Piaci játszmák: Adósságjátszmák az Európai Unióban

Bánhidi Zoltán
[zbanhidi@gmail.com]
(Közgazdaságtan Tanszék)

Görög „szappanopera”: vegyes értékelések

„Kvázi arról van szó patthelyzet esetén, mintha a görögök és a németek hajtanának egymással szemben, arra várva, hogy a másik rántsa el előbb a kormányt.” (index.hu, 2017. február 15.)

„Huge pessimism as many believe economy may NEVER get better, poll reveals” (Express, 2017. július 5.)

„People can’t see any light at the end of any tunnel” (Guardian, 2017. július 30.)

A problémák gyökerei

- A „görög problémák" gyökerei a Gazdasági és Monetáris Unió létrehozására nyúlnak vissza.
- Az euró átvételéhez az országoknak:
  - le kellett mondaniuk a saját monetáris politikáról
  - el kellett fogadniuk a „játékszabályokat"
  - teljesíteniük kellett az ún. maastrichti kritériumokat

- A kamat- és árfolyampolitika hiányában csak a költségvetési politika segíthet a piaci kereslet ösztönzésében

- no exit
- no bail-out
- no default

- árstabilitási (inflációs) kritérium
- kamatkritérium
- részvétel az ERM rendszerben
- államháztartás stabilitása:
  - államháztartási hiány ≤ GDP 3%-a
  - államadósság ≤ GDP 60%-a vagy folyamatos csökkenés

A „görög kakukktojás”

- A „klubban” az akkori 15 tagú EU-ból 12 ország kívánt részt venni (1998-ban).
- Önként maradtak ki:
  - Egyesült Királyság
  - Dánia
  - Svédország
- Görögország nem tudta teljesíteni a feltételeket.

- Görögország 2001-re már felvételt nyert, de csak „szabálytalan könyvelés” révén − a kiadott államháztartási adatokat később jelentősen módosítaniuk kellett.
- A költségvetési politika a belépést követően is „felelőtlen” maradt.

Az európai államadósság-válság

- A 2007-08-as globális gazdasági és pénzügyi válságig a görög államadósság még finanszírozható maradt, mivel az EU- és eurózóna-tagságra sok hitelező egyfajta biztosítékként tekintett a csődkockázattal szemben.
- A válság viszont, amely a nemzetgazdasági teljesítményben is jelentős visszaesést eredményezett, minden korábbinál élesebben hozta felszínre a görögök, illetve az eurózóna más gyenge láncszemeinek (pl. Portugália, Spanyolország, Olaszország) problémáit.

Az európai államadósság-válság

- A Gazdasági és Monetáris Unió a válsággal szembesülve kénytelen volt feladni a korábbi „játékszabályait” (pl. no bail out), a közös monetáris politika koordinációját ellátó Európai Központi Bank is kénytelen volt részt vállalni a válságkezelésből, segítséget nyújtani az államkötvények piacának és az eurózónabeli bankok stabilizálásához.
- A bajba került országok számára válságkezelési programokat is kidolgoztak, amelyek keretében pénzpiacokról már nem finanszírozható államadósságuk kezeléséhez az eurózóna többi országa (és az IMF) nyújtott hitelt.

A játék feltételrendszere: P. A. P. I.

J. Varufákisz

- **P**layers (Játékosok)
  - Görögország, hitelezők, ???
- **A**ctions (Döntési lehetőségek)
  - Engedékenység, együttműködés (**C**)
  - Fenyegetések, blöff, zsarolás (**D**)
- **P**ayoffs (Kifizetések)
  - Fizetési kötelezettség, adósságelengedés (hitelezők) vagy csőd miatti veszteség
- **I**nformation (Információk)
  - ???

Feltételezések

- A felek „nem szolidárisak”; célfüggvényeikben csak a saját gazdaság, államháztartás, polgárok jóléte szerepel.
- A görögök számára fontos az euró megtartása, ha ez nem sikerül, a gazdaságra, állampolgárokra államcsőd, bankcsődök, vagyonvesztés és infláció várhatna. El szeretnék viszont kerülni a komoly megszorításokat.
- Ha a hitelezők „megmentik” Görögországot, ezt nem a görögök, hanem a saját gazdaságuk, bankjaik (pénzügyi rendszerük) stabilizálása érdekében tennék, és ehhez viszonyítanák a várható költségeket, amelyeket pl. az újabb, Görögországnak adott hitel/engedmény jelentene.
- Egy kompromisszumos megállapodás némi adósság-könnyítést, de megszorításokat is magában foglalna.

Az adósságalku-játék

- A mentőcsomagról szóló alku modellezhető a korábban tanult „gyáva nyúl”/„csirke-” (*chicken*) játék alapján.
- Ha valamelyik vagy mindkét fél enged (pl. adósságok elengedése [hitelezők], keményebb megszorítások [görögök]), megszülethet a megállapodás.
- Ha azonban mindkét fél görcsösen ragaszkodik a saját álláspontjához, bekövetkezhet a görög államcsőd és kilépés, ezzel pedig mindkét fél rosszul járhat.

George Tsebelis, Michigani Egyetem

		Görögország	
		Enged	Nem enged
Hitelezők	Enged	(0 ; 0)	(-1 ; 1)
	Nem enged	(1 ; -1)	(-3 ; -3)

A játék megoldása

- A tiszta stratégiák halmazán a játéknak két Nash-egyensúlya van: ha valamelyik fél enged, a másik nem fog engedni.
- A játékosok megpróbálhatják elhitetni a másik féllel, hogy nincs lehetőségük engedni (→ 2015: görög népszavazás).
- Pl. „a görög kormány nem tehet engedményeket ahhoz a mandátumhoz képest, amit a választóktól kapott”.

A „méloszi” példa

- Roger Myerson szerint a hitelezőknek még akkor is érdekükben állhat a hajthatatlanság, ha a csőd számukra gazdasági veszteséget okoz.
- Ezzel ui. példát statuálhatnak a Görögországhoz hasonlóan „fegyelmezetlen” államokkal (Olasz-ország, Spanyolország) szemben, akik szintén követelhetnék az adósságuk elengedését.
- A peloponnészoszi háborúban Athén hasonló okokból igázta le a spártaiakkal rokon, de rájuk veszélyt nem jelentő mélosziakat.

