

KLÍMATÁRGYALÁSOK VIZSGÁLATA MÁTRIXJÁTÉKOKKAL

EXAMINATION THE CLIMATE NEGOTIATIONS BY BIMATRIX GAMES

SZENDREY ORSOLYA gazdaságelemző

Magyar Nemzeti Bank

DR. KARCAGI-KOVÁTS ANDREA PhD, adjunktus

Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar

Abstract

Nowadays the emerging problem of climate change, the deteriorating environmental conditions and the continuous attempts to ensure sustainable development pose serious challenges to the world's leading decisions makers. Taking into consideration the problems related to the excessive CO₂ emission and the nature destructive processes, it could be stated that the protection of our plane is a global challenge and requires a global solution through the strategic cooperation of national economies. After that the first international response to climate change was launched in 1992 with the signing of the United Nations Framework Convention on Climate Change, a series of climate negotiations started to determine and to establish a long-term, sustainable objective of stabilizing greenhouse gas concentrations in the atmosphere. As the problem of climate change could be considered as one of the most serious open issues, in this paper we mainly examine how economic decision makers' define their strategic behavior during the climate negotiations. To describe the strategic interactions between decision makers, we use the well known non-cooperative game theory introduced by John Neumann. The main focus of this paper is to analyze environmental problems related to climate change and to describe decision situations with climate relevant bimatrix games and well known game theoretic solutions.

1. Bevezetés

A fejlődés fenntarthatóságának biztosítása, az élhető környezeti feltételek megteremtése a jövő generációi számára komoly kihívások elé állítja a világ országainak vezető döntéshozóit. A túlzott széndioxid kibocsátáshoz szorosan kapcsolódó klímaváltozás kezelése olyan problémákat vetnek fel, olyan védelmi intézkedések meghozatalát és globális elfogadását feltételezik, amelyek a gazdaságok stratégiai együttműködése nélkül nem képzelhetők el.

Írásunkban a klímátárgyalások és a gazdasági döntéshozók stratégiai viselkedésének vizsgálatára a Neumann János nevéhez fűződő játékelmélet eszköztárát használjuk. Írásunkban a nem kooperatív játékelméletből vett, széles körben ismert, kétszemélyes, normál alakban adott játékokkal elemezzük a klímátárgyalások során felmerülő döntési helyzeteket.

Célunk, hogy a játékelmélet eszköztárát segítségül hívva áttekintsük azon módszerek és megoldás-koncepciók tárházát, amelyek alkalmasak lehetnek a gazdasági szereplők stratégiai interakcióinak és döntéshozatali folyamatainak vizsgálatára és leírására. Írásunk eredménye az egyes módszerek valós problémákra való alkalmazhatóságára vonatkozó következtetések és kritika megfogalmazása.

2. Játékelméleti háttér

A játékelmélet matematikai modellek rendszere, melyet többszereplős konfliktushelyzetek leírására, modellezésére és elemzésére használunk. A játékelmélet mint tudomány normatív jellegéből adódóan nem azt hivatott tanulmányozni, hogy egy konfliktushelyzetben a döntéshozók mit tesznek a valóságban, hanem azt, hogy hogyan cselekednek az adott döntési helyzetre és a viselkedésükre tett bizonyos feltételezések mellett. Írásunkban a nem-kooperatív játékelmélet adta eszköztárat és módszertanokat használjuk Forgó¹ és munkatársai írása alapján a klímátárgyalások vizsgálatára.

A játékosokról feltesszük, hogy racionálisak, azaz viselkedésük leírható matematikai értelemben optimális döntésként vagy optimális döntések sorozataként, azaz egy adott döntési helyzetben a játékos a saját lehetőségei közül azt választja, ami neki a legjobb, miközben a többi játékos választását adottnak tekinti, és ezt a legjobb választást meg is tudja határozni, függetlenül a probléma bonyolultságától. A másik feltevésünk a köztudás, ami annyit jelent, hogy ha minden játékos tudja egy eseményről, hogy az bekövetkezett, akkor minden játékos tudja, hogy a többiek tudják róla, hogy ő tudja, hogy az esemény bekövetkezett és ez így megy tovább a végtelenségig.

