

Primjena teorija igara u ekonomiji

Mirt, Dino

Graduate thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic of Međimurje in Čakovec / Međimursko veleučilište u Čakovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:110:145579>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-31**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Međimurje in Čakovec Repository - Polytechnic of Međimurje Undergraduate and Graduate Theses Repository](#)



MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

STRUČNI DIPLOMSKI STUDIJ MENADŽMENT TURIZMA I

SPORTA

Dino Mirt

PRIMJENA TEORIJA IGARA U EKONOMIJI

ZAVRŠNI RAD

Čakovec, 2023.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MENADŽMENT TURIZMA I

SPORTA

Dino Mirt

PRIMJENA TEORIJA IGARA U EKONOMIJI

APPLICATION OF GAME THEORY IN

ECONOMICS

ZAVRŠNI RAD

Mentorica: doc. dr. sc. Damira Tkalec, dipl. oec.

Čakovec, 2023.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Čakovec, 20. veljače 2023.

država: **Republika Hrvatska**
Predmet: **Ekonomija za menadžere**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 2022-MTSD-R-110

Pristupnik: **Dino Mirt (0313019607)**
Studij: Redoviti specijalistički diplomski stručni studij Menadžment turizma i sporta

Zadatak: **Primjena teorija igara u ekonomiji**

Opis zadatka:

U ovom radu obrađuje se tema teorije igara. Rad se sastoji od teorijskog dijela u kojem će se opisati teorija igara i njezina primjena. U praktičnom dijelu rada opisati će se primjena teorije igara na primjerima u ekonomiji.

Rok za predaju rada: 20. rujna 2023.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:



doc. dr. sc. Damira Tkalec, dipl. oec.

Sažetak

Teorija igara matematički je pristup koji se koristi za proučavanje strategija i interakcija u različitim situacijama, između dva ili više igrača. Kao ključni pojmovi teorije igara mogu se navesti Nashova ravnoteža, koja predstavlja situaciju u kojoj nijedan igrač ne može poboljšati svoju situaciju mijenjajući samo svoju strategiju te dominantnu strategiju, koja je strategija koju svaki igrač odabire bez obzira na strategije drugih igrača.

Kroz pregled povijesti i razvoja teorije igara, cilj ovog rada je pružiti sveobuhvatan uvid u evoluciju ove teorije od njezinih početaka u 20. stoljeću do sadašnjice. Definiirajući osnovne koncepte teorije igara istaknut će se važnost teorije igara u društvenim znanostima, s naglaskom na ekonomiju i sociologiju. Na početku ovog rada daje se pregled teme istraživanja i postavlja se kontekst teorije igara kao važnog alata za analizu interakcija i donošenje odluka u različitim područjima. Zatim se detaljno obrađuje povijest i razvoj teorije igara, počevši od moderne povijesti pa sve do 20. stoljeća, a prikazana je i evolucija teorije igara kroz vrijeme, s naglaskom na njezine ključne koncepte.

U daljnjim poglavljima opisuju se oblici i modeli teorije igara, a oni su podijeljeni na kooperativnu i nekooperativnu vrstu igara te simetričnu i asimetričnu vrstu igara. Poseban naglasak stavljen je na analizu ključnih koncepata teorije igara, kao što su Nashova ravnoteža te dominantna strategija koji su pomno razmotreni kako bi se pružio dublji uvid u njihovu ulogu i primjenu u proučavanju interakcija među igračima. Zatvorenikova dilema ima veliku važnost u teoriji igara te je detaljno analizirana kao primjer nekooperativne igre, istražujući moguća rješenja za tu dilemu.

Također je istražena primjena teorije igara u političkoj ekonomiji i geopolitici, međunarodnoj trgovini i diplomaciji te vojnoj strategiji i ekonomskim sankcijama. Analizirana su područja s ciljem razumijevanja složenih interakcija i donošenja odluka u tim navedenim kontekstima. Korišteni su alati i metode teorije igara te su dani primjeri iz stvarnog života kako bi se navedene teme istražile.

Ključne riječi: teorija igara, strategije, Nashova ravnoteža, dominantna strategija, zatvorenikova dilema, primjena, ekonomija

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. POVIJEST I RAZVOJ TEORIJE IGARA | 2 |
| 2.1. Rani početci teorije igara..... | 2 |
| 2.2. Razvoj teorije igara od 20. stoljeća do danas | 4 |
| 2.3. Definicija teorije igara | 6 |
| 2.4. Primjena teorije igara u društvenim znanostima..... | 7 |
| 3. OBLICI I MODELI TEORIJE..... | 10 |
| 3.1. Kooperativna i nekooperativna vrsta | 10 |
| 3.2. Simetrična i asimetrična vrsta..... | 13 |
| 3.3. Nashova ravnoteža..... | 14 |
| 4. UTJECAJ RELACIJSKIH MODELA NA ODLUKE I KOOPERACIJU U ZATVORENIKOVOJ DILEMI..... | 17 |
| 4.1. Opis zatvorenikove dileme | 17 |
| 4.2. Istraživanje uloga igrača i suradnje u zatvorenikovo dilemi | 18 |
| 5. PRIMJENA TEORIJE IGARA U EKONOMIJI..... | 22 |
| 5.1. Primjena u političkoj ekonomiji i geopolitici | 22 |
| 5.2. Primjena u međunarodnoj trgovini i diplomaciji | 26 |
| 5.3. Primjena u vojnoj strategiji i ekonomskim sankcijama | 32 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 35 |
| LITERATURA | 36 |
| POPIS ILUSTRACIJA..... | 39 |

1. UVOD

U ovom završnom radu temeljito će se analizirati teorija igara, njezin razvoj kroz povijest, definirat će se što je teorija igara te njezina važnost u području društvenih znanosti. Bit će istraženi različiti oblici i modeli teorije igara kako bi se pružio sveobuhvatan uvid u njezinu složenost i primjenjivost. Posebna pažnja bit će posvećena kooperativnom i nekooperativnom aspektu teorije igara, kao i simetričnim i asimetričnim varijacijama. Osim toga, istražit će se i koncepti Nashove ravnoteže i dominantne strategije kako bi se bolje razumjela priroda odlučivanja u interakciji između igrača.

Najpoznatiji primjer i ključni koncept teorije igara jest zatvorenikova dilema, koja ima izuzetan utjecaj na suvremenu ekonomiju. Stoga će se opisati i detaljno analizirati različiti pristupi i rješenja za zatvorenikovu dilemu kako bi se bolje razumjela njena kompleksnost i implikacije. Istraživanje se sastoji od primjene teorije igara u područjima kao što su politička ekonomija, geopolitika, međunarodna trgovina, diplomacija te vojna strategija i ekonomske sankcije. Ove analize omogućit će dublje razumijevanje utjecaja teorije igara na ove specifične domene i njihovu povezanost s odlučivanjem i interakcijom između aktera.

Dodatno, istraživanje će se proširiti na primjenu teorije igara u drugim područjima društvenih znanosti, kao što su sociologija, psihologija i biologija. Analizirat će se kako teorija igara može pružiti uvid u evolucijske procese, oblikovanje društvenih normi i ponašanja te donošenje odluka u skupinama.

Konačno, u zaključku istraživanja bit će sažeti ključni nalazi i istaknuta važnost teorije igara u društvenim znanostima. Ovaj će rad pružiti cjelovitu analizu teorije igara, njenih varijacija i primjena.

2. POVIJEST I RAZVOJ TEORIJE IGARA

Počeci teorije igara kao interdisciplinarnog istraživačkog polja univerzalno su priznati objavljivanjem knjige Johna von Neumanna i Oskara Morgensterna te oni datiraju u 1944. godinu. Međutim, postojala su ranija istraživanja koja se nisu svrstavala u sferu znanosti teorije igara, koju je publikacija knjige Neumanna i Morgensterna započela. Razdoblja koja su prethodila osnivanju i kreiranju teorije igara mogu se podijeliti u dva dijela: rani počeci, u koje se mogu svrstati sva istraživanja do 1900. godine te moderna povijest od 1900. do 1944. godine.

Osim navedenih službenih podjela teorije igara, same aplikacije iste mogu se pronaći u najranijim počecima čovječanstva. Ljudi su se čitav svoj vijek oslanjali na odabir najbolje strategije za preživljavanje. Također, gledajući čovjeka kao društveno biće koje je od svojih početaka živjelo u skupinama ljudi, odnosno plemenima, čovjek se morao oslanjati ne samo na svoje akcije već i na akcije, ponašanja i strategije ljudi u svojoj zajednici, ali i izvan nje. Navedene osobine nalaze se i u današnjim društvima i zajednicama, a sam odabir najbolje, odnosno dominante strategije ostao je ustaljen kroz svakodnevni život pojedinca, kao i njegovih odluka na dnevnoj bazi. Razlika u odnosu na raniju povijest čovječanstva je što su same aplikacije teorije igara evoluirale s razvitkom čovječanstva. Razvojem mnogih znanosti i pojavom izuma i alata razvijala se i teorija igara te sama primjena teorije u istima.

2.1. Rani počeci teorije igara

Službenim počecima teorije igara kao discipline smatra se pojava Minimax problema, odnosno, postojanje ravnotežnih strategija koje minimiziraju najveći očekivani gubitak za svakog igrača, a taj problem svoje korijene vuče s početka 18. stoljeća kada su James Waldegrave i Pierre-Remond de Montmort analizirali francusku kartašku igru Le Her. Zanimljivost Minimax problema leži u tome što pojedinac pokušava maksimizirati rezultat igre u svoju korist dok istovremeno pokušava minimizirati rezultat ostalih igrača uključenih u igru, odnosno svojih suparnika. (Gambarelli i Owen, 2004)

U 19. stoljeću dolazi do pojave strategija ravnoteže, što se očituje u djelima Cournota 1838. godine, koji je proučavao ravnotežu na oligopolističkom tržištu, dok je Edgeworth 1881. godine dao snažan poticaj razvoju teoriji pregovaranja svojom krivuljom ugovora.

U djelima Edgara Allana Poea i Arthura Conana Doylea mogu se naći primjeri interaktivnih strategija gdje protagonist i antagonist ulaze u dvoboje nadmudrivanja, a nedostatak tih djela manjak je mješovitih strategija kao rješenja dvoboja u koje su se likovi njihovih djela upuštali. (Gambarelli i Owen, 2004)

U djelima Edgara Allana Poea i Arthura Conana Doylea nalaze se elementi teorije igara, međutim, ona je prisutna kroz mnoga druga literarna djela u kojima su likovi romana, odnosno književnih djela, suočeni s nekim izazovima u kojima je potrebno odlučivanje temeljeno na odabiru najpovoljnijeg rješenja. Takav tip literarnih djela prisutan je uvelike u detektivskim romanima, u kojima protagonist pokušava, koristeći elemente i instrumente teorije igara, postići prednost nad svojim protivnicima.