(Thuküdidész: A peloponnészoszi háború)

Ismételt játékok

- A játék kimenete különbözhet akkor, ha ugyanazt a játékot nem csak egyszer játszanák le, hanem a szereplők többször kerülnek ugyanabba a helyzetbe.
- Ha egy játékos tudja, hogy a nemkooperatív magatartásáért a másik fél egy későbbi játékban megbüntetheti, átgondolhatja a döntését.
- Pl. a „mentőövre” szoruló ország végrehajtja az új hitelekért cserébe megígért stabilitási programot, ha tart attól, hogy ennek elmaradása esetén legközelebb már nem kap majd hitelt.

A fogoly dilemmája – újraértelmezve

		Fiú	
		Vallomás	Hallgatás
Lakótárs	Vallomás	(–6 ; –6)	(0 ; –12)
	Hallgatás	(–12 ; 0)	(–3 ; –3)

		Hitelező országok	
		Engedékeny	Szigorú
Renitens országok	Felelős gazdaságpolitikát folytat	(R ; R)	(S ; T)
	Felelőtlen gazdaságpolitikát folytat	(T ; S)	**(P ; P)**

Temptation (T) > Reward (R) > Punishment (P) > Suckers (S)

Véges sokszor ismételt játék

- Ha a fogolydilemma-típusú játékot csupán véges számban ismétlik meg, és a játékosok tudják, hogy melyik lesz az utolsó forduló, akkor ebben a fordulóban úgy kell viselkedniük, mintha a játékot csak egyszer játszanák le, azaz mindketten cserbenhagyják a másikat.
- Ha viszont tudják, hogy a másik az utolsó alkalommal cserben fogja őket hagyni, akkor már az utolsó előtti alkalommal sem kell számolniuk azzal, hogy legközelebb a társuk bosszúból nem fog kooperálni, mert tudják, hogy ez úgyis mindenképpen bekövetkezik, így az utolsó előtti fordulóban is „elárulják” a társukat.
- Ezt a gondolatmenetet kiterjesztve pedig már az első fordulóban is mindketten csalni (vallani) fognak.

Végtelenszer ismételt játék

- Ha azonban a játék végtelen sokszor ismétlődhet (vagy nem ismert az, hogy melyik az utolsó forduló), akkor van mód az ellenfél magatartásának befolyásolására.
- Ilyenkor a játékosok döntéseiket attól is függővé tehetik, hogy a másik az előző forduló(k)ban mit lépett; és a nemkooperatív magatartását „megbüntethetik”, így kényszerítve rá a másik felet a kooperálásra.
- Míg az egyszer lejátszott, és a véges számban ismételt fogolydilemma típusú játék esetében mindig a „vallomástétel” a nyerő stratégia, a végtelen sokszor ismételt játékban sikeresebbek lehetnek az eleinte együttműködő, de a másik cserbenhagyását a következő fordulóban megbosszuló „szemet-szemért stratégiák” (*tit for tat*; *tit for two tats*).

Egy kis kitérő: szekvenciális játékok

- Korábban feltételeztük, hogy a játékosok időben egyszerre hozzák meg a döntéseiket.
- A gyakorlatban azonban előfordulnak olyan játszmák is, ahol a játékosok egymást követően (a később lépők a korábbi döntésének ismeretében) cselekszenek.

Például egy súlyos szabálysértésen ért gépkocsivezető dönt arról, hogy az őt „lekapcsoló” rendőr felszólítására a jogosítványa, forgalmi engedélye mellé nyújtson-e át egy-két 10 000 forintos bankjegyet is; a rendőr pedig csak ezt követően dönt arról, hogy feljelentést tegyen-e a sofőr ellen, vagy „most az egyszer” még futni hagyja.

A játék normál formája

- E játék esetében a döntési alternatívák és kifizetések mátrix formájában való feltüntetése félrevezető, hiszen ez a döntések sorrendiségét nem tükrözi:

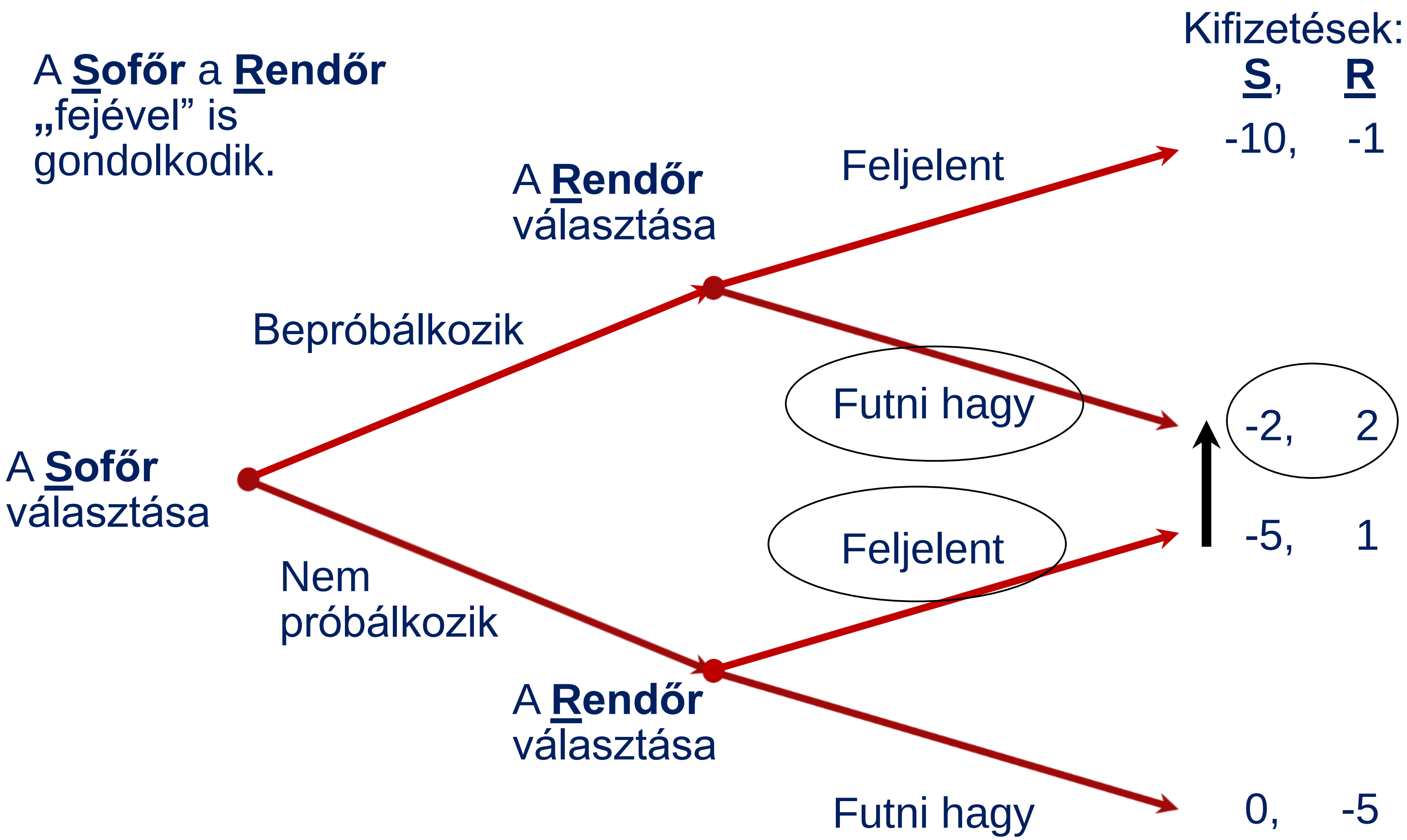
Nem szimmetrikus játék		**Korrupt rendőr**	
		Feljelent	Futni hagy
Sofőr	Vesztegetni próbál	(−10 ; -1)	(-2 ; 2)
	Nem próbál vesztegetni	(−5 ; 1)	(0 ; −5)

