan eltér ettől az egyensúlyi ponttól.

A BCG játék szerkezete hagyományosan a következő: n résztvevőnek, külön-külön kell megtippelnie egy számot egy 0-tól 100-ig terjedő intervallumon úgy, hogy mindenki tudja, hogy az a játékos nyer akinek a tippje a legközelebb lesz az összes válasz átlagának egy adott konstanssal (p) való szorzatához - a kutatás során $p = \frac{2}{3}$, amit az indokol, hogy a nagymintás kutatásokban általában ezt az értéket használták.¹²

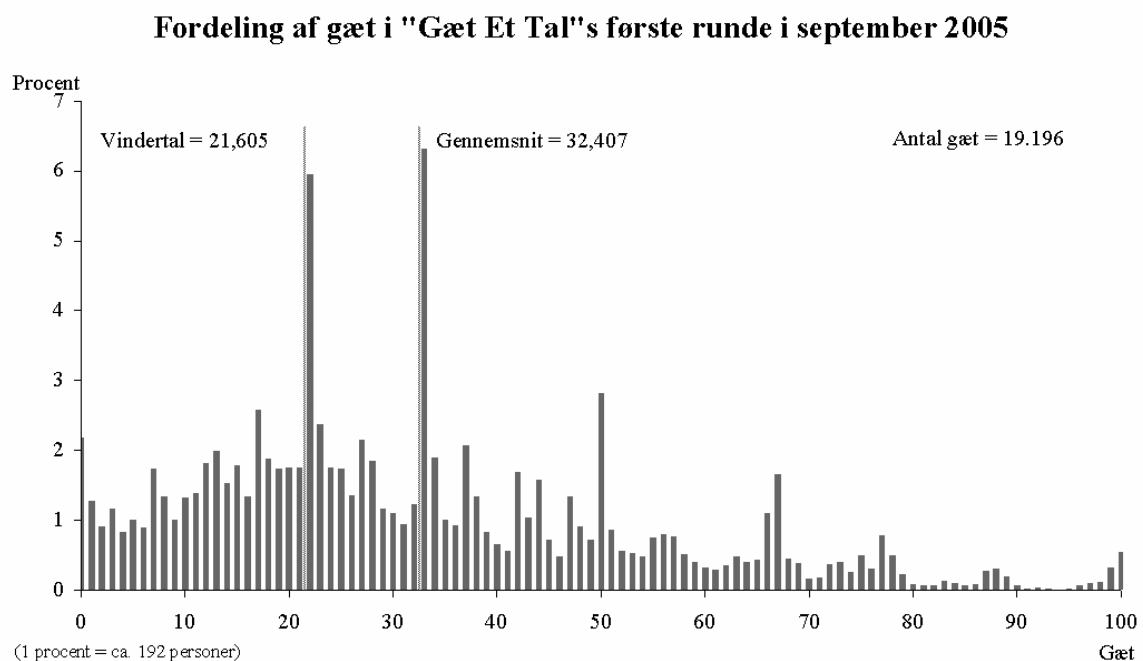
A BCG játéknak tehát a szerkezetéből adódóan van egy egyértelmű nash-egyensúlyi pontja, a gyakorlati kutatások eredményei mégis azt mutatják, hogy a játékosok válaszai nem írhatóak le az egyensúlyi modellel, sőt: szisztematikusan eltérnek ettől. A gyakorlati kutatások eredményeinek hasonló mintázataiból arra lehet következtetni, hogy a játékosok

¹ Nagel (1995) kísérletében $p = \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{4}{3}$, Ho, Camerer és Weigelt (1998) kísérletében $p = 0.7, 0.9, 1.1$, és 1.3 , Bosch-Domènech és szerzőtársai (2002) szintén, $p = \frac{2}{3}$ variációt használták)

² 0-100 skála esetén, ha csak egész számokat lehet választani, akkor, ha, $p=\frac{2}{3}$, akkor két egyensúlyi pont is van, ha “mindenki 0-át választ”, illetve ha “mindenki 1-et választ”. Ha például $p=0.9$, akkor további egyensúlyi pontok is lehetségesek “minden 0; 1; 2; 3; 4 választása esetén”. Mivel a játék szempontjából fontos lehet, hogy csak egy egyensúlyi pontja legyen, egész számok esetén 1-100 skála szerint érdemes játszani a játékot. Valós számok lehetősége esetén 0-100 skálán, ha $p<1$ is csak egy egyensúlyi pont létezik, ha “mindenki 0-át választ”. Ha $p>1$, 0-100 skálán akkor két egyensúlyi pont is kialakul, ha “mindenki 0-át”, és ha “mindenki 100-at választ”.

valamilyen általános rendszer(ek) mentén térnek el az egyensúlyi gondolkodástól – ennek szemléltetésére érdemes bemutatni egy klasszikus BCG játék ($p = \frac{2}{3}$; $[0;100]$), közel 20 ezer játékos részvételével elvégzett kísérlet eredményeinek gyakorisági eloszlását (lásd 1. Ábra). A dán *Politiken* napilap olvasói körében elvégzett kísérlet (eddig a legnagyobb mintán elvégzett BCG kísérlet) eredményei jól szemléltetik ezeket a gyakori mintázatokat. Egyrészt megfigyelhető az átlagosan megtett 1 vagy 2 iterációs szintek gyakorisága a kiugró értékek alapján (33; 22), illetve a gyakori gondolkodási hibák gyakorisága is (50; 67).

1. ábra: A dán *Politiken* napilap olvasói között lejátszott BCG játék válaszainak eloszlása



1. ábra: A dán *Politiken* napilap olvasói között lejátszott BCG játék válaszainak eloszlása

Forrás: Økonomisk Institut

Abban a legtöbb kutató egyetért, hogy a játékosok különböző korlátozottan racionális érvelések mentén közelítenek a játékhoz és az adott gondolkodásmód iterációja révén közelítenek az egyensúlyi szám felé (az iterációk számát a szakirodalom általában “érvelési szinteknek” nevezi). A különböző játékosok különböző számú iterációt végeznek. A korlátozottan racionális érvelés kétféle logikai művelet alkalmazásával végezhető: a legjobb válaszok iterációjával (Iterated Best Reply – IBR), vagy a gyengén dominált stratégiák iterált

kiküszöbölése révén (Iterated Dominance – ID). A játékosok mindkét logikai művelet végtelen számú iterációjával eljutnak a játék egyensúlyi pontjáig.

Elméletben az, hogy egy játékos, hány iterációs lépést fog megtenni két tényező függvénye: (1) függ attól, hogy a játékos kognitív képességei hány iterációs kör megtételét engedik meg és (2) függ attól, hogy a játékos hogyan vélekedik a többi játékos várható válaszáiról (mi az általa alkalmazott prior) (Stahl & Wilson, 1995). A korlátozottan racionális modellek játékosai ugyanis feltételezi, hogy a többi játékos nincs Nash-egyensúlyban, vagyis nem a lehető legjobb választ adja a többi játékos stratégiájára.

A legjelentősebb eltérés a korlátozott racionalitási modellek között a játékos által alkalmazott priorral kapcsolatban mutatkozik. A Nagel (1995) és Stahl és Wilson (1994, 1995) nevéhez fűződő “level-k” modellek abból indulnak ki, hogy a játékosok 1 valószínűséget rendelnek ahhoz, hogy az összes többi játékos az érvelés egy adott szintjén van. Ezzel szemben a Camerer, Ho, és Chong (1998) a “level-k” elméletéhez szorosan kapcsolódó “Kognitív Hierarchia” (cognitive hierarchy – CH) modellje abból indul ki, hogy a játékosok priorja egy normalizált Poisson-eloszlással írható le.

Azt, hogy egy játékos döntését mennyiben határozza meg az egyik, vagy másik tényező, meglehetősen nehéz mérni, mivel a játék ismételt lejátszása bizonyítottan közelebb viszi a válaszokat a Nash-egyensúlyhoz (Weber, 2003), tehát amennyiben egy adott játékos egymás után több különböző csoport ellen játszik nem csak a többi játékosról alkotott képe, hanem a játék megértésének mélysége is változik.

Gyakorlatban a játékosok által elvégzett iterációs lépések számát a kognitív képesség mértéke és játékos priorja mellett egy harmadik nem elhanyagolható tényező is meghatározza: az ösztönzők mértéke, amely mindkét előbbi tényezőre hatással van. A BCG játékban a játékosok viselkedése függ attól, hogy mekkora a határhaszna és mekkora a határköltsége a további iterációk végzésének (Agranov et al. 2012), valamint a többi játékosról alkotott minél pontosabb prior kialakításával járó kognitív erőfeszítésnek. Így vélhetőleg csak abban az esetben lehetne torzítatlan képet kapni a játékosok valós képességeiről és a többi játékosról kialakított priorjukról, amennyiben olyan mértékben növelnénk meg az ösztönzők mértékét, hogy ez minden játékost arra ösztönözzön, hogy a maximumot hozza ki kognitív képességeiből.

2.1. EGYSÉGES PRIORT ALKALMAZÓ GONDOLKODÁSI MODELLEK

Az egységes priorral rendelkező játékosok döntéseit leíró modellek szerint egy játékos $P=1$ valószínűséget rendel ahhoz, hogy az összes többi játékos az érvelés egy adott szintjén van.

Mivel a játékos a saját (korlátozottan racionális) legjobb stratégiáját játssza, amennyiben kognitívén n iterációs lépés megtételére képes, a többi játékosról alkotott priorja alapján a többi játékos maximum $n-1$ iterációs lépést tesz meg. A játékos tehát minden esetben abból indul ki, hogy a többi játékos kevesebb számú iteráció megtételére képes, mint ő. Ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy a játékos priorja szerint a többi játékos szigorúan eggyel kevesebb számú iterációra képes (Georganas et al., 2015): amennyiben a játékos azt gondolja, hogy a többi játékos $n-1$ -nél kevesebb iterációs lépés megtételére képes ($n-1-x$) akkor a játékos $n-x$ (továbbiakban k) iterációs lépést fog megtenni.

2.1.1. A legjobb válaszok iterációja: a “level- k ” modell

A “level- k ” modellben meghatározott logikai művelet a legjobb válaszok iterációjával (IBR) közelít a Nash-egyensúly felé. Minden Lk játékos egy feltételezett “naiv csoport” válaszaiból indul ki. Azt feltételezi, hogy a csoport teljesen véletlenszerűen választ egy számot, vagyis a válasza egy szimmetrikus eloszlás esetén a határértékek átlaga lesz (Nagel, 1995). A “level- k ” elmélet a teljesen véletlenszerűen választó naiv játékost $L0$ -szintű játékosnak nevezi.³

Lk játékos gondolkodását $[0-100]$ határértékkel a következőképp lehet leírni (Costa-Gomes & Crawford, 2006):

$$Lk = \left\lfloor \frac{(0 + 100)}{2} \right\rfloor \times p^k$$

Az Lk játékos tehát első körben kialakít egy meglehetősen naiv priort, majd az arra adott legjobb válaszokat k -szor iterálja. Az Lk játékos így mindig az $L(k-1)$ játékos válaszára adja a legjobb reakciót (pl. $p=2/3$, $[0-100]$ határérték mellett például $L1$ válasza 33 lesz). $L1$ megközelítése alapvetően azt feltételezi, hogy a többi játékos nem érti, hogy az átlag $2/3$ -át kell mondania, ha nyerni akar. $L2$ már egy stratégiailag szofisztikáltabb játékos, aki azt feltételezi, hogy a játékosok többsége rájön, hogy a válaszok átlagának $2/3$ -át kell megadnia, így ő az átlag $2/3$ -ának a $2/3$ -át fogja választani, ami ebben az esetben 22 körüli számot jelent.

³ Habár az $L0$ típus számos “level- k ” modellben megjelenik, Crawford, Costa-Gomes, és Iriberry 2013-as tanulmányában amelllett érvel, hogy azon becslések esetében, amelyek megfelelően figyelembe veszik a játékosok esetleges tévedéseit, az $L0$ típusok gyakorisága elenyésző. Szerintük az $L0$ játékosok első-sorban az Lk játékosok többi játékosról alkotott modelljében léteznek (így csupán a gondolkodás egyfajta horgonyaként funkcionálnak).

2.1.2. Gyengén dominált stratégiák iterált kiküszöbölése

A játékot a gyengén dominált stratégiák iterált kiküszöbölésével (ID) is meg lehet oldani. A D_k típusú játékos először k iterációs körben törli a dominált döntéseket, majd a fennmaradó döntési lehetőségekre adja a legjobb választ (ekkor az L_k típushoz hasonlóan egy egységes priorból indul ki). A D_k játékos gondolkodását $[0-100]$ határértékkel a következőképp lehet leírni (Costa-Gomes & Crawford, 2006):

$$D_k = \left\lfloor \frac{(0 + 100p^k)}{2} \right\rfloor \times p$$

A korábbi $p=2/3$, $[0-100]$ példánál maradva, a D_1 játékos először rájön, hogy a válaszadók vélhetően nem fognak 66-nál magasabb számot mondani, majd abból kiindulva, hogy a 0 és 66 közötti értékek között egyenletesen fognak eloszlani a válaszok, a 66 átlagának veszi a $2/3$ -át.