U 20. stoljeću proučavanje salonskih igara dalo je novu dimenziju teoriji igara. Bertrand je 1899. godine proučavanjem igre Baccarat otkrio psihološke kao i matematičke strane problema dok je Zermelio 1913. godine dokazao da su konačne igre s dva igrača te sa savršenim informacijama i s nultim zbrojem, kao što su šah i dama, strogo određene. Emile Borel zaslužan je za prvu modernu formulaciju mješovite strategije 1921. godine, kao i za pronalazak Minimax rješenja za neke vrste igara za dvije osobe 1924. i 1927. godine. (Gambarelli i Owen, 2004)

Same salonske igre, posebice kartaške igre, možda i najbolje opisuju teoriju igara, ističući srž same discipline, izdvajajući odabir optimalne strategije te uzimajući u obzir situacije kada pojedincu nisu pružene sve informacije potrebne za igranje odnosno pobjedu. Također, ovisno o tipu igre, prisutan je element kolaboracije, odnosno, kooperativne igre gdje nekoliko igrača teži zajedničkom cilju, dvomeći se tijekom igre trebaju li se odlučiti na suradnju ili igrati samostalno. (Gambarelli i Owen, 2004)

Primjeri teorije igara prije 1944. godine mogu se pronaći u mnogim drugim djelima i disciplinama tadašnjeg doba kao što su vojna i mnoge druge strategije, izdvajajući elemente lovaca sakupljača te njihove međusobne interakcije, kao i u organizaciji prvih većih gradova te hijerarhije u njima. Međutim, sami početci teorije igara stvarali su se na Princetonu u 1930-im i 1940-im godinama gdje su se okupljali veliki znanstvenici toga doba, s ekspertizama u fizici, informatici, matematici i ekonomiji. (Gambarelli i Owen, 2004)

Sveučilište Princeton može se smatrati jednom od najbitnijih institucija za razvoj teorije igara kao znanstvene discipline, uzimajući u obzir samu količinu te izvrsnost znanstvenika koji su u vrijeme razvitka teorije igara boravili na njemu. Gledajući Princeton kroz leće, u kojima je prisutan vršnjački utjecaj te gdje najbolji umovi u slobodno vrijeme razgovaraju o svojim interesima, ne može se ne zaključiti da su upravo taj vršnjački utjecaj te međusobno dijeljenje znanja među kolegama iz Princetona imali velik utjecaj na postanak i razvitak teorije kakvu danas poznajemo. (Gambarelli i Owen, 2004)

„Teorija igara i ekonomskog ponašanja“

Knjiga „Teorija igara i ekonomskog ponašanja“ bila je zapravo suradnja matematičara Johna Von Neumanna i ekonomista Morgensterna 1944. godine. Morgenstern se 1976. godine s nostalgijom prisjetio kako su povremeno provodili večeri zajedno u društvu ljudi kao što su Einstein, Bohr i Weyl te kako su sazrijevale ideje za njihovu knjigu. (Gambarelli i Owen, 2004)

2.2. Razvoj teorije igara od 20. stoljeća do danas

1944. godine objavljena je knjiga „Teorija igara i ekonomskog ponašanja“ Johna Von Neumanna i Oskara Morgensterna, kao i izlaganje teorije o nultom zbroju dvije osobe, što bi značilo da je ukupna dobit jednog pojedinca jednaka ukupnom gubitku drugog, odnosno da je zbroj njihove igre nula. Ovakav tip označava potpuni sukob igrača koji sudjeluju u igri te izostavlja mogućnost kooperacije, odnosno, suradnje. Knjiga je temeljni rad u područjima teorije igara. (Walker, 2012)

Smatra se da je ta knjiga oblikovala kasniji rad mnogih znanstvenika čiji su doprinosi imali utjecaj na suvremenu ekonomiju, političke znanosti i evolucijsku biologiju, a kao neki od njih mogu se navesti Nash, Lloyd Shapley, Robert Aumann i Reinhard Selten. (Zalai, 2003)

Promatrajući razloge koji su potaknuli autore na izdavanje knjige dolazi se do detalja koji se tiču intelektualne biografije. Za Von Neumanna ključna kontekstualna obilježja bila su berlinska matematička ekonomija i rasprava o socijalizmu i kapitalizmu, odnosno kriza u tadašnjim temeljima matematike, ali i želja za reformom društvene teorije u skladu s razvojem korištenja matematike kao jezika znanstvenog modela. Morgenstern se počeo

zanimati za pitanja psihologije, predviđanja i ravnoteže u ekonomskoj teoriji, ali, pod utjecajem svojih suvremenika u logici i matematici, našao se igrajući ulogu intelektualnog posrednika, nesigurno opkoljavajući tada sasvim odvojeno područja ekonomije i filozofske logike. (Zalai, 2003)

Od iznimnog značaja je činjenica da su Von Neumannove i Morgensternove ideje zamišljene kao prilično žestok napad na Hicks-Samuelsonovu varijantu neoklasicizma koja je tada bila dominantna. Paul Samuelson, dobitnik Nobelove nagrade, te jedan od najpoznatijih znanstvenika i ekonomista, kako 20. stoljeća, tako i općenito, u jednom od svojih djela umanjivao je značaj Von Neumannovog i Morgensternovog modela. Međutim, nije mogao ne priznati kako su zakoračili u tadašnje područje ekonomije i ekonomske matematike koje od tada nije bilo isto. Uz Paula Samuelsona, matematičar i ekonomist Tjalling Koopmans u svom govoru u Varšavi istaknuo je kako je velik doprinos dvojca Von Neumanna i Morgensterna postignut u radu koji se ne može smatrati „dobrom ekonomijom“. (Zalai, 2003)

Smatra se da je zbog Von Neumanna i Morgensterna formalna ekonomska teorija dobila određenu orijentaciju, poseban zaokret, koja je, kao i sve takve promjene u ekonomiji, pokazivala značajke slučajnosti, originalnosti i ograničenja. Da se Von Neumann i Morgenstern nikada nisu sreli, čini se malo vjerojatnim da bi teorija igara bila razvijena. Međutim, s obzirom na to da su surađivali, njihova je kreativna inovacija bila vrlo originalna i vođena određenim ograničenjima koja djeluju na njih obojicu. Potonje su konstituirali razvoj u povijesti matematike, promjene u korištenju matematike u društvenoj i fizikalnoj teoriji i promijenili očekivanja teorije u svijetu gdje se je povijesna i opisna ekonomija sve više smatrala neadekvatnom. Tako gledano, stvaranje teorije igara zauzima svoje mjesto kao dio šireg intelektualnog pomaka, a pokret koji je, počevši u 1920-im, utjecao na niz disciplina, od znanosti do književnih studija, postao je poznat kao strukturalizam. Od Von Neumanna i Morgensterna razvila se teorija igara u ekonomiji u novim i sasvim drugačijim smjerovima. To uključuje, između ostalog, povezivanje središnje i kompetitivne opće ravnoteže u kasnim 1950-im i 1960-im godinama, kao i važan slijed usavršavanja Nashove ravnoteže prema Seltenu. (Leonard, 1995)

2.3. Definicija teorije igara

S razvojem teorije igara povećao se i broj znanstvenika i autora koji su radili u poljima te discipline. Stoga, broj definicija i shvaćanja samog modela razlikovao se od autora do autora te od znanstvenika do znanstvenika. Međutim, same definicije nisu se samo razlikovale, već su pojavom novih otkrića i spoznaja evoluirale.

Koncepti teorije igara pružaju zajednički jezik za formuliranje, strukturiranje, analiziranje i eventualno razumijevanje različitih strateških scenarija. Općenito, teorija igara istražuje konfliktne situacije, interakciju između agenata i njihovih odluka.

Igra u smislu teorije igara dana je, uglavnom određenim, brojem igrača, koji međusobno djeluju prema zadanim pravila. Ti igrači mogu biti pojedinci, grupe, tvrtke, udruge i slično. Njihove interakcije imat će utjecaj na svakog od igrača i na cijelu skupinu igrača, to jest, međusobno su ovisni. Preciznije, igra je opisana skupom igrača i njihovim mogućnostima da igraju igru prema pravilima, to jest njihovom skupu strategija. (Hotz, 2006)

Teorija igara matematički je koncept koji se bavi formuliranjem ispravne strategije koja će omogućiti pojedincu ili subjektu odnosno igraču, kada se suoči sa složenim izazovom, da uspije odgovoriti na taj izazov. Razvijena je na temelju premise da za bilo koju okolnost ili za bilo koju igru postoji strategija koja će omogućiti jednom igraču da pobijedi. Svaki posao može se smatrati igrom koja se igra protiv konkurenata, pa čak i protiv kupaca. Ekonomisti su je dugo koristili kao alat za ispitivanje djelovanja gospodarskih subjekata kao što su poduzeća na tržištu. (Raouf i Al-Raweshidy, 2010)

Teorija igara formalno je proučavanje sukoba i suradnje. Koncepti teorije igara primijenjeni su kad god su radnje nekoliko agenata međusobno ovisne. Ovi agenti mogu biti pojedinci, grupe, tvrtke ili bilo koja njihova kombinacija. Pojmovi teorije igara pružaju jezik za formuliranje, strukturiranje, analizu i razumijevanje strateških scenarija. (Turocy i Von Stengel, 2001)

Predmet proučavanja teorije igara je igra, koja je formalni model interaktivne situacije. Obično uključuje nekoliko igrača; igra sa samo jednim igračem obično je nazvana problemom odlučivanja. Formalna definicija uključuje igrače, njihove preferencije,

njihove informacije, strateške akcije koje su im dostupne i kako one utječu na ishod. (Turocy i Von Stengel, 2001)

Teorija igara formalna je studija sukoba i suradnje između nekoliko agenata, označenih kao igrači, koji predstavljaju pojedince, životinje, računala, grupe, tvrtke i slično. Koncepti teorije igara pružaju matematički okvir za formuliranje, strukturiranje, analiziranje i razumijevanje takvih scenarija igre, to jest, pružaju korisne matematičke modele i alate za razumijevanje mogućih strategija koje agenti mogu slijediti kada se natječu ili surađuju u igrama. Popis igara za primjenu teorije igara gotovo je beskonačan, od zabavnih igara, političkih scenarija, natjecanja među tvrtkama, geopolitičkih pitanja između zemalja, i tako dalje. Ova grana primijenjene matematike danas se koristi u disciplinama poput ekonomije i drugih društvenih znanosti, biologije, političkih znanosti, međunarodnih odnosa, računalnih znanosti i filozofije među ostalima. (Burguillo, 2018)

Teorija igara matematičko je proučavanje strateškog odlučivanja. Može se koristiti za analizu opcija, motivacija i nagrada uključenih u odluku. Teorija igara široko se primjenjuje u stvarnom svijetu. Glavna područja primjene uključuju ekonomiju, diplomaciju i vojnu strategiju. Teorija igara također se može primijeniti u područjima kao što su psihologija, biologija, političke znanosti, informatika, sociologija i u drugim primjerima strateškog proučavanja odlučivanja. Teorija igara koristi se za pronalaženje optimalnog ishoda iz niza izbora analizom troškova i koristi za svaku neovisnu stranu dok se međusobno natječu. Prema teoriji igara, jedan uvijek gubi, a drugi igrač uvijek pobjeđuje. (Budihal, 2015)

Teorija igara pruža okvir, jezik za interaktivno modeliranje i analizu situacije odlučivanja, odnosno situacije u kojima više donositelja odluka s djelomično sukobljenim ciljevima međusobno djeluju. Cilj teorije igara je razumijevanje ljudskog ponašanja u takvim konfliktnim situacijama i shvaćanje kako rezultirajući ishod ovisi o pravilima igre. Takvo razumijevanje tada omogućuje savjetovanje o tome koje bi promjene u pravilima mogle omogućiti postizanje poželjnijih rezultata igre. (Dammey, 1993)

2.4. Primjena teorije igara u društvenim znanostima

Teorija igara u društvenim znanostima tijekom cijelog svog vijeka postojanja igrala je značajnu ulogu, a ekonomija i sociologija mogu se smatrati društvenim znanostima u kojima je taj utjecaj najveći te najvidljiviji.

Ekonomija

Teorija igara analiza je koja ilustrira kako odabir između dvije odluke utječe na ishod igre. Teorija igara u svojoj terminologiji zvuči razigrano, ali zapravo puna je značaja. Važnost teorije igara može se sagledati s nekoliko stajališta, a ona se obično koristi u ekonomiji za ilustraciju međuovisnog donošenja odluka među oligopolskim tvrtkama. Ilustrira da jedna tvrtka donosi odluku na temelju odluke koja se očekuje od druge tvrtke. Jedan ključni zaključak iz analize teorije igara je da tvrtke često donose odluke koje su "druge najbolje" ili "manje od dva zla".

Teorija igara vrlo je korisna za razumijevanje ponašanja oligopola. Kada se teorija igara primijeni na oligopol, igrači su tvrtke. Njihova igra igra se na tržištima, njihove strategije njihove su odluke o cijeni, odnosno, učinku, a isplate su njihovi profiti. Budući da je broj tvrtki na oligopolističkom tržištu malen, svaka tvrtka mora djelovati strateški. Svako poduzeće zna da njegov profit ne ovisi samo o tome koliko ono proizvede, nego i o tome koliko proizvede druga poduzeća. Pri donošenju odluke o proizvodnji, svaka tvrtka u oligopolu trebala bi razmotriti kako bi njezina odluka mogla utjecati na odluke o proizvodnji svih ostalih tvrtki. Stoga, važnost teorije igara očitava se u razumijevanju funkcioniranja oligopolističkih tržišta, ali se i pokazala korisnom u analizi sumnjivog ekonomskog ponašanja kao što je iscrpljivanje prirodnih resursa i javnih dobara. Teorija kooperativnih igara, koja omogućuje suradnju između pojedinaca, korištena je za analizu formiranja kartela i tajnih dogovora između industrije i tržišta rada. (Analysis Project, 2013)

Sociologija

Teorija igara proširila je repertoar sociološke teorije, kao i povećala njezin analitički potencijal; pridonijela je rastu matematičke sociologije, ali i uspostavila važne veze između sociologa, s jedne strane, i ekonomista i drugih društvenih znanstvenika koji su zainteresirani za teoriju igara, s druge strane. Teorija igara također je pomogla da se uvede vrsta objašnjenja koje se temelji na glumcima, za razliku od one koja je usredotočena na varijable. Konačno, teorija igara i perspektive povezane s igrama nadahnule su izvrsnu sociologiju.

Teorija igara također ima sposobnost pojednostaviti i iskristalizirati ono što je bitno u situaciji. Nadalje, jasno je da je teorija igara pomogla matematičkoj sociologiji da

napreduje na nekoliko načina. Jedan je da je svom arsenalu dodala novi alat, temeljen na vrlo različitoj vrsti matematike, a drugi da je povećala interes za simulacije u suvremenoj sociologiji. Tu je konačna činjenica da je teorija igara pomogla proizvesti neke izvrsne studije u sociologiji. (Swedberg, 2001)

3. OBLICI I MODELI TEORIJE

Tijekom povijesti teorija igara razvijala se kao disciplina, ali i usporedno, razvijali su se i mnogi različiti oblici i modeli iste. Podjela teorije igara ima mnogo te su je mnogi znanstvenici, autori i entuzijasti u svojim radovima odlučili podijeliti na već opće priznate načine dok su neki čak bili pioniri u svom području te su odlučili podijeliti istu na do tad neviđen način. Mnoge od tih podjela nisu zaživjele, međutim, one koje su ostale priznate, u zajednici su te se ubrajaju u teoriju igara kao disciplinu.

3.1. Kooperativna i nekooperativna vrsta

U literaturi o teoriji igara često se koristi podjela na kooperativnu i nekooperativnu vrstu teorije igara koja se kao i velik dio same teorije igara zasniva na pretpostavkama ljudskog ponašanja i odluka koje ne čine samo kooperativnu i nekooperativnu vrstu teorije igara, nego i velik dio same teorije igara kao discipline. Uz kooperativnu i nekooperativnu vrstu, ustaljena je podjela na simetričnu i asimetričnu teoriju igara koja uz pretpostavku da ljudsko ponašanje sudjeluje u velikoj mjeri u spomenutoj podjeli, uključuje i pojačani znanstveni pogled koji joj daje dodatnu dimenziju. Osim podjela i vrsta teorije igara, poznate su i razne situacije i strategije koje se mogu dogoditi tijekom igre. Najpoznatija situacija smatra se Nashova ravnoteža, nazvana po dobitniku Nobelove nagrade za ekonomiju, a bavi se situacijom u kojoj ni jedan igrač nema razloga za promjenu svoje strategije ako zna strategije ostalih igrača, što bi ukratko značilo da je svaki pojedinac odabrao njemu najpovoljniju strategiju. Uzimajući u obzir strategije u teoriji igara, kao najpoznatija, i strategija koja najviše asocira na samu teoriju igara, može se izuzeti dominantna strategija. Dominantna se strategija, za razliku od Nashove ravnoteže bavi situacijama kada pojedinac posjeduje strategiju koja za njega rezultira boljim ishodom od svih ostalih strategija, neovisno o potezima i strategijama ostalih igrača. Takav tip strategije eliminira razmišljanja o ljudskom faktoru te svoj fokus stavlja na najbolji mogući matematički omjer. (Burguillo, 2018)

Igra se smatra kooperativnom ako igrači surađuju uspostavljajući obvezujuće obveze dok se u nekooperativnim ili natjecateljskim igrama samo natječu među sobom. Često se pretpostavlja da je komunikacija među igračima dopuštena u kooperativnim igrama. Hibridne igre sadrže elemente kooperativnih i nekooperativnih igara, obično stvarajući koalicije igrača koji međusobno surađuju, ali igraju u natjecateljskom stilu s ostalim

igračima ili koalicijama. Na primjer, nogometno prvenstvo čisto je natjecanje među timovima, to jest, koalicije sa skupom igrača koji kooperativno igraju protiv drugih timova. (Burguillo, 2018)

Igra se naziva nekooperativnom kada je svaki agent, odnosno igrač u igri, koji djeluje u vlastitom interesu, jedinica analize. Dok kooperativna igra tretira grupe ili podskupine igrača kao jedinicu analize i pretpostavlja da oni mogu postići određene isplate među sobom kroz potrebne sporazume o suradnji, u nekooperativnim igrama razmatraju se radnje svakog pojedinog igrača i pretpostavlja se da je svaki igrač sebičan te on nastoji poboljšati vlastitu dobit i ne uzima u obzir druge uključene u igru. Dakle, nekooperativna teorija igara proučava strateške izbore koji proizlaze iz interakcija među konkurentskim igračima, gdje svaki igrač neovisno bira svoju strategiju za poboljšanje vlastitog učinka, odnosno korisnosti ili smanjenje svojih gubitaka. S druge strane, teorija kooperativne igre razvijena je kao alat za procjenu raspodjele troškova ili koristi u situaciji u kojoj doprinos pojedinca ili grupe ovisi o akcijama drugih agenata u igri. Glavna grana kooperativnih igara opisuje formiranje suradničkih grupa igrača, koje se nazivaju koalicijama, koje mogu ojačati pozicije igrača u igri. (Raouf, i Al-Raweshidy, 2010)

Igre se mogu formalno opisati na različitim razinama detalja. Kooperativna igra je opis visoke razine, specificirajući samo ono što se isplati svakoj potencijalnoj grupi ili koaliciji, odnosno što se može dobiti suradnjom svojih članova. Ono što nije eksplicitno jest proces kojim se formira koalicija. Na primjer, igrači mogu biti nekoliko stranaka u parlamentu, svaka stranka ima različitu snagu, ovisno o broju mjesta zauzetih od strane članova stranke. Igra opisuje koje se koalicije stranke mogu formirati s većinom, ali ne ocrtava, na primjer, pregovarački proces kroz koji je postignut dogovor o glasovanju. (Turocy i Von Stengel, 2001)

Teorija kooperativnih igara istražuje takve koalijske igre s obzirom na relativne količine moći koju drže različiti igrači ili kako bi uspješna koalicija trebala podijeliti svoj prihod. Ovo se najprirodnije primjenjuje na situacije koje se javljaju u političkoj znanosti ili međunarodnim odnosima, gdje su pojmovi poput moći najvažniji. Na primjer, Nash je predložio rješenje za podjelu dobiti od sporazuma u problemu pregovaranja koje ovisi isključivo o relativnoj snazi pregovaračke pozicije dviju strana. Količina moći koju strana ima određena je obično neučinkovitim ishodom koji rezultira kada pregovori propadnu.

Nashov model uklapa se u okvir suradnje utoliko što ne ocrta određeni vremenski raspored ponuda i protuponuda, već se usredotočuje isključivo na ishod procesa pregovaranja. Nasuprot tome, nekooperativna teorija igara bavi se analizom strategija izbora. Paradigma nekooperativne teorije igara je da su detalji o poretku i vrijeme odabira igrača ključni za određivanje ishoda igre. (Turocy i Von Stengel, 2001)

Za razliku od Nashovog kooperativnog modela, nekooperativni model pregovaranja postavio bi se kao specifičan proces u kojem je unaprijed određeno tko će dati ponudu u određenom trenutku. Izraz nekooperativna znači da ova grana teorije igara eksplicitno modelira proces igrača koji biraju iz vlastitog interesa. Do suradnje može doći, a često i dolazi u nekooperativnim modelima igara, kada igrači smatraju da je to u njihovom najboljem interesu. (Turocy i Von Stengel, 2001)

Nekooperativna igra

Za preciznu formulaciju nekooperativne igre moramo specificirati:

1. broj igrača
2. moguće radnje dostupne svakom igraču i sva ograničenja koja mogu biti nametnuta na njima
3. objektivnu funkciju svakog igrača koju pokušava optimizirati (minimizirati ili maksimizirati, ovisno o slučaju)
4. bilo koje vremensko naređivanje izvršenja radnji ako igrači smiju djelovati više od jednom
5. bilo koje prikupljanje informacija koje se odvija i kako informacije dostupne igraču u svakom trenutku ovise o prošlim radnjama drugih igrača
6. postoji li igrač čije je djelovanje ishod vjerojatnosti događaja s fiksnom distribucijom. (Başar, 2010)

Ako nije dopuštena nikakva suradnja među igračima, onda smo u carstvu nekooperativne teorije igara, gdje prvo treba uvesti koncept zadovoljavajućeg rješenja.

Preskačući postupak koji bi vodio do točke zadovoljavajućeg rješenja može se zaključiti sljedeće: takva točka rješenja trebala bi imati svojstvo da ako svi igrači osim jednog ostanu na mjestu, odnosno, ne povuku potez, tada igrač koji ima mogućnost odmicanja

od točke rješenja nema nikakav poticaj za to jer ne može poboljšati svoju zaradu. (Bašar, 2010)

Kooperativna igra

Kooperativna igra započinje formalizacijom igara koje su u potpunosti apstrahirane od postupaka i usredotočene, umjesto toga, na mogućnost dogovora. Postoji nekoliko razloga zbog kojih su kooperativne igre tretirane odvojeno. Jedan od razloga je da kada su pregovarački i izvršni postupci eksplicitno inkorporirani u model, rezultati nekooperativne analize iznimno ovise o preciznom obliku postupaka, o redoslijedu davanja ponuda i protuponuda, i tako dalje. To može biti prikladno u situacijama glasanja u kojima dominiraju točno određena pravila parlamentarnog reda, gdje dobar strateg ima glavnu riječ. Međutim, problemi pregovaranja obično su više neodređeni, odnosno teško je precizno odrediti koji su to postupci. (Aumann, R., 1989)

Kooperativna igra sastoji se od dva elementa:

1. skupa igrača
 2. karakteristične funkcije koja specificira vrijednost koju stvaraju različiti podskupovi igrača u igri. (Brandenburger, 2007)
- 3.2. Simetrična i asimetrična vrsta

Za igru se kaže da je simetrična ako su zadovoljena sljedeća dva uvjeta:

1. Skup strategija igrača je isti.
2. Isplate igrača ne mijenjaju se zamjenom njihovih strategija.

Nasuprot tome, asimetrična igra je svaka igra koja krši barem jedan od gore navedenih zahtjeva. Ukupna strategija u simetričnoj igri za dva igrača temelji se na dvije vrste: suradnji i odsutnosti suradnje (prebjeg). Ponašanje igrača u ovim igrama je sljedeće: altruističko, kooperativno, natjecateljsko, individualističko i slobodno kretanje. Ako uzmemo u obzir simetričnu igru, izbori igrača dovode do četiri rezultata:

1. Oba igrača biraju strategije suradnje; ova se situacija naziva međusobnom suradnjom. Ovdje je kolektivna korist maksimizirana i strane su nagrađene za ovu suradnju. Svaki igrač dobiva isplatu "R".

2. Oba igrača ne surađuju (strategija prebjega). Ova situacija naziva se obostrani prebjeg (DD) i oni su kažnjeni za svoj izbor; ovaj rezultat pokazuje "P" što je najlošiji kolektivni rezultat.

3. Konačno, ako jedan igrač surađuje, a drugi ne, suradnik dobiva najnižu isplatu "S", a prebjeg prima najveću isplatu "R". (Farahani i Sheikhmohammady, 2014)

Slika 1 - Matrica isplate za simetrične igre 2*2

| | | | |
|----------|-------------------|--------------------|------------------------|
| | | Player 2 | |
| | | Cooperation | Absence of cooperation |
| Player 1 | Cooperation | Reward, Reward | Sucker, Temptation |
| | Don't cooperation | Temptation, Sucker | Punishment, Punishment |

Izvor: Farahani, M. S., i Sheikhmohammady, M. (2014). A review on symmetric games: theory, comparison and applications. *International Journal of Applied Operational Research*, 4(3), 91-106.

3.3. Nashova ravnoteža

Nashova ravnoteža je koncept koji tvrdi da kada igrači u igri uvide da nema koristi koju mogu izvući iz promjene svojih akcija ili strategija, oni održavaju svoju početnu strategiju tijekom cijele igre, unatoč tome što su svjesni strategije protivnika. U igri je moguće ne imati Nashovu ravnotežu ili imati višestruku Nashovu ravnotežu. S obzirom da igrači u igri nastoje dobiti ono što je najbolje za njih, izumitelj Nashove ravnoteže, John Nash razvio je koncept igre. Stoga, kada nema poticaja ili koristi od promjene strategije, igrači ne odstupaju od izvornog plana. Nashova ravnoteža nije ograničena na disciplinu teorije igara te se može primijeniti u raznim disciplinama. Uvjerenje igrača da nema što dobiti promjenom strategije, čak i nakon što je svjestan protivničke strategije, dovelo je do razvoja Nashove ravnoteže. Prema ovoj teoriji igranja, svaki igrač pobjeđuje ako ne odstupi od početne strategije te svi igrači postižu željeni rezultat. Nashova ravnoteža uvelike je dokazana ako igrači ne odstupe od svoje početne strategije nakon što je svaki igrač pokazao tehniku drugim igračima. Ne dolazi do odstupanja jer nema poticaja vezanog za promjenu njihove strategije. (Gordon, 2023)

Nashova ravnoteža koncept je iz teorije igara koji se primjenjuje na ekonomiju i društvene situacije. Opisuje situaciju u kojoj nitko ne želi promijeniti ono što radi. Svaki scenarij koji uključuje više od jedne osobe može imati jednu ili više Nashovih ravnoteža ili možda uopće nema nijednu. U mnogim okolnostima ljudi prirodno postižu Nashovu ravnotežu, budući da svaka osoba reagira na tuđe izbore. Na primjer, ako jedna osoba ustane na nogometnoj utakmici, osoba iza nje ne može vidjeti, dakle, i oni stoje. Uskoro svi stoje. To je Nashova ravnoteža. Nashove ravnoteže nisu uvijek ishod koji svi žele i mogu biti čak i gore za sve od drugog rezultata. Ali tu stvari završavaju bez intervencije. (Robin Hood, 2023)

Problemi s Nashovom ravnotežom

Jedina ideja prirodne ravnoteže za stratešku igru je Nashova: ona predstavlja jedino stanje igre koje, kada se pravilno predvidi, samo se ostvaruje. Međutim, to ne bi trebalo tumačiti kao da implicira da će agenti automatski odabrati svoje Nashove strategije. Sklonost ekonomista prema ravnotežama često proizlazi iz uvjerenja da neki osnovni dinamički proces (često suzbijen u formalnim modelima) gura sustav do točke s koje se više ne miče. Međutim, u situacijama gdje nema ravnotežnih sila, ravnoteža u tom smislu nije relevantan koncept. Budući da se svaki strateški izbor donosi jednom zauvijek u određenom trenutku tijekom igranja igre, sama igra ne pruža nikakvu dinamiku za uspostavljanje ravnoteže. Nadalje, ne postoji razuman način za uvođenje dinamike uz očuvanje individualne racionalnosti. (Bernheim 1984)

Konkretno, tvrditi da ponavljanja igre dovode do konvergencije prema ravnoteži, besmisleno je. Za razliku od stilizirane dinamike konkurentske ravnoteže, gdje kretanje cijena stvara strukturalnu vezu između ponavljanja ekonomije, ne postoji ništa strukturalno što bi povezivalo uzastopna odigravanja igre. Stoga, ako igrači nisu svjesni da se igra ponavlja, nema smislenog dinamičkog procesa. S druge strane, ako je svjesno ponavljanje, tada ponovljena igra postaje sama po sebi nova igra, potpuno različita od svojih komponenti. Konvergencija izbora komponenti tada možda neće imati nikakve veze s postizanjem ravnoteže u stvarno odigranoj igri. Pokušaji uvođenja sila ravnoteže jednostavno generiraju veće kompozitne igre, a priroda strateških izbora u tim većim igrama ostaje inherentno jednokratna. (Bernheim 1984)

Dominantna

strategija

U nekim je igrama igračeva strategija superiornija u odnosu na sve ostale strategije, bez obzira na to što drugi igrači rade. Ova strategija tada striktno dominira nad ostalim strategijama te se naziva dominantnom strategijom. (Slantchev, 2008)

Dominantnom strategijom u teoriji igara može se nazvati situacija u kojoj jedan pojedinac ima dominantniju strategiju u odnosu na drugog igrača. U nekim se situacijama, kao što je zatvorenikova dilema, može dogoditi da kada pojedinac shvati da ima bolju, odnosno, dominantniju strategiju u odnosu na drugog igrača, u tom ga trenutku postupci drugog igrača prestaju zanimati. Pojedinac zna da mu igranje njegove dominante strategije donosi uspjeh u odnosu na sve ostale strategije.

Podjela dominantnih strategija u teoriji igara:

- striktno dominirana strategija
- slabo dominirana strategija.

Striktno dominirana strategija i slabo dominirana strategija razlikuju se po činjenici da se u striktno dominiranoj strategiji uvijek može očekivati lošiji ishod od alternativne strategije dok se u slabo dominiranoj strategiji može očekivati jednak ili lošiji ishod u odnosu na alternativnu strategiju. (Kingston, 2022)

4. UTJECAJ RELACIJSKIH MODELA NA ODLUKE I KOOPERACIJU U ZATVORENIKOVOJ DILEMI

Najpoznatija situacija teorije igara u općoj populaciji, to jest, u okruženju izvan znanstvenih krugova zatvorenikova je dilema. Ova dilema ilustrira napetost između pojedinačnog interesa i zajedničkog interesa. Dok bi suradnja bila najbolja opcija za obojicu zatvorenika, njihov se izbor često temelji na neizvjesnosti i nepovjerenju.

4.1. Opis zatvorenikove dileme

Zatvorenikova dilema vjerojatno je najčešće korištena igra u teoriji igara i njezina uporaba nadišla je ekonomiju, a koristi se u područjima kao što su poslovni menadžment, psihologija ili biologija. Nadimak koji joj je 1950. godine dao Albert W. Tucker, koji je razvio zatvorenikovu dilemu iz ranijih djela, opisuje situaciju u kojoj su dva zatvorenika, osumnjičena za provalu, privedena. No, policajci nemaju dovoljno dokaza da ih osude za to kazneno djelo, već ih osuđuju samo za posjedovanje ukradene robe.

Ako nitko od njih ne prizna (surađuju međusobno), bit će im dodijeljena blaža kazna od godinu dana zatvora. Oni će biti ispitivani od strane policije u odvojenim prostorijama za ispitivanje, što znači da međusobna komunikacija između dvojice zatvorenika nije moguća, to jest, informacija je nepotpuna. Policija će pokušati uvjeriti svakog zatvorenika da prizna zločin nudeći mu "kartu za izlazak iz zatvora" dok će drugi zatvorenik biti osuđen na deset godina zatvora. Ako obojica zatvorenika priznaju (i stoga pobjegnu), svaki od njih će biti osuđen na osam godina. Obojici zatvorenika ponuđen je isti dogovor, s potpunom informacijom o posljedicama svake opcije i potpuno su svjesni da je drugom zatvoreniku ponuđen isti dogovor. (Policoeconomics, 2023)

Ponavljajuća zatvorenikova dilema

U ponovljenoj zatvorenikovoj dilemi igrači se u igri sjećaju prošlih postupaka svojih protivnika i koriste svoje tendencije ponašanja kako bi uskladili svoju strategiju igranja. Kada isti igrači ponavljaju zatvorenikovu dilemu, javlja se ponovljena zatvorenikova dilema. S obzirom da su igrači već upoznati s obrascem protivnika, mogu razviti strategiju koja će im dati najveću nagradu i ne slijediti konvencionalnu strategiju igranja. Najčešća strategija u ovoj dilemi je milo za drago. Ponavljana zatvorenikova dilema odnosi se na različite ljudske teorije, posebno one koje se odnose na ljudsku integraciju, suradnju i

povjerenje. Kroz ovu dilemu može se znati kako se suradnja i povjerenje percipiraju među ljudima. U novije vrijeme, ponovljena zatvorenikova dilema koristi se za korporativnu i investicijsku strategiju. (Gordon, 2023)

Velik dio društvenih interakcija može se zamisliti u smislu zatvorenikove dileme, koja sukobljava naše sebične interese s motivacijom da surađujemo i pomažemo drugima. Interakcija sa strancima, koja je danas uobičajena u tolikom dijelu ljudskog iskustva, može se smatrati jednokratnom igrom zatvorenikove dileme. (Geher, 2021)

Prema Geheru (2021), postoje mnoge situacije zatvorenikove dileme u kojima se pojedinac svakodnevno nalazi:

- Pojedinac koji je u žurbi u trgovini i osobi ispred njega slučajno ispadne cijela vrećica svježih jabuka na pod.
- Jutro je na Dan zahvalnosti te pojedinac planira posjetiti svog brata i njegovu obitelj; međutim, brat ga zove u 8 ujutro i pita može li doći ranije da mu pomogne pograbljati lišće.
- Pojedinac i njegov prijatelj, oboje maloljetni, pili su pivo u domu. Profesor je čuo glasine, stoga ispituje pojedinca o njegovoj ulozi, sugerirajući da će na ovaj ili onaj način netko upasti u nevolju.

4.2. Istraživanje uloga igrača i suradnje u zatvorenikovoj dilemi

Analizirajući različita rješenja zatvorenikove dileme dolazi se do mnogobrojnih saznanja. Uvaženo je mišljenje da ljudi uvijek surađuju, a upravo se ta suradnja smatra temeljem ljudske civilizacije. U ponavljajućim igrama zatvorenikove dileme odluka da se surađuje odabrana je u 20% - 50% slučajeva. Također, u igrama koje se igraju samo jednom dokazan je visok postotak suradnje, ali ne u mjeri kao u ponavljajućim igrama. Nekoliko je studija pokazalo kako može doći do suradnje zbog očekivane korisnosti ili anticipacije dobiti u slučajevima kada između igrača ne postoje međusobna poznanstva ili odnosi. S druge strane, studije pokazuju da kooperativno ponašanje u igrama zatvorenikove dileme proizlaze iz vrijednosti postavljenih u društvu te naglašavaju važnost odnosa i društvenih interakcija.

Cilj jedne studije bio je istražiti preslikavanje Fiskeove teorije relacijskih modela na zatvorenikovu dilemu koja se fokusira na uloge igrača koje odgovaraju četirima relacijskim modelima:

Društveno dijeljenje – radi se o modelu koji se odnosi na odnose ljudi, odnosno nediferencirane skupine ljudi s jednakim statusom. Zajednica ljudi koja je bit ovog modela može se sastojati od dva člana pa sve do velike skupine ljudi. Fokus je ovog modela na zajedništvu, a ne razlikama.

Rang autoriteta – podrazumijeva redni rang u društvu što određuje nečiji status. Na primjer, vojna hijerarhija može biti smatrana prototipom takvih odnosa.

Usklađivanje jednakosti – odnosi u ovom relacijskom modelu temelje se na naizmjeničnoj komunikaciji i suradnji, odnosno smatra se da je igrač uspješniji ako surađuje s drugom osobom.

Tržišno određivanje – ovaj model temelji se na društvenim odnosima u kojima je interakcija između igrača smanjena na mjeru korisnosti.

Studija pronalazi da većina eksperimenata za proučavanje igre zatvorenikove dileme predstavlja igru u neutralnom smislu. Igrači u tom slučaju međusobno su nepoznati te su nazvani imenima „A“ i „B“. Skupni naziv za njih bio bi „igrači“. Svrha ovakvog pristupa smanjenje je kognitivnog procesuiranja informacija te fokus na ostale faktore eksperimenta.

Također, u ostalim studijama, citiranim u navedenoj, rečeno je da ljudsko ponašanje u igri varira u odnosu s kim surađuju, koja je situacija te koji su njihovi potencijalni dobitci dok Sally (2001) smatra da je interakcija između igrača temeljna za igre kao što je zatvorenikova dilema. Isto tako smatra da igrači prilagođavaju svoje izbore ovisno o tome doživljavaju li protivnika kao prijatelja ili stranca.

Ellingsen (2012) smatra da rezultat igre u velikoj mjeri ovisi o nazivu same igre pa su tako igre naziva „Društvene igre“ (engl. „*Community Game*“) sadržavale veću razinu kooperacije od onih pod nazivom „Tržišna igra“ (engl. „*Stock Market Game*“).

Druga studija (Eiser & Bhavnani, 1974) istraživala je kako sudionici više surađuju kada im se kaže da se tijekom igre proučava međunarodno pregovaranje ili međuljudska interakcija u usporedbi s ekonomskim cjenkanjem ili nekim neutralnim opisom.

Cilj studije bio je istražiti kakav je utjecaj uloge dodijeljen igraču na skupu ishoda igre koji karakteriziraju igranje zatvorenikove dileme – suradnja, međusobna suradnja i međusobni prebjeg. Također, važno je provjeriti utjecaj dodijeljene uloge na ukupne primljene isplate – koja je vrsta modela više korisna u smislu isplate zarađene u oblikovanim interakcijama strateškom strukturom igre naziva zatvorenikova dilema.

U navedenoj studiji korišteno je 40 igara zatvorenikove dileme, a sudionici su testirani u parovima. Nakon svake igre ispitanici su dobili povratnu informaciju o vlastitom, ali i o izboru drugog igrača te isplati u trenutnoj igri. Tijekom cijelog trajanja eksperimenta mogli su stalno nadzirati svoju ukupnu isplatu, ukupni dobitak drugog igrača i novčani ekvivalent njihove ukupne dobiti. Osobe koje su provodile eksperiment osigurale su da između sudionika nisu postojali vizualni, verbalni i bilo koji drugi kontakti. Subjektima je isplaćen pravi novac u skladu s konačnom isplatom u igri, a svaka sesija trajala je oko 20 minuta.

Uloge sudionika eksperimenta podijeljene su u 5 grupa:

- uvjet momčadi - igrači su označeni kao "suigrači", odnosno relacijski model društvenog dijeljenja
- uvjet hijerarhije – igrači su označeni kao 'glavni' i 'podređeni', odnosno relacijski model ranga autoriteta
- uvjet partnera – igrači su označeni kao 'partneri', odnosno relacijski model usklađivanja jednakosti
- uvjet protivnika – igrači su označeni kao 'protivnici', odnosno relacijski model tržišnog određivanja
- uvjet igrača – igrači su označeni kao 'igrači'.

Kako bi se istražio utjecaj dodijeljenih uloga na odluke i kooperaciju, varijable koje su se analizirale u eksperimentu sastojale su se od broja kooperativnih izbora za svakog igrača, broja igara s međusobnom suradnjom u paru te broja igara s međusobnim prebjegom u paru.

Niža stopa pojedinačne i međusobne suradnje, veći međusobni odstup i manji ukupni dobitak pokazani su rezultati kada su igrači izravno označeni kao "protivnici" u usporedbi sa svim ostalim skupovima uloga, odnosno kad god je sudionicima rečeno da drugog igrača percipiraju kao svojeg neprijatelja ili da je igra otvorena konkurencija. Zabilježene su manja suradnja i manja zarada, kako pojedinačno tako i u paru. Takav rezultat, iako logičan i intuitivan po prirodi, dovodi u pitanje stvarni potencijal uspjeha profitno orijentiranog modela ponašanja unutar zatvorenikove dileme i situacija iz stvarnog života koje odražavaju tu igru.

Također, iz navedene studije može se zaključiti da konkurentnost možda nije najbolji pristup za ostvarenje cilja kad god postoji obostrana ovisnost o izboru sudionika, bez obzira na to jesmo li suočeni s osobom koju smatramo protivnikom. (Hristova i ostali)

5. PRIMJENA TEORIJE IGARA U EKONOMIJI

Ekonomija, kao jedna od grana socijalnih znanosti, s teorijom igara dijeli mnoge sličnosti, koncepte i primjene. Ono što izdvaja teoriju igara kao važnu disciplinu unutar ekonomije jest njezina primjena u analizi tržišta, gdje se kroz leće teorije igara mogu promatrati razne interakcije i odnosi između kupaca i prodavača te svoju primjenu može pronaći i u mikroekonomiji i makroekonomiji. Uz istraživanje tržišta, teorija igara u velikoj mjeri doprinosi razvoju i svakodnevnom radu političke ekonomije, ističući glasanje i izbore kao najpoznatije primjere. Također, teorija igara u geopolitici postoji već dugi niz godina i utječe na donošenje mnogih geopolitičkih odluka. Kao jedan od možda najvažnijih aspekata teorije igara primijenjene na političku ekonomiju, metodologija je koju pruža za konstruiranje matematičkog modela. Spomenuti modeli služe za proučavanje sukoba i suradnje, a oni su toliko eksplicitni da ih rijetko nalazimo čak i u mnogim matematičkim istraživanjima političke ekonomije. (Shubik, 2000)

Ako je igra dobro definirana, ali ju je teško igrati zbog nerazumnih zahtjeva za vremenom i sposobnostima obrade podataka pojedinaca, vrlo je moguće da to nije dobar model ekonomskog procesa koji namjerava predstavljati. Stoga je teorija igara zahtijevala izgradnju dobro definirane igre koja se može igrati te može omogućiti ekonomistu da formulira operativno vrijedan model i može mu pomoći izolirati čimbenike za koje se nije smatralo da su važni sve dok se nije primijenio kriterij "za igru". Strateška igra je igra s dva ili više igrača od kojih svaki ima djelomičnu kontrolu nad okolinom, gdje, općenito, isplata svakom igraču ne ovisi samo o vlastitim postupcima nego i o postupcima drugih. (Shubik, 2000)

5.1. Primjena u političkoj ekonomiji i geopolitici

Teorija igara svoju primjenu u političkoj ekonomiji nalazi u mnogim primjerima. Amadae (2015) smatra da su pojmovi kao što su dobrovoljna suradnja, odnosno kooperacija, kolektivna akcija, sindikati, javni interes ili nacionalni interes, društvena solidarnost odnosno kolegijalnost, pa čak i glasanje, iracionalni ako se gleda teorija racionalnog izbora. Racionalni izbor u smislu primjene teorije igara u političkoj ekonomiji podrazumijevao bi se da je prije neke važne odluke o kupnji ili neke druge odluke u političkoj ekonomiji provedena analiza u svrhu temeljitijeg, pažljivog, pomnog te studioznog donošenja određenih odluka. (Amadae, 2015)

Također, smatra se da je pristanak pojedinca suvišan jer poznavanje preferencija pojedinca nad svim mogućim ishodima omogućuje zaključivanje što bi taj pojedinac izabrao učiniti u svakoj situaciji koja se zamislivo može pojaviti. Stoga, nevidljiva ruka klasične političke ekonomije i teorije opće ravnoteže postaju samo jedan od mitova stare škole kojemu se mora suprotstaviti stražnja strana nevidljive ruke putem prisilnih sankcija ili nekih drugih metoda političke ekonomije. (Amadae, 2015)

Važno je napomenuti da s obzirom na način na koji koncepcije poticaja funkcioniraju u teoriji igara, sve što ima vrijednost za agenta, odnosno pojedinca, mora se odražavati u zajedničkoj metrici, kao što su kapital ili općenito novac, kalorije u hrani, energija, vrijeme i razne informacije. Stoga se smatra da su neoskudni resursi kao što su integritet i povjerenje tretirani kao da su skupi i ograničeni. To rezultira mentalitetom prema kojem se svaka odluka procjenjuje na temelju analize troškova i koristi kako promiče individualne interese u skladu sa zamjenjivom shemom nagrađivanja. Stoga postaje racionalno varati ako se to može učiniti, a da ne budete uhvaćeni. (Amadae, 2015)

Također, umjesto jedne tržišne, odnosno, javne cijene koja formira ravnotežu ponude i potražnje, cijene postaju privatne i nevidljive javnom nadzoru, fino usklađene s osobnom voljom i sposobnošću plaćanja svakog pojedinca, poznate kroz sveobuhvatno, neanonimno istraživanje podataka s asimetričnim utjecajem. Strategija u politici igra vrlo važnu ulogu te svi akteri političkog procesa moraju imati strategiju ako planiraju uspjeti u njemu. Odlika svakog dobrog političara strateško je razmišljanje u svrhu razumijevanja političkih procesa, pomaka i preokreta. (Amadae, 2015)

Prema Morrowu (1994), strategija je ključna komponenta politike, a političar koji ne posjeduje strategiju neće uspjeti postići svoje ciljeve. Nedostatak vremena, obuke ili sklonosti za strateško razmišljanje kod politologa značajno umanjuje njihovu sposobnost da razumiju strateške pomake i preokrete u politici. Izborni kandidati međusobno se natječu kako bi osvojili funkcije na izborima dok političke stranke u višestranačkim demokracijama nastoje formirati vlasti nakon izbornih kampanja. Zakonodavci aktivno rade na poboljšanju zakonodavstva i blokiranju prijedloga zakona s kojima se ne slažu. Nadalje, zakonodavna tijela nadziru izvršne agencije kako bi osigurala da birokrati provode zakone onako kako su namijenjeni. Nacionalni vođe suočavaju se s međunarodnim krizama te istovremeno nastoje izbjeći oružane sukobe. Države koriste

trgovinske prepreke, odnosno sankcije kako bi utjecale na druge nacije da smanje svoje vlastite trgovinske barijere. Sve ove situacije, zajedno s mnogim drugim u politici, zahtijevaju strategijski pristup. Akcije se poduzimaju s ciljem utjecanja na izbore drugih aktera, pri čemu nijedan pojedinačni akter ne može samostalno odrediti ishod situacije. Stoga je ključno da svi akteri razmotre kako će drugi akteri reagirati na njihove akcije. (Morrow, 1994)

Prema Mansouru (2020), prvi pokušaj primjene teorije igara na politiku poduzeo je William Riker, koji je bio inspiriran radom Von Neumanna i Morgansterna. Riker je koristio model kooperativne igre kako bi objasnio strukturu koalicija, što predstavlja prvi korak u korištenju teorije igara za razumijevanje političkog ponašanja. U području međunarodne političke ekonomije (IPE), mnoge klasične igre pružaju osnovu za proučavanje suradnje i sukoba u međunarodnom kontekstu. Primjeri takvih igara su simetrične igre poput igre harmonije, zatvoreničke dileme, bitke spolova, lova na jelena i kokoši. U svim ovim igrama politički kreatori nemaju dominantnu strategiju suradnje. (Mansour, 2020)

Prema Mansouru (2020), Mesquita je, slijedeći iste smjernice, koristio teoriju igara za raspravu o njezinoj primjeni u političkoj ekonomiji te proučavanju fenomena rata i mira. Ističući međusobnu povezanost domaće i međunarodne politike, Putnam je razvio teoriju ratifikacije u međunarodnoj teoriji koristeći logiku igara na dvije razine kako bi proučavao interakciju između domaće politike, međunarodnih poslova i diplomacije. Slično tome, Snidal je naglasio važnost teorije igara za međunarodne odnose, istaknuvši njezin potencijal za empirijsko testiranje i ograničenosti igara s N-osobama u obuhvaćanju složenosti međunarodne politike.

Unatoč tome, epistemološko pitanje zašto je teorija igara relevantna za međunarodnu politiku i koje su relevantnosti ili irelevantnosti određenih modela za određena međunarodna pitanja, ostaje neobjašnjeno. Hsueh je primijenio kooperativnu teoriju igara za proučavanje utjecaja internacionaliziranih koalicija na političke vođe i njihov utjecaj na pitanja trgovine i međunarodnog sukoba. (Mansour, 2020)

Prema Mansouru (2020), važno je istaknuti i prednosti i nedostatke primjene teorije igara u političkim znanostima i studijama javnih politika. Prvo, teorija igara nadmašuje ne-strateške konvencionalne modele poput elita, grupa, institucionalnih i sistemskih modela

te modernih modela koalicije zagovaranja u hvatanju međuovisnih interakcija političara i kreatora politika u procesu donošenja politike. Ovi konvencionalni modeli pružaju nedinamički jednostrani pristup u rješavanju takvih međuovisnih interakcija. Strogo matematičko modeliranje situacija u kreiranju politike omogućuje bolje razumijevanje problema koji se javlja. (Mansour, 2020)

Drugo, primjena teorije igara u političkim znanostima i studijama javnih politika pruža praktičan pristup analizi i dizajnu politike. Pomaže političkim analitičarima da konfiguriraju i simuliraju stvarne situacije u procesu donošenja politika te može služiti kao alat za predviđanje ishoda različitih situacija ako donositelji odluka racionalno odabiru strategije i politike. (Mansour, 2020)

Međutim, jedna od slabosti teorije igara jest da ne može samostalno proučavati različite političke situacije i procese donošenja politika, kako tvrde njezini kritičari. Za objašnjenje ishoda igara često je potrebna logika drugih političkih modela. Stoga, teorija igara često se koristi kao komplement drugim modelima, umjesto zamjene za njih. (Mansour, 2020)

Bruce Bueno de Mesquita, ugledni profesor sa Sveučilišta u New Yorku, stekao je reputaciju zbog svoje izvanredne preciznosti u političkim prognozama. Poznat je po svojoj sposobnosti predviđanja događaja poput pada egipatskog predsjednika Hosnija Mubaraka i ostavke pakistanskog predsjednika Perveza Mušarafa. Mesquita koristi teoriju igara kao snažan alat za analizu političkih situacija te uspješno surađuje s vladama i obavještajnim agencijama kako bi pružio vrijedne uvide. Njegova iznimna uspješnost proizlazi iz primjene teorije igara u političkim analizama, što mu omogućuje predviđanje i tumačenje političkih trendova s izuzetnom preciznošću. (Economist, 2011)

Računalni model koji je razvio gospodin Bueno de Mesquita, zasnovan na teoriji igara, koristi se za dodjeljivanje numeričkih vrijednosti ciljevima, motivaciji i utjecaju različitih sudionika s ciljem predviđanja tijeka događaja na temelju njihovih postupaka. Ovaj model razmatra raspoložive opcije sudionika, procjenjuje njihovo vjerojatno djelovanje i ocjenjuje njihovu sposobnost utjecaja na druge. Primjerice, model je otkrio kako je smanjenje američke pomoći utjecalo na Mubarakovu snagu, što je dovelo do spoznaje među nezaposlenim građanima da će nezadovoljni dužnosnici manje vjerojatno upotrijebiti nasilje kako bi suzbili ulične prosvjede protiv nepopularnog diktatora.

Softver temeljen na teoriji igara ima široku primjenu izvan područja ekonomije. Jedan primjer je kada je američka vojska 2007. godine pružila gospodinu Buenou de Mesquiti povjerljive informacije kako bi mu omogućila modeliranje političkog utjecaja premještanja nosača zrakoplova blizu Sjeverne Koreje. Iako rezultati istraživanja nisu bili objavljeni, ovaj primjer ilustrira kako se softver temeljen na teoriji igara može koristiti za analizu političkih situacija i predviđanje njihovih ishoda. (Economist, 2011)

Još jedna zanimljiva primjena softvera temeljenog na teoriji igara je u otkrivanju skrovišta terorista. Guillermo Owen s Naval Postgraduate School u Montereyju u Kaliforniji koristi podatke obavještajnih službi američkog ratnog zrakoplovstva kako bi procijenio važnost koju tražena osoba pridaje svojim preferencijama i prioritetima. Na temelju tih informacija, softver dodjeljuje numeričke vrijednosti i pomaže u određivanju gdje i kako teroristi odlučuju živjeti. Zahvaljujući softveru temeljenom na teoriji igara, bilo je moguće pronaći skrovište Osame bin Ladena u Abbottabadu u Pakistanu, što svjedoči o važnosti ovog pristupa u borbi protiv terorizma. (Economist, 2011)

Gospodin Owen i gospodin Bueno de Mesquita samo su neki od akademika koji koriste teoriju igara kao snažan alat za analizu političkih situacija i predviđanje ishoda. Njihov rad i uspješnost u ovom području ističu važnost primjene matematičkih modela i algoritama u razumijevanju kompleksnih političkih procesa. (Economist, 2011)

5.2. Primjena u međunarodnoj trgovini i diplomaciji

Teorija igara svoju primjenu nalazi u međunarodnoj trgovini u mnogim područjima, ali većinsku primjenu nalazi u analiziranju različitih aktera procesa međunarodne trgovine. Korištenjem teorije igara mogu se analizirati korištene strategije, postupci te ishodi istih. U svakodnevnim primjerima teorija analizira ponašanje država i njihovih politika.

Teorija igara pruža vrijedan alat za analizu međunarodne trgovine jer omogućuje dublje proučavanje različitih strategija, postupaka i ishoda koji proizlaze iz trgovinskih interakcija između zemalja i trgovačkih partnera. Primjena teorije igara u području međunarodne trgovine obuhvaća analizu pregovora o trgovinskim sporazumima, istraživanje utjecaja trgovinskih politika na razmjenu dobara i usluga te proučavanje ponašanja država u okviru međunarodnih trgovinskih institucija. (Khurana, 2022)

Kroz teoriju igara, istraživači i politički analitičari mogu dublje razumjeti dinamiku trgovinskih odnosa, različite motivacije i ciljeve država te predvidjeti ishode trgovinskih pregovora i sporova. Analiza strategija i interakcija između različitih aktera u međunarodnoj trgovini pruža uvid u međusobnu ovisnost i moguće konflikte interesa. Također, teorija igara može pomoći u identifikaciji optimalnih strategija za postizanje trgovinskih ciljeva i rješavanje potencijalnih problema koji mogu nastati u trgovinskim odnosima.

Primjena teorije igara pruža trgovinskim pregovaračima i političkim donositeljima odluka ne samo bolje razumijevanje tržišnih uvjeta, potencijalnih koristi i rizika, već i snažan alat za oblikovanje informiranih politika i strategija s ciljem promicanja međunarodne trgovine. Ova analitička metoda omogućuje identifikaciju mogućih nedostataka u postojećim trgovinskim aranžmanima, što pruža mogućnost poboljšanja i optimizacije trgovinskih odnosa na globalnoj razini. Također, teorija igara omogućuje otkrivanje skrivenih prilika za razvoj novih trgovinskih sporazuma i suradnju među državama, što može rezultirati stvaranjem održivih i prosperitetnih trgovinskih okvira. (Khurana, 2022)

Nekooperativna Nashova ravnoteža, koja se koristi za modeliranje rezultata trgovinskog rata, ima široku primjenu u analizi trgovinskih pregovora i političkih odluka. U teoriji igara, kada se razmatra nekooperativna Nashova ravnoteža, važno je istaknuti da kombinacija čistih ili mješovitih strategija, koje su označene kao s_1 za agenta A_1 , s_2 za agenta A_2 , ..., s_n za agenta A_n , predstavlja ključni element. U ovoj nekooperativnoj ravnoteži, strategije ostalih agenata su fiksne, a svaki pojedinačni agent A_i nema mogućnost samostalno povećati svoju očekivanu korisnost kroz mješovite strategije odabirom različitih čistih ili mješovitih strategija među dostupnim opcijama. (Khurana, 2022)

U kontekstu trgovinskog rata, kada igrači države i strategije predstavljaju izbor carinskih tarifa, postizanje nekooperativne Nashove ravnoteže ima dublje implikacije na društveno blagostanje. Optimizacija društvenog blagostanja ovisi o pažljivom promišljanju agregatnih količina potrošnje te uzimanju u obzir različitih aspekata trgovinskih odnosa. (Khurana, 2022)

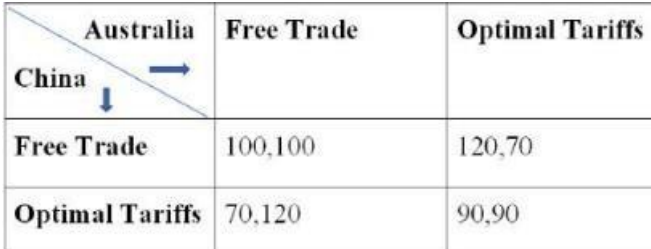
Kroz primjenu koncepta nekooperativne Nashove ravnoteže, trgovinski pregovarači i politički donositelji odluka mogu razviti dublje razumijevanje dinamike trgovinskih

ratova, procijeniti moguće rezultate i posljedice te usmjeriti svoje politike i strategije na temelju tih saznanja. To im omogućuje da donose informirane odluke koje su u skladu s njihovim ciljevima i interesima, kao i s ciljem promicanja međunarodne trgovine na održiv i koristan način. (Khurana, 2022)

Pod pretpostavkom da postoje samo dvije zemlje, na primjer Australija i Kina, koje imaju relativnu prednost u izvozu različitih proizvoda, pretpostavlja se da promjene u carinskim stopama neće imati značajan utjecaj na uzorak trgovine između njih. Osim toga, pretpostavljamo da cijena dobra-2 u Kini iznosi P_c , cijena dobra-2 na stranom tržištu je P_c' , cijena dobra-1 u Australiji je P_a (domaćem tržištu), a cijena dobra-1 na stranom tržištu je P_a' . Obje zemlje će primijeniti poreze na uvoz kako bi regulirale trgovinu, pri čemu svaka od njih teži maksimiziranju vlastite korisničke funkcije, koja ovisi o domaćim cijenama, cijenama druge zemlje i raspoloživom dohotku domaće zemlje. U kontekstu nekooperativne igre postavljanja carinskih stopa, postizanje Nashove ravnoteže znači da će svaka zemlja odabrati carinsku stopu koja je obrnuto proporcionalna elastičnosti potražnje za vlastitim izvozom. Ovi faktori igraju ključnu ulogu u oblikovanju međunarodne trgovine i ekonomskih odnosa između država. (Khurana, 2022)

U analizi tarifa na potpuno konkurentnom tržištu, empirijski su dokazani pozitivni učinci na domaću nacionalnu dobrobit kada velika zemlja nametne relativno nisku tarifu ili optimalnu tarifu. Istovremeno, strana nacionalna dobrobit obično opada kao rezultat takvih tarifnih mjera. U ovom kontekstu, pretpostavljamo da Australija, kao uvoznik, uvozi širok raspon proizvoda (A, B, C i tako dalje) iz Kine, dok Kina, kao druga strana, uvozi drugačiji skup proizvoda (X, Y, Z i tako dalje) iz Australije. Svaka od ove dvije zemlje ima na raspolaganju dvije različite trgovinske politike: slobodnu trgovinu, koja uključuje odsustvo carinskih tarifa, i optimalne tarife, koje su nametnute na određene uvozne proizvode. Svatko od tih odabira politike predstavlja strategiju igre koju zemlje moraju donijeti u cilju maksimiziranja svoje korisnosti. Ako Australija odabere strategiju "Slobodna trgovina", to znači da neće nametati carinske tarife na uvoz proizvoda A, B, C itd., dok će, s druge strane, odabirom strategije "Optimalne tarife", Australija postaviti tarife na temelju optimizacijskih kriterija za svaki uvozni proizvod. Slično tome, pretpostavljamo da i Kina ima sličan skup mogućih trgovinskih politika na raspolaganju. (Khurana, 2022)

Slika 2 - Matrica isplate trgovinskog rata između Australije i Kine

| | | | |
|--|------------------------|-------------------|------------------------|
|  | Australia | Free Trade | Optimal Tariffs |
| China | Free Trade | 100,100 | 120,70 |
| | Optimal Tariffs | 70,120 | 90,90 |

Izvor: https://ijels.com/upload_document/issue_files/26IJELS-101202247-Reviewof.pdf

Promjene, koje se događaju ako Kina nametne optimalne tarife, a Australija zadrži politiku slobodne trgovine, sljedeće su:

- kinesko blagostanje raste sa 100 na 120 jedinica
- australsko blagostanje pada sa 100 na 70 jedinica
- globalno blagostanje pada s 200 na 190 jedinica.

Kada obje zemlje nametnu tarife, nacionalno blagostanje opada na 90 jedinica u svakoj zemlji. U kooperativnom rješenju (slobodna trgovina, slobodna trgovina) postiže se maksimalno svjetsko blagostanje od 200 jedinica. Nashova ravnoteža postiže se kada svaka zemlja maksimizira vlastito blagostanje uzimajući u obzir strategiju druge zemlje. (Khurana, 2022)

Pregovori o poljoprivredi između SAD-a i EU u Uruguay Roundu

Na samom početku Uruguay Rounda SAD se našao uključen u žestoku bitku oko subvencija za izvoz hrane s Ekonomskom unijom (EU). Zbog primjene Zajedničke poljoprivredne politike (CAP), došlo je do izrazitog smanjenja poljoprivrednog izvoza Sjedinjenih Američkih Država u Europsku uniju. Pregovori su poprimili napete obrise zbog dugotrajnog sukoba koji se ticao proizvoda iz uljane industrije, a koji je započeo još 1988. godine kada je SAD izazvao EU pred panelom GATT-a zbog njihove pomoći. Ovi sve više zaoštreni sporovi u poljoprivrednom sektoru doveli su SAD do razmatranja mogućnosti uvođenja trgovinskih sankcija protiv EU. Nashova ravnoteža u toj matrici iznosi (2,2) dok se nemiopička ravnoteža postiže s (3,4). (Khurana, 2022)

Najbolja opcija za Ekonomsku uniju (EU), kako sugerira istraživanje koje je provedeno, bila bi izbjegavanje provođenja reformi i sankcija Sjedinjenih Američkih Država (SAD).

S obzirom na unutarnje okolnosti koje prisiljavaju EU da minimizira promjene u svojoj politici i brani trenutni oblik Zajedničke poljoprivredne politike (CAP), ova bi opcija bila najprikladnija. Prema istraživanju, druga najbolja opcija za EU bila bi provedba reformi bez sankcija. (Khurana, 2022)

S druge strane, najgora mogućnost za EU bila bi provedba reformi uz istovremeni pritisak SAD-a. Ovo bi stvorilo dodatnu napetost i negativne posljedice za EU. Dakle, kako bi izbjegli takvu situaciju, najbolje bi bilo da EU provede CAP reformu, što bi oslobodilo potrebu za sankcijama od strane SAD-a. (Khurana, 2022)

SAD-u, s druge strane, najbolje bi odgovaralo da EU provede CAP reformu kako bi se izbjegle sankcije. Ovo bi olakšalo situaciju i otvorilo put za postizanje sporazuma između dvije strane. Alternativno, druga najbolja opcija za SAD bila bi da provode reforme uz sankcije, što bi im omogućilo postizanje određenih ciljeva i ograničavanje utjecaja EU na tržište. (Khurana, 2022)

Najgori mogući scenarij za SAD bio bi da niti EU, niti SAD ne provode reforme i ne primjenjuju sankcije. Ova situacija bila bi nepovoljna za obje strane jer ne bi donijela nikakve promjene niti napredak u rješavanju sporova. (Khurana, 2022)

Natjecanje između Boeinga i Airbusa na indijskom tržištu

Postoje dvije svjetski poznate kompanije u sektoru proizvodnje zrakoplova - Boeing, čije je sjedište locirano u Sjedinjenim Američkim Državama, i Airbus, čija baza poslovanja je smještena u Europi. Trenutno, njihov interes usmjeren je prema otvaranju indijskog tržišta. Obje tvrtke teže proširiti svoje poslovanje na to novo tržište i ostvariti izvoz svojih proizvoda, s nadom u ostvarivanje značajnih financijskih dobitaka. No, situacija je kompleksna jer postoji intrigantna paradoksalnost - ako samo jedna od njih uđe na indijsko tržište, može ostvariti profit dok bi istovremeni ulazak obje tvrtke rezultirao gubicima. Ova izazovna dinamika zahtijeva pažljivo planiranje i strategiju kako bi se postigao uspjeh na novom tržištu. (Khurana, 2022)

Obje tvrtke imaju na raspolaganju dvije moguće strategije - ulazak na tržište ili ostajanje izvan njega. U matrici postoje dva stanja ravnoteže koja se javljaju kao rezultat tih strategija: (0,100) i (100,0). Prvo stanje ravnoteže ukazuje da bi, ako se samo jedna tvrtka odluči za ulazak na tržište, mogla ostvariti značajnu financijsku dobit, dok bi druga tvrtka

ostala bez takve dobiti. U drugom stanju ravnoteže, ulazak obje tvrtke rezultirao bi gubicima za obje strane. S druge strane, ako obje tvrtke odluče ostati izvan tržišta, nijedna od njih ne bi ostvarila financijsku dobit. (Khurana, 2022)

U kontekstu ove situacije, pretpostavimo da Europska unija pruža subvenciju u iznosu od 25 jedinica valute. Ova financijska potpora mogla bi imati utjecaj na odluku tvrtki o ulasku na indijsko tržište. (Khurana, 2022)

Odluka o ulasku ili ostanku izvan tržišta rezultira različitim ishodima, gdje jedna tvrtka može ostvariti dobit ako se odluči za ulazak, dok istovremeni ulazak obje tvrtke rezultira gubicima za obje strane. Važno je razmotriti financijske potpore poput subvencija koje mogu utjecati na odluku tvrtki. Ključ za uspjeh na novom tržištu temeljita je analiza, strategijsko planiranje i prilagodba konkurentske situacije. (Khurana, 2022)

Međunarodna ekonomija posjeduje karakterističnu narav teorije igara, što implicira da zemlje donose odluke o uvozu proizvoda temeljem procjene koji će proizvođači najviše zadovoljiti njihovo stanovništvo. Nakon toga, zemlje pokreću pregovore o međusobnom snižavanju carinskih stopa ili postizanju trgovinskih sporazuma. Trgovina i konkurentnost čvrsto su povezane; konkurentnost obuhvaća faktore koji određuju razinu održive produktivnosti jedne ekonomije dok trgovina iskorištava te čimbenike kako bi zemlju učinila prosperitetnijom. (Khurana, 2022)

Konkurentnost je ključna za uspjeh svake ekonomije. Ona se temelji na učinkovitom korištenju raspoloživih resursa za postizanje željenih rezultata. To zahtijeva optimizaciju radne snage, sirovina, tehnologije i kapitala. Inovacija, istraživanje i razvoj, obrazovanje te infrastruktura igraju važnu ulogu u oblikovanju konkurentnosti jedne zemlje. (Khurana, 2022)

Ključna odrednica konkurentnosti leži u produktivnosti, odnosno učinkovitom iskorištavanju dostupnih resursa za proizvodnju željenih rezultata. To uključuje optimizaciju upotrebe radne snage, sirovina, tehnologije i kapitala. Osim toga, konkurentnost također ovisi o inovacijama, istraživanju i razvoju, obrazovanju i infrastrukturi koja podržava gospodarski rast. (Khurana, 2022)

Trgovina pruža zemljama mogućnost iskorištavanja konkurentske prednosti i povećanja blagostanja kroz međusobnu razmjenu roba i usluga. Kroz trgovinu, zemlje mogu

pristupiti širem tržištu, optimizirati korištenje resursa, povećati izvoz i privući strane investicije. Osim toga, trgovina potiče priljev novih ideja, tehnologija i znanja, što može pridonijeti gospodarskom rastu i razvoju. Stoga, teorija igara, konkurentnost i trgovina čine snažan okvir za razumijevanje međunarodne ekonomije i njezinog utjecaja na blagostanje zemalja i njihovih građana. (Khurana, 2022)

5.3. Primjena u vojnoj strategiji i ekonomskim sankcijama

Teorija igara uvelike je povezana s vojnom strategijom i primjenom ekonomskih sankcija. U oba slučaja, strategijske odluke donose se radi postizanja ciljeva i maksimiziranja koristi. Kao primjer, u jednoj implementaciji vojne strategije, utrci u naoružavanju, zemlje se natječu za stjecanje vojnih kapaciteta i jačanje svojih pozicija. Teorija igara proučava strategije ulaganja u naoružanje i rizike eskalacije. Stoga, ekonomske sankcije koriste se za vršenje pritiska na određene zemlje s ciljem poticanja promjena. Primjena teorije igara u ovim situacijama pruža dublje razumijevanje veza između vojne strategije i ekonomskih sankcija te pomaže u razvoju strategija za postizanje mira i suradnje. (Willner-Giwerc, 2018)

Dugotrajna i plodna povijest suradnje između teorije igara i vojne strategije oblikovala je njihovu međusobnu povezanost. Iako se logika teorije igara u vojsci koristila tijekom povijesti, formalizacija je uslijedila tek za vrijeme okrutnosti Drugog svjetskog rata dok je rastuća popularnost tog područja, zahvaljujući intenzivnom istraživanju, uslijedila tijekom Hladnog rata. Izvorno, teorija igara prvenstveno je bila usmjerena na vojne svrhe, posebice za modeliranje utrke u nuklearnom naoružanju između Sovjetskog Saveza i Sjedinjenih Američkih Država. Tijekom Hladnog rata, ovi modeli bili su temeljito proučavani, rezultirajući bogatim korpusom literature i teorije koja je postala neodvojivi dio područja ekonomije, filozofije, matematike, međunarodnih odnosa, poslovanja i evolucijske biologije. (Willner-Giwerc, 2018)