- Lesz-e domináns stratégia? Mi lesz a játék megoldása?

Extenzív forma

- A játék „normál formája” helyett ezt a játékot érdemes inkább ún. extenzív formában, egy döntési fa segítségével szemléltetni, amely már a döntések időbeliségét is tükrözi.
- A játék megoldása érdekében az elsőként döntő sofőrnek a döntést megelőzően át kell gondolnia, hogy az esetleges vesztegetési kísérletére a másik fél hogyan fog reagálni. A gyakorlatban ehhez legalább valamilyen feltevéssel kell élnie a rendőr értékrendjéről, feltételezhető kifizetéseiről, de az egyszerűség kedvéért most tegyük fel, hogy sofőrünk pontosan ismeri a döntési fa végén található összes kifizetést, ennek megfelelően pedig előre tudja jelezni a rendőr döntését is. Így tisztában van azzal, hogy a megfelelő összeg papírok közé csúsztatása esetén megúszhatja a feljelentést, de ha a rendőrnek nem fizet, akkor a büntetőpontok mellé egy nagyobb összegről szóló csekket kaphat.

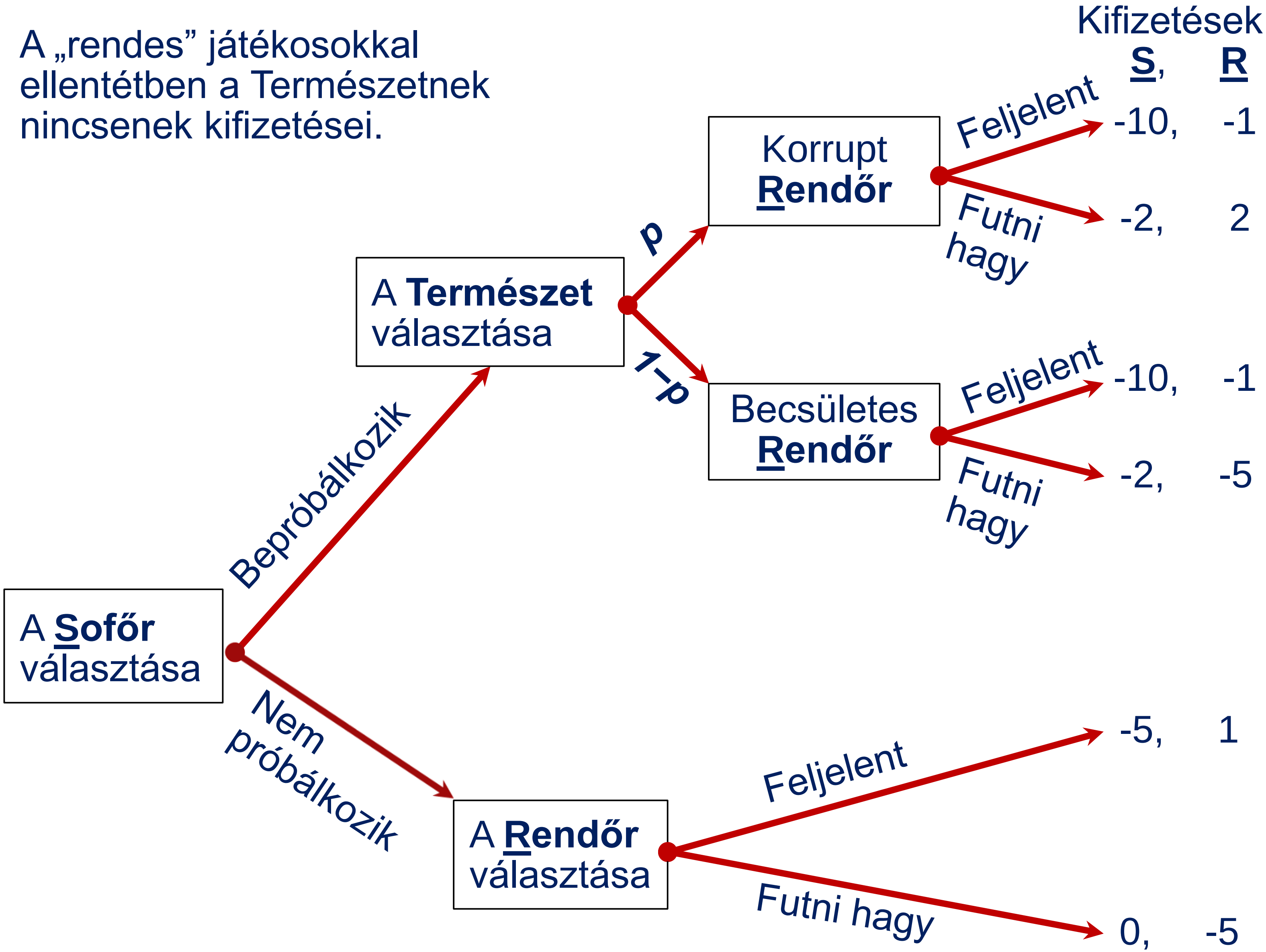
A játék megoldása



A természet szerepe

- A végső kifizetéseket összehasonlítva kiderül, hogy érdemes a rendőr korrumpálására áldozni, és ezzel a rendőr is jól fog járni, hiszen így mindketten magasabb kifizetéshez juthatnak.