A nem-kooperatív játékelméletben az egyik legelterjedtebb megoldás koncepció, amely leszűkíti a stratégiaprofilok azon halmazát, amelyek valamiféle stabilitást mutatnak a Nash-egyensúlypont (NEP). Egy stratégiaprofil NEP, ha egyetlen játékosnak sem érdeke a saját stratégiáját megváltoztatni, feltéve, hogy a többi játékos sem változtat a saját stratégiáján. A játékelméleti kutatások rámutattak arra, hogy egy adott játékban a NEP létezése nem magától értetődő, sőt sok esetben a vizsgált játéknak nincsen NEP-je.

3. Mátrixjátékok

A következőkben öt, a játékelméletből jól ismert problémát mutatunk be részletesen, melyek a következőket foglalják magukban: fogolydilemma, nemek harca, szarvasvadász, gyáva nyúl, konfliktus mentes játékok – harmónia.²

3.1. Fogolydilemma

A legismertebb, a játékelméleti tanulmányokban gyakran bemutatott és vizsgált probléma a fogolydilemma. A fogolydilemma szerint két rablót letartóztatnak egy betörés elkövetéséért, de elegendő tárgyi bizonyíték hiányában legalább az egyik fogoly beismerő vallomása szükséges, ahhoz, hogy a bíróság elítélhesse őket. A vallomások megszerzéséhez a rendőrség külön szobákban hallgatja ki a foglyokat és mindkettejüknek ugyanazt az ajánlatot teszi. Amennyiben az egyik tettes bevallja a bűntényt, míg a másik tagad, akkor az előbbi szabadon elmehet, míg a másik 10 év börtönbüntetést kap. Ha a második fogoly tesz vallomást és az első hallgat, akkor ő távozhat szabadon, míg az elsőt fogják 10 évre elítélni. Abban az esetben, ha mindketten hallgatnak, akkor egy kisebb büntény elkövetéséért mindketten 6 hónap börtönbüntetést kapnak, míg mindkettejük vallomása 6 év szabadságvesztést von maga után. A játék lehetséges kimeneteleit és a játékosok kifizetéseit a következő táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. Fogolydilemma

Table 1. Prisoner's dilemma

	Vall	Hallgat
Vall	Mindketten 6 évet kapnak	10 évet kap, szabad
Hallgat	szabad, 10 évet kap	Mindketten 6 hónapot kapnak

Forrás: saját szerkesztés

A két fogoly a kihallgató szobában értékeli a lehetséges kimeneteleket. A legkedvezőbb kimenetel mindkettejük számára, ha ő maga vallomást tesz, míg a társa hallgat. Ha mindkét fogoly sorba rendezi a lehetséges kimeneteleket oly módon, hogy ahhoz a kimenetelhez rendel nagyobb számot, amelyet előnyben részesít, akkor a játék kifizetési mátrixa a következő alakban írható fel:

2. táblázat. Fogolydilemma kifizetési mátrixa

Table 2. Prisoner's dilemma – pay off matrix

	Vall	Hallgat
Vall	2;2	4;1
Hallgat	1;4	3;3

Forrás: saját szerkesztés

Mindkét fogoly számára szigorúan domináns stratégia a vallomástétel és így a játék egyetlen NEP-je az a kimenetel, amikor mindkét gyanúsított beismeri a bűntény elkövetését és mindketten 6 év büntetést kapnak. NEP-ben egyik játékos sem tud javítani a helyzetén azáltal, hogy egyoldalúan megváltoztatja a stratégiáját. Ebből adódik, hogy az a kimenetel, mely szerint mindkét fogoly hallgat, nem lehet NEP, hiszen mindkét játékos tudna javítani a saját helyzetén a stratégiája egyoldalú megváltoztatásával, azaz a vallomástétellel.

3.2. Nemek harca

Itt egy házaspárt vizsgálunk, akik arról döntenek, hogy hol töltsék el a péntek estéjüket. A feleség színházba, míg a férj meccsre szeretne menni. Reggel megbeszélik, hogy napközben külön-külön eldöntik, hogy melyik programot választják és este vagy a színházba vagy a stadionba mennek. A döntést egymástól függetlenül hozzák meg. A férj azt szeretné, hogy együtt menjek a meccsre, míg a feleség az estét a férjével a színházban töltené. Mivel mindketten azt szeretnék, hogy együtt töltsék a péntek estét, ezért mindketten jobban preferálják az együtt töltött időt, mint a saját preferált program egyedüli választását. A játék kifizetési mátrixa ekkor a következőképpen írható fel:

3. táblázat. Nemek harca

Table 3. Battle of sexes – payoff matrix

	A feleség színházba megy	A feleség meccsre megy
A férj színházba megy	3;4	1;1
A férj meccsre megy	1;1	4;3

Forrás: saját szerkesztés

A játék kifizetési mátrixából láthatjuk, hogy a játéknak két NEP-je van. Megállapítható, hogy ha mindketten az általuk preferált szórakozást választják, akkor külön töltik az estét, ugyanakkor, ha mindketten lemondanak a saját preferált időtöltésükről, hogy együtt legyenek, abban az esetben is eltérő helyen fogják egymást várni.

3.3. Szarvasvadászat

Két vadásznak azt kell eldöntenie, hogy szarvasra vagy nyúlra vadásszanak-e. A két vadász különböző lest választva elfoglalja a helyét és várja, hogy felbukkanjon a zsákmány. Abban az esetben, ha bármelyik vadász nyúlra lő, akkor a szarvas megijed a zajtól és a rejtékhelyén marad. Mindkettejük számára a szarvas értékesebb, mint a nyúl, de a szarvast csak akkor tudják elejteni, ha mindketten szarvasra lönek. Nyulat bármelyik vadász tud löni egyedül is. A hajnal közeledtével mindkét vadászban felmerül, hogy ideje lenne hazatérni, de mindketten preferálják azt a lehetőséget, hogy egy nyulat vigyenek haza, annál, minthogy zsákmány nélkül induljanak vissza. A döntést külön-külön, egymástól függetlenül hozzák meg a vadászok. A játék ekkor a következő kifizetés mátrixszal írható le.

4. táblázat. Szarvasvadászat

Table 4. Stag hunt – payoff matrix

	Szarvasra lő	Nyúlra lő
Szarvasra lő	4;4	1;3
Nyúlra lő	3;1	2;2

Forrás: saját szerkesztés

A nemek harcához hasonlóan a játék kifizetési mátrixa alapján egyik játékos esetében sem tudunk szigorúan dominált stratégiát találni, így azt vizsgáljuk, hogy a vadászok a lesen hogyan gondolkodnak.

Az első úgy gondolkodik, hogy ha a második szarvasra lő, akkor érdemes neki is szarvasra löni. Abban az esetben, ha a második vadász nyúlra lő, akkor a biztos zsákmány érdekében neki is be kell érni egy nyúllal. A második vadász esetében a döntések hasonlóak. Ha az első szarvasra lő, akkor ő is a szarvast választja. Ezzel szemben, ha az első nyúlra lő, akkor neki is érdemes a nyulat választani. Az eredmények alapján látható, hogy a szarvasvadászat játéknak két NEP-je van, a (Szarvasra lő, Szarvasra lő) és a (Nyúlra lő, Nyúlra lő) stratégiaprofilok.

3.4. Gyáva nyúl

A gyáva nyúl játékot az 50-es években, Amerikában, a fiatalok játszották. A játékban két fiatal fiú, hogy bátornak mutassa magát, lopott autókkal, nagy sebességgel száguld egymás felé egy szűk útszakaszon. Abban az esetben, ha valaki kitér, akkor őt gyáva nyúlnak bélyegezik és kiközösítik a bandából, ugyanakkor, ha egyik fiú sem tér ki, akkor az ütközésben mindketten életüket veszítik. Ebben a játékban mindkét fél számára az a legjobb, ha kitarat, és a másik rántja félre a kormányt. Ennél a kimenetelnél rosszabb az, ha mindketten félre rántják a kormányt, de ekkor életben maradnak és egyikük sem lesz gyáva nyúlnak bélyegezve. A legrosszabb helyzet mindkettejük számára a frontális ütközés. A játék kifizetés mátrixa ekkor a következő:

5. táblázat. Gyáva nyúl – kifizetési mátrix

Table 5. Chicken – payoff matrix

	Kitér	Kitart
Kitér	3;3	2;4
Kitart	4;2	1;1

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatból látható, hogy a gyáva nyúl játékban két NEP-et határoztunk meg, melyekre egyensúlyi stratégiaprofil, ha az egyik játékos kitér, míg a másik játékos kitarat.