Habár az IBR és az ID logikai műveletet végző játékos végső sorban ugyanazokra az eredményekre jut, mivel a D_k játékos első körben törli a domináns döntéseket, válasza az $L(k+1)$ típusú játékos válaszával fog megegyezni.

$$\left\lfloor \frac{(0 + 100p^k)}{2} \right\rfloor \times p = 50p^{k+1} = \left\lfloor \frac{(0 + 100)}{2} \right\rfloor \times p^{k+1}$$

2.2. DIVERZIFIKÁLT PRIOR ALKALMAZÓ GONDOLKODÁSI MODELLEK

Habár a BCG játékra adott válaszok eloszlásának gyakori mintázatait jól magyarázzák az L_k és a D_k modellek (Crawford et al., 2013), néhányan amellet érvelnek, hogy vannak olyan játékosok is akik nem egy egységes priorból, hanem az érvelési szintek valamely feltételezett eloszlásából indulnak ki. Costa-Gomes et al. (2001), és Costa-Gomes és Crawford (2006) tanulmányában is ezt a típust “szofisztikátnak” nevezik. A szofisztikált típusú játékost mindkét kutatás szerzői úgy definiálják, mint egy olyan játékost, aki elsősorban a többi játékos döntéseinek valószínűségi eloszlására reagál. Bosch-Doménech et al. (2002) a diverzifikált priorral rendelkező játékosra “IBRnd”-ként (IBR nondegenerate) hivatkozik, a kutatásában nem specifikálja, hogy az IBRnd játékos milyen eloszlással számol.

2.2.1. A kognitív hierarchia modell

Camerer et al. (2004) a BCG játékra adott válaszok magyarázatára egy ún. kognitív hierarchia (továbbiakban CH) modellt javasol. A modell játékos a Bosch-Doménech et al. (2002) “IBRnd” játékosához hasonlóan az iterált legjobb válasz gondolkodásmódot alkalmazza. A CH modell a többi korlátozott racionalitási modellhez hasonlóan azt feltételezi, hogy egy

Lk játékos azt gondolja, hogy a többi játékos maximum $L(k-1)$ iterációt végez, viszont a “level- k ” modell játékosával ellentétben azt feltételezi, hogy az $L0$ és $L(k-1)$ közti érvelési szintek előfordulása egy normalizált Poisson-eloszlással írható le.

A CH modell előfeltétele, hogy az egyes játékosok képesek helyesen megbecsülni a náluk kevesebb iterációs lépést végző játékosok relatív gyakoriságát, mivel azonban figyelmen kívül hagyják, hogy náluk több, vagy velük azonos számú iterációs lépést végző játékosok is lehetnek a játékban, a kevés iterációs lépést végző játékos többi játékosról alkotott priorja jelentősen el fog térni a valós eloszlástól (az $L2$ szinten lévő játékos például azt fogja feltételezni, hogy csak $L0$ és $L1$ szintű játékosok vesznek részt a játékban, így csak ezeknek a játékosoknak a válaszaire fog reagálni). A nagy számú iterációs lépést végző játékos priorja ellenben jelentős mértékben egyezni fog a különböző érvelési mélységek valós eloszlásával.

A normalizált Poisson-eloszlás jellegéből adódóan minél nagyobb a k , annál kisebb lesz a különbség Lk és $L(k+1)$ priorja között. Az Lk és az $L(k+1)$ játékosok tehát a határértéken azonos priorral fognak rendelkezni a többi játékosról, így azonos döntéseket fognak hozni a játékban. A modellből következik továbbá, hogy amennyiben egy Lk játékos egy tiszta egyensúlyi stratégiát (a $p=2/3$, $[0-100]$ határértékkel ez 0) játszik, az összes $L(k+n)$ játékos szintén az egyensúlyi stratégiát fogja játszani.

Camerer, Ho, és Chong 2004-es tanulmányában összesen 24 különböző BCG kísérlet eredményét elemezte a CH modell segítségével. Azt találták, hogy az iterációs szintek átlaga (és varianciája) 1.618 (a szerzők megemlítik, hogy ez az érték nagyon közel esik az arany-metszési állandóhoz). Hasonló eredményre jutott Costa-Gomes és Crawford (2006) kutatása is akik azt találták, hogy a különböző érvelési mélységek közül az $L1$ -es és az $L2$ -es játékosok száma domináns.

3. A KORÁBBI KUTATÁSOK EREDMÉNYEINEK BEMUTATÁSA

3.1. NAGYMINTÁS KUTATÁSOK EREDMÉNYEI

Ebben a fejezetben röviden bemutatom a szakirodalomban legtöbbet hivatkozott nagymintás kutatások eredményeit és főbb megállapításait. Bár a BCG játékot számos változatban kutatták⁴, az összehasonlíthatóság kedvéért az itt bemutatásra kerülő kutatások a “tradicionális” BCG játék szerkezetét követik (ahol $p=2/3$; [0-100]).⁵

Általánosan elmondható, hogy a korábban említett többségében kismintás kísérletekkel összhangban nagymintás kutatások eredményei is azt támasztják alá, hogy a klasszikus BCG játékban a játékosok átlagosan 1-2 iterációs lépést tettek meg, így a nyertes szám átlagosan a 2., illetve a 3. érvelési szinten alakult ki (lásd 1. táblázat). A nagymintás kutatások átlagainak összevetéséből megfigyelhető egy látványos különbség. A három különböző, újságolvasók körében, levélben beküldhető válaszadási módszerrel elvégzett kutatások során a játékosok átlagosan 2 iterációs lépést tettek meg, amíg a későbbi, online elvégzett kísérletek esetében a játékosok átlagosan csak 1 iterációs lépésig jutottak el.

Mi magyarázhatja az átlagok közötti látványos eltérést az 1997-es kutatások és a későbbi online elvégzett kutatások között? Bosch-Domenech et al. (2002) a három 1997-ben, különböző újságolvasók körében elvégzett kutatások eredményeit összefoglaló tanulmányában az eltérést elsősorban a válaszadásra rendelkezésre álló idő közötti eltéréssel magyarázza. Az 1997-es kutatásokban résztvevő játékosoknak ugyanis 1-2 hét állt rendelkezésére, hogy levélben elküldjék a válaszukat, míg a legtöbb laborban(személyesen) végzett kutatás esetében a résztvevők csak 5-10 percet kaptak a válaszadásra. Ezt az időfaktor feltételezést látszik igazolni Weber 2003-as kutatása is, ahol a játékosokkal 10 egymást követő alkalommal játszották le a klasszikus BCG játékot (ismétléses, visszajelzés nélküli variáció). A játék ismételt lejátszásával a résztvevők válaszaik egyre közelebb kerültek az egyensúlyi pont felé. A kísérlet eredménye arra enged következtetni, a játék ismételt újragondolásával az iterációs lépések száma is nő. Feltételezhető, hogy az újságolvasók körében lejátszott kísérletek résztvevői, a válaszadásra rendelkezésre álló 1-2 hét alatt többször is végig

⁴ Példaként: két fős BCG játék (lásd: Costa-Gomes & Crawford, 2006; Grosskopf & Nagel, 2007), csoportos BCG játék (lásd: Ho et al., 1998; Nagel, 1995), kifizetési feltételek változtatásával játszott BCG játék (Costa-Gomes & Crawford, 2006).

⁵ Thaler(1997) kutatása esetében az intervallum [1-100] volt tekintve, hogy csak egész számokat lehetett megadni válaszként.

1. táblázat: Nyertes szám és átlag a nagymintás kut atásokban

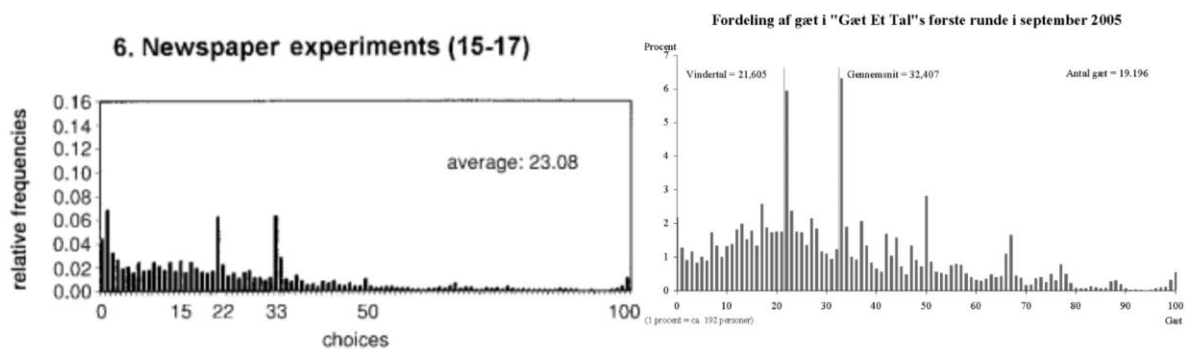
Év	Kutató	Résztvevők száma	Válaszadók	Válaszadás módja	Átlag	Nyertes szám	Nyeremény	Nyeremény jelenértéke (\$)⁶
1997	Thaler⁷	1 476	a <i>Financial Times</i> olvasói	Levél	18,91	13	repülőjegy	repülőjegy
1997	Bosch-Doménech & Nagel	3 696	az <i>Expansión</i> olvasói	Levél, fax, e-mail	25,47	16,99	100,000 ESP (\$800)	\$1546
1997	Selten & Nagel	2 728	a <i>Spektrum der Wissenschaft</i> olvasói	levél. e-mail	22,8	14,7	1000 DM (\$600)	\$1,160
2005	Schou	19 169	A <i>Politiken</i> olvasói	Weboldalon keresztül	32,407	21,605	5000 DKK	\$1004
2007	Rubinstein	2 423	Egyetemisták	weboldalon keresztül	36,2	24,13	nincs	nincs
2012	Bühren, Frank	6 112	Sakkozók	weboldalon keresztül	32,15	21,43	a €200 Chessbase voucher	\$289 Chessbase voucher

Forrás: Bosch-Doménech et al. 2002, Schou 2005, Rubinstein 2007, Bühren & Frank 2012, saját ábrázolás

⁶ Az eredmények 2024-es jelenértéken, USD-ben denominálva vannak megadva

⁷ Thaler, Bosch-Domenech, Nagel és Selten kutatásait Bosch-Doménech et al. foglalja össze 2002-es tanulmányában.

Érdemes megjegyezni, hogy a játékosok által megtett iterációs lépések számát az ösztönzők mértéke is befolyásolhatja. A nagymintás kutatások eredményei alapján úgy tűnik, hogy a nyeresemény értékének lehet hatása a válaszokra. Azonban másfajta ösztönzők is magyarázhatják az eltérést: a 1997-es újságolvasók körében végzett kutatások esetében a résztvevőknek postán kellett feladni válaszukat (ez magasabb határköltséget jelent a weboldalon keresztül leadott válaszokhoz képest)⁸, így vélhetőleg csak olyan olvasók vettek részt a játékban, akiknek a válaszadásból nagyobb határhaszna származott. Az 1997-es kutatások tehát feltételezhetően valamilyen módon megszürték a résztvevőket. Elképzelhető, hogy főként olyan olvasók küldtek be választ, akik számára az intellektuális kihívás nagyobb motivációt jelentett. Erre utalhat az is, hogy a válaszaikat szövegesen indokló 786 játékos 5%-a valamilyen – viszonylag magas határköltséggel járó – saját kísérletet végzett el, a játékot kisebb mintákon kipróbálva (pl. ismerőseik, diákjaik körében), a megoldás minél pontosabb megbecslése érdekében.



2. ábra: 1997-es kísérletek összevont eredményei (balra), és a 2005-ös online kutatásban adott válaszok (jobbra) eloszlása közötti különbség

Forrás: Bosch-Doménech et al. 2002, p.1694, Økonomisk Institut

A fenti következtetéseket látszik igazolni az 1997-es kísérletek összevont eredményei, és a 2005-ös kísérletben adott válaszok eloszlása közötti különbség is (lásd 2. Ábra). A *Politiken*-ben végzett kutatás esetében ugyanis a válaszadók sokkal nagyobb arányban adtak meg matematikailag nehezen indokolható választ (tippeltek 50 fölé), ami arra enged következtetni, hogy a kutatásban sokkal nagyobb arányban vettek részt olyan játékosok, akik nem értették meg a játékot (az általam elvégzett kutatásban megadott válaszok szöveges indoklásának elemzése alapján arra következtetek, hogy (1) a válaszok 50-nél és (2) 66-67-nél

⁸ Az *Expansión* és a *Spektrum* olvasói emailben vagy faxon is küldhettek be választ, azzal kapcsolatban, hogy hányan vették igénybe ezeket a lehetőségeket nem áll rendelkezésre adat.