- Mi a helyzet akkor, ha a sofőr nem lehet benne biztos, hogy egy korrupt rendőrrel hozta-e össze a sors, csak annyit tud, hogy a rendőrök egy része korrupt, másik része viszont becsületes?
  - Ahhoz, hogy ezt a helyzetet modellezni tudjuk, a két korábbi játékos mellett egy harmadik, speciális „játékost", az ún. Természetet (*nature, outside forces*) is be kell vonnunk a játékba, amely meghatározza, hogy sofőrünk milyen ***p*** valószínűséggel találkozik korrupt, illetve becsületes rendőrökkel.

A „rendes” játékosokkal ellentétben a Természetnek nincsenek kifizetései.

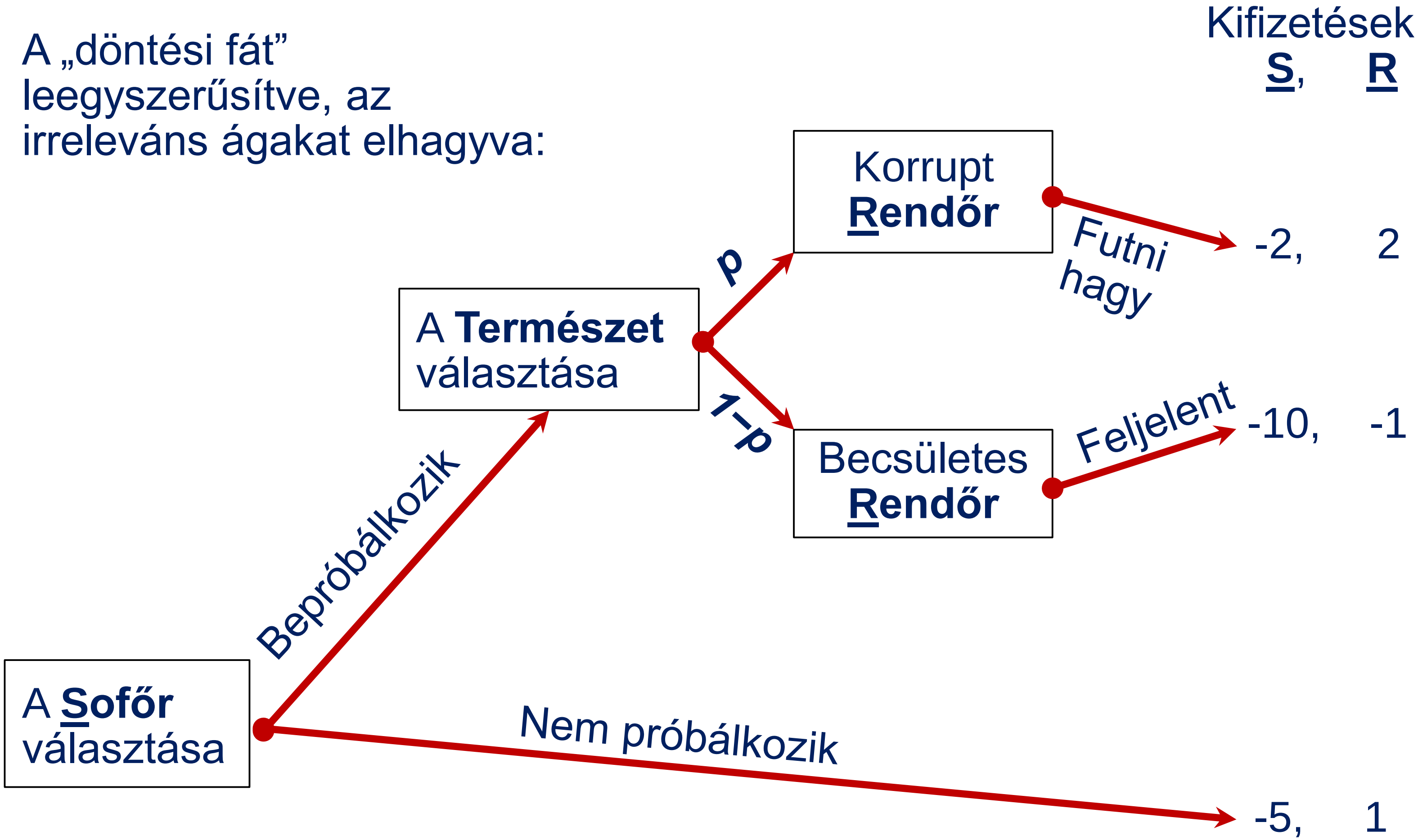


A megoldás menete

- A vesztegetési kísérlet a **Sofőr** számára már nem feltétlenül lesz kifizetődő, hiszen ha a balszerencséje éppen egy **Becsületes Rendőrrel** hozza össze, aki az esetleges mellékkeresethez képest többre értékeli a *személyes morális integritásának megőrzését*, akkor a büntetőpontok elmaradása helyett jóval komolyabb büntetésre számíthat.
- Ebben az esetben sofőrünk a **várható kifizetését** próbálhatja meg maximalizálni, annak figyelembe vételével, hogy adott természeti állapot bekövetkezte esetén milyen kifizetést realizálhat, illetve mekkora az egyes állapotok bekövetkezésének valószínűsége:

$$E(\pi) = p_x * \pi_x + (1 - p_x) * \pi_y$$

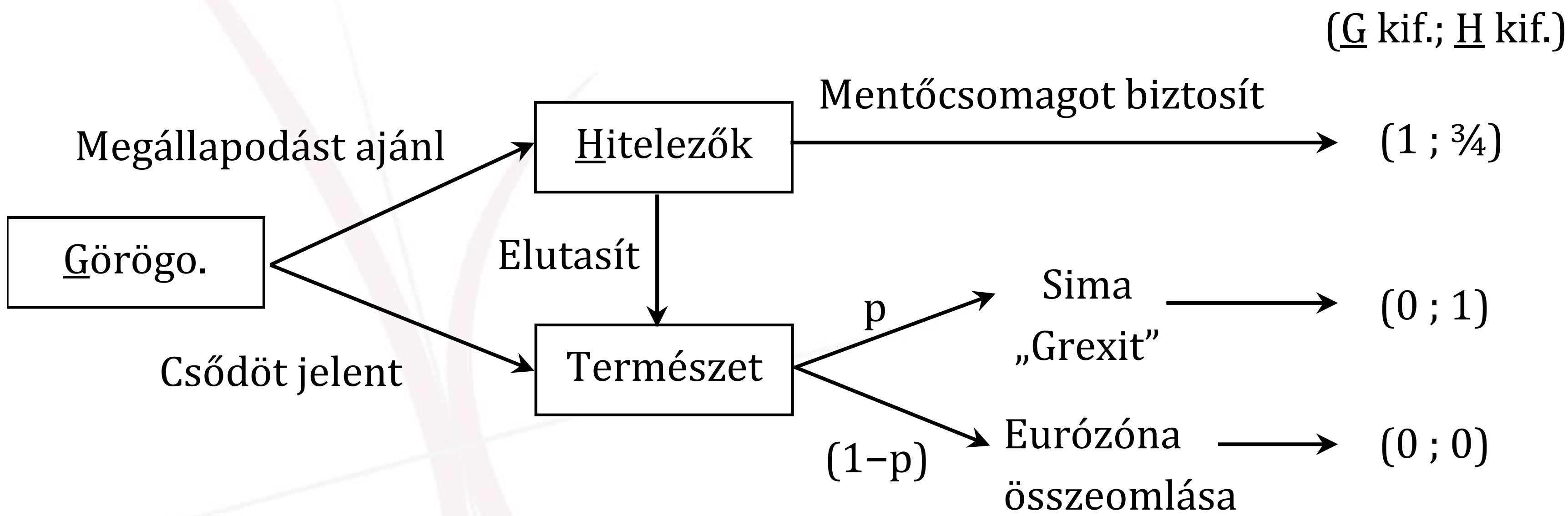
A „döntési fát” leegyszerűsítve, az irreleváns ágakat elhagyva:



A játék megoldása

- A sofőr által a vesztegetési kísérlettől várható kifizetés a kifizetések valószínűséggel súlyozott értéke lesz:
$$E(\pi) = p * (-2) + (1 - p) * (-10).$$
- Ezt az értéket kell összevetni a „törvénytisztelő magatartás” esetén realizálható -5 értékkel.
- Ha pl. az adott országban fele-fele arányban fordulnak elő becsületes és becstelen rendőrök, akkor a várható érték: $E(\pi) = 0{,}5 * (-2) + 0{,}5 * (-10) = -6 < -5$, így sofőrünknek nem érdemes vesztegetéssel próbálkoznia.
- Ha viszont a rendőrök közül csak minden 5. becsületes: $E(\pi) = 0{,}8 * (-2) + 0{,}2 * (-10) = -3{,}6 > -5$; azaz a korrupció várhatóan továbbra is kifizetődő marad.

Görögország és a hitelezők



„A mentőcsomagban való részvétel fejében az adó- és a nyugdíjrendszer reformját várja Görögországtól Christine Lagarde a Nemzetközi Valutaalap (IMF) főigazgatója.”

A görög kifizetések értelmezése

- Ebben a játékban Görögország lép először.
- Feltételezzük, hogy a görög választók és a kormány számára fontos az államcsőd elkerülése, és az euró (és az EU-tagság) megtartása, mert ellenkező esetben az állampolgárokra jelentős vagyonvesztés, a bankokra fizetésképtelenség, a gazdaságra pedig jelentős visszaesés és infláció várhatna (0 kifizetés).
- Ezért nincs más választásuk, mint megállapodásra törekedni a reménybeli hitelezőkkel, még ha az esetleges újabb hitel feltételeként megszorítások várnának is a lakosságra (1 kifizetés).

A hitelezők kifizetései

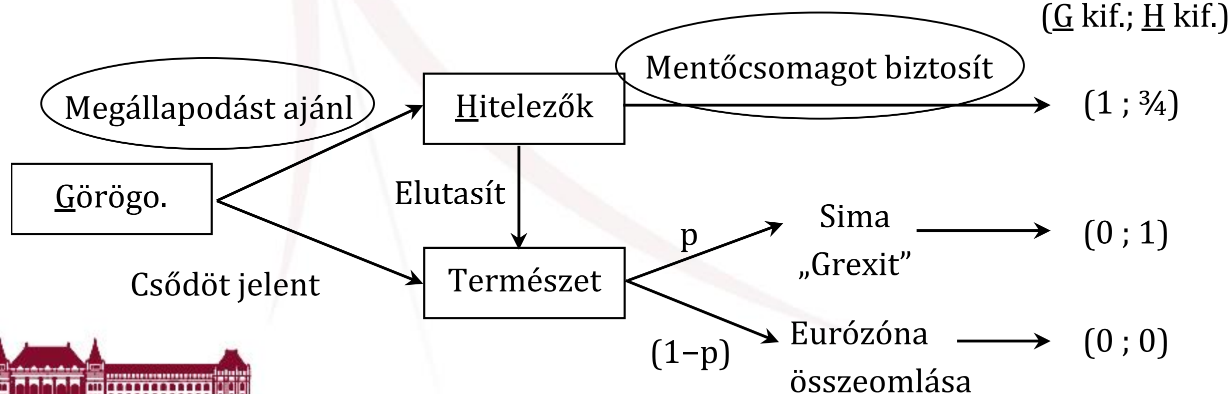
- Ha a hitelezők megegyezésre jutnak a görögökkel, akkor sikerülhet elkerülni a görög kilépést és csődöt, illetve az ezzel együtt járó komolyabb következményeket, de ennek árát legalább részben a többi ország adófizetői fizetnék ki, hiszen a megállapodás során nyújtott hiteleket a „piacinál” (a kockázattal arányosnál) alacsonyabb kamattal adnák a görögöknek.
- Emellett ráadásul a „pénz időértékének figyelembe vételével” a meglévő görög tartozás átstrukturálása (pl. a visszafizetésre rendelkezésre álló idő kitolása) is veszteséget jelent a hitelezőknek (¾ kifizetés).