3.5. Konfliktusmentes játékok – Harmónia

A konfliktusmentes játékok osztályából tekintünk a harmóniaként ismert játékot. A játékot két játékos játssza és a kifizetési mátrixa az alábbi módon adott.

6. táblázat. Harmónia – kifizetési mátrix

Table 6. Harmony – payoff matrix

	A	B
A	4;4	3;2
B	2;3	1;1

Forrás: saját szerkesztés

A játék kifizetési mátrixából láthatjuk, hogy mindkét játékosnak van szigorúan dominált stratégiája. A szigorúan dominált stratégiák iteratív kiküszöbölésével végeredményként egyetlen, az (A, A) stratégiaprofil maradt, ami a játék egyetlen NEP-je.

4. Klímátárgyalások bemutatása mátrixjátékokkal

A következőkben a klímátárgyalások során felmerülő konfliktushelyzeteket vizsgáljuk játékelméleti megközelítésben.³ Elemzésünk kiindulópontja DeCanio és Fermstad cikke,⁴ melyben a szerzők azt vizsgálták, hogy a kétszemélyes mátrixjátékok milyen feltételezések mellett alkalmazhatók a klímátárgyalások során felmerülő döntési helyzetek bemutatására.

A klímátárgyalások játékelméleti bemutatásához tegyük fel, hogy a tárgyalásokon résztvevő felek két csoportba sorolhatóak, melyeket rendre A-val és B-vel jelölünk. Annak a meghatározása, hogy mely országok képviselői tartoznak az egyes csoportokba, minden később bemutatott konfliktushelyzetben más és más lehet, így a kérdésre minden egyes játéktípus vizsgálatánál külön utalni fogunk.

A játékosok stratégiáinak meghatározásához a klímátárgyalások alapproblémájából, a károsanyag kibocsátás következtében kialakuló éghajlatváltozásból indulunk ki. Felteszszük, hogy a tárgyalás során a résztvevő felek között megállapodás-tervezet születik az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentésére vonatkozóan. Ennek megfelelően mindkét játékos két stratégia közül választhat: elfogadja a klíma-megállapodás tervezetét és kötelezettséget vállal a károsanyag kibocsátásának csökkentésére (Csökkent) vagy nem ratifikálja a megállapodást és a károsanyag kibocsátás csökkentésére vonatkozóan semmilyen kötelezettséget nem vállal (Nem csökkent). A játékosok kifizetési mátrixa a bemutatott játékban legyen a következő alakban adott (7. táblázat):

7. táblázat. Klímátárgyalások bemutatása mátrixjátékokkal

Table 7. Climate negotiations as bimatrix games

	Csökkent	Nem csökkent
Csökkent	a;u	b;v
Nem csökkent	c;w	d;x

Forrás: saját szerkesztés DeCanino és Fermstadt (2013) alapján

Ahhoz, hogy a 7. táblázatban adott játékot a klímátárgyalások szempontjából relevánsnak tekinthessük, felhasználjuk a DeCanio és Fermstad által definiált klíma-relevancia feltételeket a játékosok környezettudatosságára vonatkozóan, melyek a következők:

- feltesszük, hogy a játék (Csökkent, Csökkent) kimenetelét mindkét játékos preferálja a (Nem csökkent, Nem csökkent) kimenetelhez képest,

- feltesszük, hogy egyik játékos számára sem nyújthat előnyt az, ha a másik játékos a Nem csökkent stratégiát választja, azaz egyik ország sem profitálhat a másik országból származó károsanyag kibocsátásból.

A játék kifizetési mátrixára vonatkozóan a klíma-relevancia feltételei akkor teljesülnek, ha az első feltételnek megfelelően $a > d$ és $u > x$, valamint a második elvárás alapján $a > b$, $c > d$, $u > w$ és $v > x$.⁵

4.1. Konfliktusmentes játékok – Harmónia

Első vizsgált játékosztályként tekintünk a 8. táblázatban adott konfliktus mentes játék kifizetési mátrixát.