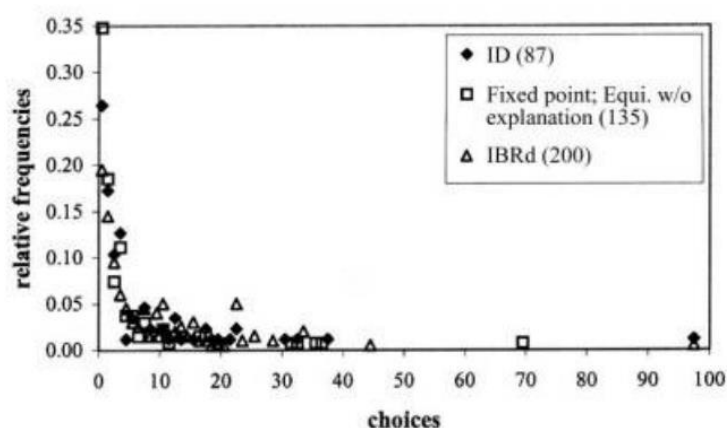
való csoportosulása azt jelzi, hogy az ilyen választ adó játékosok nagy része (1) az határértékek között egyenletesen megoszló válaszokat feltételez és ennek veszi az átlagát, vagyis nem érti meg, hogy az átlag $\frac{2}{3}$ -át kell megadnia ha nyerni akar; (2) 100-nak veszi a $\frac{2}{3}$ -át, tehát nem érti meg, hogy a válaszok átlagára vonatkozik a kérdés).

Megfigyelés 1: az online kérdőív készítése révén gyűjtött válaszok között magas a játékot meg nem értő válaszadók aránya.

3.2. AZ EQUILIBRIUM JÁTÉKOSOK VISELKEDÉSE

A nagymintás kutatások (Bosch-Doménech et al., 2002; Schou, 2005) eredményéből kitűnik, hogy azok a játékosok akik eljutnak az L_∞ vagy D_∞ érvelési szintig (innentől equilibrium játékosok) hajlamosak az egyensúlyi számnál nagyobb számot választani. A dán *Politiken* lap körében végzett kutatás esetében például a négy nyertes mindegyike eljutott az egyensúlyi pontig, majd végül egy L2-es szintű válasz megjelölése mellett döntött (Schou, 2005). Bosch-Doménech et al. 2002-es tanulmányában, a korábbi újságolvasók körében elvégzett kutatások szöveges válaszait elemezve arra a következtetésre jut, hogy az egyensúlyi pontig eljutott játékosok 81%-a választott az egyensúlyi számnál nagyobb számot. A szerzők egyensúlyi játékosok válaszainak eloszlásával kapcsolatos elemzéséből (lásd 3. ábra) kitűnik, hogy az egyensúlyi játékosok többsége az L2-es érvelési szintnél kisebb értékű számot jelölt meg.

3. ábra: Az equilibrium játékosok válaszáinak eloszlása Bosch-Doménech et al. kutatásában



3. ábra: Az equilibrium játékosok válaszáinak eloszlása Bosch-Doménech et al. kutatásában

Forrás: Bosch-Doménech et al., 2002, p.1693

Bosch-Doménech et al. (2002) azonos tanulmányában bemutatott egyetemistákkal végzett kutatásai is hasonló eredményre vezettek. A szerzők a BCG játékot elvégeztették személyes jelenléttel (a hallgatók 5 percet kaptak válaszadásra) és “házifeladatként” is (a válaszokon 5 napig gondolkodhattak). A szerzők azt találták, hogy amíg a megnövekedett válaszadási idővel párhuzamosan az equilibrium válaszok száma csupán 3%-kal (1. kísérlet) és 4%-al (2. kísérlet) nőtt meg, az egyensúlyi pontig eljutott játékosok száma összesen 20%-al nőtt. Az 5 napos gondolkodási időt kapott csoport equilibrium játékosainak közel 80%-a az egyensúlyi pontnál magasabb számot jelölt meg válaszként.

Az 1997-es újságolvasók körében végzett kísérletek összesített eredményéből az látszik (a választ kifejtő 786 résztvevő 53%-a jutott el az egyensúlyi pontig (Bosch-Doménech et al. 2002, p. 1962)), hogy amennyiben minden játékos azt a választ adta volna, amely a kognitív képességéből következik, az összes válasz átlaga sokkal közelebb lett volna az egyensúlyi ponthoz. Kérdés, hogy a kognitív képességek indukálta tényleges szint és a végleges válasz közötti eltérés főként abból adódik-e, hogy a játékosok hajlamosak alábecsülni a többi játékos kognitív képességét, vagy éppen azt feltételezik, hogy a többi játékos helytelenül becsüli meg a többi játékos kognitív képességét.

Megfigyelés 2: az equilibrium játékosok hajlamosak az egyensúlyi számnál magasabb értékű számot megjelölni válaszukban.

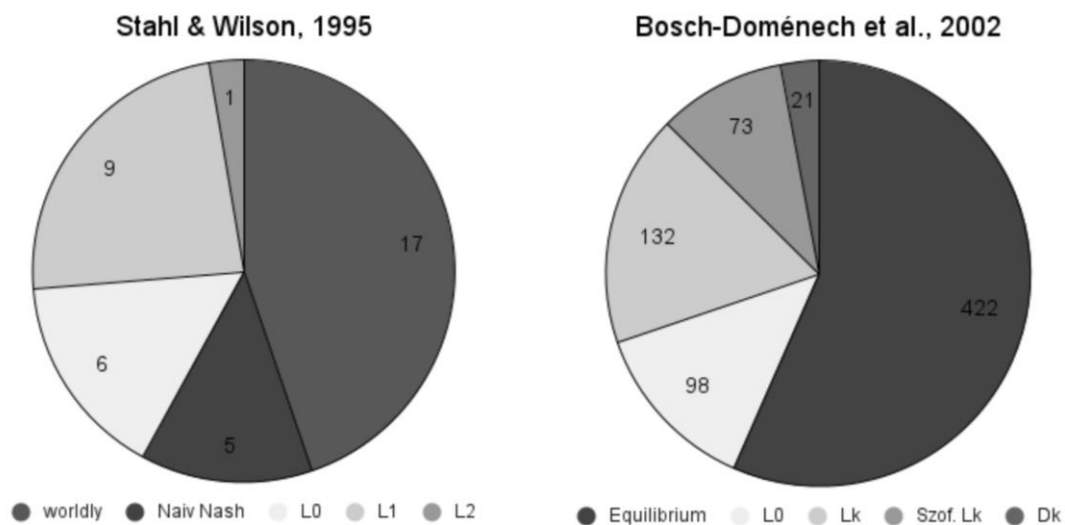
3.3. A KÜLÖNBÖZŐ ÉRVELÉSI SZINTEK GYAKORISÁGA

Bosch-Doménech et al. (2002) az 1997-es újságolvasók körében végzett kísérletekre adott 786 szövegesen indokolt válaszból 611 esetben fedezett fel IBR vagy ID gondolkodásmódot. Az eredményei azt mutatják, hogy a válaszadók jelentős hányada (79%-a) az iterált legjobb válasz logikai műveletét alkalmazta. Az IBR játékosok 32%-a jutott el valamilyen L_k ($k > 1$) szintig, 18%-a indult ki egy diverzifikált priorból (szofisztikált játékos), és közel fele (49%-a) jutott el az egyensúlyi pontig. Az ID logikai műveletet alkalmazó játékosok sokkal jelentősebb arányban jutottak el az egyensúlyi pontig (80%) és 20%-a jutott el valamilyen L_k ($k > 1$) érvelési szintig (saját számítások Bosch-Doménech et al. 2002, p. 1962 alapján).

A Bosch-Doménech et al. (2002) által azonosított korlátozottan racionális érvelési szintek eloszlása kifejezetten hasonlít arra az eredményre, amelyre Stahl és Wilson jutott egy 1995-es tanulmányukban, amikor egy 3x3-as mátrix játék alapján vizsgálták a korlátozottan racionális gondolkodási szintek eloszlását. A szerzőpáros az L_k érvelési szintek mellett egy ‘*Naiv Nash*’, és egy ‘*Worldly*’ játékos típust azonosított. *Naiv Nash*-nak azt a játékost

nevezték, aki az egyensúlyi választ adja meg (nem számolva azzal, hogy a többi játékos válasza eltérhet az ettől). A *Worldly* játékos pedig az az equilibrium játékos, aki figyelembe veszi, hogy rajta kívül valamilyen eloszlásban létezhetnek, *Naiv Nash* és Lk játékosok is és ehhez igazítja választát. A szerzők utóbbi típusa tehát Bosch-Domenech et al. (2002) olyan equilibrium játékosának felel meg, aki eljutott az egyensúlyi pontig, de magasabb választ adott meg.

4. ábra: Érvelési szintek eloszlása Stahl & Wilson és Bosch-Doménech et al. kutatásában



4. ábra: Érvelési szintek eloszlása Stahl & Wilson és Bosch-Doménech et al. kutatásában

Adatok: Bosch-Doménech et al., 2002, Stahl & Wilson, 1995, saját szerkesztés

A Stahl & Wilson és Bosch-Doménech et al. (2002) által talált eloszlást összehasonlítva megállapítható, hogy az egyensúlyi pontig eljutott játékosok mindkét esetben többségben voltak: Stahl & Wilson kutatásában a *worldly* és a *naiv nash* típus az összes játékos 57,9%-át, Bosch-Domenech et al. kutatásában az egyensúlyi pontig eljutott játékosok az összes játékos 56,6%-át tették ki. Az Lk játékosok aránya is hasonló: a Stahl & Wilson kutatásában résztvevők 26,3%-a L1 vagy L2-es játékos, míg a Bosch-Domenech et al. kutatásában résztvevők 27,4%-a Lk vagy szofisztikált Lk játékos. Továbbá L0-ás játékosok arány mindkét kutatás esetében 15% körüli volt (lásd 4. ábra).

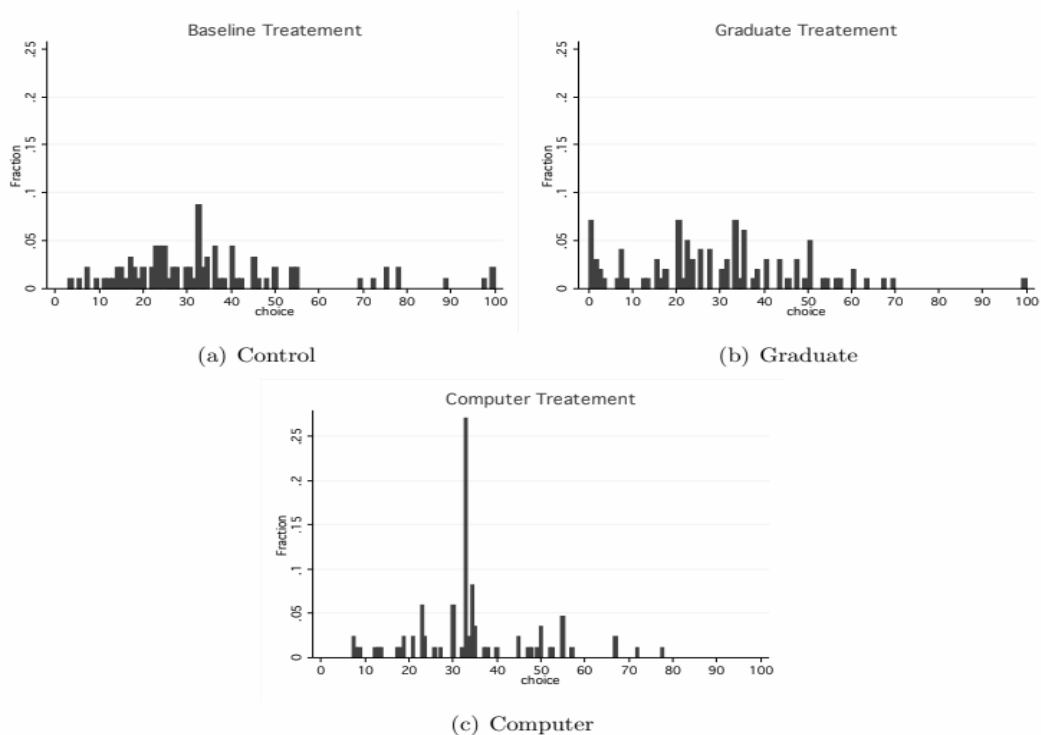
3.3.1. Az érvelési szintek közötti távolság

A legtöbb IBR érvelési szint eloszlásával kapcsolatos kutatás (e.g. Costa-Gomes & Crawford, 2006; Bosch-Doménech et al., 2002) arra a következtetésre jut, hogy az $L1$, $L2$, $L3$ és $L\infty$ szinteken kívüli szintek előfordulásának valószínűsége elenyésző. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a különböző gondolkodási szintek meglegéséhez szükséges kognitív erőfeszítés mértéke nem azonos. Feltételezhető, hogy a $k > 3$ számú iteráció elvégzését követően kevés kognitív erőfeszítés szükséges annak belátásához, hogy a legjobb válaszok egy adott határértékhez tartanak (Marx & Lehmann-Waffenschmidt, 2022).

Megfigyelés 3: a legtöbb kutatásban az $L3$ -as és $L\infty$ közötti szintek gyakorisága elenyésző. Feltételezhető, hogy $k > 3$ számú iteráció elvégzését követően kevés kognitív erőfeszítés szükséges annak belátásához, hogy a legjobb válaszok egy adott határértékhez tartanak.