Unatoč povijesnoj povezanosti s vojnom strategijom te rastućoj popularnosti u novije doba, čini se da je teorija igara smanjila udio u literaturi koja se bavi temom vojne strategije, ali i razoružanja. Trenutna međunarodna politička situacija predstavlja izazov u pogledu primjene teorije igara, ali i dalje može pružiti vrijedne uvide za razvijanje pristupa koji potiču procese vojne strategije. Kompleksnost suvremenih političkih

situacija zahtijeva prilagodbu i proširenje teorije igara kako bi se adekvatno adresirali različiti aspekti vojne strategije. (Willner-Giwerc, 2018)

Utjecaj utrke u naoružavanju može se reprezentirati kroz zatvorenikovu dilemu u situacijama kada dvije države dijele sljedeće vrijednosti: (1) obje preferiraju biti država s većim arsenalom, (2) obje strahuju od toga da budu država s manje oružja i (3) obje bi radije bile manje naoružane nego obje više naoružane (zbog visokih troškova oružja i razorne moći u slučaju izbijanja rata). Kada se te vrijednosti dijele, nastojanje da država postane ona s većim arsenalom rezultirat će manje poželjnim ishodom u kojem obje strane povećavaju svoje naoružanje. (Willner-Giwerc, 2018)

Od 1960-ih godina pa nadalje, najrašireniji model utrke u naoružavanju između Sovjetskog Saveza i Sjedinjenih Američkih Država temelji se na iteriranoj dilemi zatvorenika. Provela su se brojna istraživanja fokusirana na zatvorenikovu dilemu i njene varijante, koristeći ih često kao izravnu analogiju za sukobe između supersila. Uobičajeno se koristi matrica veličine 2 x 2 u kojoj su predstavljene Sjedinjene Američke Države i Sovjetski Savez, s četiri moguća ishoda: međusobno smanjenje naoružanja, naoružavanje SAD-a i smanjenje Sovjetskog Saveza, naoružavanje Sovjetskog Saveza i smanjenje SAD-a ili povećanje nuklearnog oružja na obje strane. U analizi se obično izostavljaju specifičniji ishodi, kao što su raspoređivanje jednog oružja i uklanjanje drugog, radi pojednostavljenja. (Willner-Giwerc, 2018)

Prema zatvorenikovo dilemi, koja je modelirana u kontekstu utrke u naoružanju, obje strane idealno se žele naoružavati dok se druga strana demilitarizira. To znači da svaka strana teži pretpostavci da će biti više naoružana od suparnika. U praksi, svaka strana shvaća da je u boljoj poziciji ako se naoružava, bez obzira na odluku druge strane. Na primjer, ako Sovjetski Savez odluči smanjiti svoju zalihu oružja, Sjedinjene Američke Države će preferirati situaciju u kojoj one same povećavaju svoje naoružanje. S druge strane, ako Sovjetski Savez odluči naoružavati se, Sjedinjene Američke Države barem će poduzeti korake kako bi spriječile da one same smanje svoje naoružanje. Dilema se javlja jer, iako obje strane imaju interese za postizanje međusobnog razoružanja, ako obje strane odaberu strategiju naoružavanja, neće postići najpoželjniji ishod koji bi bio moguć kroz suradnju i zajedničko smanjenje naoružanja. (Plous, 1993)

Bitka u Bismarckovu moru

Bitka kod Bismarckovog mora sukob je koji se odigrao u veljači 1943. godine u jugoistočnoj Aziji tijekom Drugog svjetskog rata između japanske mornarice i američkog zrakoplovstva. U kontekstu teorije igara, ova bitka bila je predmet modeliranja u članku "Military Decision and Game Theory" autora O. G. Haywooda, Jr. iz 1954. godine. Ova igra koristi se u teoriji igara kako bi se analizirale situacije nulte sume s dva igrača. (Plous, 1993)

Igra, koja je zasnovana na stvarnoj vojnoj operaciji, fokusira se na odluku koju je trebao donijeti general Kenney. Kao zapovjednik savezničkih snaga u jugozapadnom području Pacifika, general Kenney dobio je obavještajne izvještaje koji su ukazivali na namjeru japanske mornarice da isplovi iz Rabaula, na otoku Novoj Britaniji, prema Laeu na Novoj Gvineji. Imajući to u vidu, general Kenney poduzeo je petokoraknu "Procjenu situacije", tehniku koja se koristi u vojnim operacijama Sjedinjenih Američkih Država.

Misija je bila da se konvoj presretne i nanese maksimalna šteta. Analizirane su situacija i mogući tijekovi akcija. Japanskom zapovjedniku bile su dostupne dvije opcije - da konvoj plovi sjeverno ili južno od otoka. S druge strane, general Kenney imao je mogućnost koncentriranja izviđačkih zrakoplova duž sjeverne ili južne rute. Analizom su otkrivena četiri moguća ishoda. Nakon usporedbe raspoloživih opcija, odlučeno je da se izviđački zrakoplovi koncentriraju sjeverno od Nove Britanije. Odluka je temeljena na čimbenicima poput loše vidljivosti na sjeveru otoka i mogućnosti dva dana bombardiranja u slučaju sjeverne rute konvoja. Kroz pažljivu procjenu situacije i strateška razmatranja, donesena je odlučujuća odluka s ciljem maksimiziranja šansi za uspjeh u presretanju konvoja i postizanju ciljeva misije.

6. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu detaljno je istražena teorija igara te njezina primjena u ekonomiji i drugim društvenim znanostima. Analizirajući različite aspekte teorije igara, istaknuta je važnost i široka primjenjivost ove discipline u analizi složenih interakcija i donošenju odluka.

Kroz povijest, teorija igara doživjela je značajan razvoj te postala ključni alat u proučavanju strategija i odnosa među igračima. Od njezinih početaka u 20. stoljeću, teorija igara neprestano se razvijala, pri čemu su koncepti poput Nashove ravnoteže i dominantne strategije postali temeljni za razumijevanje interakcija.

Unatoč dosadašnjem napretku, teorija igara ima izuzetan potencijal za daljnju primjenu i razvoj u budućnosti. Uz rastuću kompleksnost suvremenog društva, teorija igara pruža vrijedne alate za analizu složenih situacija u područjima poput političke ekonomije, geopolitike, međunarodne trgovine, diplomacije, vojne strategije i ekonomskih sankcija. Njezina primjena omogućuje dublje razumijevanje interakcija između igrača, predviđanje ponašanja i optimizaciju strategija.

Sveobuhvatan pregled primjene teorije igara u različitim područjima ukazuje na njezinu sveprisutnost i važnost u suvremenom društvu. Kroz analizu zatvorenikove dileme, kao primjera nekooperativne igre i istraživanje njezinih mogućih rješenja, dobiven je uvid u složenost donošenja odluka i izazova s kojima se susreću igrači.

U konačnici, teorija igara dokazala se kao iznimno koristan alat za analizu strategije i odnosa u ekonomiji i drugim društvenim znanostima. Njezin daljnji razvoj i primjena pružit će još veće mogućnosti za produbljivanje razumijevanja interakcija među igračima i donošenje optimiziranih odluka. Stoga, teorija igara ostaje vitalno polje istraživanja i predstavlja dragocjen resurs za proučavanje složenih dinamika suvremenog svijeta.

LITERATURA

1. Von Neumann, J., i Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*.
2. Gambarelli, G. i Owen, G. (2004). *The Coming of Game Theory*. Palgrave Macmillan.
3. A Chronology of Game Theory by Paul Walker September 2012
4. Zalai, E. (2003). The Von Neumann Model and the Early Models of General Equilibrium.
5. Leonard, R. J. (1995). From Parlor Games to Social Science: Von Neumann, Morgenstern, and the Creation of Game Theory 1928-1944. *Journal of Economic Literature*, 33(2), 730-761.
6. Hotz, H. (2006). *A Short Introduction to Game Theory*.
7. Raoof, O., & Al-Raweshidy, H. (2010). *Theory of Games: An Introduction*. Brunel University-West London.
8. Turocy, T. L., & von Stengel, B. (2001). *Game Theory*. Texas A&M University, London School of Economics.
9. Burguillo, J. C. (2018). Self-organizing Coalitions for Managing Complexity
10. Budihal, R. M. (2015). *Game Theory – Nash Equilibrium and Its Applications*.
11. Van Damme, E. (1993). *Game Theory: The Next Stage*.
12. Analysisproject <https://analysisproject.blogspot.com/2013/07/the-game-theory.html> 21.5.2023.
13. Swedberg, R. (2001). *Sociology and Game Theory: Contemporary and Historical Perspectives*. Vol. 30, No. 3 (Jun., 2001). Springer.
14. Başar, T. (2010). *Lecture Notes on Non-Cooperative Game Theory*
15. Aumann, R. (1989). *Game Theory*. In J. Eatwell, M. Milgate, & P. Newman (Eds.), *The New Palgrave* (pp. 8-9). New York: Norton.
16. Brandenburger, A. (2007). *Cooperative Game Theory: Characteristic Functions, Allocations, Marginal Contribution*.
17. Farahani, M. S., i Sheikhmohammady, M. (2014). A review on symmetric games: theory, comparison and applications. *International Journal of Applied Operational Research*, 4(3), 91-106.

18. Bernheim, B. D. (1984). Rationalizable Strategic Behavior. *Econometrica*, 52(4),1007-1028.
19. Gordon, J. (2023). Nash Equilibrium Definition. *The Business Professor*. (4.6. 2023), https://thebusinessprofessor.com/en_US/economic-analysis-monetary-policy/nash-equilibrium-definition
20. "What is the Nash Equilibrium?" (2023). Robinhood Learn. 4.6.2023, <https://learn.robinhood.com/articles/25o0SBfkTNZbk0EOCuIg4L/what-is-the-nash-equilibrium/>
21. "Prisoner's Dilemma". *Policonomics*. 4.6.2023, <https://policonomics.com/lp-game-theory2-prisoners-dilemma/>
22. "Iterated Prisoner's Dilemma Definition", *The Business Professor*. 4.6. 2023, https://thebusinessprofessor.com/en_US/economic-analysis-monetary-policy/iterated-prisoners-dilemma-definition
23. Hristova, E. i ostali. Cooperation in Prisoner's Dilemma Game: Influence of Players' Social Roles. Department of Cognitive Science and Psychology, New Bulgarian University.
24. Geher, G. (2021). *The Prisoner's Dilemma in Everyday Life*.
25. Slantchev, B. L. (2008). *Game Theory: Dominance, Nash Equilibrium, Symmetry*. Department of Political Science, University of California - San Diego.
26. Dominated Strategy InGame Theory, Built In <https://builtin.com/data-science/dominated-strategy-in-game-theory>, 13.6.2023.
27. Shubik, M. (2000). *Game Theory Models and Methods in Political Economy*. Yale University.
28. Amadae, S.M. 2015. *Prisoners of Reason: Game Theory and Neoliberal Political Economy*.
29. Morrow, J.D. (1994). *Game Theory for Political Scientists*.
30. Mansour, A.M.E. (2020). *Game Theory in Political Science and Public Policy: The Case of the Establishment of the United Arab Emirates*.
31. "The Economist" (2011, September 3). *Game Theory in Practice*. *The Economist - Technology Quarterly*, 20.6.2023, <https://www.economist.com/technology-quarterly/2011/09/03/game-theory-in-practice>

32. Khurana, C. (2022). Review of Game Theory Applications in International Trade. *International Journal of English Literature and Social Sciences*, 7(1),
33. Willner-Giwerc, M. (2018). Game Theory and Disarmament: Thinking Beyond the Table. *E-International Relations*. 22.6.2023 <https://www.e-ir.info/2018/12/18/game-theory-and-disarmament-thinking-beyond-the-table/>
34. Plous, S. (1993). The Nuclear Arms Race: Prisoner's Dilemma or Perceptual Dilemma? *Journal of Peace Research*, 30(2), 163-179.

POPIS ILUSTRACIJA

| | |
|---|----|
| Slika 1 - Matrica isplate za simetrične igre 2*2 | 14 |
| Slika 2 - Matrica isplate trgovinskog rata između Australije i Kine | 29 |