8. táblázat. A klímátárgyalások mint konfliktus mentes játékok

Table 8. Climate negotiations as harmony games

	Csökkent	Nem csökkent
Csökkent	4;4 <i>a;u</i>	3;2 <i>b;v</i>
Nem csökkent	2;3 <i>c;w</i>	1;1 <i>d;x</i>

Forrás: saját szerkesztés

A játék kifizetési mátrixát tekintve látható, hogy az ilyen kifizetési mátrixszal leírt játék elegendő tesz a klíma-relevancia feltételeinek. Érdekes megvizsgálni, hogy milyen, a klímátárgyalások során felmerülő döntési helyzetek leírása lehetséges az ilyen módon definiált játékkal. A játék kifizetési mátrixából látható, hogy mindkét játékos számára domináns stratégia a Csökkentés választása és a játék NEP-je a (Csökkent, Csökkent) kimenetel. A konfliktusmentes játékok esetén a tárgyaláson résztvevő országokat tetszőleges módon csoportosíthatjuk, hiszen preferenciáik a játék lehetséges kimeneteleire vonatkozóan megegyeznek. A konfliktusmentes játékban a játékosok preferencia rendezése alapján mindkét országcsoporthoz tartozó összes ország ratifikálja a klíma-megállapodást teljes egyetértésben.

A tárgyalások történeti áttekintése során azonban láthattuk, hogy a résztvevő felek együttműködése korántsem bizonyul zökkenőmentesnek. A játékosok gyakran eltérő véleményt formáltak a klíma-megállapodásokra vonatkozóan, így az azokban foglalt kötelezettség vállalásokat nem ratifikálták. Összességében elmondhatjuk, hogy a klímátárgyalások bemutatása – mint konfliktusmentes játék – napjainkban nem tekinthető életszerűnek. Ugyanakkor a jövőben előállhat olyan helyzet, amikor a konfliktusmentes játékosztály alkalmas lesz a tárgyalások bemutatására. Amennyiben a Párizsi Megállapodást követően nem sikerül a feleknek megegyezni az egyéni vállalásokról, úgy az éghajlatváltozás következményeihez időben is egyre közelebb kerülve, szükségsszerűvé válhat a felek közötti, minden konfliktust és egyéni érdeket háttérbe szorító együttműködése.

4.2. Fogolydilemma

Második játékként tekintünk a 9. táblázatban adott fogolydilemma játék kifizetési mátrixát.

9. táblázat. A klímátárgyalások mint fogolydilemma játékok

Table 9. Climate negotiations as prisoner's dilemma

	Csökkent	Nem csökkent
Csökkent	3;3 <i>a;u</i>	1;4 <i>b;v</i>
Nem csökkent	4;1 <i>c;w</i>	2;2 <i>d;x</i>

Forrás: saját szerkesztés

A fogolydilemma kifizetési mátrixáról könnyen ellenőrizhető, hogy a játék kielégíti a klíma-relevancia feltételeit. A játék egyetlen NEP-je, ha mindkét játékos a Nem csökkent stratégiát választja. Láthatjuk továbbá, hogy a (Nem csökkent, Nem csökkent) kimenetelhez képest mindkét játékos magasabb kifizetést érhetne el, ha mindkettejük a Csökkent stratégiát választaná, ugyanakkor a (Csökkent, Csökkent) kimenetelt nem tekinthetnék stabilnak, hiszen mindkét játékosnak érdemes lenne egyoldalúan módosítani a stratégiáján a magasabb kifizetés reményében. A klímátárgyalások során azt mondhatjuk, hogy az országcsoportok csak abban az esetben tudnak megállapodni az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentéséről – azaz a (Nem csökkent, Nem csökkent) kimenetelből a (Csökkent, Csökkent) kimenetel irányába történő elmozdulásról –, ha lehetőség van a klímaegyezmény kiegészítésre olyan kikényszeríthető feltételekkel, amelyek szankciókat tartalmaznak arra vonatkozóan, ha az egyes országok a megállapodásban rögzített csökkentésre vonatkozó kötelezettségeiket nem teljesítik.

A klíma-megállapodások tartalmát tekintve elmondhatjuk, hogy azok egyelőre még nem tartalmaznak rendelkezéseket arra vonatkozóan, hogy mi a teendő abban az esetben, ha a résztvevő felek a kötelezettségvállalásaikat nem teljesítik. Addig, amíg a klíma-megállapodások az országok nem teljesítésre vonatkozó szankciókról, illetve azok megállapodást kikényszerítő jellegéről nem rendelkeznek, addig a fogolydilemma játékok nem tekinthetőek megállapozottnak a klímátárgyalások bemutatásához.

4.3. Nemek harca

A nemek harca játékokra nem teljesülnek a klíma-relevancia feltételek, így a játékot nem szükséges tovább vizsgálnunk.