4. A PRIOR VÁLTOZÁSÁNAK VÁLASZRA GYAKOROLT HATÁSÁT VIZSGÁLÓ TANULMÁNYOK EREDMÉNYEI

Elméletben a BCG játékban játékosok által megtett iterációs lépések számát meghatározza a többi játékosról alkotott prior is. A prior válaszra gyakorolt hatásának mértékével kapcsolatban azonban a kutatások nem mutatnak egységes eredményeket. Agranov et al. 2012-es kutatásában egyetemistákat játszat egymás ellen (baseline treatment), illetve egy random szám generátor (computer), és a BCG játékban tapasztalt végzős hallgatók (graduate) ellen is. A válaszok átlagában nem tapasztalható jelentős eltérés (a válaszok átlaga egymás elleni játékban 35,1, a random szám generátor ellen 34,3, a végzősök ellen pedig 28,6), viszont a válaszok eloszlásában jelentős eltérés mutatkozik (lásd 5. ábra). Amikor az egyetemisták egymás ellen játszottak nem érkezett equilibrium válasz és a válaszok 33 körül csoportosultak, amikor a tapasztalt játékosokkal kerültek szembe (graduate), a válaszok sokkal egyértelműbben csoportosultak a tipikus Lk értékek körül, és az equilibrium válaszok gyakorisága is jelentősen megnőtt. A random szám generátor elleni játék esetében a 33 egy egyértelmű nyerő stratégia, ami egy jó viszonyítási pontot jelent a naiv játékos kiszűrésére.



5. ábra: Egyetemisták válaszáinak eloszlása egymás (Control), végzősök (Graduate) és egy random szám generátor (Computer) ellen

Forrás: Agranov et al. 2012, p.456

Slonim 2005-ös kutatásában azt vizsgálja, hogy a hogyan változik a játékosok válasza annak függvényében, hogy tapasztalt vagy tapasztalatlan játékosok ellen játszanak. Habár a tapasztalt játékosok ellen a tapasztalatlan játékosok válaszainak átlaga kicsit alacsonyabb (tapasztalatlan játékosok ellen 33.5, tapasztaltak ellen 30), a tanulmányban használt tesztstatistikák alapján az eltérés nem tekinthető szignifikánsnak ($t = 0,89$, $p > 0,38$). Ezért arra a következtetésre jut, hogy a tapasztalatlan játékosok válasza független attól, hogy tapasztalt vagy tapasztalan ellenféllel kerülnek-e szembe.

Georganas et al. (2015) két fős BCG játékon teszteli a prior válaszokra gyakorolt hatását. A játékosokat a játék kezdetét megelőzően öt különböző teszt alapján rangsorolják (a szerzők többek között IQ és CRT tesztekkel alkalmaztak). Minden játékos három ellenfél ellen játszik: egy véletlenszerűen kiválasztott játékoskal, valamint a teszteken a legmagasabb és legalacsonyabb pontszámot elért játékosokkal. A szerzők arra az eredményre jutnak, hogy a tanulmányban használt tesztstatistikák alapján a három különböző ellenfél ellen adott válasz nem mutat szignifikáns eltérést.

Bühren és Frank 2012-es kutatásában a chesbase.com weboldalra regisztrált sakkjátékosok között 6112 fő részvételével lejátszott BCG játék válaszait elemzi. A játékosok két körben játszottak: az első körben az összes résztvevő ellen, a második körben pedig a hozzájuk hasonló értékelésű (Élő-pontszám alapján rangsorolt) játékosok ellen. A két kör közötti válaszok különbsége ebben az esetben sem tekinthető jelentősnek. A szerzők OLS regressziós elemzéséből viszont kiderül, hogy amíg az első körben egy 210 ponttal magasabb értékelésű játékos tippelt egy egész számmal lejjebb, addig a második körben a 130 ponttal magasabb értékelésű játékos tippelt egy egész számmal lejjebb.

5. MÓDSZERTAN

5.1. ADATGYŰJTÉS

Az adatfelvétel két független mintán történt önkéntes résztvevők bevonásával online kérdőíves módszerrel. Az egyik csoportban (innenről A csoport) 76, a másik csoportban (B csoport) 30 fő vett részt. A BCG játék szerkezete mindkét csoport esetében azonos volt. A résztvevőknek egy olyan egész számot kellett megjelölnie egy 1-100-ig terjedő skálán, amelyről azt gondolják, hogy legközelebb fog esni az összes válasz átlagának $\frac{2}{3}$ -ához.

Az első adatfelvételi fázisban egy angol nyelvű kérdőívet osztottam meg különböző tematikájú Facebook és Reddit csoportokban. A résztvevőknek először egy ismeretlen csoport ellen kellett játszania, majd az adott Facebook/Reddit csoport tagjai ellen. A játékhoz nem kaptak addicionális információt. A B kérdőívet Messenger/Facebook csoportok tagjaihoz juttattam el. Az egyes csoportok tagjai ismerték egymást. A B csoport a játék alapvető szabályainak ismertetését követően további információkat kapott annak érdekében, hogy a játékosok egységesen legalább L1-es érvelési szintre kerüljenek. A játékosok tisztában voltak azzal, hogy az addicionális információkat csak a csoportjukkal osztották meg. A B csoport érvelési szintjének manipulálása lehetővé teszi, hogy azt feltételezzem, hogy amikor a játékosok a saját csoportjuk ellen játszanak az ellenfelükről alkotott priorjuk különbözni fog az ismeretlenekről alkotott priorjuktól. A B csoport játékosai ugyanis tudni fogják, hogy a csoportjukban mindenki legalább L1-es szinten van, így a csoportjukban az iterációs szintek eloszlása más, mint az ismeretlen csoportban. A módszer további előnye, hogy mérsékli a játékot meg nem értők számát, ezáltal több válasz válik elemezhetővé.

A B csoport a következő kiegészítő magyarázatot kapta:

“Ha például abból indultok ki, hogy minden játékos teljesen random módon mondana egy számot 1 és 100 között, akkor az átlag valahol 50 körül alakulna, így a nyertes szám valahol ennek a $\frac{2}{3}$ -ánál, vagyis 33 körül lesz.”

A B csoport tagjai először egymás ellen játszottak (a különböző Facebook és Messenger csoportok csak a saját csoportjuk tagjaival játszottak), vagyis olyan ellenfelek ellen, akikről tudták, hogy legalább L1-es szinten vannak. A második körben egy ismeretlen sokaság ellen játszottak. A harmadik körben pedig egyetlen (ismeretlen) személy ellen. Erre azért volt szükség, hogy azok esetében is egyértelműen meg tudjam állapítani, hogy eljutottak-e az egyensúlyi pontig, akiknek a szöveges indoklásából ez nem derül ki, hiszen a két fős BCG játéknak az ellenfél érvelési szintjétől függetlenül az egyértelmű legjobb megoldása a nash-egyensúlyi szám ($p=\frac{2}{3}$, [1;100] esetében ez a szám 1).

5.2. A KATEGORIZÁLÁS SZEMPONTJAI

A kutatásban résztvevőket megkértem, hogy szövegesen indokolják meg döntésüket, amelyet egyrészt a játékosok által megtett iterációs szintek számának megállapításához, másrészt a naiv játékosok azonosításához használtam fel. Az objektivitás növelése érdekében a kategorizálást előre meghatározott szempontok szerint két személy is elvégezte egymástól függetlenül. A független kategorizálást az eredmények összehasonlítása és az esetleges különbségek rendezése követte. Azokat a játékosokat, akik nem indokolták meg a döntésüket, csak abban az esetben soroltam be valamelyik kategóriába, amennyiben a válaszukból egyértelműen kitűnt, hogy iterált stratégiát követettek (például ha 33-at és 22-öt jelöltek meg válaszként). A 106-fős mintából, 16 főt nem tudtam bekategorizálni. Az ilyen játékosok választát nem vettem figyelembe az elemzésem során.

A játékosokat az általuk megtett iterációs lépések számának függvényében osztályoztam egy 5 fokozatú ordinális skálán. Az 1-től 4-ig terjedő számok a játékos által megtett iterációs lépések számának felelnek meg, míg az 5-ös az egyensúlyi pontra jutott játékost reprezentálja. Az equilibrium választ abból a feltételezésből kiindulva tekintem egy 5. iterációs lépésnek, miszerint az egyes iterációs lépések megtételéhez szükséges kognitív erőfeszítés mértéke a megtett iterációs lépések számának növekedésével párhuzamosan folyamatosan csökken, ezért egy adott számú iterációs lépés megtétele után annyira elenyészővé válik a következő iterációs lépés megtételéhez szükséges kognitív erőfeszítés mértéke, hogy annak belátása, hogy a válaszok 1-hez fognak tartani (ehhez összesen 10 iterációs lépés megtétele szükséges) nem igényel jelentős kognitív erőfeszítést (Marx & Lehmann-Wafenschmidt, 2022).

A szöveges válaszok kategorizálása során az alábbi szempontokat vettem figyelembe:

Naiv játékos: Olyan játékos, akinek az indoklásából egyértelműen kiderül, hogy nem a) értette meg a feladatot, vagy b) nem volt célja a játék megoldása (random számot adott meg).

Iterációs lépés: A játékos addicionális iterációs lépést tesz meg, amennyiben a válaszából egyértelműen kiderül, hogy egy adott gondolkodásmódot megismétel. Például, ha felismeri, hogy az átlagnál alacsonyabb számot kell választania, majd rájön, hogy ennél is alacsonyabb szám lesz a helyes válasz, 2 iterációs lépést tesz meg.

Equilibrium játékos: Minden válaszadót equilibrium játékosnak tekintek, akinek az érveléséből egyértelműen kiderül, hogy tisztában van azzal, hogy elméletben a lehető legalacsonyabb számot kéne megadnia.

Tényleges szint: A játékos tényleges szintje az a k számú iteráció, amelyet a kognitív képességei lehetővé tesznek. A játékos k tényleges szinten van, amennyiben a válaszából egyértelműen kiderül, hogy k számú iterációt tett meg. A játékos tényleges szintje független a játékos végső választától (választott szint). A B csoport esetében a játékos tényleges szintje 5 (equilibrium), amennyiben a két fős BCG játéknál 1-et jelölt meg válaszként.

Választott szint: Az a k számú iterációs lépésnek megfelelő válasz, amit a játékos az ellenfélről alkotott priorja függvényében a végső válaszában megjelöl. Például amennyiben egy játékos 33-at jelöl meg végső válaszként a választott szintje 1-esz.

5.3. LIMITÁCIÓK

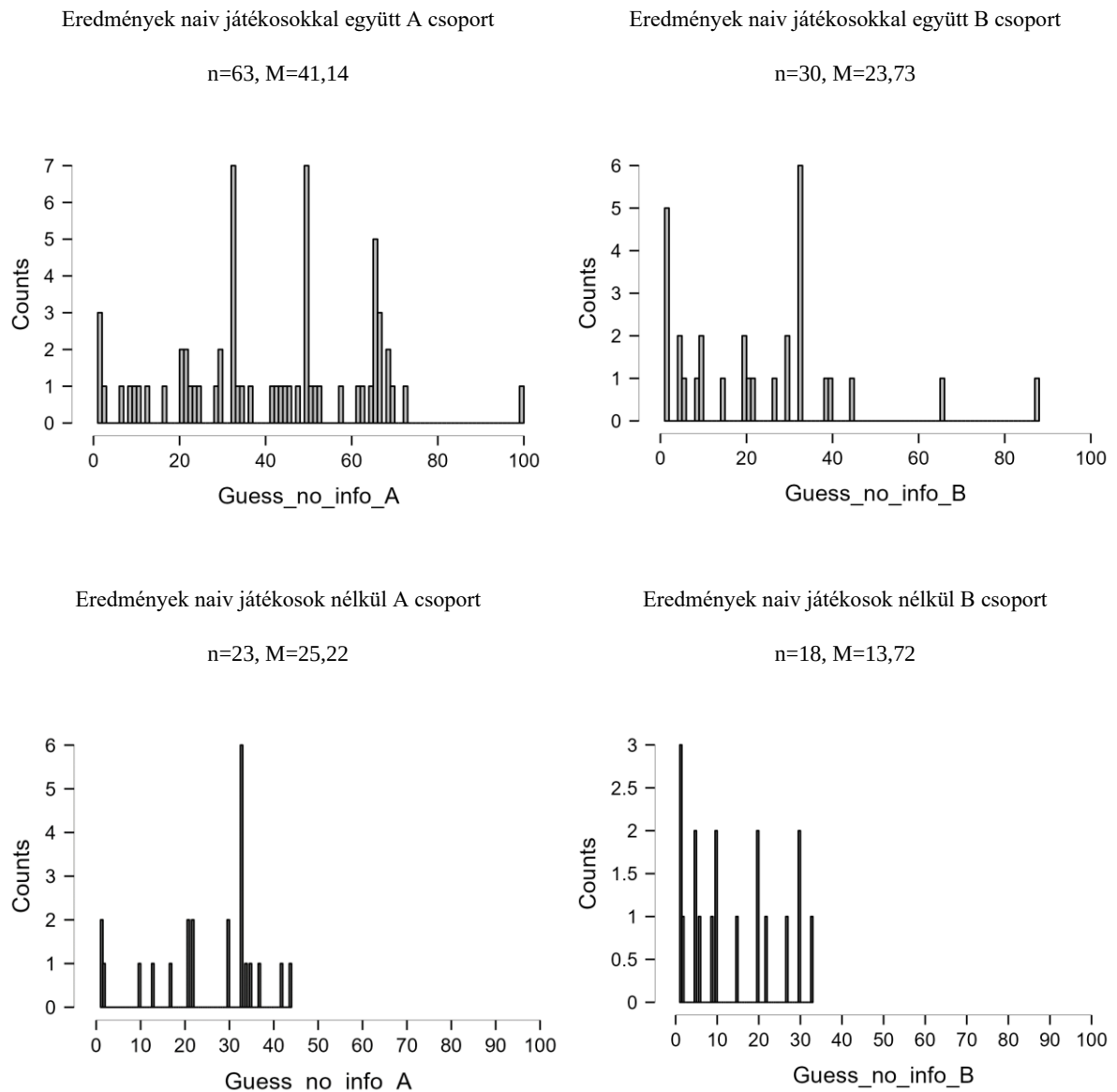
Az adatfelvétel során használt kismintás, online kérdőíves módszerből adódóan a kutatás eredményeinek általánosíthatósága bizonyos korlátokkal szembesül. A kis mintaméret és a nem véletlenszerű mintavétel miatt nem feltételezhetjük a populáció széles körű reprezentációját, így a tanulmány eredményei elsősorban a megfigyelt mintával kapcsolatban értelmezendők. Az eredmények értelmezésénél egy további korlátot jelent, hogy a két csoport között elvégzett felmérés esetében más volt a sorrendje az ismert és az ismeretlen csoport ellen játékvariációnak. A szakirodalom alapján a játék ismétlésével a játékosok közelebb kerülnek az egyensúlyi ponthoz. Ennek a hatásnak a kizárására a kutatásomban nem kontrolláltam.