A természet szerepe

- Ha a görögök csődöt jelentenek, vagy a hitelezők visszautasítják a megállapodást, többfajta kimenetel is elképzelhető. A legoptimistább forgatókönyv szerint a görögök csődöt jelentenek, és kilépnek ugyan az eurózónából, de ez az eurózóna többi országában nem okoz komolyabb gazdasági veszteségeket (pl. a görög üzleti érdekeltségekkel rendelkező bankok, vállalatok csődjét); ezért ehhez a sikeres mentőcsomagnál magasabb, 1 hitelezői kifizetést rendelhetünk.
- A legrosszabb forgatókönyv szerint viszont a görög kilépés komoly bizalomvesztést okoz a teljes eurózónával, a Gazdasági és Monetáris Unió egész intézményrendszerével szemben, és a görögök után az eurózóna többi „gyengébb láncszeme”, Olaszország, Spanyolország és Portugália is hasonló sorsra juthat, az eurózóna pedig végül szét is eshet (0 hitelezői kifizetés).

A játék megoldása

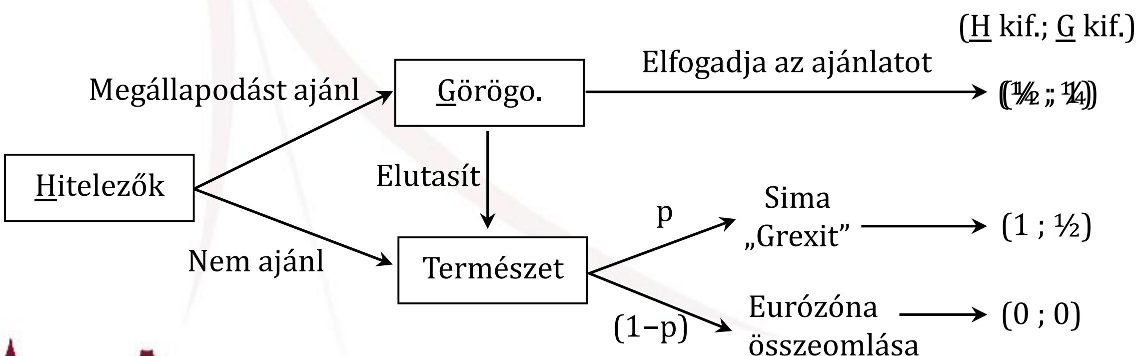
- A hitelező országok döntése ilyen feltételek mellett a pozitív és negatív forgatókönyvek megvalósulásának ***p*** valószínűségétől függ.
- Amennyiben ezek megvalósulása körülbelül egyforma valószínűségű ($p = ½$), a hitelezők szempontjából a segítségnyújtás megtagadása esetén várható kifizetés $E(\pi) = 0{,}5 * 1 + 0{,}5 * 0 = 0{,}5 \; < 0{,}75$ lesz, ami azt jelenti, hogy a hitelezők sem fogják a csőd bekövetkeztét megkockáztatni.



Kitekintés: Megnyugodhatnak-e akkor a görögök? (PAPI)

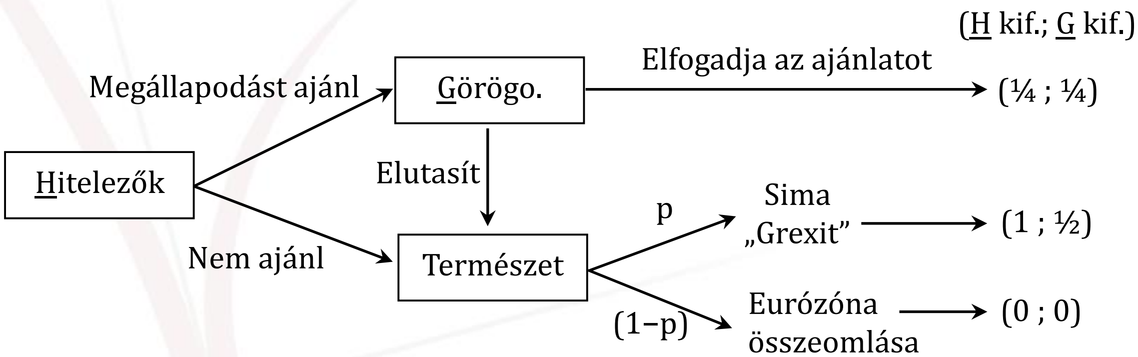
- Ugyanezt a játékot értelmezhetjük úgy is, hogy a hitelezők ajánlanak megállapodást a görögöknek, akik ezt követően elfogadhatják vagy elutasíthatják azt.
- Problémák: Hogyan becsülhető a „negatív forgatókönyv" (eurózóna-recesszió) bekövetkezésének valószínűsége?
- Ismertek-e valójában a játékosok kifizetései?

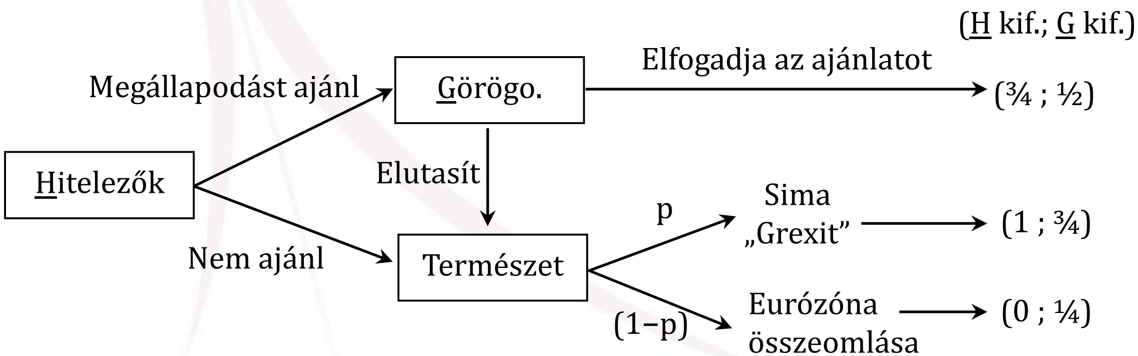
Alternatively, players may face **extreme uncertainty** over the costs of different outcomes. "Objectively, in this case, the **pay-offs are not clear**," says Mr Tsebelis.