4.4. Szarvasvadászat

Negyedik vizsgálandó játékosztályként tekintjük a szarvasvadászat kifizetési mátrixát.

10. táblázat. A klímátárgyalások mint szarvasvadászat játékok

Table 10. Climate negotiations as stag hunt games

	Csökkent	Nem csökkent
Csökkent	4;4 <i>a;u</i>	1;3 <i>b;v</i>
Nem csökkent	3;1 <i>c;w</i>	2;2 <i>d;x</i>

Forrás: saját szerkesztés

A játék kifizetési mátrixából kitűnik, hogy a szarvasvadászat játék is teljesíti a klíma-releváns tulajdonsághoz szükséges feltételeket, azaz $a > d$ és $u > x$, $a > b$, $c > d$, $u > w$ és $v > x$. A játéknak két NEP-je van: a (Csökkent, Csökkent) és a (Nem csökkent, Nem csökkent) kimenetek. Mindkét országcsoport számára a klímátárgyalás legrosszabb kimenetele, ha ő ratifikálja a klímaegyezményt és kötelezettséget vállal az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentésére, míg a másik csoport országai elutasítják az egyezményben foglaltakat. A (4;4)-re, mint lehetséges kifizetésre igaz, hogy amennyiben a játékosok számára elérhető, akkor attól eltérni egyik félnek sem érdeke.

A klímátárgyalások története során egy szarvasvadászat játékkal leírható döntési helyzet lehet, amikor a klímaváltozással kapcsolatos kockázatot minden ország releváns kockázatként értékeli és tart annak jövőbeli következményeitől az egész civilizációra vonatkozóan.

zón. Erre példa a Párizsi Megállapodás, hiszen minden fél csatlakozott az együttműködéshez, azaz az abban foglalt feltételeket elfogadta, ugyanakkor az a kimenetel lett volna mindenki számára a legkedvezőtlenebb, ha a másik fél nem cselekedett volna környezet-tudatosan, míg ő maga a környezetvédelemért tett erőfeszítéseket választotta volna.

4.5. Gyáva nyúl

Végül tekintsük a gyáva nyúl játékot, melynek kifizetési mátrixa a 12. táblázatban adott.

11. táblázat. A klímátárgyalások mint gyáva nyúl játékok

Table 11. Climate negotiations as chicken games

	Csökkent	Nem csökkent
Csökkent	3;3 <i>a;u</i>	2;4 <i>b;v</i>
Nem csökkent	4;2 <i>c;w</i>	1;1 <i>d;x</i>

Forrás: saját szerkesztés

Könnyen igazolható, hogy a gyáva nyúl játék klíma-relevánsnak tekinthető. Mindkét országcsoporthoz akkor jár a legjobban, ha Nem csökkent, ugyanakkor a másik fél vállalja az erőfeszítéseket az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére vonatkozóan. A gyáva nyúl olyan döntési helyzetek leírására alkalmazható, melyekben elegendő az országok egy csoportjának erőfeszítése ahhoz, hogy az éghajlatváltozás okozta globális katasztrófa elkerülhetővé váljon. A klímátárgyalások történetét tekintve azt lehet mondani, hogy a kezdeti, első tárgyalások modellezésére alkalmas a gyáva nyúl játék, amikor is a tárgyalásokon résztvevő országokban még csak részben vagy bizonyos esetekben egyáltalán nem tudatosult azon kockázatok és kedvezőtlen kimenetek köre, melyek az éghajlatváltozás jövőbeli hatásainak következményeként felmerülhetnek.

Összefoglalás

Öt mátrixjátékot ismertettünk a klímátárgyalások során felmerülő konfliktushelyzetek vizsgálatára. DeCanio és Fermstad klíma-relevancia feltételei alapján megállapítottuk, hogy a bemutatott játékok közül négyet tekinthetünk klíma-relevánsnak. Ezen játékok esetében számos kérdést azonosítottunk.