Érdemes megjegyezni azt is, hogy a játék szerkezetéből adódóan az ösztönzők mértéke nagy hatást gyakorol a játékosok kognitív erőfeszítésére, így a játék során generált adatokra is torzító hatással van. Az adatfelvétel során nem alkalmaztam tárgyi ösztönzőket, illetve az online kérdőíves módszer miatt feltételezhető, hogy nagy volt az alternatív költsége a játék alapos átgondolásának. Ezt a feltételezést alátámasztja a naiv játékosok nagy aránya. A megfelelő mértékű ösztönzők hiánya az elemzés fókuszában lévő Lk szintű játékosok eredményeit is torzíthatja.

Végül, a játékosok az általuk megtett iterációs lépések számának alapján történő kategorizálására nincs általánosan elfogadott módszer, a tanulmányban alkalmazott módszer egyedinek tekinthető, így az eredmények értelmezésének általánosíthatósága ebből a szempontból is korlátba ütközik.

6. AZ ADATOK BEMUTATÁSA

A kutatásban összesen 93 fő vett részt: 63-an az A, 30-an a B csoportban. Az A csoportban 23, míg a B csoportban 18 játékosról állapítottam meg egyértelműen, hogy megértette a játékot, vagyis legalább egy iterációs szintet megtett (nem naiv játékos). Elemzésem során csak ezeket a résztvevőket fogom figyelembe venni. A naiv játékosok kizárásával az válaszok eloszlása a következőképpen módosul:



6. ábra: A naiv játékosok kiszűrésének hatása az A és B csoport válaszainak eloszlására

Forrás: saját adatok

Az A csoport ismeretlen játékosok elleni válaszainak (Guess_no_info) átlagos értéke 41,14. Ez meglehetősen magasnak számít a korábbi kísérletekhez képest, ami a naiv játékosok szokatlanul magas arányának tudható be (lásd 8. ábra). A naiv játékosok kizárásával az átlag közel a felére csökken, a legalább egy iterációs lépést megtett játékosok válaszai a 33, 22 és 1 körül csoportosulnak. A B csoport válaszainak átlagos értéke (23,72) jóval alacsonyabb az A csoporténál. A naiv játékosok kiszűrése után A B csoport válaszainak átlaga szintén közel a felére csökken. A B csoport legalább egy iterációs lépést megtett játékosainak válaszaiban nem tapasztalható jelentős kiugrás: a válaszok 33, 22, 10, 5 és 1 köré csoportosulnak (lásd 6. ábra).

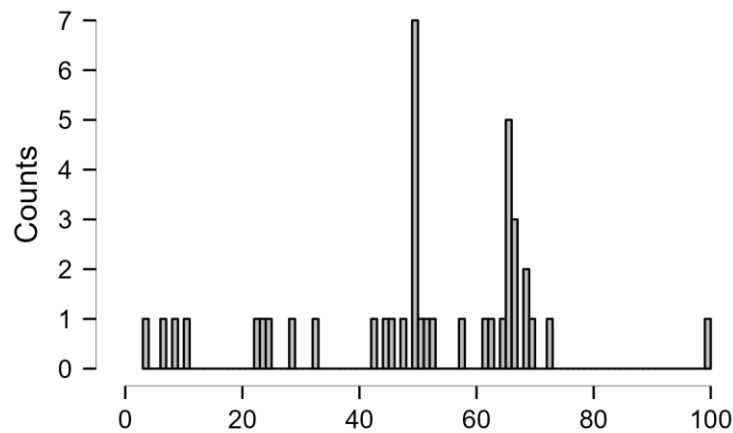
Az A csoportban résztvevő játékosok több mint fele naiv játékos volt (lásd 8. ábra). Ez vélhetőleg annak tudható be, hogy az adatfelvétel jellegzetességei miatt a játékosoknak a játék megértéséből alacsony határhaszna származott. Érdekes módon a naiv játékosok válaszai nem egyenletes módon oszlanak el: az 50-nél és 66-67 értékeknél jelentős kiugrás figyelhető meg (lásd 7. ábra). A naiv játékosok válaszait elemezve arra következtetnek, hogy a kiugró értékeket két logikai hiba gyakorisága okozza. A Schou (2005) által közel 20.000 fős mintán végzett kutatás eredményei hasonló mintázatot mutatnak, ami a két logikai hiba általános előfordulására utal. Ebből elméletileg az következik, hogy az általánosan elfogadott feltételezéssel szemben a naiv játékosok válaszainak átlaga meghaladja az 50-es értéket.⁹

Az egyik logikai hibát az okozza, hogy a játékos nem veszi figyelembe, hogy a válaszok átlagának $\frac{2}{3}$ -át kell venni, ezért a válaszok átlagát (vagyis 50-et) adja meg. A másik logikai hiba esetében a játékos megérti, hogy egy szám $\frac{2}{3}$ -át kell venni, de nem veszi figyelembe, hogy a többi játékos átlagának $\frac{2}{3}$ -ának meghatározása a cél. Az ilyen típusú logikai hibát elkövető játékos a $100 \cdot \frac{2}{3}$ -át vagyis 66-ot vagy 67-et adja meg válaszként. Az A csoportból a játékosok 17%-a alkalmazta az előbbi, és 14%-a az utóbbi logikai hibát.

Megállapítás 1: A naiv játékosok szisztematikus módon alkalmaznak logikai hibákat, amely eredményeképpen a válaszaik nem egyenletesen szóródnak az intervallumon. A naiv játékosok válaszainak átlaga meghaladja a középértéket, így jelentős mértékben torzítják az eredményeket.

⁹ Az elméleti következtetést az eredményeim nem támasztják alá, ugyanis a kutatásomban résztvevő naiv játékosok válaszainak átlaga közel esik az 50-es értékhez (52).

7. ábra: A naiv játékosok válaszáinak megoszlása az A csoportban



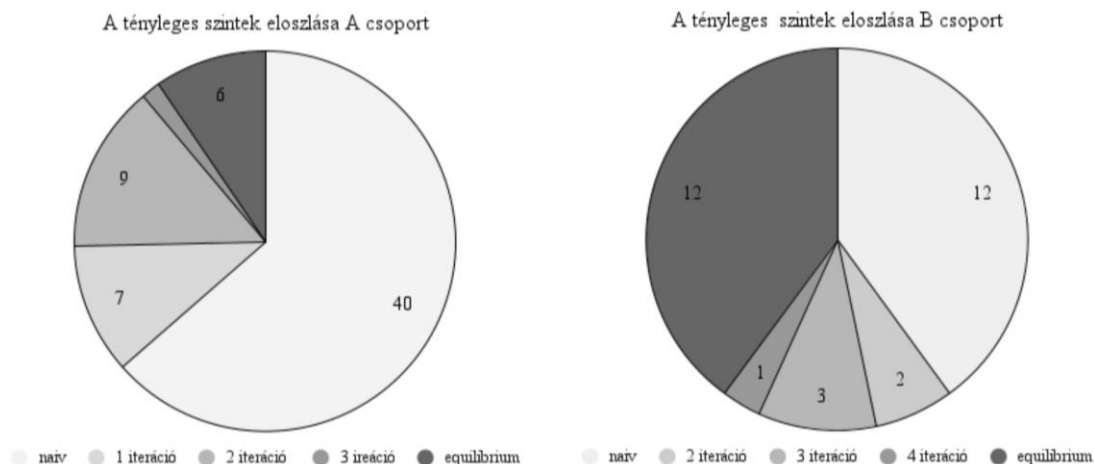
7. ábra: A naiv játékosok válaszáinak megoszlása az A csoportban

Forrás: saját adatok

Mint ahogy a 8. ábra is mutatja, a játékosok tényleges szintjének eloszlásában jelentős különbség tapasztalható az A és a B csoport között. Az A csoportban résztvevők 63%-a naiv játékos. A B csoport esetében az arány alacsonyabb (40%). Amennyiben a naiv játékosokat kiszűröm az adatsorból a tényleges szintek megoszlása következőképpen alakul: az A csoportban résztvevők közel egyenlő arányban tesznek meg 1 és 2 iterációs lépést vagy jutnak el az egyensúlyi pontig, a 3 vagy 4 iterációs lépést végrehajtók aránya elenyésző; a B csoportban résztvevők $\frac{2}{3}$ -a eljut az egyensúlyi pontig, 11%-a 2, 16,7%-a 3, 5,6%-a 4 iterációs lépést tesz meg, a B csoport tagjai közül senki sem tesz meg csupán 1 iterációs lépést¹⁰. Az játékosok tényleges szintjének eloszlásából az alábbi megállapítást teszem:

Megállapítás 2: A játékosok által megtett iterációs lépések számának növelése egy egységgel jelentős mértékben növeli annak valószínűségét, hogy a játékos eljut az egyensúlyi pontig.

¹⁰ Ez az általam használt kategorizálási szempontból következik. Mivel amikor a B csoport egymással játszott mindenki tisztában volt azzal, hogy minden játékos tudja, hogy nem éri meg 33 felett tippelni, azokat a játékosokat akik 33-at tippeltek naiv játékosnak kategorizáltam, hiszen az 50-et tippelőkhöz hasonlóan a válaszukból egyértelműen látszik, hogy nem vették az átlag $\frac{2}{3}$ -át (ha abból indultak volna ki, hogy mindenki 33-at mond minimum 22-öt kellett volna tippelniük) ezért egyértelműen megállapítható, hogy nem értették meg a játékot.



8. ábra: A játékosok tényleges szintjének eloszlása az A és B csoportban

Forrás: saját adatok

Az adatok leíró statisztikájának (lásd 2. táblázat) elemzése révén a következőket lehet megállapítani: az A csoport nem naiv játékosainak ismert csoport ellen adott válaszáinak mediánja jóval alacsonyabb, mint az ismeretlen csoport elleni játékban leadott válaszoké. Ez azt mutatja, hogy az A csoport tagjai az ismert csoport ellen hajlamosabbak voltak alacsonyabb számot tippelni. Ezt a megállapítást erősíti, hogy az A csoport tagjai ismeretlen játékosok ellen leggyakrabban 33-at, míg egy ismert csoport ellen 22-öt tippeltek. A B csoport válaszáinak leíró statisztikája – annak ellenére, hogy a csoport tagjai egyértelműen tudták, hogy amikor egymással játszanak a játékosok érvelési szintje legalább L1-es lesz – nem ad ki ilyen egyértelmű mintázatot: a válaszok mediánja ismert csoport ellen magasabb, mint amikor ismeretlenek ellen játszottak, valamint a móduszból sem lehet az iterációs lépések számának növekedésére következtetni.

