

# TEORIJA IGARA TE PRIMJENA U EKONOMIJI

---

Ćirić, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:145:661712>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-10**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Preddiplomski studij Financijski menadžment

Marko Ćirić

## **TEORIJA IGARA TE PRIMJENA U EKONOMIJI**

Završni rad

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku  
Ekonomski fakultet u Osijeku  
Preddiplomski studij Financijski menadžment

Marko Ćirić

## **TEORIJA IGARA TE PRIMJENA U EKONOMIJI**

Završni rad

**Kolegij: Menadžersko odlučivanje**

JMBAG: 0111129544

e-mail: mciric@efos.hr

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivana Bestvina Bukvić

Osijek, 2021.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Economics in Osijek  
Undergraduate Study Financial management

Marko Ćirić

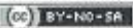
# **GAME THEORY AND APPLICATIONS IN ECONOMICS**

Final paper

Osijek, 2021.

## IZJAVA

### O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni  
(navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studenta/studentice:** Marko Ćirić

**JMBAG:** 0111129544

**OIB:** 28558227092

**e-mail za kontakt:** marko.ciric96@gmail.com

**Naziv studija:** Financijski menadžment

**Naslov rada:** Teorija igara te primjena u ekonomiji

**Mentor/mentorica rada:** Izv. prof. dr. sc. Ivana Bestvina Bukvić

U Osijeku, 14. rujna 2021. godine

Potpis



## **Teorija igara te primjena u ekonomiji**

### **SAŽETAK**

Ovaj rad prikazuje rezultate istraživanja mogućnosti korištenja teorije igara u poslovnoj praksi, što je učinjeno kroz upoznavanje s osnovnim pojmovima i terminologijom koja se koristi u području Teorije igara te prikazanim primjerima s prijedlozima rješenja. Pritom je svrha rada bila istražiti primjenjivost Teorije igara u ekonomskoj praksi. Kroz uvid u nekoliko različitih primjera primjene Teorije igara i njihovih rješenja istražena je mogućnost njezine primjene na konkretne poslovne situacije. Kao rezultat provedene analize zaključeno je da Teorija igara ima brojne mogućnosti primjene u poslovnoj praksi. Naime, primjenom ove teorije dolazi se do rješenja koji svoju podlogu pronalaze u matematičkoj disciplini od koje teorija igara potječe, a omogućavaju pojednostavljivanje naizgled složenih problema prezentirajući ih na razumljiv način, što olakšava donošenje odluka te prikazuje potencijal za njezinu širu primjenu.

**Ključne riječi:** Teorija igara, Nashova ravnoteža, strateški potezi, odlučivanje

## **Game Theory and its Application in Economy**

### **ABSTRACT**

This paper presents the results of research on the possibilities of using game theory in business practice, which was conducted through introduction to the basic concepts and terminology used in the field of Game Theory and examples given with proposed solutions. The purpose of this paper was to investigate the applicability of Game Theory in economic practice. Through the insight into several different examples of the application of Game Theory and their solutions, the possibility of its application to specific business situations was explored. As a result of the conducted analysis, it was concluded that Game Theory has numerous application possibilities in economic practice. The application of this theory leads to solutions that find their basis in the mathematical discipline from which Game Theory originates, enabling the simplification of seemingly complex problems by presenting them in an understandable way, which facilitates decision making and shows the potential for its wider application.

**Keywords:** Game Theory, Nash equilibrium, strategic moves, decision making

# Sadržaj

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Uvod .....</b>                                                      | <b>1</b>  |
| <b>2. Povijest i razvoj teorije igara.....</b>                            | <b>2</b>  |
| <b>3. Pojam teorije igara .....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>4. Terminologija i pravila teorije igara .....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>5. Klasifikacija i vrste igara .....</b>                               | <b>9</b>  |
| 5.1. Sekvencijalne i simultane igre.....                                  | 9         |
| 5.2. Igre s nultom sumom i igre s promjenjivom sumom .....                | 9         |
| 5.3. Jednokratne i iterirane igre .....                                   | 10        |
| 5.4. Igre sa savršenim i nesavršenim informacijama .....                  | 10        |
| 5.5. Kooperativne i nekooperativne igre .....                             | 11        |
| 5.6. Simetrične i asimetrične igre.....                                   | 11        |
| <b>6. Koncepti rješenja igara .....</b>                                   | <b>13</b> |
| 6.1. Nashova ravnoteža .....                                              | 13        |
| 6.2. Igre s višestrukim Nashovim ravnotežama .....                        | 15        |
| 6.3. Zatvorenikova dvojba.....                                            | 17        |
| 6.4. Simultane igre s mješovitim strategijama .....                       | 18        |
| 6.5. Sekvencijalne igre .....                                             | 20        |
| <b>7. Strateški potezi u igri.....</b>                                    | <b>21</b> |
| 7.1. Opredjeljenje .....                                                  | 22        |
| 7.2. Prijetnje i obećanja .....                                           | 22        |
| <b>8. Metodologija rada.....</b>                                          | <b>25</b> |
| <b>9. Istraživanje primjene i značaja teorije igara u ekonomiji .....</b> | <b>26</b> |
| <b>10. Rasprava .....</b>                                                 | <b>33</b> |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| <b>11. Zaključak.....</b>      | <b>35</b> |
| <b>12. Literatura .....</b>    | <b>36</b> |
| <b>13. Popis tablica .....</b> | <b>37</b> |
| <b>14. Popis slika .....</b>   | <b>37</b> |

## 1. Uvod

U ovome radu kroz početna poglavlja dan je prikaz razvoja teoretske podloge teorije igara, kroz definiranje pravila i objašnjenje terminologije teorije igara, prikazan je širok raspon različitih vrsta igara, te koncepti rješenja za neke od njih kako bi se dao uvid u princip njezine primjene u svakodnevnom životu. Također je istražen značaj i načini praktične primjene ove teorije u području ekonomije na primjerima u poslovnom svijetu. U posljednjem poglavlju, donijet će se zaključak o mogućnosti primjene ove discipline u ekonomskom okruženju.

Teorija igara je znanost koja se bavi proučavanjem izbora optimalnih strategija u konfliktnim situacijama između više racionalnih sudionika. Svrha rada je pobliže objasniti pojam teorije igara, njezin razvoj i primjenu u različitim znanstvenim područjima, te proučiti teorijsku podlogu s ciljem stvaranja preduvjeta za razumijevanje i istraživanje načina primjene teorije igara u donošenju poslovnih odluka u praksi, odnosno donijeti zaključak o tome, pronalazi li teorija igara svoje mjesto u ekonomiji. Predmet rada je prikazati načine razmišljanja i poteze racionalnih igrača služeći se znanjem i pravilima teorije igara kako bi postigli željene ishode, uzimajući u obzir i poteze svojih protivnika koji pokušavaju isto. Unatoč prevladavanju strogog matematičkog okvira, teorija igara pruža odgovore i pojednostavljena rješenja i onima koji nisu upoznati sa njezinom problematikom, te se pronalazi u ponekim segmentima svakodnevnog života. Primjena teorije igara u ekonomiji istražiti će se kroz nekoliko primjera kao što je donošenje poslovnih odluka u neprijateljskom preuzimanju poduzeća, bitkama u cjenovnoj konkurenciji, sprječavanju ulaska na tržište, utjecaju na međunarodnom tržištu i drugim. Naposljetku, osnovna ideja rada je sagledati teoriju igara kroz prizmu ekonomske znanosti, pomoću koje bi ekonomisti u svojem poslovnom okruženju strateškog međudjelovanja, mogli procijeniti koje bi poteze trebali poduzeti kako bi optimizirali odluke, ne samo unutar svog poduzeća, nego i individualno u različitim životnim situacijama uz teoriju igara kao jedinstvenog saveznika.

Prilikom izrade ovog rada provedeno je prikupljanje i obrada stručne literature, od kojih su najznačajniji radovi autora Kopal i Korkut (2011; 2014) i to „Uvod u teoriju igara“, te „Teorija igara: praktična primjena u poslovanju“, koje pružaju jednostavniji pregled ove discipline, kao i brojni znanstveni članci.

## 2. Povijest i razvoj teorije igara

Od njezinog formalnog začetka sredinom prošloga stoljeća, nastanak teorije igara omogućio je primjenjivanje matematičke preciznosti pri definiranju strategije potrebne za postizanje maksimalne moguće korisnosti pretpostavljenih ciljeva svih racionalnih sudionika u ekonomskom životu. Ljudi su oduvijek sudjelovali u raznim igrama i različitim oblicima ekonomske razmjene, no tek se u 20. stoljeću pojavljuje eksplicitna matematička veza između njih. „Ovo je spajanje igara i ekonomije, matematičko iscrtavanje stvarnog svijeta izbora i novca izmišljenim područjem šaha i pokera, revolucionaliziralo primjenu matematike u kvantificiranju ljudskog ponašanja.“ (Kopal i Korkut, 2014:22)

Prema (Kopal i Korkut, 2014:24-33) formalni začeci teorije igara pojavljuju se početkom 18. stoljeća kada James Waldegrave, izumitelj igre s kartama Le Her, prvi puta predstavlja formu minimax rješenja mješovite strategije igre za dvije osobe. Obrazložio je svoju verziju kartaške igre na način da pojedini igrač odabire strategiju kojom će umanjiti svoj rizik ili gubitak, međutim mješovitu strategiju nije primjenjivao na ostale igre, jer ona nije uobičajeno pravilo igara na sreću. Početkom 20. stoljeća, započinje ozbiljnije osmišljavanje matematičkih principa strateških igara, a teoriju igara počinju spajati dvije ideje, korisnost i strategije, gdje se najviše ističe rad matematičara Zermela (1913.) koji primjenjuje svoje metode na igri šaha. Zermelov teorem prvi je povezao teoriju igara sa strategijom, jer je kod igara sa savršenim informacijama dokazano postojanje barem jedne sekvencijalne ravnoteže u čistim strategijama, stoga je vjerojatnost svakog poteza 0 ili 1. Zermelo (1913.) je pokušao dokazati da bi bijeli igrač bio u mogućnosti završiti igru s manjim brojem poteza od ukupnih kombinacija na šahovskoj ploči, ukoliko uspije složiti povoljan raspored figura. 8 godina nakon njega, Borel (1921. – 1927.) objavljuje niz radova na temu strateških igara, u kojima matrično prikazuje igru gdje svaki od igrača nastoji osmisliti najbolju strategiju, bez obzira na redoslijed poteza, te je tako Borelov najveći doprinos teoriji igara prva moderna formulacija mješovite strategije i otkriće minimax rješenja za igru s dva igrača s tri ili pet mogućih strategija. John von Neumann (1928.) započinje svoj rad na minimax teoremu i dokazuje ono što Zermelu i Borelu nije uspjelo, a to je da u igrama s nultom sumom za dva igrača postoje jedinstveni skupovi mješovitih strategija koji izjednačavaju isplate koje svaki od igrača postiže neovisno o strategiji drugoga, što znači da minimax teorem maksimalizira dobitak ili minimalizira gubitak koji su posljedica izbora igrača. Von Neumannov (1928.) pronalazak je razrađen u radu koji se naziva „Teorija društvenih igara“, što označava početak revolucije teorije igara u ekonomiji. Veliki doprinos

teoriji igara je dao i ekonomist Morgenstern (1944.), koji je zajedno sa von Neumannom (1944.) stvorio revolucionarno djelo „Teorija igara i ekonomsko ponašanje“. Najvažniji doprinos von Neumanna i Morgensterna je razrada teorije igara s nultom sumom za dva igrača, kooperativne igre sa prenosivom korisnosti, koalicijski oblik igara i stabilni skupovi. Iako su u ideje na kojima se knjiga temelji bile namijenjene isključivo ekonomistima, u nadolazećim godinama nalaze svoju primjenu i u znanostima poput psihologije, sociologije i politologije. Neprocjenjiv doprinos teoriji nekooperativnih igara i teoriji pregovaranja daje John Nash (1950., 1951., 1953.) u svojim objavljenim radovima „*Equilibrium Points in N-Person Games*“ i „*Non-cooperative Games*“ u kojima dokazuje da postoji strateška ravnoteža u nekooperativnim igrama, te je ustanovio program kojim se kooperativne igre proučavaju njihovim reduciranjem na nekooperativni oblik, dok u radovima „*The Bargaining Problem*“ i „*Two-Person Cooperative Games*“ prikazuje aksiomatsku teoriju pregovaranja, te prvi puta prikazuje primjenu Nashova programa i Nashovo rješenje pregovaranja.