A fogolydilemmában felmerült a kérdés, hogy a klímátárgyalások során szükség van-e szankcionáló feltételek meghatározására arra vonatkozóan, ha az aláíró felek nem teljesítik a vállalat kötelezettségeiket, illetve milyen feltételek tekinthetőek kikényszeríthetőnek. A szarvasvadászatban két NEP-et azonosítottunk, amely rögtön felveti a kérdést, hogy az országcsoporthoz miként, milyen szempontokat figyelembe véve választhatnak több egyensúlyi stratégia közül. A gyáva nyúl játék a potyautas problémáját veti fel, hiszen mindkét országcsoporthoz akkor jár a legjobban és éri el a legmagasabb kifizetést, ha az éghajlatváltozás megakadályozásáért semmilyen erőfeszítést sem tesz, hanem profitál a másik fél által tett intézkedések hatásából.

Az általunk felvetett kérdések mellett érdemes figyelemmel lenni Madani⁶ kritikájára is, aki megfogalmazta, hogy a kétszemélyes mátrixjátékok túlságosan leegyszerűsítik a klímátárgyalások során felmerülő döntési helyzeteket, így azok stratégiai döntéstámogatásra nem alkalmasak. Madani megállapítása helytálló abban az értelemben, hogy egy

többszemélyes döntési problémát, melyet a felek számos, különböző érdeke vezérelhet, a kétszemélyes mátrixjátékok nagyban leegyszerűsítik. Ebből adódóan az ilyen típusú játékok klímátárgyalásokra való alkalmazása során kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a két játékost, milyen országok csoportosításával határozzuk meg.

Írásunkban a klímátárgyalások vizsgálatára a nem-kooperatív játékok elméletét használtuk, azonban a játékelméleti kutatások jelentősen túlmutatnak ezen a játékoszályon, valamint több kutatás is igazolta, hogy a globális átlaghőmérséklet-emelkedés 2°C alá szorítására vonatkozó döntési helyzetek nem mutathatóak be teljes körűen a nem-kooperatív játékelmélet segítségével, legyenek tetszőlegesek is a játékosok stratégiái (lásd például Jin et al.).⁷

Jegyzetek

1. Forgó F., Pintér M., Simonovits A., Solymosi T. (2005) Játékelmélet (elektronikus jegyzet) – a bimátrix játékok bemutatásánál támaszkodtunk Forgó et al. jegyzetére.
2. Mészáros József (2005): Játékelmélet. Gondolat Kiadó, Budapest; Tóth I. János (2010): Játékelméleti dilemmák társadalomfilozófiai alkalmazásokkal. JATEPress, Szeged.
3. A téma számos szerző munkájában megjelenik, mint például Courtois–Péreau, 2001; Courtois–Tazdait, 2002, 2007; Madani, 2013 és Wood, 2010 írásaiban.
4. DeCanio és Fermstad (2013).
5. DeCanio és Fermstad (2013).
6. Madani (2013).
7. Jin Z-G.–Cai W.-J.–Wang C. (2014): Simulation of Climate Negotiation Strategies between China and the U. S. Based on Game Theory. *Advances in Climate Change Research* 5(1): 34–40.

Felhasznált irodalom

- Courtois P., Péreau J. C. (2001): An evolutionary approach to the climate change negotiation game. <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2001/NDL2001-081.pdf>
- Courtois P., Tazdait T. (2002): Influence processes in climate change negotiations: Modelling the rounds nota di lavoro fondazione eni enrico mattei 86.2002 october climclimate change modelling and policy, http://www.feem.it/web/attiv/_activ.html
- Courtois P., Tazdait T. (2007): Games of influence in climate change negotiations: Modelling interactions. *Ecological Modelling* (204): 301–314.
- DeCanio S. J., Fermstad A. (2013) Game theory and climate diplomacy. *Ecological Economics* (85): 177–187.
- Forgó F., Pintér M., Simonovits A., Solymosi T. (2005): Játékelmélet (elektronikus jegyzet) http://www.inf.unideb.hu/valseg/dolgozok/buraip/forgo_jatekelmelet.pdf
- Jin Z-G.–Cai W.-J.–Wang C. (2014): Simulation of Climate Negotiation Strategies between China and the U.S. Based on Game Theory. *Advances in Climate Change Research* 5(1): 34–40.
- Madani K. (2013): Modeling international climate change negotiations more responsibly: Can highly simplified game theory provide reliable policy insights? *Ecological Economics* (90): 68–76.
- Tóth I. J. (2010): Játékelméleti dilemmák társadalomfilozófiai alkalmazásokkal, Szegedi Egyetemi Kiadó, pp. 99–179.
- Wood P. J. (2010): Climate change and game theory (research report).