	A csoport		B csoport	
	no info	info	no info	info
n	23	15	18	18
átlag	25,22	23,00	13.72	11.78
medián	30	22	10	12
módusz	33	22	1	1; 10
SD	12,74	11,56	11,15	7,45
SE	2,66	2,98	2,63	1,76

2. táblázat: Az A és B csoport leíró statisztikája a naiv játékosok nélkül

Forrás: saját adatok

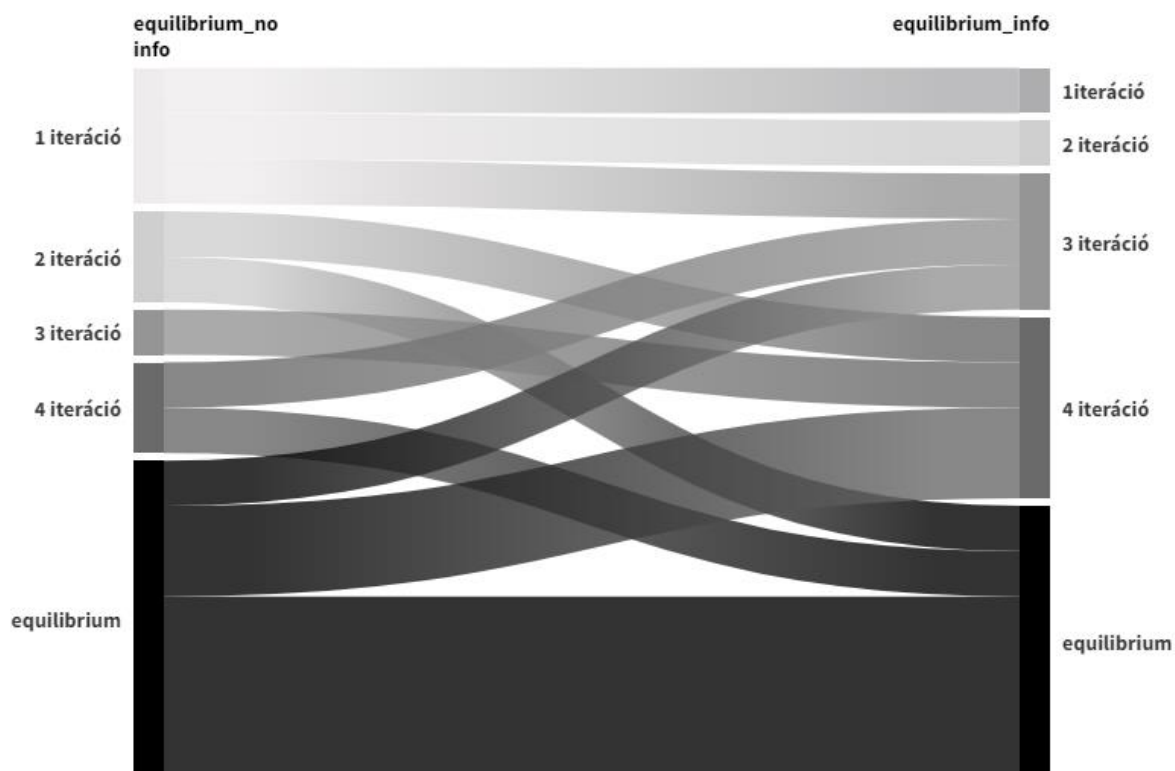
A jelenségre egy lehetséges magyarázat az equilibrium játékosok viselkedése, akik a B csoportban sokkal nagyobb arányban voltak jelen. Az egyensúlyi pontig eljutott játékosok Bosch-Doménech et al. (2002) és Stahl & Wilson (1995) equilibrium játékosaitól eltérően, jelentős arányban ragaszkodtak az equilibrium számhoz: ismeretlen játékosok ellen ismert játékosok ellen 6,7%-uk jelölte meg az egyensúlyi választ. Ismét játékosok ellen az arány enyhén csökkent: 40%-uk jelölte meg az equilibriumot válaszként.

A 9. ábra az equilibrium játékosok választott szintjét mutatja ismert és ismeretlen ellenfelek ellen. Az ábrán az látszik, hogy az egyensúlyi játékosok, két csoportra oszlanak: közel felük tényleges szintjénél jóval alacsonyabb érvelési szintnek megfelelő választ ad meg, amikor ismeretlen játékosok ellen játszik. Vagyis sokkal inkább hajlamos korrigálni a döntését a priorja alapján. Az ilyen játékosok nagyrésze az equilibriumhoz közelebb eső választ ad meg amikor egy ismert csoport ellen játszik, vagyis azt feltételezi, hogy az ismert csoport tagjai átlagosan magasabb érvelési szinten vannak, mint az ismeretlenek.

Az equilibrium játékosok másik csoportja nem korrigálja jelentősen a választ a tényleges szintjéhez képest amikor ismeretlenek ellen játszik. Ebből vagy arra lehet következtetni, hogy ezek a játékosok azt feltételezik, hogy a játékosok nagyrésze hozzájuk hasonlóan magas érvelési szintű válaszokat fog megadni, vagy arra, hogy az ilyen játékosok döntését kevésbé befolyásolja az ellenfelükről alkotott prior. Elképzelhető, hogy az egyensúlyi szám megtalálásának (vagyis a játék “megoldásának”) öröme az ilyen játékosok esetében háttérbe szorítja a többi ellenfél viselkedésének figyelembevételével kapcsolatos erőfeszítéseket. Az utóbbi lehetőséget látszik alátámasztani az a tény, hogy az ilyen játékosok jelentős része nem módosít a válaszában amikor ismert csoport ellen játszik.

Megállapítás 3: Az egyensúlyi játékosok közel felének választott szintje és tényleges szintje között sem az ismert, sem az ismeretlen ellenfél elleni játékban nem volt tapasztalható volt jelentős eltérés.

9. ábra: Az equilibrium játékosok választott szintjének változása ismert és ismeretlen játékosok ellen



9. ábra: Az equilibrium játékosok választott szintjének változása ismert és ismeretlen játékosok ellen

Forrás: saját adatok

7. EREDMÉNYEK

Az eredmények kiértékelése elsősorban a Bevezetésben bemutatott hipotézisek tesztelése által meghatározott lépések mentén épül fel, de az eredmények értékelését kiegészítem az adatelemzés során talált összefüggések bemutatásával is. A tanulmány fő hipotézise (H1) arra az előfeltevésre épül, hogy a különböző variációkban lejátszott BCG játék során megfigyelhető lesz az a jelenség, hogy a játékosok tényleges érvelési szintjéhez képest az egyes játékvariációkban választott érvelési szintjük alacsonyabb lesz. A tanulmány következő hipotézise (H2) már arra az összefüggésre épül, hogy a prior változtatásának hatása megfigyelhető az adatokon. A második hipotézisvizsgálat során arra keresem a választ, hogy a játékosok priorjának manipulálása hatással van-e a leadott tippek, és az érvelési szintek változására. Ennek a vizsgálata elsősorban azért érdekes, mert ezzel megfigyelhetővé válik a játékosok változó priorjának hatása a különböző játékvariációk között.

A hipotézisvizsgálatok során nemparaméteres statisztikai eljárásokat fogok alkalmazni. Ez elsősorban az adatok sajátosságai (potenciálisan nem normális eloszlás; ordinális skálák tesztelése; a medián jobb mérőszám) és a kis mintaméret miatt indokolt. A játékosok érvelési szintje közötti különbség teszteléséhez a Wilcoxon-féle előjeles rangtesztet alkalmaztam. Az két független csoport közötti különbség tesztelése során pedig Mann-Whitney U-tesztet használtam. Az ordinális skálán felvett adatok elemzésére egy robusztusabb tesztet jelent a nemparaméteres eljárások alkalmazása, továbbá az alkalmazott tesztek esetében a hipotézisek a minták mediánjára vonatkoznak, ami ebben az esetben egy jobb mérőszám lehet. A hipotézisvizsgálatok során konzisztensen 5%-os szignifikancia szintet használtam. Fontos kiemelni, hogy az eredmények kiértékelése során - mindkét vizsgálati csoport esetén – csak azokat a játékosokat vontam be az elemzésbe, akik legalább 1 iterációs lépést megtettek, vagyis a fentebb részletezett naiv játékosok csoportját az eredmények kiértékelése során nem veszem figyelembe.

7.1. AZ ELSŐ HIPOTÉZIS VIZSGÁLATA

Alternatív hipotézis(H1): a játékosok a tényleges érvelési szintjükhöz képest alacsonyabb szintű válaszokat adnak a BCG játék során

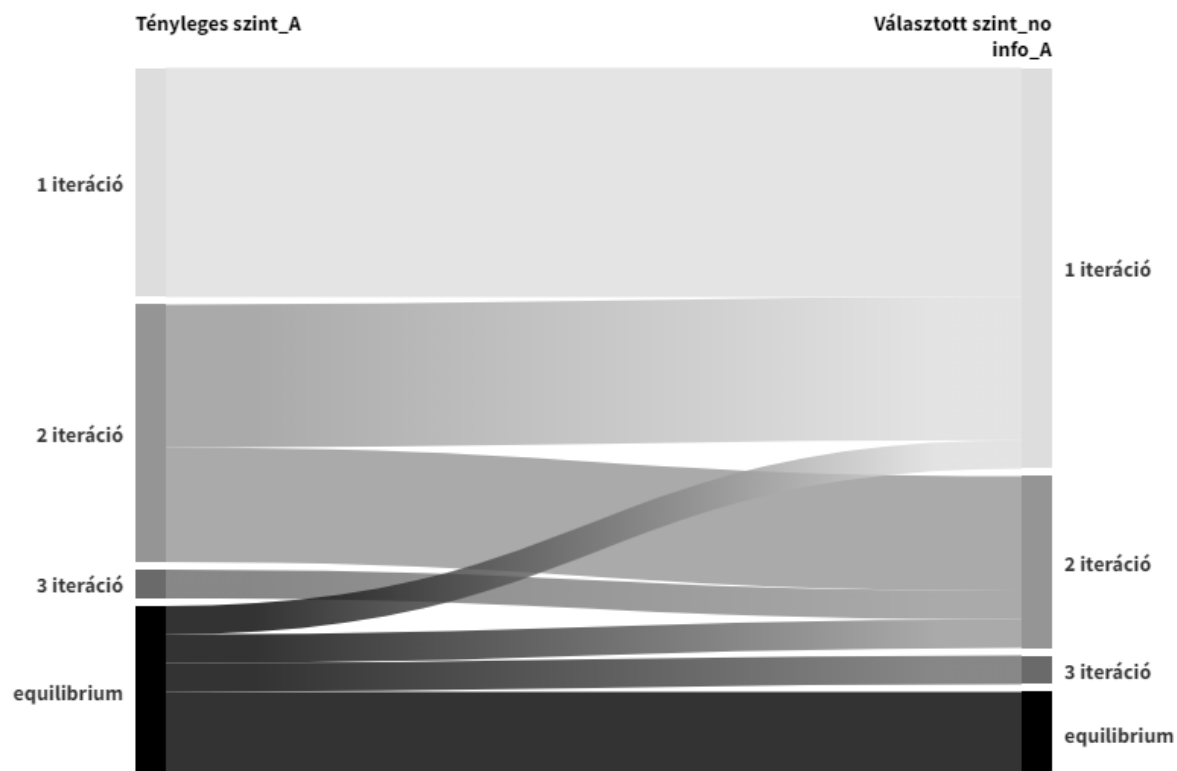
Null hipotézis(H0): a játékosok tényleges érvelési szintje és BCG játékban választott szintje között nincs különbség

A hipotézis vizsgálatot a két csoport esetében külön-külön végzem el, a játékosok tényleges érvelési szintjének és a játékokban választott szintjük középértékeinek összevetésével. Ehhez a Wilcoxon-próba tesztstatisztikai értékeit elemzem. A tesztstatisztika eredményei alapján a B csoport esetében mind a két játékvariációban elutasításra kerül a null hipotézis, ami az alternatív hipotézis elfogadását jelenti. A B csoport esetében a játékosok mind a két játékvariációban szignifikánsan eltérő szinten játszottak a tényleges szintjükhöz képest. A tesztstatisztika alapján az eltérés iránya is meghatározható. A játékosok rangpontszámátlag a ismert csoport elleni játékban 4.28-ról 3.44-re csökkent ($p=0,005$; $Z=-2,803$), az ismeretlen csoport elleni játékban pedig 4.28-ról 3.06-ra ($p=0,009$; $Z=-2,666$).