Tijekom druge polovice 20. stoljeća niti jedno područje ekonomske analize i matematičkog modeliranja ekonomske pojave nije ostvarilo takav procvat kakav je ostvarila teorija igara, koja je obilježena i dvjema Nobelovim nagradama iz ekonomije koje su primili 1994. godine Harsanyi, Nash Jr. i Selten „za revolucionarnu analizu ravnoteže u teoriji nekooperativnih igara“, te 2005. godine Aumann i Schelling „za unaprjeđenje razumijevanja sukoba i suradnje (kooperacije) primjenom analize teorije igara“. (Kopal i Korkut, 2014:31)

### 3. Pojam teorije igara

Prema Kopal i Korkut (2014) Teorija igara se najčešće i najjednostavnije definira kao znanost o strateškom interaktivnom donošenju odluka, odnosno bavi se proučavanjem strateških interakcija između dva ili više racionalnih igrača koje za rezultat daju različite ishode ovisno o odabiru drugih igrača. Ova teorija, uz svoj strogi matematički okvir, pruža optimalno rješenje za svakog igrača pojedinačno, te optimalna rješenja za sve igrače u primjeru Nashove ravnoteže. „Ako igrači ne uzimaju u obzir akcije ostalih igrača u igri, tada problem ne podliježe analizi teorije igara nego pripada domeni teorije odlučivanja i velika je vjerojatnost da odabrana strategija neće biti optimalna. Bez obzira na termin „igra“, osnovni cilj teorije igara nije pobijediti nego pronaći optimalnu strategiju kojom će se maksimalizirati korisnost.“ (Kopal i Korkut, 2014:17) Nadalje, Kopal i Korkut (2014) navode da se teorija igara se u širem smislu može podijeliti na igre vještine, igre na sreću i strateške igre, od kojih se strateške smatraju teorijom igara u užem smislu. Igre vještine karakteriziraju se kao igre s jednim igračem koji potpuno kontrolira sve ishode kao na primjer polaganje ispita ili rješavanje križaljke, dok su igre na sreću igre protiv prirode s jednim igračem, ali igrač nema potpunu kontrolu nad ishodima, odnosno ishodi u ovom tipu igre jednim dijelom ovise o izborima igrača, a drugim dijelom o prirodi. Igre na sreću mogu se podijeliti na igre s rizikom i igre s nesigurnošću, gdje u igrama s rizikom igrač zna vjerojatnost mogućeg uspjeha svake od svojih strategija, a u igrama koje uključuju nesigurnost igraču nisu poznati ishodi ni vjerojatnosti pojedinih ishoda, te se za rješavanje ovog tipa igara koriste maximax, maximin i minimax principi. Maximax-princip predlaže igraču odabir strategije koja mu donosi najveću isplatu, čak i kad je samo malo bolja od iduće najbolje strategije, te je karakterizira sklonost prema riziku. Maximin-princip ili Waldov princip je pesimističan pristup koji predlaže igraču odabir najbolje od najlošijih strategija, te ignorira veličinu potencijalnog dobitka radi izbjegavanja rizika. Minimax ili Savageov princip temelji se na kriteriju žaljenja čiji je pristup donošenja odluka u uvjetima nesigurnosti izračun oportunitetnog troška svake opcije, pri kojem donositelj odluke odabire onu opciju koja minimalizira maksimalno žaljenje ili gubitak. Teorija igara u užem smislu bavi se proučavanjem strateških igara koje će se detaljnije obraditi i klasificirati u daljnjim poglavljima. Strateške igre uključuju minimalno dva igrača u kojima svaki od njih ima djelomičnu kontrolu nad ishodima, isključujući pri tome prirodu, te se ogleda u postojanju značajnih interakcija među igračima. Strateške igre mogu se sagledati kroz ispitivanje interakcija protivnika u tri različita scenarija: suradnje, konflikta i konflikta/suradnje.

„Strateške igre u kojima se interesi dvaju ili više igrača podudaraju nazivaju se kooperativne strateške igre. Igre u kojima su interesi igrača konfliktni (drugim riječima, striktno kompetitivne igre) nazivaju se igre s nultom sumom zbog toga što je zbroj isplata uvijek nula ili neka druga konstanta. Igre u kojima interesi igrača nisu potpuno podudarni ni potpuno konfliktni nazivamo strateške igre mješovitih motiva.“ (Kopal i Korkut, 2014:16-17)

Teorija igara nalazi svoju korisnost, ne samo u objašnjenju ishoda prošlih strateških interakcija, nego predviđa ishode i savjetuje igrače u budućim interakcijama, te predstavlja moćan alat, kako za osmišljavanje optimalne poslovne strategije, tako i omogućava donositelju odluka da izoštri svoj način razmišljanja općenito u životu. (Kopal i Korkut, 2014:17-21)

## 4. Terminologija i pravila teorije igara

Pitanja koja pružaju odgovor po čemu se u teoriji igara igra razlikuje od ne-igre su: može li izbor akcije i ishod biti nedvosmisleno definiran, mogu li posljedice nastale kao rezultat odluke igrača biti precizno definirane, te imaju li igrači jasno definirana opredjeljenja među ishodima s obzirom da su oni biratelji akcije. Tako se igra smatra strateškom međuovisnošću igrača, čija plaćanja ovise o izboru pojedinca i njegovih protivnika, te se tako teorija igara bavi situacijama odlučivanja koja ima nekoliko glavnih pravila, među kojima je prvo da moraju sudjelovati barem dva igrača. Zatim, igra započinje tako da igrači odabiru jedan od mnogobrojnih poteza, nakon čega odabirom dolazi do određene situacije koja dalje određuje tko treba napraviti sljedeći potez te koje mogućnosti ima pojedini igrač. Odabiri igrača mogu ili ne moraju biti poznati ostalima. Jedna od mnogih igara u kojoj su svi izbori poznati svim igračima je šah. To je igra sa potpunim informacijama, dok su većina kartaških igara igre sa nepotpunim informacijama jer je dijeljenje karata takvo da igrači ne znaju s kojim kartama raspolažu. Tu dolazi do pojma slučajnosti, s obzirom da se karte na početku dijele biranjem između svih mogućih uređenja te je takva akcija nepoznata. Nadalje, opis svake igre nalaže da postoji i pravilo završetka koje završava određenom situacijom koja definira isplate za sudionike. U ovakvom opisu, gdje igrač svjesno upravlja svojim odabirima i čini isplate, može ga se nazvati pravim igračem „*bona fide*“. (Fabac, 2020:177-178) U teoriji igara moraju postojati barem dva prava igrača, a igre u kojima postoji samo jedan pravi igrač, često se nazivaju „igrama protiv prirode“, koje karakterizira donošenje odluka pri postojanju vanjske neizvjesnosti. Promatrano iz matematičkog stajališta teorije igara, ispunjavanje svih ovih kriterija omogućava da se određena interakcija naziva igrom. (Kopal i Korkut, 2014:98)

Među osnovne pojmove teorije igara svrstava se strategija, pravila igre, korisnost i isplata. Strategija je pojam koji označava moguću akciju ili potez igrača, odnosno ona predstavlja plan za igranje igre. Glede pravila igre, teorija igara se bavi njima samo onoliko koliko ona pomažu u biranju akcija i ishoda. Kada se jednom utvrde akcije i ishodi, odnosno isplate igre budu određene, tada pravila više nisu relevantna. U terminu korisnosti mjere se matrična plaćanja koja predstavljaju nagradu ili kaznu u igri. Pretpostavka teorije korisnosti jest ta da se uvijek odabire alternativa za koju je očekivani iznos maksimalan, te se tada može i predviđati izbor donositelja odluke. Funkcija korisnosti označava pravilo gdje se dodjeljuje iznos korisnosti svakoj od mogućih alternativnih posljedica, ishoda igre, pritom uvažavajući preferencije

donositelja odluka. U teoriji korisnosti donositelji odluka se razlikuju u odnosu prema riziku te tako postoje izbjegavatelji rizika, neutralni i oni koji su skloni rizicima. (Fabac, 2020:178-179)

Kopal i Korkut (2014) navode da je važno je definirati osnovne pojmove teorije igara, s obzirom da je terminologija ključna za učinkovitu analizu. Tako riječ „igra“ predstavlja strateške interakcije koje su ograničene akcijama koje igrači poduzimaju i limitirane njihovim interesima, ali ne određuje akcije koje poduzimaju. Igra je definirana svim potezima do određene granice koji vode prema određenom ishodu. Osnovni dijelovi svake igre su njezini igrači, odnosno donositelji odluka. Svaka igra nužno mora sadržavati minimalno dva igrača, a u slučajevima kada ih je više i priroda može biti jedan od njih. U tom slučaju, njezini potezi smatraju se nepristranima te su oni sukladno zakonima prirode kao npr. sreća i slučajnosti, pa se priroda ne računa kao „pravi“ igrač. Nadalje, prema Kopal i Korkut (2014) svaka akcija, koju igrač poduzme naziva se potez, te oni mogu biti posljedica izbora ili slučajnosti. Drugim riječima potez je način prema kojem igra napreduje. Zatim se dolazi do pojma strategije koja za razliku od poteza predstavlja vrlo specifičan slijed akcija. Strategija označava unaprijed definirani odabir za svaki mogući scenarij koji se može pojaviti. Kod strategija razlikujemo dvije osnovne vrste, odnosno čiste i mješovite strategije. U čistim strategijama u potpunosti su određeni specifični potezi koje igrači povlače u svakoj od mogućih okolnosti, a mješovitu strategiju karakteriziraju mogući potezi i raspodjela vjerojatnosti, te se stoga definira kao mješavina čistih strategija određena slučajnim odabirom. Igrač izabire mješovitu strategiju u situaciji kada mu nije bitno koju će od čistih strategija odabrati ili ako želi protivnika držati u neizvjesnosti. Kada se govori o ishodima, igrači na raspolaganju moraju imati više izbora, jer ukoliko postoji samo jedan, tada ne postoji strategija, te se ishodi igara ne mogu promijeniti. Kopal i Korkut (2014) navode da je ishod posljedica svih strateških izbora koje igrači donose, što znači da imaju stalne afinitete prema alternativama koje su ponuđene. Kod isplata, svaki od igrača služi se numeričkom ljestvicom pomoću koje se uspoređuju svi mogući ishodi koji se podudaraju sa svakom mogućom kombinacijom izbora strategije svih igrača. Isplata je brojka dodijeljena svakom mogućem ishodu te se veći iznos isplate povezuje s ishodom koji je bolji u odnosu na igračev sustav vrednovanja, što znači da se isplatama mjeri uspješnost igrača u nekom mogućem ishodu. Svaki je igrač motiviran maksimalizacijom svojih isplata i tu dolazi do pojma racionalnosti. Igrač se smatra racionalnim ukoliko su njegovi ciljevi iz mogućih ishoda ispravno definirani, te za njihovo postizanje nastoji primijeniti najbolju moguću strategiju. Racionalnost ima dva vrlo bitna elementa, a to su kompletno znanje o vlastitim interesima i savršeni proračun akcija koje će na najbolji način ispuniti te interese. Pravila igre

sadrže detaljne informacije o igračima, njihovom znanju u igri, akcijama i isplatama, kako ponašanje jednoga utječe na isplatu drugoga, te takva pravila predstavljaju opće znanje. Informacija je opće znanje ako je poznata svim igračima, te je vrlo bitno da svaki igrač zna da svi igrači znaju za određenu informaciju. Informacijska struktura igre služi za prikaz toga da svaki od igrača zna koje su informacije kojem igraču poznate u početku igre i tijekom svakog od njihovih poteza. Jedan od takvih primjera je šah, gdje svaki igrač zna kakva je trenutna situacija te koji potezi dovode do određene situacije. U većini drugih igara igrači imaju ograničene informacije koje su važne za njihove akcije pa odabir njihovih strategija ovisi o vrsti informacija s kojima raspolažu. Ravnoteža je pažljivo kombiniranje strategije igrača koja daje najbolji odgovor na strategiju drugih igrača u igri, ali ravnotežna strategija ne znači nužno da uvijek mora biti dobar ishod. (Kopal i Korkut, 2014:98-103)

Sve navedeno, zajedno predstavlja raščlambu osnovnih pojmova i terminologiju strukture igara, ključnu za učinkovitu analizu.