?

Feladat: Milyen „p” valószínűségek mellett hajlandóak megállapodni a tárgyalófelek? Mi lesz a várható kifizetésük?





(Louisa Gouliamaki / AFP via mno.hu)

Függelék (nem tananyag)

TISZTA ÉS KEVERT STRATÉGIÁK

Tiszta és kevert stratégiák

- Tiszta stratégiák: mindegyik szereplő meghozza a döntését, amihez aztán ragaszkodik.
- Tiszta stratégiákra nem mindig létezik Nash-egyensúly. Kevert stratégiákra azonban ilyenkor is létezhet.

- Kevert stratégia: minden szereplő a stratégiákhoz adott r,c,… valószínűségeket rendel, és egyszer az egyik, másszor (gyakrabban vagy ritkábban a választott valószínűségektől függően) a másik döntést hozza meg.

Nincs „tiszta” Nash-egyensúly

A: fent → B: bal (0 > -1); de
B: bal → A: lent (1 > 0); ám
A: lent → B: jobb (3 > 0); viszont
B: jobb → A: fent (0 > -1) stb.

		B (oszlop)játékos	
		Bal	Jobb
A (sor-) játékos	Fent	(0;0)	(0;-1)
	Lent	(1;0)	(-1;3)

Példa egy olyan játékra, amelynek tiszta stratégiák esetén nincs Nash-egyensúlya, pl. a fenti játék esetében ha A fentet játszik, akkor B a balt választja; ekkor A inkább a lentet; de ilyenkor B a jobbra vált; amire A válasza a fent.

Kevert stratégia

- A cél az, hogy a másik adott (optimális) stratégiája esetén a mi valószínűségekről hozott döntésünk optimális legyen.
- A játékos r valószínűséggel a fentet,

  (1-r) valószínűséggel a lentet választja.
- B játékos c valószínűséggel a balt,

  (1-c) valószínűséggel pedig a jobbot.

Legjobb válaszok

- Egy játékos „legjobb válasza” az a választás, amely a másik játékos tetszőleges választása esetén a kifizetését maximalizálja.
- Ha nem egyetlen legjobb választása van, akkor a legjobb válasz valamennyi ilyen választás halmaza.

Tekintsük az alábbi játékot, amelynek a tiszta stratégiák között két egyensúlya is van:

		B (oszlop)játékos	
		Bal	Jobb
A (sor-) játékos	Fent	$\boxed{(2;1)}$	(0;0)
	Lent	(0;0)	$\boxed{(1;2)}$

Nash-egyensúly ált. definíciója

- Tekintsünk egy kétszemélyes játékot, amelyben a sorjátékos lehetséges választásai $r_1,\dots,r_R$; az oszlopjátékosé pedig $c_1,\dots,c_C$
- A sorjátékos minden r választásához tartozzon az oszlopjátékosnak egy $b_c(r)$ legjobb választása, és az oszlopjátékos minden c választásához a sorjátékosnak egy $b_r(c)$ legjobb választása.
- Ekkor a játék Nash-egyensúlya az az (r^*,c^*) stratégiapár lesz, amely kielégíti az alábbi egyenleteket: $c^* = b_c(r^*)$ $\quad r^* = b_r(c^*)$

Kölcsönös következetesség

- A Nash-egyensúly definíciója azt követeli meg a választásoktól, hogy kölcsönösen következetesek legyenek. Ha a sorjátékos úgy véli, hogy az oszlopjátékos a balt választja, akkor a fentet fogja játszani, ha viszont az oszlopjátékos arra számít, hogy a sorjátékos a fentet választja, akkor a balt fogja játszani.
- Vagyis a Nash-egyensúlyban a játékosok vélekedései és tényleges cselekedetei azok, amelyek kölcsönösen következetesek.

Az összes Nash-egyensúly

- Mivel most már megoldásainkat (a Nash-egyensúlyt) nemcsak a tiszta, hanem a kevert stratégiák mellett is keressük; tegyük fel, hogy r annak a valószínűsége, hogy a sorjátékos a fentet választja, és (1-r) a lent választás valószínűsége.
- Hasonlóan, legyen c annak a valószínűsége, hogy az oszlopjátékos a balt, (1-c), hogy a jobb stratégiát választja.
- Tiszta stratégiák esetében r vagy c értéke 0 vagy 1.

Kevert stratégiák esetén

(2;1)	(0;0)
(0;0)	(1;2)

- Számítsuk ki a játékosok várható kifizetéseit, ha a sorjátékos r valószínűséggel választja a fent, az oszlopjátékos pedig c valószínűséggel a bal stratégiát:

Kombinációk	Valószínűség	A játékosok kifizetése	Várható kifizetések Sorjátékos	Oszlopjátékos
(fent; bal)	$r \cdot c$	(2;1)	$2rc +$	$rc +$
(lent; bal)	$(1-r) \cdot c$	(0;0)	$0(1-r) \cdot c +$	$0(1-r) \cdot c +$
(fent; jobb)	$r \cdot (1-c)$	(0;0)	$0r(1-c) +$	$0r(1-c) +$
(lent; jobb)	$(1-r) \cdot (1-c)$	(1;2)	$(1-r) \cdot (1-c) =$	$2(1-r) \cdot (1-c) =$
			$= 3rc+1-r-c$	**$= 3rc+2-2r-2c$**

A kifizetés változása ha r változik

- Tfh. a sorjátékos azon gondolkodik, hogy a fent stratégia választásának r valószínűségét Δr-rel megnövelje. Hogyan változik a kifizetés?
- $\pi(A[r]) = 3rc - r - c + 1$
- $\pi(A[r+\Delta r]) - \pi(A[r]) = 3(r+\Delta r)c - (r+\Delta r) - c + 1 - {}$
  $- 3rc + r + c - 1 = 3\Delta rc - \Delta r = (3c - 1)\Delta r$
- E kifejezés értéke akkor pozitív, ha $3c > 1$ és negatív, ha $3c < 1$; azaz a sorjátékos akkor kívánja majd növelni r értékét, ha $c > 1/3$ és csökkenteni, ha $c < 1/3$; illetve bármilyen 0 és 1 közötti valószínűséggel elégedett, ha $c = 1/3$

A kifizetés változása ha c változik

- Tfh. az oszlopjátékos azon gondolkodik, hogy a bal stratégia választásának c valószínűségét Δc-vel megnövelje. Hogyan változik a kifizetés?
- $\pi(B[c]) = 3rc - 2r - 2c + 2$
- $\pi(B[c+\Delta c]) - \pi(B[c]) = 3(c+\Delta c)r - 2(c+\Delta c) - 2r + 2 -$
  $- 3rc + 2c + 2r - 2 = 3\Delta rc - 2\Delta c = (3r - 2)\Delta c$
- E kifejezés értéke akkor pozitív, ha $3r > 2$ és negatív, ha $3r < 2$; azaz az oszlopjátékos akkor kívánja majd növelni c értékét, ha $r > 2/3$ és csökkenteni, ha $r < 2/3$; illetve bármilyen 0 és 1 közötti valószínűséggel elégedett, ha $r = 2/3$

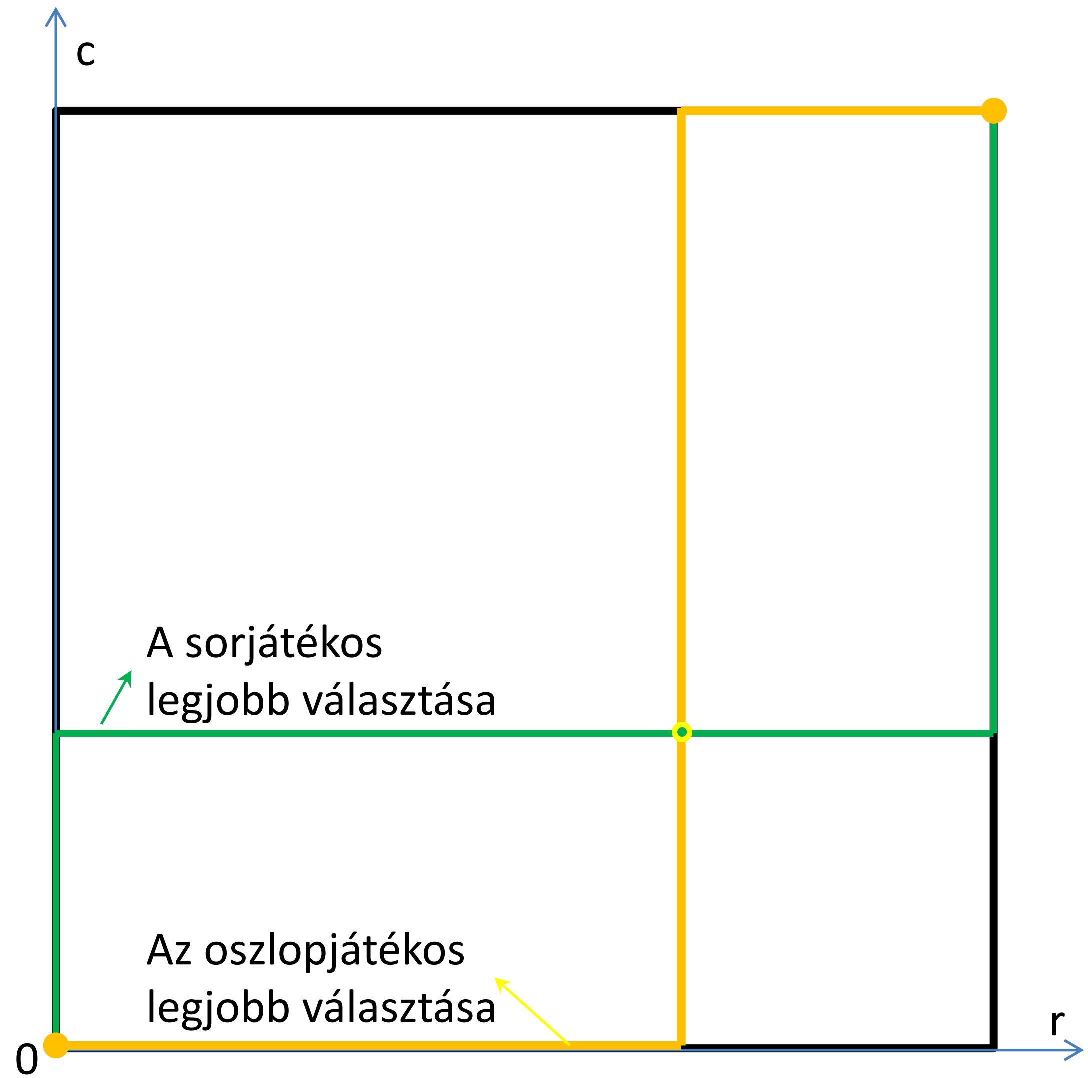
A legjobbválasz-görbék

- Ezeket az információkat felhasználva megrajzolhatók a legjobbválasz-görbék.
- Ha az oszlopjátékos $c = 0$-t választ, akkor a sorjátékos az r értékét a lehető legkisebb értéken szeretné meghatározni, ami $r = 0$.
- Ez a választás nem változik, amíg $c < 1/3$, ha viszont $c = 1/3$, akkor bármely $r \in (0;1)$ legjobb válasznak minősül. Ha $c > 1/3$, akkor a sorjátékos legjobb válasza $r = 1$.

Legjobbválasz-görbe

Hasonlóan, amíg r < 2/3, addig c=0; ha r > 2/3, akkor c=1 a legjobb válasz, ill. ha r = 2/3, akkor c 0 és 1 között bármennyi lehet.

A három Nash-egyensúly a metszéspontokban található: (0;0), (1;1) és (2/3;1/3).



Bónusz feladat: Az adósságalku-játék

- Hány megoldása van a korábban bemutatott adósságalku-játéknak a tiszta és a kevert stratégiák halmazán együtt?
- Határozza meg a játék valamennyi Nash-egyensúlyát!

		Görögország	
		Enged	Nem enged
Hitelezők	Enged	Kompromisszum	Adósságkönnyítés
	Nem enged	Megszorítások	Államcsőd

		Görögország	
		Enged	Nem enged
Hitelezők	Enged	(0 ; 0)	(-1 ; 1)
	Nem enged	(1 ; -1)	(-3 ; -3)