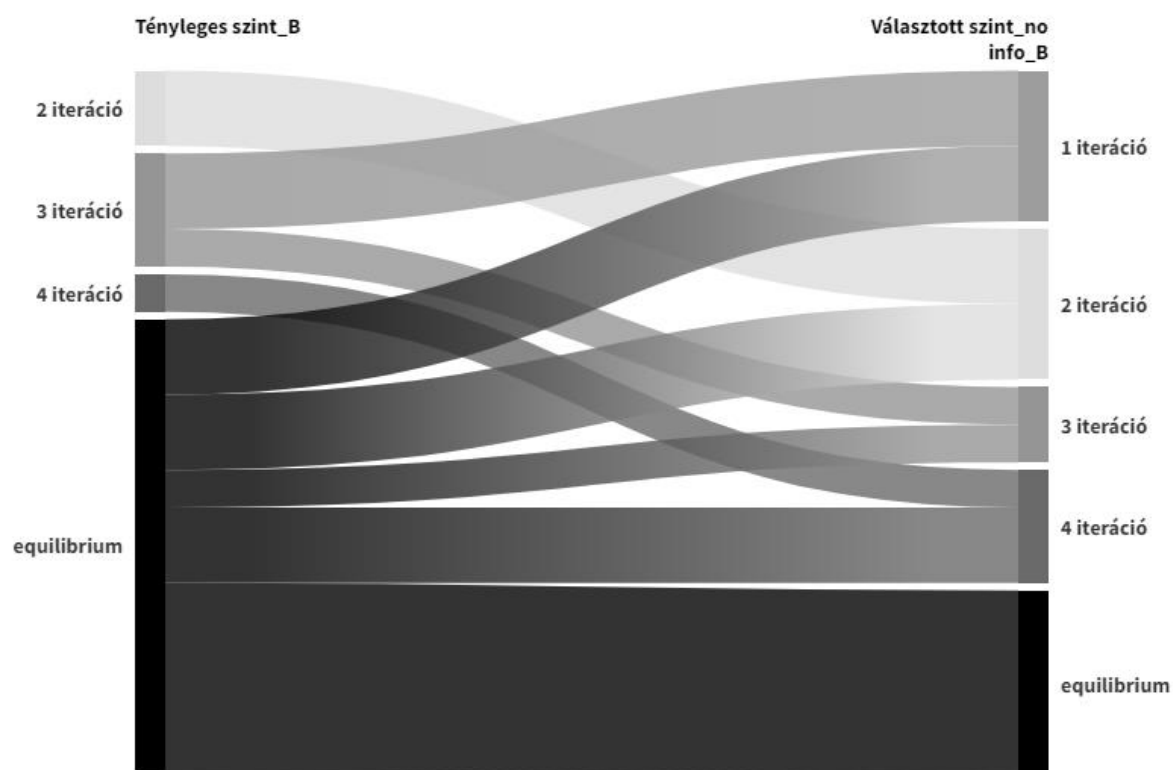
Az A csoport esetében az ismeretlen csoport elleni játék során szintén megfigyelhető a statisztikailag szignifikáns változás a tényleges és a választott szint között. Ebben a játékban a játékosok rangpontszámátlag 2.27-ről 1.53-ra csökkent ($p=0,008$; $Z=-2,521$). Az A csoport esetében, az ismert csoport elleni játék során nem beszélhetünk szignifikáns változásról ($p=1,000$; $Z=-1,000$). Ez elsősorban az általam használt kategorizálási szempontok miatt van. Az A csoport esetében ugyanis figyelembe vettem az olyan játékosokat is, akik ugyan nem adtak szöveges indoklást, de mindkét csoport ellen egy egyértelműen kategorizálható érvelési szintnek megfelelő számot jelöltek meg (például 1; 22; 33). Az ilyen játékosok esetében a több iterációs lépés elvégzését indukáló választ vettem tényleges szintnek. A játékosok szinte minden esetben az ismert csoport elleni játékban adtak meg ilyen válaszokat, így ez határozta meg a tényleges szintjüket is. Erre a játékvariációra nem tekintem relevánsnak a tesztstatisztikát.

Az eredmények értelmezéséhez érdemes az adatok grafikus ábrázolása alapján is megvizsgálni a tényleges és a választott szintek közötti összefüggéseket. Az A csoport esetében azt látjuk, hogy a játékosok 56%-a választott alacsonyabb szintű választ¹¹ az ismert vagy ismeretlen játékosok ellen (lásd 10. ábra). A B csoport esetében az arány sokkal magasabb: a játékosok 77,8%-a adott meg a tényleges szintjétől eltérő választ legalább az egyik játékvariációban (lásd 11. és 12. ábra). Összességében, tehát elmondható, hogy a játékosok többségének választát játékvariációtól függetlenül, nem csak a kognitív szintje, hanem a többi játékosról alkotott priorja is meghatározza. Ez a fentebb bemutatott tesztstatisztikák alapján kimutatott szignifikáns különbséget is magyarázza.

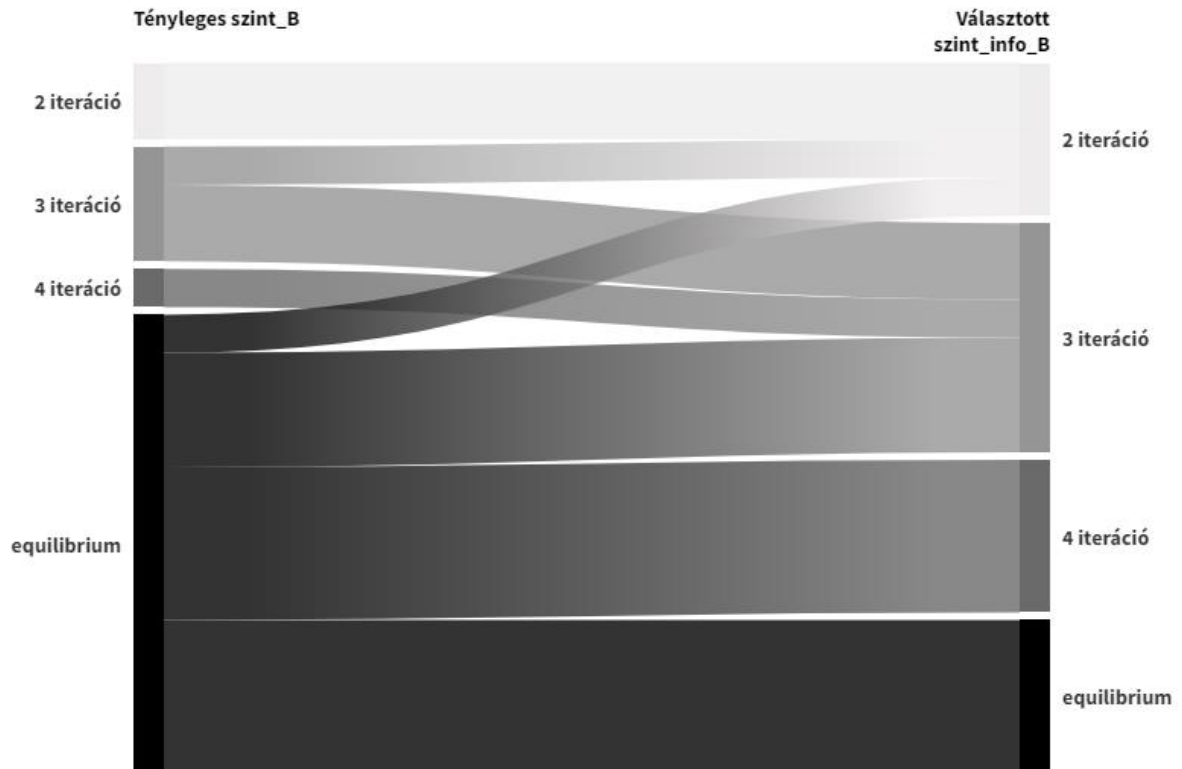
¹¹ Az L1-es játékosok válaszait nem vettem figyelembe, hiszen a tényleges szintjükhöz képest nem tudnak magasabb szinten játszani.



10. ábra: Az A csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismeretlen játékosok ellen



11. ábra: A B csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismeretlen játékosok ellen



12. ábra: A B csoport tényleges és választott szintje közötti különbség ismert játékosok ellen

Forrás (11., 12. és 13. ábra): saját adatok

Eredmény 1: A tesztstatisztikák és az eredmények értelmezése alapján megalapozottnak tekintem azt a megállapítást, hogy a BCG játékban adott válaszokban a többi játékosról kialakított prior is szerepet játszik.

7.2. A MÁSODIK HIPOTÉZIS VIZSGÁLATA

Alternatív hipotézis(H2): a játékosok módosítják a válaszukat a többi játékosról alkotott priorjuk változásának hatására

Null hipotézis(H0): a játékosok nem módosítják a válaszukat a többi játékosról alkotott priorjuk változásának hatására

A hipotézis vizsgálatot először a két csoport esetében külön-külön végzem el, a játékosok konkrét tippjeinek és az érvelési szintjeinek szignifikáns különbözőségére tesztelve a két játékvariáció között. Ehhez a Wilcoxon-próba tesztstatisztikai értékeit elemzem. Majd, a két csoport (A=1; B=2), ismeretlen csoport elleni játékának különbözőségére tesztelek. Ezt a Mann-Whitney U-teszt tesztstatisztikái alapján elemzem.

7.2.1. Wilcoxon-próba értékelése

A tesztstatisztika eredményei alapján az látszik, hogy az A csoport esetében megfigyelhető szignifikáns eltérés a két játékvariáció között a konkrét tippek és az érvelési szintek rangpontoszámátlagában is (konkrét tippek: $p=0,006$; $Z=-2,803$, érvelési szintek: $p=0,011$; $Z=-2,366$). A tesztstatisztika alapján az eltérés iránya is meghatározható, az ismert csoport elleni játékban a játékosok átlagosan alacsonyabb tippeket adtak és magasabb szinten játszottak. Ez az eredmény alternatív hipotézis elfogadását támogatja.

A B csoport esetén, a tesztstatisztika eredményei alapján azonban nem beszélhetünk szignifikáns változásról, a konkrét tippek és az érvelési szintek esetében sem (konkrét tippek: $p=0,469$; $Z=-0,750$; érvelési szintek: $p=0,233$; $Z=-1,193$), ami a null hipotézis elfogadását erősíti. Itt érdemes megjegyezni, hogy a B csoport játékosainak priorja, az adatgyűjtés céljai alapján, már a játék ismertetésében manipulálva lett, ennek a torzító hatása magyarázhatja az ismeretlen csoport ellen adott válaszokat is. Ennek a hatásnak a vizsgálata azonban nem része a kutatásnak.

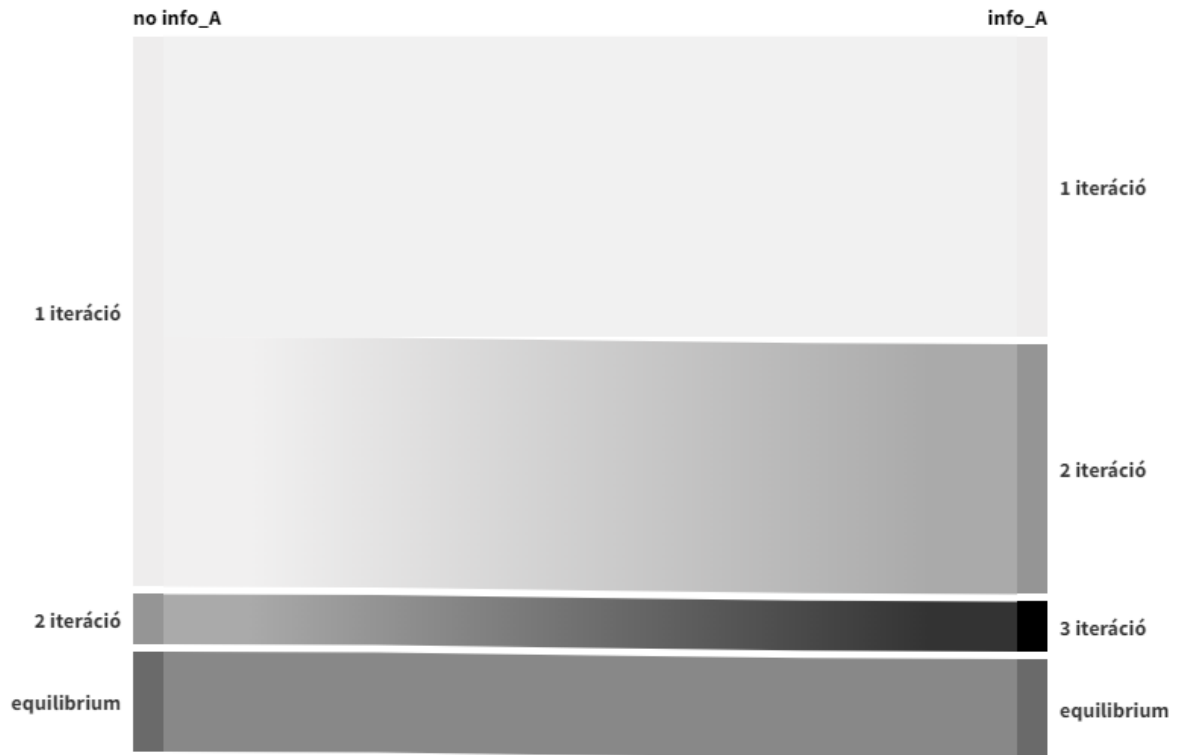
7.2.2. Mann-Whitney-próba értékelése

Érdemes megvizsgálni azt is, hogy van-e szignifikáns különbség a két független csoport ($A=1$; $B=2$) – A, mint kontroll csoport, B, mint vizsgálati csoport –, ismeretlen csoport elleni játékvariációjának eredményei között (konkrét tippek, érvelési szintek). A tesztstatisztika leíró része látványos eltérést mutat a rangpontoszámok átlagai között a két csoport esetében, amit alátámasztanak a Mann-Whitney-teszt eredményei is (konkrét tippek: $p=0,004$; $W=316,500$, iterációs szintek: $p=0,013$; $W=115,500$). Ez az eredmény (az értelmezés függvényében) az alternatív hipotézis elfogadását támogatja.