## **5. Klasifikacija i vrste igara**

Strateške igre imaju različita obilježja s obzirom da se javljaju u mnogobrojnim kontekstima, stoga će se u ovom poglavlju detaljnije razraditi klasifikacija igara. Postoji nekoliko ključnih pitanja prema kojima se igre mogu klasificirati, kao npr. jesu li potezi sekvencijalni ili simultani, posjeduju li igrači jednake informacije, ponavljaju li se igre ili se igraju iz jednog pokušaja, jesu li interesi igrača konfliktni ili zajednički i slično. (Kopal i Korkut, 2014:106)

### **5.1. Sekvencijalne i simultane igre**

Prema Kopal i Korkut (2014) razlika između sekvencijalnih i simultanih igara zahtijeva različite analitičke pristupe. U sekvencijalnim igrama igrači razmjenjuju poteze slijedno, odnosno jedan iza drugoga, što im omogućuje da analiziraju strategiju igrača. Igrač povlači prvi potez a drugi igrači ga mogu vidjeti i analizirati vlastite buduće posljedice, te u skladu s time i odgovoriti na prvi potez. U takvim situacijama postavlja se pitanje kada postoji prednost da igrač bude prvi na potezu a kada drugi, međutim to ovisi o opredjeljenju i fleksibilnosti u igri. Primjer toga je ekonomska igra konkurentnosti na tržištu između dvije tvrtke, gdje tvrtka koja je prva na potezu, svojim akcijama može natjerati drugu da odustane od ulaska na tržište. Zatim, postoji prednost drugog igrača koji se može objasniti primjerom političke kampanje, gdje kandidat koji je drugi na potezu ima mogućnost sa boljom reakcijom i osmišljavanjem svoje kampanje napasti igrača i ostvariti prednost u odnosu na onoga koji je povukao prvi potez. Simultane igre samim svojim nazivom govore da igrači povlače poteze istovremeno. U takvim igrama svaki igrač treba razmišljati što njegov protivnik radi u svakom trenutku, ali mora biti svjestan da i njegov protivnik jednako razmišlja. Najvažnija razlika između te dvije vrste igara je ta da je u sekvencijalnim igrama prvi potez poznat drugom igraču prije negoli on donese vlastitu odluku.

### **5.2. Igre s nultom sumom i igre s promjenjivom sumom**

Igre s nultom sumom karakteriziramo po tome što su interesi igrača u potpunosti konfliktni, odnosno dobitak jednoga igrača je gubitak drugoga. Svojstvu nulte sume u igri pridružujemo termin Pareto-optimalan, kojim se označava situacija u kojoj nije moguće poboljšati isplate

jednog igrača bez da se smanji isplata drugoga. Najpoznatije igre s nultom sumom su šah, križić-kružić i kamen-škare-papir. Igre s promjenjivom sumom čine većinu ekonomskih i socijalnih igara koje sadrže i elemente sukoba i suradnje jer ukoliko igrači ne riješe određeni konflikt ili postignu dogovor, znaju da bi krajnji ishod mogao biti nepovoljan za obje strane. U takvoj vrsti igara ne postoji jedna univerzalna strategija te igrači imaju suprotne interese jednako kao i interes za suradnju. Igra s promjenjivom sumom najbolje prikazuje stvarne probleme te jedna od najpoznatijih je Zatvorenikova dvojba koja će se detaljnije prikazati u slijedećem poglavlju. (Kopal i Korkut, 2014:109)

### **5.3. Jednokratne i iterirane igre**

Jednokratnim igrama se nazivaju igre koje isti igrači igraju samo jednom. U takvim igrama je karakteristično to da igrači nemaju puno informacija jedni o drugima, o prioritetima ili slabostima koje bi mogli iskoristiti, te iznenađenje može biti važna značajka u jednokratnoj igri. Nasuprot tome, iterirane igre su igre koje isti igrači igraju više od jednoga puta te se takva igra sastoji od nekoliko ponavljanja temeljne igre. U iteriranim igrama, pravila igre ostaju nepromijenjena, igrači donose iste odluke u istom okruženja, te temeljna ideja takvih igara je da pri odabiru strategije igrači moraju imati u vidu učinak njihove sadašnje akcije na buduće akcije drugih igrača. Iterirane igre se dijele na konačne i beskonačne, što ovisi o tome igraju li se konačni ili beskonačni broj puta. (Kopal i Korkut, 2014:110-111)

### **5.4. Igre sa savršenim i nesavršenim informacijama**

Kao što je u prethodnim poglavljima spomenuto, u pojedinim igrama svaki igrač zna kakva je trenutna situacija i koji su potezi doveli do određene situacije, a u mnogim drugim igrama takva informiranost igračima je ograničena. Vrste takvih ograničenja su eksterna i strateška nesigurnost. Eksterna nesigurnost je nesigurnost igrača, odnosno interne relevantne varijable, dok strateška nesigurnost znači da igrač koji je trenutno na potezu, nije siguran koje je poteze povukao njegov protivnik. Igra sa savršenim informacijama je ona u kojoj ne postoji niti jedna od navedenih nesigurnosti, što znači da je informacija savršena ukoliko svaki igrač zna protiv koga igra i gdje se nalazi u igri, a ukoliko to nije slučaj, radi se o igri sa nesavršenim informacijama. Kada igrači nisu potpuno sigurni u isplate ili strategije drugih igrača, koristi se

naziv asimetrične informacije. Jedan od takvih primjera je asimetrično znanje o karakteristikama igrača kod zapošljavanja, gdje zaposlenik zna više o svojim sposobnostima od potencijalnog poslodavca. Takva vrsta informacije je važan dio igre i strategije jer igrači pokušavaju prikriti ili otkriti svoje informacije, kao na primjer, svom protivniku igrač će pokušati sakriti loše informacije koje bi mu mogle naštetiti a otkriti će one koje djeluju u njegovu korist. Međutim, postoje razne vrste strategija kao signaliziranje i provjeravanje, koje protivnici mogu koristiti ukoliko prepoznaju pokušaj prikrivanja informacija igrača. (Kopal i Korkut, 2014:118-119)

### **5.5. Kooperativne i nekooperativne igre**

Teorija igara se može se razvrstati u dvije grane, odnosno kooperativne i nekooperativne vrste igara. Igre u kojima je moguće primijeniti sporazume i dogovore nazivaju se kooperativne odnosno koalicijske igre, a igre u kojima se sudionicima dopušta djelovanje prema vlastitom interesu i gdje sporazum nije moguć, nazivaju se nekooperativne, odnosno strateške igre. Teorija nekooperativnih igara određuje strategije neke interakcije, a to su sudionici strateške interakcije, isplate igrača, te pitanje koji igrač može učiniti što i kada, dok teorija kooperativnih igara ne određuje stratešku strukturu nego samo sudionike interakcije i zajedničku vrijednost koju stvaraju svi podskupovi igrača u igri. Kooperativne igre mogu se podijeliti na igre s prenosivom i igre s neprenosivom korisnošću. Korisnost je prenosiva ako jedan igrač može dio svoje korisnosti prenijeti na drugog igrača, bez gubitaka. Prenosiva korisnost je moguća samo za koalicije igrača što znači da članovi koalicije uživaju jednaku ukupnu korisnost. U igrama sa neprenosivom korisnošću je nemoguće utvrditi što jedna koalicija igrača može postići sa određenim iznosom. (Kopal i Korkut, 2014:121-123)

### **5.6. Simetrične i asimetrične igre**

Ono što karakterizira simetrične igre je to da se identiteti igrača mogu mijenjati a da se ne promijene njihove isplate, odnosno da isplate za određene strategije ovise isključivo o drugim primijenjenim strategijama, a ne o tome tko ih je primijenio. Te igre nazivaju se još i kardinalno simetrične igre, te su u njima isplate jednog igrača prikazane kao transponirana matrica isplata drugog igrača. Ordinalno-simetrične igre simetrične su prema ordinalnoj strukturi odnosno

rangu iznosa isplata svake kombinacije strategija prema istom redu. Zatim razlikujemo i kvantitativno simetrične igre koje su simetrične isključivo prema točnoj vrijednosti isplate. Standardni prikazi koji pripadaju kategoriji simetričnih igara su igre poput Zatvorenikove dileme, Kukavice, i Borbe spolova. Svaka simetrična igra ima simetričnu Nashovu ravnotežu u mješovitim strategijama, dok u čistim strategijama svaka takva igra može imati Nashovu ravnotežu koja nije nužno simetrična. (Kopal i Korkut, 2014:130-131)

## 6. Koncepti rješenja igara

Postoji razlika između rješenja za simultane i sekvencijalne igre. U simultanim igrama igrači ne posjeduju informaciju o potezima njihovih protivnika upravo zbog toga što se potezi povlače istovremeno ili igrači svoje poteze povlače izolirani jedni od drugih i ne znaju što je njihov protivnik odigrao. Zbog toga se sve simultane igre ujedno nazivaju i igrama s nesavršenim informacijama. Kod sekvencijalnih igara, igrači poteze povlače zadanim redoslijedom. Sekvencijalni potezi se uglavnom pronalaze u primjerima tvrtki koje razmatraju ulazak na monopolno tržište ili kod ponude i protuponude prodavatelja i kupca na tržištu nekretnina. U čistim simultanim igrama neki igrač može imati jedan potez, iako taj potez može imati više dijelova te stoga sadrži elemente sekvencijalnosti upravo zbog višekratne mogućnosti djelovanja igrača, te zato u sekvencijalnim igrama ne postoji stvarna razlika između strategije i akcije. Također, postoje i probabilističke odnosno mješovite strategije koje su odabir temeljnih unaprijed utvrđenih akcija. Simultane igre prikazuju se matricama te se takav tip formalnog modela prikaza naziva normalnim ili strateškim oblikom igre. Model se sastoji od tri elementa: popis sudionika ili igrača, popis strategija za svakog igrača i popis isplata za svaku kombinaciju strategija. (Kopal i Korkut, 2014:139-140)

### 6.1. Nashova ravnoteža

Kako bi se igre sa simultanim potezima mogle analizirati potrebno je promotriti kako igrači odabiru svoje strategije, što vodi do pojma Nashove ravnoteže. Nashova ravnoteža se može definirati kao ishod igre u kojoj svaki igrač izabire strategiju koja mu omogućava vlastitu maksimalnu isplatu. (Fabac, 2020:187) Primjena Nashove ravnoteže može se prikazati na primjeru igre duopola, gdje su igrači Tvrtka 1 i Tvrtka 2 kojima su raspoložive strategije niskog i visokog *outputa*. Tablica 1. prikazuje matricu isplate u igri duopola za Tvrtku 1 i Tvrtku 2.

Tablica 1. Matrica isplata za tvrtke u igri duopola

|          |              | Tvrtka 2     |              |
|----------|--------------|--------------|--------------|
|          |              | Nizak output | Visok output |
| Tvrtka 1 | Nizak output | 6      6     | 1      10    |
|          | Visok output | 10      1    | 3      3     |

Izvor: obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:143)

U ovoj igri tvrtke mogu postići tajni dogovor te odabirom niskog *outputa* zadržati visoke cijene, isto tako svaka tvrtka može se odlučiti i za visoki *output* te će tada preferirati da druga tvrtka proizvodi nizak *output* jer time zadržava visoke cijene uz visoki *output* (kako je prikazano u Tablici 1.)

„Moguće strategije Tvrtke 1 su sljedeće:

- Ako Tvrtka 2 igra nizak *output*, i Tvrtka 1 treba odigrati visok *output* (isplata Tvrtke 1 za visok *output* je 10 naspram 6 za nizak *output*).
- Ako Tvrtka 2 odigra visok *output*, i Tvrtka 1 treba odigrati visok *output* (Tvrtka 1 imat će isplatu od 3 ako odigra visok *output* naspram 1 ako odigra nizak *output*).

Moguće strategije Tvrtke 2 su sljedeće:

- Ako Tvrtka 1 odigra nizak *output*, bolja je strategija za Tvrtku 2 odigrati visok *output* (isplata koju će dobiti tom strategijom, jest 10 naspram 6 koju bi imala za nizak *output*).
- Ako Tvrtka 1 odigra visok *output*, povoljnija strategija za Tvrtku 2 bila bi visok *output* (za tu strategiju isplata iznosi 3 naspram 1 za nizak *output*).“ (Kopal i Korkut, 2014:143-144)

Stoga, bez obzira na to koji potez odigra Tvrtka 2, najbolje rješenje Tvrtke 1 je visok *output*, isto tako, za Tvrtku 2 najbolje je rješenje visok *output* bez obzira na to što odabere Tvrtka 2, što znači da strategija s isplatama (3, 3) predstavlja najbolji odgovor za oba igrača na odabir drugoga. Temeljem ovoga primjera može se zaključiti da je najbolja strategija ona koja će donijeti igraču najveću isplatu uzimajući u obzir strateške izbore drugih igrača. Stoga, Nashova ravnoteža je kombinacija strategija za svakog igrača, koje predstavljaju najbolje odgovore na strategije protivnika. Nashova ravnoteža ne znači nužno najbolju kumulativnu isplatu za svakog igrača, kao što je prethodno navedeno, igrači su se mogli dogovoriti da oba odaberu nizak *output* koji nije u Nashovoj ravnoteži, te povećaju svoje isplate sa (3, 3) na (6, 6), međutim, tada bi moglo doći do promjene strategije jednog igrača, što bi prisililo i drugog

igrača da se prilagodi toj strategiji. Pomoću Nashove ravnoteže mogu se analizirati mnoge konfliktne situacije kao što su Zatvorenikova dvojba i Igra kukavice, zatim primjenu nalazi i u situacijama suradnje među ljudima s različitim preferencijama kao Borba spolova, te se primjenjuje u analizama vezanim uz usvajanje tehničkih standarda, paniku ulagača ili krize na deviznim tržištima. Unatoč svim svojim koristima, u Nashovoj ravnoteži postoje i određeni nedostaci, a jedan od najvećih nedostataka je taj da se ravnoteža može temeljiti na prijetnjama koje nisu uvjerljive. Selten (1965.) predlaže koncept savršene ravnoteže podigre kojim se eliminira ravnoteža temeljena na neuvjerljivim prijetnjama, međutim bilo koji pročišćeni koncept teži prema ključnoj ideji Nashovog koncepta, te svi imaju isti cilj a to je analiza odabira igrača, prema odlukama drugih igrača. Postoji i situacija da Nashova ravnoteža nije Pareto-optimalna, što označava da se odabirom drugih strategija isplate igrača mogu poboljšati. Pareto optimalan ishod postoji kada nema nijednog drugog ishoda koji je barem jednako dobar za oba igrača te znatno bolji za jednoga od igrača. (Kopal i Korkut, 2014:144-146) Nekoliko osnovnih uvjeta koji jamče igranje Nashove ravnoteže su (Kopal i Korkut, 2014:146-147):

- igrači su nepogrješivi u provedbi te daju svoj maksimum kako bi maksimalizirali isplate u igri,
- mogu izvoditi zaključke o rješenju,
- znaju planirane ravnotežne strategije drugih igrača, znaju da odstupanje od vlastite strategije neće uzrokovati odstupanja drugih igrača,
- moraju znati da svi zadovoljavaju te uvjete te da svi znaju da ih zadovoljavaju.

U svakoj simultanoj igri može biti jedna, više od jedne ili nijedna Nashova ravnoteža te postoji nekoliko načina njezinog pronalaska: sukcesivna ili iterirana eliminacija dominiranih strategija, enumeracija ili prebrojavanje, analiza najboljeg odgovora i minimax-metoda. (Kopal i Korkut, 2014:146-147)

## **6.2. Igre s višestrukim Nashovim ravnotežama**

Prema Kopal i Korkut (2014) zajednički termin kojim se obuhvaćaju igre s višestrukim Nashovim ravnotežama u čistim strategijama naziva se igra koordinacije. Ove igre karakterizira to što je simetrična igra s dva igrača i s po dvije strategije za svakog igrača koji imaju neke zajedničke interese, ali djeluju samostalno što dovodi do problematike koordinacije

međusobnih akcija kako bi postigli ishod poželjan za oba igrača ili izbjegli obostrano negativan ishod. Tablica 2. prikazuje isplate između dva igrača u primjeru igre koordinacije.

Tablica 2. Matrica isplata u igri koordinacije

|         |              | Igrač 2      |   |              |   |
|---------|--------------|--------------|---|--------------|---|
|         |              | Strategija A |   | Strategija B |   |
| Igrač 1 | Strategija A | 4            | 4 | 1            | 3 |
|         | Strategija B | 3            | 1 | 3            | 3 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:159)

Iz matrice (Tablica 2.) je vidljivo kako je najveća isplata (4, 4) postignuta ako oba igrača odaberu strategiju A, ali prisutna je i druga Nashova ravnoteža ako oba igrača odaberu strategiju B (3, 3). Iako je isplata u strategiji B manja, za nijednog igrača jednostrana promjena strategije nema smisla jer bi im se time isplata još više smanjila s 3 na 1. Igre gdje oba igrača preferiraju istu Nashovu ravnotežu nazivamo igre čiste koordinacije. U ovoj igri oba igrača žele postići jednu od ravnoteža, a s obzirom da su isplate za njih iste, nije važno koju će ravnotežu postići, važno je da koordinirano odaberu istu strategiju. Da bi to uspješno napravili potrebno je koordinirati svoja očekivanja o međusobnim akcijama u danim okolnostima, što nazivamo fokalnom točkom. „Fokalna točka je konfiguracija strategija igrača u igri koja nastaje kao posljedica međusobnog približavanja očekivanja igrača.“ (Kopal i Korkut, 2014:161)

Igra koordinacije jednostavno se može prikazati kroz primjer igre zvane Borba spolova. Igra je postavljena tako da dvoje supružnika dogovaraju večernji izlazak, te biraju između odlaska na balet ili odlaska na boksački meč. Dok svatko od njih ima svoju preferenciju, oboje će radije otići zajedno na jedan od događaja, te se postavlja pitanje za koji će se ishod odlučiti. Tablica 3. prikazuje isplate supružnika na primjeru igre Borba spolova.

Tablica 3. Matrica isplata u igri Borba spolova

|        |       | Supruga |   |       |   |
|--------|-------|---------|---|-------|---|
|        |       | Boks    |   | Balet |   |
| Suprug | Boks  | 3       | 2 | 1     | 1 |
|        | Balet | 1       | 1 | 2     | 3 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:167)

Matrica (Tablica 3.) je postavljena na način da red predstavlja odabir suprug, a stupac odabir supruge, te je vidljivo da postoje dvije Nashove ravnoteže što znači ako suprug odabere boks, za suprugu je najbolja opcija da učini isto, i obratno, a najgori mogući ishod je to da oboje odaberu različite poteze. Kako u ovakvim igrama ne postoji jasan odgovor, nemogućnost koordinacije česta je pojava. Isplate igrača u obje Nashove ravnoteže su asimetrične (3, 2 ili 2, 3) što dovodi njihove preferencije u sukob, pa je potrebno pronaći način kako donijeti konačnu odluku. Jedna od mogućnosti je takozvana prednost prvog igrača, odnosno da jedan od igrača prvi napravi potez kojim će ograničiti alternative drugoga kao na primjer kupnja ulaznica za balet unaprijed, međutim ako se igra ponavlja, ravnoteža se može postići dogovorom da jedan izlazak bude po želji jednog igrača, a drugi po želji drugog igrača. (Kopal i Korkut, 2014:167-168)

### **6.3. Zatvorenikova dvojba**

„Zatvorenikova dvojba (*Prisoner's Dilemma*) najpoznatiji je termin i temeljni problem teorije igara, koji prikazuje situaciju u kojoj je suradnja između dva igrača nemoguća čak i kada je u njihovom interesu da suradnja bude ostvarena.“ (Kopal i Korkut, 2014:170) Ova igra prvi puta se pojavljuje 1952. godine u istraživanju koje su proveli Flood (1952.) i Dresher (1961.), međutim za njezino ime i strukturu po kojoj je postavljena zaslužan je Tucker (1950.). Zatvorenikova dvojba je situacija u kojoj se dva osumnjičenika nalazi na ispitivanju za sudjelovanje u kaznenom djelu, ali ne postoji dovoljno dokaza da se bilo koji od njih optuži. Osumnjičenici ne mogu međusobno komunicirati te ne znaju kako se odvija ispitivanje drugoga zbog čega se igra može promatrati kao igra sa simultanim potezima. Dvije opcije koje imaju na raspolaganju su priznavanje krivnje ili poricanje sudjelovanja u zločinu. Ako niti jedan od njih ne prihvati krivnju za zločin, policija nema dovoljno dokaza da ih zatvori, ali obojica mogu biti lakše kažnjeni, dok u slučaju priznavanja jednog od osumnjičenika, obojica mogu biti optuženi, međutim onaj koji je priznao biti će nagrađen blažom kaznom. Tablica 4. prikazuje isplate oba osumnjičenika u Zatvorenikovoj dvojbi.

Tablica 4. Matrica isplata u Zatvorenikovoj dvojbi

|                |          | Osumnjičenik 2 |            |
|----------------|----------|----------------|------------|
|                |          | Poreći         | Priznati   |
| Osumnjičenik 1 | Poreći   | -1      -1     | -10      0 |
|                | Priznati | 0      -10     | -5      -5 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:171)

Prema tome, iz ove matrice (Tablica 4.) je vidljivo kako će u slučaju priznavanja jednog od osumnjičenika on biti pušten na slobodu, a drugome će biti izrečena kazna zatvora u trajanju od 10 godina. U slučaju da se oba odluče za istu strategiju poricanja ili priznavanja, kaznit će ih se s jednom odnosno pet godina zatvora. Uz pretpostavku da su igrači racionalni, jasno je da će svaki igrač nastojati minimalizirati vlastitu kaznu kako je riječ o igri s promjenjivom sumom, stoga je za oba igrača najbolji izbor priznati u nadi da će oni biti slobodni. Donošenjem racionalne odluke koja je u najboljem interesu svakog od igrača pojedinačno kao posljedicu će imati lošiju isplatu, odnosno služenje kazne od 5 godina, nego da su obojica odabrala poreći i smanjiti kaznu protivnika pod cijenu vlastitog služenja kazne od 1 godinu. Ova situacija također prikazuje kako Nashova ravnoteža ne mora biti Pareto-optimalna u igrama s promjenjivom sumom. (Kopal i Korkut, 2014:170-173)

#### 6.4. Simultane igre s mješovitim strategijama

Prema Kopal i Korkut (2014) Nashova ravnoteža mješovitih strategija je koncept rješenja koji opisuje nasumični odabir između čistih raspoloživih strategija, služeći se mješovitim strategijama. Primjer primjene mješovite strategije može biti carinski pregled tijekom prelaska granice jer zbog nedovoljnog broja carinskih službenika, carinici nasumično biraju koja će vozila pregledati. Mješovite strategije nisu uvijek poželjne, osobito u situacijama kada nijedan igrač nema dominantnu strategiju, ali su vrlo korisne u igrama s nultom sumom, gdje je poželjno biti nepredvidljiv i držati protivnike u neizvjesnosti. Najčešći primjeri igara s nultom sumom odnose se na sportska natjecanja ili vojne sukobe. Primjerice teniski meč, u kojemu prvi igrač mora odlučiti na koju stranu će odigrati svoj udarac i želi primijeniti strategiju da odigra željeni udarac tako da drugi igrač ne bude u mogućnosti odgovoriti na njega. Za to vrijeme drugi igrač želi pokriti stranu na koju će prvi igrač usmjeriti lopticu, a u interesu oba

igrača je da djeluju nasumično i pritom se međusobno drže u neizvjesnosti, odnosno služe se mješovitim strategijama. U ovoj igri svaki od igrača prvo odabire između čistih strategija, odnosno na koju stranu će udariti lopticu, a nasumična kombinacija čistih strategija rezultira mješovitom strategijom. „U igrama s nultom sumom vjerojatnost ravnotežne mješavine svakog igrača takva je da odražava indiferentnost igrača spram toga koju će od svojih čistih strategija odabrati njegov protivnik.“ (Kopal i Korkut, 2014:187) Ako protivnik uoči neku korist od odabira određene čiste strategije, to ide na štetu drugoga igrača, te zbog toga u igrama s nultom sumom igrači sprječavaju protivnika da predvidi njihove poteze, namjernim miješanjem svojih poteza.

Igre s promjenjivom sumom također imaju vjerojatnost ravnotežne mješavine koja odražava indiferentnost protivnika, ali indiferentnost protivnika ovdje igračima ne znači mnogo te su takve ravnoteže često nestabilne. Simultane igre s promjenjivom sumom karakterizira to da se mješovite strategije javljaju kada igrač nije siguran u strategiju svojeg protivnika, pa ga ta nesigurnost učini nesigurnim i u vlastiti odabir. Jedan od takvih primjera je Igra kukavice (Tablica 5.).

Tablica 5. Matrica isplata igrača u Igru kukavice

|         |         | Igrač 2  |            |
|---------|---------|----------|------------|
|         |         | Popušta  | Ustraje    |
| Igrač 1 | Popušta | 1      1 | 0      2   |
|         | Ustraje | 2      0 | -3      -3 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:191)

U ovoj igri prikazanoj u Tablici 5. dva igrača trebaju odlučiti hoće li izazvati protivnika na borbu ili će popustiti, uzevši u obzir da se niti jedan ne želi boriti, međutim najgora opcija za obojicu je da popuste i da budu proglašeni kukavicom. U ovoj igri postoje dvije Nashove ravnoteže u čistim strategijama, te je u ovakvim igrama specifično to da igrači preferiraju različite Nashove ravnoteže. Prvi igrač preferira onu ravnotežu u kojemu drugi igrač popušta i obratno. U ovim okolnostima, gdje postaje teško koordinirati strateške odabire, jedno od rješenja može biti odabir mješovitih strategija. Ako se protivnik služi mješovitom strategijom, isplata prvoga igrača će ovisiti o mješovitoj strategiji protivnika. Primjerice, ukoliko u igri kukavice drugi igrač u polovici slučajeva odabere popuštanje i isto tako i prvi igrač odabere popuštanje, isplata prvog igrača će u polovici slučajeva biti 1, a u drugoj polovici 0. Isplata

prvoga igrača koju će dobiti odabirom popuštanja izražava se sa sljedećom jednažbom (Kopal i Korkut, 2014:191-192):

Jednažba 1.

$$0,5 \times 1 + 0,5 \times 0 = 0,5$$

## 6.5. Sekvencijalne igre

U sekvencijalnim igrama, igrači povlače poteze prema zadanom redoslijedu, odnosno nakon što prvi igrač odigra potez, drugi promatra taj potez i na temelju toga odgovara svojim potezom. Za analizu igara sekvencijalnim potezima koristi se grafička tehnika koja se naziva stablo igre, koje je ujedno i ekstenzivni oblik igre i prikazuje sve glavne elemente sekvencijalnih igara, igrače, akcije i isplate. Prikaz igre u ekstenzivnom obliku sastavljen je od čvorova koji prikazuju točke u kojima igrači moraju izabrati akciju, te od grana koje prikazuju izbore igrača i isplata za igrače nakon odabira svojih strategija. Najvažnije pravilo analize ekstenzivnog oblika igara sa sekvencijalnim potezima jest: „Gledaj unaprijed, razmišljaj unazad.“ (Kopal i Korkut, 2014:211) Analiza započinje promatranjem poteza koji vode do kraja igre i optimalni izbori igrača mogu se ustanoviti usporedbom isplata na završnim dijelovima igre. Odabirom na kraju igre, za predviđanje posljedica ranije povučenih poteza, može se utvrditi odabir koji prethodi završnim dijelovima igre, te se isto tako mogu utvrditi odabiri u svim prethodnim dijelovima igre pa sve do početka. Ako se cijelo stablo analizira unazad tako se može riješiti i cijela igra. Takva metoda, kojom se analizira unazad s ciljem utvrđivanja ponašanja igrača u igri naziva se povratna indukcija. Ovakav ishod se predviđa kao ravnoteža sekvencijalne igre pod uvjetom da su svi igrači racionalni i da im je cilj najbolja isplata. (Kopal i Korkut, 2014:207-211)

## 7. Strateški potezi u igri

Strateški potezi u kontekstu igara s čistim strategijama, mogu se definirati kao mehanizmi manipulacije pravilima igre kojima si igrači poboljšavaju svoje ishode. Ako pravila igre nisu predodređena vanjskim autoritetima, igrači su motivirani manipulirati pravilima kako bi ostvarili bolje rezultate. Kada se promijene pravila inicijalne verzije igre, stvara se nova igra koja se dijeli u dvije faze, gdje prva faza određuje način djelovanja u svrhu postizanja boljeg ishoda u drugoj fazi, a druga faza je inicijalna verzija sa promijenjenim redoslijedom igranja i isplatama. (Kopal i Korkut, 2014:268)

Schelling (2007.) je uvidio potrebu za definiranjem poteza koji su tipični za strateške igre s promjenjivom sumom te je na temelju primjera kriminalca koji drži taoce objasnio sastavne dijelove igre i moguće poteze koji se ponekad zanemaruju zbog koncentracije na rješenja igre, a Schellingovi strateški potezi su prijetnja, obećanje i opredjeljenje. Naime, radi se o primjeru kriminalca sa pištoljem i šest metaka koji drži na nišanu dvadesetero ljudi tijekom otmice. Dvadeset ljudi kriminalca mogu savladati ako su spremni žrtvovati šestoro ljudi iz svoje skupine, a mogu ga savladati i bez gubitka ako se mogu vidljivo opredijeliti za prijetnju da će to učiniti te za obećanje da će kriminalac biti pošteđen smrtne kazne ukoliko bude uhvaćen. Otmičar može spriječiti njihovu prijetnju ako postoji mogućnost da se on vidljivo opredijeli da će zapucati bez obzira na njihove prijetnje. Zatim ako taoci ne mogu postići međusobni dogovor iz bilo kojeg razloga, neće moći verbalno razoružati otmičara niti ostvariti svoju prijetnju, te otmičar može zaprijetiti sa pucanjem ukoliko taoci budu međusobno razgovarali. Ako taoci nisu u mogućnosti podijeliti rizik, nitko od njih neće htjeti ostvariti prvu prijetnju i njihova prijetnja ni na koji način neće biti uvjerljiva, ali ako otmičar napravi svoj obrazac kažnjavanja, na primjer ubije žrtvu koja krene prva, spriječiti će taoce u njihovoj akciji osim ako oni ne naprave nešto zajedno i tako neće biti potrebe za izlaganjem nijednog pojedinca kao prvoga. Zajednička karakteristika opredjeljenja, prijetnje i obećanja je njihovo nastojanje da dovedu do promjene poteza drugih igrača u kasnijim fazama igre. Izjava namjere poduzimanja nekog strateškog poteza nije dovoljna i samo uvjerljiv strateški potez može imati učinak. Primjena strateških poteza uvelike ovisi o njihovom redoslijedu te prvi potez uvijek mora biti vidljiv drugome igraču te također taj potez treba biti neopoziv jer ako nije, drugi igrač neće vjerovati da je potez uistinu napravljen. (Kopal i Korkut, 2014:268-269)

## 7.1. Opredjeljenje

Uz pretpostavku da jedan igrač u prvoj fazi igre odigra strateški potez koji je neopoziv i vidljiv drugom igraču, te izjavi da će povući taj određeni potez, idući potez biti će odigran neovisno o tome što će drugi igrač učiniti. Navedena izjava je bezuvjetna, te ukoliko je uvjerljiva, rezultirati će promjenom redoslijeda igre u drugoj fazi, odnosno prvi je igrač prvi na redu a drugi igrač drugi, te je izjavljeni potez prvi potez prvoga igrača, stoga taj strateški potez nazivamo opredjeljenjem. Schelling o primjeru opredjeljenja navodi „ako institucionalno okruženje omogućuje potencijalnom kupcu da dade jedinstvenu konačnu ponudu podložnu oštroj kazni u slučaju da se ista ispravi ili izmijeni, odnosno da se kupac može opredijeliti, za prodavatelja postoji jedna jedina mogućnost opredjeljenja – da proda po predloženoj cijeni ili da se suzdrži od prodaje.“ (Schelling, 2007:119, navedeno u Kopal i Korkut, 2014:270) Opredjeljenje ima mogućnost pretvaranja pregovaranja u igru s dva poteza gdje se jedan igrač opredjeljuje a drugi donosi konačnu odluku i tako se u igri bez problema može pronaći rješenje. Igra se tako smatra asimetričnom, a pobjednik je onaj koji se opredijeli prvi. Bitno je istaknuti da krajnji ishod ipak ovisi i o potezima drugoga igrača nad kojima prvi, nema kontrolu. Prema tome, opredjeljenje je definirano i kao strateški potez kojim jedan igrač očekuje od drugoga da napravi potez u njegovu korist te takvim očekivanjem utječe na odabir drugog igrača. (Kopal i Korkut, 2014:270-271)

## 7.2. Prijetnje i obećanja

Prijetnje i obećanja su uvjetovani strateški potezi, kojima se igrač može koristiti ako želi onemogućiti drugome igraču da nešto napravi ili ga želi natjerati da nešto učini. Na primjer, ako jedan igrač izjavi drugome da ukoliko akcija jednoga ne odgovara željama drugoga, odgovoriti će tako da mu nanese štetu, takav primjer nazivamo prijetnja. Ako prvi igrač izjavi drugome da njegova akcija odgovara njegovim željama, te će ga u slučaju iste nagraditi, radi se o metodi obećanja. Uvjetovani prvi potezi prijetnje ili obećanja su pravila odgovora, koje specificira način na koji će neki igrač djelovati kao odgovor na razne poteze drugih igrača. Prijetnja može biti veća nego što je potrebno kako bi bila djelotvorna, sadrži mogućnost obostrane štete, te ako je uspješna ne mora biti ostvarena. Također, učinkovitost prijetnje ovisi o sposobnosti da onaj koji prijeti dokaže da će to i ostvariti, i ovisi o tome koliko je druga strana

lakovjerna. Postoje razni načini da se igrači opredijele za neki od poteza koji će prijetnju prikazati uvjerljivom a jedan od njih je blefiranje, kojim se drugi igrač može uvjeriti u prijetnju koja zapravo i ne postoji. Igraču kojemu se prijeti, najbolja obrana od prijetnje je to da on pronađe način da odigra svoj potez prije negoli do prijetnje i dođe, a ako u tome ne uspije, može se unaprijed opredijeliti za taj potez. Prijetnja, kao i opredjeljenje ograničava drugog igrača tako što mu nameće neku obvezu, ali razlikuje se od opredjeljenja prema tome što su akcije jednog igrača uvjetovane akcijama drugoga. S druge strane, obećanja, ako su ispunjena, imaju visoku cijenu za onoga koji obećava i obično su velika onoliko koliko je potrebno da bi bila djelotvorna. Obećanjem, jedan igrač pruža drugome dobar ishod, ako drugi igrač napravi potez koji će biti u interesu prvog igrača. Ako obećanje uspije promijeniti potez drugog igrača u korist prvoga, tada prvi igrač mora ispuniti svoje obećanje, za razliku od prijetnje koja ukoliko se pokaže uspješnom, ne mora biti učinjena i nema cijenu, odnosno besplatna je za onoga prijetnju upućuje. (Kopal i Korkut, 2014:274-281)

Postoje i određene kombinacije obećanja i prijetnji kod kojih igrači moraju odigrati potez koji sadrži oboje, te oboje mora biti uvjerljivo. To se može prikazati na primjeru međunarodne akcije u kojoj države sudjeluju prema zajedničkom cilju. SAD i Kina žele pokrenuti akciju kako bi prisilili Sjevernu Koreju da odustane od nuklearnog programa. U matrici isplata (Sjedinjenih Američkih Država (SAD) i Kina donose odluku hoće li poduzeti neku akciju ili ne (Tablica 6.).

Tablica 6. Matrica isplata zajedničkih akcija SAD-a i Kine

|     |            | Kina                 |                      |
|-----|------------|----------------------|----------------------|
|     |            | Akcija               | Bez akcije           |
| SAD | Akcija     | 3                  3 | 2                  4 |
|     | Bez akcije | 4                  1 | 1                  2 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2014:282)

Prema Tablici 6. svaka država preferira onaj krajnji rezultat u kojem bi druga država preuzela na sebe kompletno poduzimanje akcije protiv Sjeverne Koreje. Za SAD to prikazuje polje (Bez akcije, Akcija) koje im donosi isplatu 4, dok je za Kinu (Akcija, Bez akcije) također isplata 4. Međutim, najgora opcija za SAD je ta da nijedna država ne poduzme akciju jer im daje najlošiji mogući ishod i isplatu, odnosno povećanu prijetnju za nuklearnim ratom. Kini je neprihvatljiva opcija gdje oni sami preuzimaju teret akcije s isplatom 1, te ocjenjuju da su troškovi takvog

scenarija za njih previsoki. S obzirom da će zajednička akcija s isplatom (3, 3) biti drugi najbolji ishod za obje države, dominantna strategija za Kinu je ne poduzeti akciju, te će u tom slučaju najbolje za SAD biti da poduzme akciju sama. Kako Kina ostvaruje najveću isplatu, nema potrebe za primjenjivanjem strateških poteza, dok SAD ima bolje isplate koje može ostvariti budu li uspješno primijenili jedan od strateških poteza. U ovoj igri obećanje SAD-a treba sadržavati i prijetnju koja bi se očitovala u tome da SAD neće poduzeti akciju ako je ni oni ne poduzmu, i obećanje koje bi glasilo na sličan način, da će SAD djelovati samo ako Kina djeluje. No, takva prijetnja i obećanje nisu dovoljno uvjerljivi i upravo zbog toga SAD mora primijeniti kombinaciju prijetnje i obećanja koja bi glasila da će SAD djelovati ako, i samo ako djeluje i Kina, te bi se takva kombinacija činila uvjerljivima. (Kopal i Korkut, 2014:282-283)

Postoje dva temeljna načela na kojima funkcionira čitav niz načela koje se mora poštivati kako bi se postigla uvjerljivost, a oni su ograničavanje vlastite slobode i situacija u kojoj igrač mora izvršiti akciju koja je određena strateškim potezom, te promjena vlastitih isplata gdje akcija postaje optimalni odabir kada je određena strateškim potezom. Ta dva temeljna načela su u interesu igrača kojima je strateški potez prijetnja i time se igraču onemogućuje da pogazi obećanje ili oprosti drugim igračima. Timski rad, iracionalnost i reputacija su neki od mehanizama koji se koriste za postizanje uvjerljivosti. (Kopal i Korkut, 2014:283-284)

## 8. Metodologija rada

Predmet rada obuhvaća precizno proučavanje teorijske podloge koja prikazuje pojam, ideju i klasifikacije, kao i koncepte rješenja igara, te u konačnici pronalazak mogućnosti primjene teorije igara u ekonomskim procesima. Kako bi se pobliže dao uvid u tijek poslovnih odluka, prikazani su načini razmišljanja sudionika (igrača) u određenim vrstama igara kao i mogući potezi igrača koji svoje strateško znanje primjenjuju zahvaljujući načelima teorije igara na primjerima koji se odvijaju u ekonomskom okruženju.

Temeljem izloženog problema istraživanja postavljeno je sljedeće istraživačko pitanje: Na koje se načine teorija igara može primijeniti u ekonomiji i općenito je li ona primjenjiva metoda u poslovnom odlučivanju?

U radu su korištene sljedeće glavne znanstvene metode: povijesna metoda koja je najvećim dijelom korištena u početnom poglavlju povijesti i razvoja teorije igara, a također i u poglavlju koncepta rješenja, metode analize i sinteze koje su korištene u poglavljima istraživanja primjene i značaja teorije igara u ekonomiji, kao i u dijelu rasprave. Znanstvene metode dedukcije i generalizacije korištene su pri izradi rasprave i zaključka. U poglavlju klasifikacije i vrste igara korištena je metoda klasifikacije. Deskriptivna znanstvena metoda obuhvaća najveći dio rada, uključujući poglavlja terminologije i pravila teorije igara, koncepti rješenja te strateški potezi u igri.

Za izradu ovoga rada provedeno je prikupljanje, proučavanje i analiza stručne literature i znanstvenih članaka i stručnih radova dostupnih u fizičkom i elektroničkom obliku.

## 9. Istraživanje primjene i značaja teorije igara u ekonomiji

Teorija igara kvalitetno prikazuje ekonomske situacije iz naše okoline i time postaje snažan alat pri pomoći u osmišljavanju poslovne strategije. Klasični primjeri iz područja ekonomije, koji će se analizirati u nastavku služeći se teorijom igara su cjenovna konkurencija, neprijateljsko preuzimanje poduzeća, sprječavanje ulaska na tržište, utjecaj na međunarodnom tržištu te pri formiranju carinskih unija.

Borba oko cijena na tržištu je najzahtjevnija borba. Niske cijene su privlačnije potrošačima te im ponekad mogu utjecati na sposobnost percipiranja kvalitete nekoga proizvoda. Drugi kupci neće primijetiti da konkurentska tvrtka prodaje kvalitetniji proizvod, ali će ako mu se cijena spusti, primijetiti da je jeftiniji od drugog proizvoda. Ponekad su tvrtke prisiljene snižavati cijene svojih proizvoda zbog konkurentskih tvrtki, ali ukoliko tvrtke budu surađivale, mogle bi podjednako naplaćivati svoje proizvode i svaka tvrtka bi imala polovicu kupaca. No, u drugom slučaju, jedna od tvrtki može smanjiti svoju cijenu i dobiti gotovo sve kupce. Međutim, kada obje tvrtke žele spustiti svoje cijene, one mogu dosegnuti samo iznos troškova proizvodnje, te je u tom slučaju pametnije riskirati gubitak svih kupaca nego prodavati proizvod s gubitkom. Takvi slučajevi nisu rijetki i nemoguće je da se cjenovna konkurencija ograniči u situacijama kada više tvrtki pokušava prodati isti proizvod. Svaka tvrtka pokušava ponuditi niže cijene od konkurencije kako bi osvojila većinu tržišta, no kada svi to pokušavaju napraviti, cijena padne na trošak proizvodnje i tada nema profita. U sljedećem primjeru (Tablica 7.) dvojica konkurenata odlučuju o cijeni nekog proizvoda, te su u mogućnosti postaviti visoke ili niske cijene s navedenim isplatama, s time da igrač 2 može odabrati i srednje cijene.

Tablica 7. Matrica isplata dvaju konkurenata u odnosu na izbor razine cijena

|         |        | Igrač 2 |   |         |    |       |   |
|---------|--------|---------|---|---------|----|-------|---|
|         |        | Visoka  |   | Srednja |    | Niska |   |
| Igrač 1 | Visoka | 50      | 7 | 30      | 5  | 0     | 0 |
|         | Niska  | 40      | 1 | 25      | 60 | 10    | 0 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2011:298)

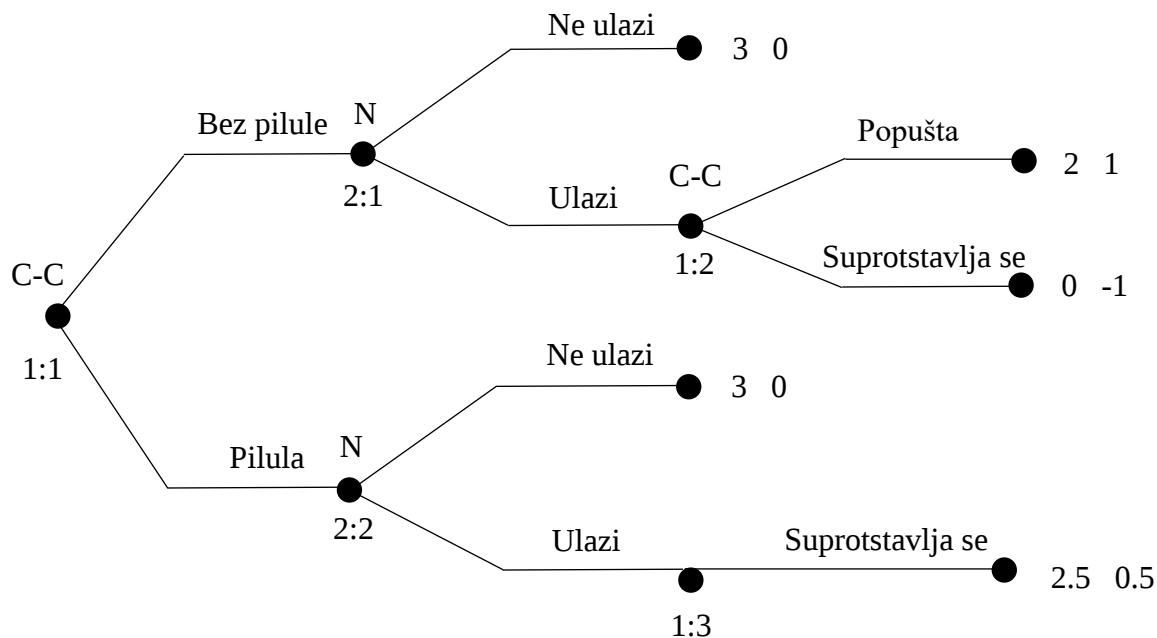
Iz Tablice 7. je vidljivo da ako igrač 2 odabere visoke ili srednje cijene, tada će igrač 1 odabrati visoke cijene, te s time ostvariti bolje isplate, ali ako igrač 2 odabere niske cijene, za njih će se odlučiti i igrač 1. Međutim, nijedan igrač ne zna što će drugi odigrati, stoga da bi došli do

rješenja potrebno je nagađati strategiju protivnika. U ovome primjeru je očigledno pretpostaviti da igrač 2 neće odigrati strategiju niskih cijena jer mu u svakom slučaju isplate iznose 0, a kod strategija visokih ili srednjih cijena isplate su mu pozitivne. Znajući tu informaciju, igraču 1 je jasno da najbolje isplate za njega donose visoke cijene, što bi bila njegova dominantna strategija, a nakon toga i igrač 2 postaje svjestan njegove strategije, te bi sukladno tome i on trebao odabrati visoke cijene kako bi maksimalizirao svoju isplatu. Igrač 2 odabrao je visoke cijene znajući da će se za njih odlučiti i igrač 1, a igrač 1 je odabrao visoke pretpostavljajući da igrač 2 neće odabrati niske cijene jer bi mu to dovelo isplatu na 0. Međutim, da je igrač 2 odabrao niske cijene, igrač 1 bio bih primoran odabrati isto kako bi ostvario prednost u isplati, što prikazuje kako su odluke igrača određene onime što igrači međusobno misle da će onaj drugi napraviti. (Kopal i Korkut, 2011:295-298)

Teorija igara može pronaći svoju primjenu i kod spajanja i preuzimanje poduzeća. Spajanje predstavlja udruženje dvije tvrtke zajedničkom odlukom, s ciljem stvaranja jedne tvrtke koja vrijedi više nego njih dvije zasebno, dok preuzimanje označava kupnju jedne tvrtke od strane druge. Međutim preuzimanje nije u svakom slučaju nužno zajednička odluka, tvrtka koja preuzima obično nudi cijenu dioničarima željene tvrtke. Često zakoni pružaju razne načine i taktike obrane tvrtkama od neprijateljskih preuzimanja od kojih je najpoznatija „otrovna pilula“. Otokne pilule izmislili su odvjetnici s Wall Streeta upravo kako bi zaštitili rukovoditelje tvrtki od neprijateljskih preuzimanja i u određenim slučajevima učinili tvrtku manje atraktivnom. Takvim modelima obrane moguće je od tvrtke koja planira preuzimanje zahtijevati izvršavanje visokih isplata menadžmentu, dopustiti upravi da razvodni dionice tako što će izdati nove, zabraniti razmatranje bilo kakvih ponuda koje nisu u dugoročnom interesu dioničara ili zabraniti menadžmentu prihvaćanje ponuda konkurencije. Otokna pilula također može smanjiti vrijednost tvrtke i preuzimatelju je učiniti neprivlačnom, tako što će sniziti vrijednost dionica. Za primjer bi se mogle uzeti dvije tvrtke Cel i Cerera koje se planiraju udružiti kako bi postali najveći prijevoznik robe te također preuzele monopol na tržištu. Nakon objave prijateljskog spajanja, Celov konkurent, tvrtka Neptun, šalje ponudu za neprijateljsko preuzimanje Cerere po boljim uvjetima. Uprava Cerere u tom trenutku usvaja odredbu kojom se zabranjuju pregovori o spajanju s bilo kojom tvrtkom u slijedeće tri godine bez prethodnog odobrenja Cela. Uz pretpostavku da Cel-Cerera ne može iskoristiti otrovnu pilulu, Neptun treba donijeti odluku hoće li ulaziti u borbu za preuzimanje, no ukoliko se upusti borbu, Cel-Cerera može odbiti pregovore tako što će podići svoje uvjete ili će popustiti i postići trilateralni dogovor. Pretpostavke mogu biti razne, a još jedna od njih je ta da Cel-Cerera odluči da li je

spremna upotrijebiti otrovnu pilulu. Na sljedećoj slici (Slika 1.) prikazan je ekstenzivni oblik igre neprijateljskog preuzimanja s otrovnom pilulom između Cel-Cerere i Neptuna.

Slika 1. Ekstenzivni oblik igre neprijateljskog preuzimanja s otrovnom pilulom



Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2011:319)

Kao što je ranije navedeno, Slika 1. prikazuje primjer gdje Neptun daje ponudu za preuzimanje, te je vidljivo da će bez otrovne pilule Cel-Cererin isplata biti 2, a isplata za Neptun bez obzira na otrovne pilule biti će pozitivna. Ukoliko Cel-Cerera upotrijebi otrovnu pilulu, njihov profit bi iznosio 2.5, što je još veća isplata nego u prvome slučaju. Dakle povoljnija opcija za Cel-Cereru bila bi otrovna pilula, dok bi za Neptun povoljnija opcija svakako bila preuzimanje Cel-Cerere. (Kopal i Korkut, 2011:316-320)

Još jedna klasična igra iz područja ekonomije koja se koristi teorijom igara je sprječavanje ulaska na tržište. Glavne karakteristike takve igre su da se potezi vuku sekvencijalno, jedan od igrača se služi prijetnjom kako bi spriječio neku akciju drugog igrača i predmetna akcija može biti povoljna za drugog a štetna za prvog igrača. Primjer igre sa ovom strukturom je prijetnja sindikata štrajkom uz zahtjev za povećanje plaća ili prijetnja tužbom između dvije fizičke osobe. Konkurencija nije dobra za same konkurente jer što je veća konkurencija tamo nastaje rezultat nižih cijena i smanjenog profita. Neke tvrtke koje bi možda željele sklopiti dogovor o nenatjecanju nisu u mogućnosti to napraviti zbog antitrustovskih zakona. Takvi zakoni se koriste u svrhu sprječavanja djelovanja tvrtki koje se smatraju štetnima za tržišno natjecanje ili djeluju nepošteno prema potrošačima. Sprječavanje ulaska na tržište može se jednostavno

objasniti. Ako jedna tvrtka drži monopol na određenom proizvodu a potencijalni konkurent smatra kako bi se njezin ogromni profit mogao podijeliti, postojeća tvrtka mora zaštititi svoj monopol spuštanjem cijena ispod razine troškova kako nitko ne bi mogao ništa zaraditi, i time odvratiti konkurenta da odustane od svojeg prvobitnog plana ulaska na tržište. S druge strane, drastično smanjivanje cijena označava veliku prijetnju ukoliko se konkurent ipak odluči ući na tržište. Ukoliko konkurent napravi potez ulaska na tržište, tvrtka mora odrediti cijene kojima će maksimalizirati profit, a nevjerodostojna je činjenica da će odrediti cijenu radi čega će svi tržišni igrači trpjeti gubitke, uključujući samu tvrtku. Zbog toga, držanje drastično niskih cijena prije ulaska konkurencije nije uvjerljiv znak da će razina cijena ostati takva nakon konkurentovog ulaska na tržište. U slijedećoj tablici (Tablica 8.) prikazani su primjeri normalnog i ekstenzivnog oblika igre sprječavanja ulaska između dvije tvrtke Kron, koja se bavi proizvodnjom bezalkoholnih pića, i Pont, koja dominira tržištem.

Tablica 8. Normalni oblik igre sprječavanja ulaska između Krona i Ponta

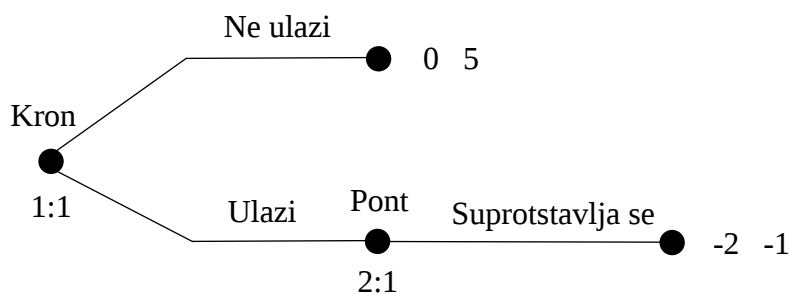
|      |          | Pont             |    |         |   |
|------|----------|------------------|----|---------|---|
|      |          | Suprotstavlja se |    | Popušta |   |
| Kron | Ulazi    | -2               | -1 | 1       | 2 |
|      | Ne ulazi | 0                | 5  | 0       | 5 |

Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2011:328)

U ovoj igri (Tablica 8.) nalaze se dvije Nashove ravnoteže: (Ulazi, Popušta), te (Ne ulazi, Suprotstavlja se), koja nije razumna jer se Pont u tom slučaju suprotstavlja Kronu ukoliko Kron uđe na tržište, iako je u toj situaciji za Ponta bolja opcija popuštanja. Naime, ukoliko Pont odabere strategiju suprotstavljanja, Kron bi tada mogao odlučiti da ipak ne uđe na tržište, međutim, s obzirom da se takva strategija nikada ne primjenjuje, Kron bi mogao prepoznati Pontov blef i tada bi Pont popustio. Iz tog razloga jedina razumna Nashova ravnoteža je ulazak i popuštanje. (Kopal i Korkut, 2014:324-329)

U igrama u ekstenzivnom obliku manje izbora označava više ravnotežnih isplata, odnosno ako igrač ima više opcija u igri, njegovo ponašanje u kasnijoj igri može biti drukčije od onoga ako bi imao manje opcija. Time, njegovo ponašanje osim što utječe na njegovu trenutačnu igru, utječe i na igre drugih igrača. U slijedećem prikazu (Slika 2.) je primjer ekstenzivnog oblika igre sprječavanja ulaska između Krona i Ponta.

Slika 2. Ekstenzivni oblik igre sprječavanja ulaska između Krona i Ponta



Izvor: Obrada autora (prema: Kopal i Korkut, 2011:331)

Prema slici 2., s obzirom na to da Pont ima samo jednu opciju, mora je odigrati i suprotstaviti se Kronovom ulasku. Dakle, Kron će pretrpjeti gubitak ako uđe na tržište i stoga radije neće ući. Manji broj opcija ili buduće opredjeljenje za jednu opciju omogućit će Pontu da poveća svoje ravnotežne isplate. (Kopal i Korkut, 2011:331)

Nadalje, prema Šohinger (2002) utjecaj teorije igara na međunarodnom tržištu može se na jednostavan način prikazati kroz primjer državne subvencije domaćih proizvođača, što može bitno utjecati na njihovu konkurentnost i odnose na međunarodnom tržištu. Autor u primjeru prikazuje konkurenciju između tvrtki Boeing i Airbus u proizvodnji novog tipa zrakoplova. S obzirom da je riječ o velikoj investiciji, tržište nije u mogućnosti apsorbirati novu seriju zrakoplova od oba proizvođača tako da njihovom prodajom ostvare zadovoljavajuću dobit. U tablici 9. postavljena je profitna matrica proizvodnje Boeing-a i Airbus-a bez subvencije.

Tablica 9. Profitna matrica Boeing-a i Airbus-a bez subvencije

|        |              | Airbus       |              |
|--------|--------------|--------------|--------------|
|        |              | Proizvodi    | Ne proizvodi |
| Boeing | Proizvodi    | -10      -10 | 100      0   |
|        | Ne proizvodi | 0      100   | 0      0     |

Izvor: Obrada autora (prema: Šohinger 2002:137)

Iz tablice 9. vidljivo je da će se ona tvrtka koja ima prednost prvog izbora zasigurno odlučiti na proizvodnju jer im donosi isplatu od 100, te je u tom slučaju jedina reakcija druge tvrtke da ne proizvodi. No, odluči li europski konzorcij dodijeliti subvenciju u iznosu od 20 jedinica Airbus-u, profitna matrica će se promijeniti na način vidljiv iz tablice 10.

Tablica 10. Profitna matrica Boeing-a i Airbus-a sa subvencijom Airbus-u

|        |              | Airbus    |     |              |   |
|--------|--------------|-----------|-----|--------------|---|
|        |              | Proizvodi |     | Ne proizvodi |   |
| Boeing | Proizvodi    | -10       | 10  | 100          | 0 |
|        | Ne proizvodi | 0         | 120 | 0            | 0 |

Izvor: Obrada autora (prema: Šohinger, 2002:137)

U novom prikazu matrice sa subvencijom (Tablica 10.), Airbus će profitirati bez obzira na Boeing-ovu odluku, jer ukoliko oba odluče proizvoditi, Airbus će i dalje ostvarivati profit od 10 dok će Boeing imati isplatu od -10, odnosno gubitak. U ovome slučaju jedini izbor za Boeing je ne proizvoditi s obzirom na prednost subvencije Airbus-a. U konačnici, ovaj strateški potez europskog konzorcija može utjecati na odnose između proizvođača na svjetskom tržištu jer s europskog stajališta subvencija Airbus-u donosi veliki profit, dok se iz perspektive američke kompanije može argumentirati da bi od profita u iznosu od 120 jedinica, 100 bilo prelijevanje profita iz Amerike u Europu. Ovakva politika pridonosi stvaranju napetosti između rivala na svjetskom tržištu, što je često prisutno u praksi, te može dovesti do osvetničkog ponašanja i trgovinskih ratova.

U posljednjem primjeru, prema Kempovoj i Wanovoj analizi (1976.) obradit će se problematika uslijed formiranja jedne carinske unije. Jedna od mogućnosti ove igre je da carinska unija prihvati nove članove, a druga je formiranje novih carinskih unija. Ova igra se smatra kooperativnom igrom, jer uz pretpostavku održivosti međuunijskih transfera, članovi unije se moraju odreći dijela nacionalnog suvereniteta, te osim postojanja benefita za sve zemlje u uniji, također mora postojati i mehanizam odlučivanja o razini transfera i njihovom provođenju. U suprotnom, nemogućnost dogovora oko transfera dovest će do suboptimalnosti statične nekooperativne ravnoteže i učiniti ovu igru nekooperativnom. U scenariju gdje se dvije države dogovaraju oko zajedničkog smanjenja carina, svako smanjenje, počevši od Nashove ravnoteže, donijeti će korist za obje zemlje, iz čega proizlazi da ova ravnoteža može biti ujedno individualno racionalna i kolektivno iracionalna. Kako niti jedna zemlja ne može samostalno učiniti svoju poziciju boljom nego u Nashovoj ravnoteži, za obje zemlje je bolje pokušati postići barem neku razinu kooperacije u cilju istodobnog smanjivanja carina. No, postoji iznimka gdje takvo zajedničko smanjenje carina ne dovodi nužno do koristi za jednu i drugu zemlju, ako se tarife smanje sve do nule. Primjere koji govore o mogućnosti da Nashova

ravnoteža bude bolja opcija od slobodne trgovine za jednu, ali ne i za obje zemlje, prikazali su Johnson (1953.) te Hamilton i Whalley (1983.), te su također istaknuli da zemlja može imati koristi od tarifnog rata, u slučaju da je elastičnost njezinih uvoznih cijena, veća od drugih zemalja. (Brkić, 2002:80-81)

## 10. Rasprava

Kroz opis pojma teorije igara u prvom dijelu rada posebno se proučava njezina tematika i terminologija kako bi se kroz početne točke bolje dao uvid u glavni fokus rada a to je primjena teorije igara u ekonomiji. Kroz navedene primjere u radu se daje uvid u specifičnu analizu raznih strateških interakcija. Sukladno tome, u poglavlju primjene teorije igara u ekonomiji navedeno je nekoliko takvih mogućnosti.

Jedna od njih je cjenovna konkurencija koja se prikazuje kao najzahtjevnija strateška borba na tržištu. Ukoliko na tržištu postoje dvije konkurentske tvrtke, konstantno se suočavaju sa rizikom i povlače poteze jedna za drugom pritom uzimajući u obzir i potez protivnika. U svakom slučaju, može se zaključiti da je cjenovna konkurencija konstantno prebacivanje loptice, odnosno bitka oko preuzimanja glavnog dijela kupaca. U sljedećem navedenom primjeru istraživanja primjene radi se o neprijateljskom preuzimanju poduzeća. Naime, u većini takvih situacija u praksi potrebno je dobro razmotriti da li je bolje ne suprotstavljati se preuzimanju ili je ipak najbolja odluka za jedno poduzeće uzimanje otrovne pilule na svoju štetu, koja predstavlja jedan od modela obrane. Zatim se dolazi do primjera sprječavanja ulaska na tržište. Glavna karakteristika takve igre je prijetnja i igrači snose izniman rizik ukoliko ona ne bude uvjerljiva. Potezi koje naprave ovise jedan o drugome, a takav primjer poduzimanja prijetnje kako bi se konkurent odvratio od ulaska na tržište predstavlja čistu sekvencijalnu igru u kojoj konkurenti međusobno analiziraju i reagiraju protivničke strategije. Također, međunarodna konkurentnost različitih tvrtki prikazana je na način da se jednoj od njih dodjeljuje subvencija jer tržište nije u mogućnosti podnijeti troškove oba velika projekta. Takva odluka financiranja jedne tvrtke često može dovesti do promjene tržišnog udjela i međunarodnih napetosti, polazeći od pitanja koja će se tvrtka uspjeti prije nametnuti, bilo brzom reakcijom na uočenu priliku ili subvencijom koja će dati vjetar u leđa jednoj od njih.

Kako bi se uspješno primijenila, teorija igara zahtijeva savršenu informiranost iako to nije uvijek moguće, što predstavlja jedan od nedostataka. Također, teorija igara predviđa igru između sudionika koji se racionalno ponašaju, što nije uvijek slučaj te se tada gubi njezina svrha. Teorija igara pomaže da se ekonomski procesi djelotvorno analiziraju, no neki od njezinih modela ipak ne pronalaze primjenu u svim područjima, što ostavlja prostora za daljnje izučavanje ove interesantne, na prvi pogled komplicirane ali jednostavno primjenjive matematičke discipline. Unatoč navedenim nedostacima, može se zaključiti da su modeli teorije igara primjenjivi u stvarnim situacijama u ekonomiji te služe kao korisno analitičko

sredstvo koje obogaćuje i olakšava proces donošenja odluka, što je ujedno i odgovor na postavljeno istraživačko pitanje.

## 11. Zaključak

S obzirom da Teorija igara ima široku primjenu i predstavlja specifičnu tehniku analize društvenog okruženja, bitno je istaknuti da omogućava dolazak do praktičnih rješenja kada konačno rješenje ovisi i o odluci drugih sudionika, bilo u kooperativnom ili nekooperativnom okruženju. Donošenje važnih odluka u nepredvidivom poslovnom svijetu može biti komplicirano i stresno, ali zahvaljujući Nobelovcima (Harsanyi, Nash Jr. i Selten 1994., Aumann i Schelling 2005.) koji su kroz svoj revolucionarni doprinos stvorili multidisciplinarno polje, te doprinijeli ekonomskoj znanosti i uspostavili temelje za njezinu formulaciju, danas se teorija igara može smatrati korisnim alatom za analizu složenih situacija. Iako primjena teorije igara nije toliko raširena u svim aspektima ekonomske prakse kao što je među drugim disciplinama, primjerice u sociologiji, psihologiji i politologiji, njezina upotreba ne samo da omogućuje pronalazak i maksimiziranje pozitivnih ishoda, nego nudi i mogućnost minimiziranja negativnih ishoda. Jedan od takvih primjera je koncept „Otrovne pilule“ prilikom pokušaja neprijateljskog preuzimanja poduzeća ili istiskivanje konkurenata uz pomoć subvencije na međunarodnom tržištu. Teorija igara osim što analizira ishode prošlih poteza, predviđa i ujedno savjetuje igrače za buduće poteze, te time predstavlja moćno sredstvo, kako za donošenje odluka u privatnom životu, tako i za osmišljavanje strategija u poslovnom životu, uzevši u obzir da su ekonomisti igrači koji povlače poteze prema zadanim pravilima igre kako bi zadovoljili vlastite interese i ostvarili željene rezultate. U većini država, pa tako i u Hrvatskoj, vidljivo je da teorija igara pronalazi svoju primjenu u gospodarstvu, primjerice kod odluka poduzeća koje će proizvode proizvoditi, kakav će utjecaj imati na postavljanje cijena proizvoda, a i šire, kod donošenja važnih državnih ekonomskih i političkih odluka u vanjskotrgovinskoj politici i ekonomiji na globalnoj razini.

Budući da je istraživanje za potrebe ovog rada provedeno samo u dijelu analize literature te mogućih poslovnih situacija postavljenih uz pretpostavku da su svi ostali čimbenici odlučivanja poznati i stabilni, buduća istraživanja teorije igara i njezine primjene u ekonomiji bi trebala provesti primarna istraživanja u konkretnim slučajevima, primjerice kod analize oligopola na tržištu telekomunikacija.

## 12. Literatura

1. Brkić, L. (2002). Temeljni koncepti teorije igara u međunarodnoj ekonomiji. *Politička misao*, 39 (3). str. 75-87. Raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/23676> [Pristupljeno: 17. kolovoza 2021].
2. Dresher, M. (1961). *The Mathematics of Games of Strategy: Theory and Applications*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall
3. Fabac, R. (2020). *Organizacijska teorija - s naglaskom na teoriju igara*. Jastrebarsko. Naklada Slap.
4. Flood, M. M. (1952) Some experimental games. Research memorandum RM-789, RAND Corporation, Santa Monica, CA
5. Hamilton, B & Whalley, J., (1983). Optimal Tariff Calculations in Alternative Trade Models and some Possible Implications for Current World Trading Arrangements. *Journal of International Economics*, 15: pp. 323-348
6. Johnson, H. G., (1953). Optimum Tariffs and Retaliation. *The Review of Economic Studies*, 21: pp. 142-153
7. Kemp, M. & Wan, H., (1976). An Elementary Proposition Concerning the Formation of Customs Unions. *Journal of International Economics*, 6: pp. 95-97
8. Kopal, R. & Korkut, D. (2011). *Teorija igara: praktična primjena u poslovanju*. Zagreb, Comminus d.o.o. ; VPŠ Libertas.
9. Kopal, R. & Korkut, D. (2014). *Uvod u teoriju igara*. Zagreb. Effectus studij financije i pravo – visoko učilište.
10. Nash, J. F. (1950). Equilibrium Points in N-Person Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 36
11. Nash, J. F. (1950). The Bargaining Problem. *Econometrica*
12. Nash, J. F. (1951). Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, 54
13. Nash, J. F. (1953). Two Person Cooperative Games. *Econometrica*
14. Schelling, T. C. (2007). *Strategija sukoba*. Zagreb: Masmedia
15. Selten, R. (1965). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfrageträgheit. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*
16. Šohinger, J. (2002). Analiza strategijskih interakcija na oligopolističkim tržištima primjenom teorije igara. *Ekonomika misao i praksa*, 11

17. Tucker A. W. (1950). A two-person dilemma (unpublished notes). Rasmusen E. B., ed. in *Readings in Games and Information* (1989), 7-8. Blackwell Publishers: Oxford
18. Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press
19. Von Neumann, J. (1928). Zur Theorie der Gesellschaftsspiele. *Mathematische Annalen* 100: pp. 295-320
20. Zermelo, E. (1913). Ueber eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels. *Proceedings of the 5th International Congress of Mathematicians*, 2: pp. 501-504, Cambridge University Press, Cambridge

### 13. Popis tablica

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1. Matrica isplata za tvrtke u igri duopola .....                          | 14 |
| Tablica 2. Matrica isplata u igri koordinacije .....                               | 16 |
| Tablica 3. Matrica isplata u igri Borba spolova .....                              | 16 |
| Tablica 4. Matrica isplata u Zatvorenikovoj dvojbi .....                           | 18 |
| Tablica 5. Matrica isplata igrača u Igri kukavice .....                            | 19 |
| Tablica 6. Matrica isplata zajedničkih akcija SAD-a i Kine .....                   | 23 |
| Tablica 7. Matrica isplata dvaju konkurenata u odnosu na izbor razine cijena ..... | 26 |
| Tablica 8. Normalni oblik igre sprječavanja ulaska između Krona i Ponta .....      | 29 |

### 14. Popis slika

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1. Ekstenzivni oblik igre neprijateljskog preuzimanja s otrovnom pilulom ..... | 28 |
| Slika 2. Ekstenzivni oblik igre sprječavanja ulaska između Krona i Ponta .....       | 30 |