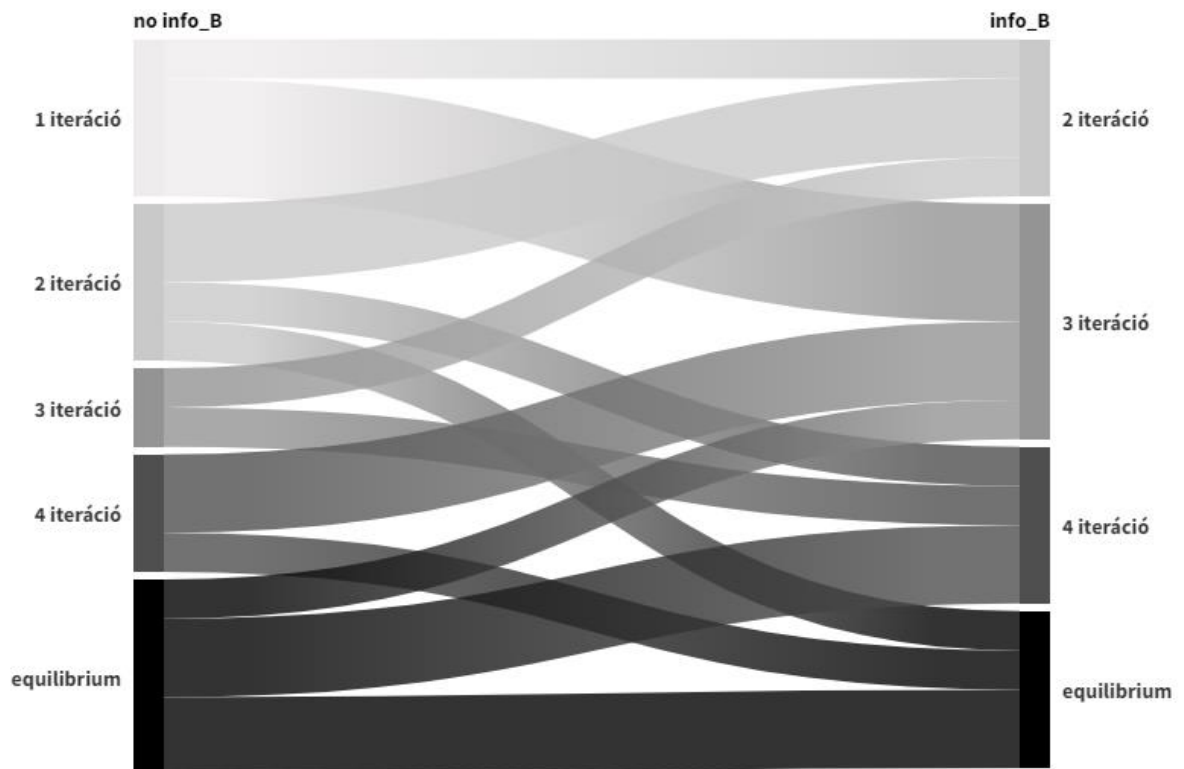
A teszt eredményeinek értelmezését érdemes további indoklással kiegészíteni. A két független csoport eredményeinek együttes elemzése, az ismeretlen csoport elleni játék esetén abban az értelmezésben támogatja az alternatív hipotézis elfogadását, ha emellett érvelünk, hogy a két csoport közötti szignifikáns eltérés abból adódik, hogy a B csoport esetében a játékosok priorja változtatásra került (az ismert csoport elleni játék során, és ennek hatása van az ismeretlen csoport elleni játékban is). Ebből a megközelítésből a tesztstatisztika arra válaszol, hogy az ismeretlen csoportok elleni játék esetén van-e különbség két független csoport válaszai között, ha tudjuk, hogy a vizsgálati csoport (B csoport) priorja változtatásra került. A B csoport ismeretlen csoport elleni játéka kapcsán azonban érdemes megemlíteni (az adatok leíró statisztikájának elemzése során részletesen tárgyalt) további torzító hatásokat is, amire az alkalmazott statisztikai módszer alapján nem kontrolláltam.

Az eredmények értelmezéséhez érdemes az adatok grafikus ábrázolása alapján is megvizsgálni, hogy a prior változtatásának megfigyelhető-e a hatása a két különböző játékvariációban. Az A csoport esetében a játékosok 43%-a változtatta meg a tippjét a két játékvariáció között legalább 1 iterációs lépéssel, a változtatás csak egyirányú volt (az ismert csoport ellen magasabb) (lásd 13. ábra). A B csoport esetében a játékosok 78%-a változtatta meg legalább 1 iterációs szinttel a leadott választ, azonban ebben az esetben a változtatás két irányban is megfigyelhető. Az ismert csoport elleni játék során a játékosok 44%-a adott meg magasabb szintű választ, 33%-a alacsonyabbat (lásd 14. ábra). Ez magyarázza a tesztstatisztika eltérő eredményét is, miszerint nem beszélhetünk szignifikáns változásról. A válaszok szöveges elemzéséből az látszik, hogy a játékosok azért tippeltek alacsonyabb számokat az ismeretlen csoport ellen mert alulbecsülték az ismert csoportot. Az ilyen játékosok többsége azt feltételezte, hogy egy nagyobb minta esetén a válaszok az equilibrium felé fognak konvergálni. Az ilyen játékosok tehát szintén tudatosan módosították a válaszu-
kat a priorjuk változásának függvényében.

*Eredmény 2: A tesztstatisztikák és az eredmények értelmezése alapján megállapítható, hogy a játékosok egy része módosítja a választ amennyiben megváltozik a többi játékosról alkotott priorja. A prior jelentősebb mértékű változtatása növeli a válaszu-
kat módosító játékosok számát.*



13. ábra: Az A csoport válaszainak változása ismert és ismeretlen játékosok ellen



14. ábra: A B csoport válaszainak változása ismert és ismeretlen játékosok ellen

Forrás (13. és 14. ábra): saját adatok

8. KONKLÚZIÓ

Kutatásomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy az ellenfélről alkotott prior befolyásolja-e a játékosok választát a BCG játék által megalkotott kísérleti környezetben. Az eredmények kiértékelése alapján megalapozott feltevésnek tartom azt, hogy a játékosok válasza, nem csak a játékos kognitív szintje, hanem a többi játékosról alkotott priorja is hatással van. A játékosok többsége hajlamos a tényleges szintjétől eltérő választ megadni, valamint a többi játékosról alkotott priorja változásának függvényében módosítani a választát.

A prior válaszokra gyakorolt hatásának mértékét érdemes lehet egy külön erre konstruált kutatással mérni, a lehetséges torzító hatásokra való kontrollálás mellett. Érdemes olyan kísérleti alaphelyzet megteremtésére törekedni, ahol feltételezhető, hogy a vizsgált játékosok megértették a játék logikáját, ezzel kiszűrve a torzító hatások jelentős részét. Érdekes irány lehet a kutatást az equilibrium játékosok döntéseinek elemzésére leszűkíteni, tekintve, hogy ezzel teljesen kiszűrhető a játékosok kognitív korlátainak torzító hatása, így tiszta kísérleti helyzet adódik a prior hatásának vizsgálatára.

Általános kitekintésként érdemes megjegyezni, hogy további kutatásokra van szükség annak megállapításához, hogy milyen mértékben alkalmazható a BCG játék valós döntési helyzetek modellezésére, tökéletlen információs közegben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Agranov, M., Caplin, A., & Tergiman, C. (2015). Naive play and the process of choice in guessing games. *Journal of the Economic Science Association*, 1, 146-157. <https://doi.org/10.1007/s40881-015-0003-5>.
- Agranov, M., Potamites, E., Schotter, A., & Tergiman, C. (2012). Beliefs and endogenous cognitive levels: An experimental study. *Games and Economic Behavior*, 75(2), 449-463. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2012.02.002>.
- Akin, Z. (2023). Asymmetric guessing games. *Theory and Decision*, 94(4), 637-676. <https://doi.org/10.1007/s11238-022-09908-6>.
- Bosch-Domènech, A., Montalvo, J. G., Nagel, R., & Satorra, A. (2002). One, two,(three), infinity,...: Newspaper and lab beauty-contest experiments. *American Economic Review*, 92(5), 1687-1701. <https://doi.org/10.2139/ssrn.224572>.
- Bühren, C.; Frank, B. (2012): Chess Players Performance Beyond 64 Squares: A Case Study on the Limitations of Cognitive Abilities Transfer, *Talent Development and Excellence*, 4 (2), 157-169. https://www.researchgate.net/publication/236175990_Chess_Players'_Performance_Beyond_64_Squares_A_Case_Study_on_the_Limitations_of_Cognitive_Abilities_Transfer. (megtekintve: 2024.02.19.)
- Camerer, C. F. (1997). Progress in behavioral game theory. *Journal of economic perspectives*, 11(4), 167-188. <https://doi.org/10.1257/jep.11.4.167>.
- Camerer, C. F., Ho, T. H., & Chong, J. K. (2004). A cognitive hierarchy model of games. *The Quarterly Journal of Economics*, 119(3), 861-898. <https://doi.org/10.1162/0033553041502225>.
- Costa-Gomes, M., Crawford, V. P., & Broseta, B. (2001). Cognition and behavior in normal-form games: An experimental study. *Econometrica*, 69(5), 1193-1235. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00239>.
- Costa-Gomes, M. A., & Crawford, V. P. (2006). Cognition and behavior in two-person guessing games: An experimental study. *American economic review*, 96(5), 1737-1768. <https://doi.org/10.1257/aer.96.5.1737>.
- Crawford, V. P., Costa-Gomes, M. A., & Iriberri, N. (2013). Structural models of nonequilibrium strategic thinking: Theory, evidence, and applications. *Journal of Economic Literature*, 51(1), 5-62. <https://doi.org/10.1257/jel.51.1.5>.
- Georganas, S., Healy, P. J., & Weber, R. A. (2015). On the persistence of strategic sophistication. *Journal of Economic Theory*, 159, 369-400. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2015.07.012>.

- Grosskopf, B., & Nagel, R. (2007). Rational reasoning or adaptive behavior? Evidence from two-person beauty contest games. *Evidence from Two-Person Beauty Contest Games* (June 2007). Harvard NOM Research Paper, (01-09). <https://doi.org/10.2139/ssrn.286573>.
- Ho, T. H., Camerer, C., & Weigelt, K. (1998). Iterated dominance and iterated best response in experimental "p-beauty contests". *The American Economic Review*, 88(4), 947-969. <http://www.jstor.org/stable/117013>.
- Keynes, J. M. (1937). The general theory of employment. *The quarterly journal of economics*. 51(2), 209-223, <https://doi.org/10.2307/1882087>.
- Kreps, D. M. (1989). Nash equilibrium. In Eatwell, J., Milgate, M., Newman, P. (Eds.), *Game theory* .167-177. The New Palgrave. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-20181-5_19.
- Marx, R., & Lehmann-Waffenschmidt, M. (2022). The Keynesian beauty contest revisited. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 204, 164-181. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2022.06.029>.
- Nagel, R. (1995). Unraveling in guessing games: An experimental study. *The American economic review*, 85(5), 1313-1326. <http://www.jstor.org/stable/2950991>.
- Nagel, R. (2008). Experimental beauty contest games: levels of reasoning and convergence to equilibrium. In Plott, C. R., & Smith, V. L. (Eds.). (2008). *Handbook of experimental economics results 1*, 391-410. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0722\(07\)00045-5](https://doi.org/10.1016/S1574-0722(07)00045-5).
- Rubinstein, A. (2007). Instinctive and cognitive reasoning: A study of response times. *The Economic Journal*, 117(523), 1243-1259. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2007.02081.x>.
- Schou, A. (2005). Gæt-et-tal konkurrence afslører at vi er irrationelle. *Politiken*. <https://politiken.dk/danmark/oekonomi/art5698526/G%C3%A6t-et-tal-konkurrence-afsl%C3%B8rer-at-vi-er-irrationelle>. (megtekintve: 2024.02.19.)
- Økonomisk Institut. <https://web.archive.org/web/20111003082238/http://konkurrence.econ.ku.dk/r/o>. (megtekintve: 2023.01.22.).
- Slonim, R. L. (2005). Competing against experienced and inexperienced players. *Experimental Economics*, 8, 55-75. <https://doi.org/10.1007/s10683-005-0437-3>.

- Stahl, D. O., & Wilson, P. W. (1994). Experimental evidence on players' models of other players. *Journal of economic behavior & organization*, 25(3), 309-327. [https://doi.org/10.1016/S0899-8256\(03\)00002-2](https://doi.org/10.1016/S0899-8256(03)00002-2).
- Stahl, D. O., & Wilson, P. W. (1995). On players' models of other players: Theory and experimental evidence. *Games and Economic Behavior*, 10(1), 218-254. <https://doi.org/10.1006/game.1995.1031>.
- Sutan, A., & Willinger, M. (2009). Guessing with negative feedback: An experiment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(5), 1123-1133. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2009.01.005>.
- Weber, R. A. (2003). 'Learning' with no feedback in a competitive guessing game. *Games and Economic Behavior*, 44(1), 134-144. [https://doi.org/10.1016/S0899-8256\(03\)00002-2](https://doi.org/10.1016/S0899-8256(03)00002-2)

. MELLÉKLET: