

Teorija igara te primjena u ekonomiji

Jović, Jure

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:145:550273>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-04**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Ekonomski fakultet u Osijeku
Preddiplomski studij. Smjer Menadžment

Jure Jović

TEORIJA IGARA TE PRIMJENA U EKONOMIJI

Završni rad

kolegij: Menadžersko odlučivanje

JMBAG: **0010223685**

e-mail: jovic.jure1@gmail.com

mentor: Doc. dr. sc. Martina Briš Alić

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 diplomski 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 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 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: Jure Jović

JMBAG:0010223685

OIB: 73946834544

e-mail za kontakt: jovic.jure1@gmail.com

Naziv studija: Preddiplomski studij. Smjer Menadžment

Naslov rada: Teorija igara i primjena u ekonomiji

Mentorica rada: Doc. dr. sc. Martina Briš Alić

U Osijeku, 2021. godine



Sadržaj:

1. Uvod	1
2. Nastanak, razvoj i karakteristike teorije igara	2
2.1. Povijest teorije igara.....	2
2.2. Razvoj teorije igara	3
2.3. Osnovne karakteristike.....	4
3. Vrste igara u teoriji igara.....	6
3.1. Kooperativne i nekooperativne igre	6
3.2. Dinamičke i statičke igre.....	8
3.3. Igre istodobnih poteza i ponavljajuće igre	9
3.4. Igre s potpunom informacijom i igre s nepotpunom informacijom	9
4. Primjena teorije igara u ekonomiji	11
4.1. Primjena teorije igara u svrhe odlučivanja.....	11
4.2. Donošenje poslovnih odluka temeljem teorije igara	14
4.3. Primjer primjene teorije igara u ekonomiji – sprečavanje ulaska na tržište.....	17
5. Zaključak	20
Popis literature	22
Popis tablica	23

Sažetak

U ovom radu obrađena je teorija igara te njena primjena u ekonomiji. Utvrđeno je kako je teorija igara jedna od metoda poslovnog odlučivanja. Koristi se za donošenje odluka gdje rješenje ne zavisi samo od jednog igrača nego i od odluka svih ostalih sudionika. Teorija igara treba pomoći pronaći najpovoljniju strategiju uz istovremeno uvažavanje mogućih poteza protivnika. U današnje vrijeme ima široku primjenu, iako to nije bio slučaj sve do završetka Drugog svjetskog rata. U teoriji igara postoje različite vrste igara, a jedne od najčešćih su kooperativne i nekooperativne igre. Najviše se primjenjuje u ekonomiji, u konfliktnim situacijama, a posebno u tržišnoj utakmici gdje se pojavljuju konkurenti. Često se kombinira i sa drugim metodama poslovnog odlučivanja. Iako nije savršena metoda poslovnog odlučivanja, u određenim situacijama može biti od velike pomoći. To je potvrdio i praktični primjer. Ipak, za njenu upotrebu trebaju biti zadovoljene određene pretpostavke, a metoda je prikladna za rješavanje samo određenih problema.

Ključne riječi: poslovno odlučivanje, teorija igara, ekonomija, menadžment

Abstract

This paper deals with game theory and its application in economics. Game theory has been found to be one of the methods of business decision making. They are useful for making a decision where the solution will depend not only on one player but also on the decision of all other participants. Game theory should help to find the most favorable strategy while taking advantage of possible moves of the opponent. Nowadays there are wide examples, although this was not the case all till the end of World War II. There are different types of games in game theory, and one of the most common is cooperative and non-cooperative games. It is mostly applied in the economy, in conflict situations, and especially in market competition where competitors appear. It is often combined with other methods of business decision making. While not a perfect method of business decision making, it can be very helpful in certain situations. This was confirmed by a practical example. However, certain assumptions need to be met for its use, and the method is only suitable for solving certain problems.

Key words: business decision making, game theory, economics, management

1. Uvod

U poslovnom okruženju u današnje je vrijeme svakodnevno potrebno donositi brojne odluke. Način donošenja odluka, primjena pojedinih alata i tehnika, i dr., ovise o brojnim čimbenicima koji imaju utjecaj na poslovno odlučivanje, a najviše o samoj vrsti problema koju je potrebno riješiti.

S vremenom razvijene su različite metode odlučivanja općenito, a tako i u poslovnom okruženju. Moderna tehnologija olakšala je primjenu određenih složenih i matematičkih metoda. U praksi, različite metode odlučivanja u nekom poduzeću često se kombiniraju. Kako bi se donosile kvalitetne odluke, potrebno je raspolagati ljudskim kadrom (najčešće menadžment) koji ima znanja, sposobnosti i vještine iz područja poslovnog odlučivanja.

Ponekad samo jedna kriva poslovna odluka može rezultirati najtežim posljedicama kao što je npr. propast poduzeća, stečaj, otpuštanje zaposlenika, i sl. S druge strane, dobre poslovne odluke mogu poslovanje poduzeća mogu odvesti na višu razinu, odnosno, ono može postati uspješnije. Iz toga je jasna i važnost poslovnog odlučivanja. No, tu je riječ o složenom procesu jer, kao što je spomenuto, na njega utječu brojni čimbenici.

Jedna od mnogih metoda (tehnika, alata) odlučivanja je i teorija igara. Ta se teorija koristi za određivanje najpovoljnije strategije. S vremenom dobila je svoju široku primjenu, a danas se najviše koristi u ekonomiji. Često se kombinira i s nekim drugim metodama poslovnog odlučivanja, ne bi li uspjeh bio vjerojatniji.

Ovaj rad bavi se teorijom igara i primjenom iste u ekonomiji. Cilj rada proučiti je teorijsku i praktičnu primjenu ove metode. Struktura rada podijeljena je na pet cjelina. Nakon uvoda proučava se nastanak, razvoj i karakteristike teorije igara. Treće poglavlje bavi se vrstama igara u teoriji igara. Četvrto poglavlje bavi se primjenom u ekonomiji, dok peto poglavlje iznosi zaključak. Nakon zaključka još predstoje popisi literature i tablica.

2. Nastanak, razvoj i karakteristike teorije igara

Teorija igara predstavlja metodu ili instrument kojom se donose odluke i planovi, temeljem predviđanja i prognoza. To je također i primijenjena grana matematike koja koristi matematičke tehnike za analiziranje situacija u kojima dva ili više pojedinca donose odluke koje će utjecati na dobrobit jednih na druge (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59).

Danas je teorija igara popularan alat poslovnog odlučivanja, no to nije bio oduvijek slučaj. Od svog nastanka pa do danas (i dalje) teorija igara prolazila je svoj razvojni put. Razvoj je, dakako, utjecao i na današnju povećanu popularnost.

2.1. Povijest teorije igara

Teorija igara ne odnosi se samo na „igre“. Također, tu nije riječi o rekreacijskim aktivnostima kako bi se možda moglo pomisliti na prvi mah. „Nazivi poput *analize konflikata* ili *interaktivne teorije odlučivanja* možda bi bolje pristajali ovoj primijenjenoj grani matematike pa ipak *teorija igara* čini se da ostaje uvriježenim i općeprihvaćenim nazivom. Teorija igara veže se uz radove Zermela (1912.), Borela (1921.), von Neumanna (1928.), a posebice uz dvojac von Neumann i Morgestern (1944.) (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59-60).

S obzirom da se teorija igara bavi strateškim „igrama“, njena povijest zapravo je stara koliko i strateške igre. „Ideju kako je rat igra s konstantnom sumom između dva igrača može se pronaći već u knjizi 'Umijeće ratovanja' koju je napisao Sun Tzu u trećem stoljeću prije Krista“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:60).

Osnove današnje teorije igara postavljene su pak u 20. stoljeću. Razvijanju teorije najviše su doprinijeli matematičari. Prvi od njih bio je Ernest Zermelo koji je 1912. u svom članku „O primjeni teorije skupova na teoriju šaha“ prvi povezoao strateške komponente s teorijom igara. Pokazao je da je u igrama gdje su prisutne potpune i savršene informacije prisutna barem jedna sekvencijalna ravnoteža u čistim strategijama na način da je vjerojatnost svakog poteza 0 ili 1. Zermelo je svojim radom želio potaknuti primjenu matematike na što više područja te pokazati kako se i druge pojave mogu objasniti matematičkom interpretacijom (Brkić, 2002:76).

Nakon toga teorija igara nastavlja se razvijati. Na razvoj teoriju veliki utjecaj dali su određeni matematičari.

2.2. Razvoj teorije igara

Nakon Zermela, Francuski matematičar Emil Borel 1921. bio je prvi istaknutiji znanstvenik koji se bavio problematikom igara. Borel se bavio igrama u kojima rezultati ovise o sreći i vještini. Pokazao je kako pri poznatoj strategiji igrača protivnik može upotrijebiti matematičku strategiju koja bi mu omogućila pobjedu. Pokušavao je dokazati i tzv. minimaks teorem, prema kojem je svaka igra dvaju igrača sa sumom nula determinirana s beskonačno mnogo strategija. Prema tome, svaki igrač može maksimizirati svoj dobitak bez obzira na akciju njegovog protivnika (Barković i Ereš, 2013:61).

Nakon Zermelovog članka i rada na teoriji igara, ista počinje poprimati karakter društvene znanosti. Osim spomenutog Borela ogroman doprinos dao je i von Neumann koji je zajedno sa Borelom postavio temelje teorije igara u smislu društvene znanosti. Autori su se nadovezivali na rad drugih autora te pokušavali unaprijediti teoriju.

I Von Neumannov je radio na minimax teoremu te je svoje rezultate 1926. godine predstavio matematičkom društvu. Utvrdio je postojanje rješenja za igre u kojima sudjeluju dva igrača te igre nultog zbroja koje imaju beskonačan broj strategija. Pokazao je i kako mogućnost koaliciranja u igrama s tri igrača, a koje imaju nulti zbroj, u igru unosi neodređenost i borbu. To također vrijedi i za igre s većim brojem igrača gdje onda može nastati više koalicija, no onda je prisutna velika kompleksnost procjena. To je pokušao objasniti sustavom konstanti (Brkić, 2002:76).

Von Neumann tako je nastojao teoriju konkretizirati i za više od dva igrača. U tom razdoblju teorija je još uvijek usmjerena na matematičkim principima u društvenim igrama, s obzirom da se Neumann zanimao i za poker te različite strategije. Neumann je teoriju igara proučavao i razvijao dvadesetak godina. Njegovi radovi počeli su dobivati oblik, a onda se pokazalo da se teoremi mogu primijeniti na druge znanosti kao što su pravo, politika i ekonomija.

Sa obzirom na detaljnost njegovih postavki on se smatra i tvorcem teorije igara. Njegovo temeljno djelo, koje je napisao zajedno s Oscarom Morgensternom je „Theory of Games and Economic Behavior“. To je djelo po prvi puta eksplicitno povezaloo ekonomiju i teoriju igara čime je potonja dobila status zasebne discipline. Djelo je objavljeno 1944. godine i utjecalo je na daljnji razvoj teorije igara i velik broj djela drugih autora (Schwabe, 2016:129).

Tek su nakon Drugog svjetskog rata radovi o teoriji igara postali poznati i širem krugu ljudi, a ne samo uskom krugu matematičara kontinentalne Europe. Teorija igara u svojoj ranoj fazi posebno je privukla pažnju na političkoj sceni na području izbornih igara i donošenja odluka u demokratskim sustavima. Tako se područje teorije igara proširilo i na politiku (Brkić, 2002:77).

Početan utjecaj teorije igara nije imao osobiti velik odjek među ekonomistima, no, kao što je rečeno, nakon Drugog svjetskog rata situacija se promijenila. I matematičar John Nash dao je značajan doprinos teoriji igara te je dokazao postojanje tzv. Nashove ravnoteže koja se odnosi na skup strategija u kojoj ni jedan igrač teorije igara nema motiva mijenjati svoju akciju.

U današnje vrijeme postoje i moderni sustavi, odnosno programi koji olakšavaju primjenu teorije igara. To je posebno važno u složenim situacijama, kao i onima gdje je potrebno brzo donošenje odluke.

2.3. Osnovne karakteristike

Teorija igara proučava sve one situacije gdje konačno rješenje nekog problema, koji se može modelirati igrom, ne zavisi samo od jednog igrača nego i od odluka svih ostalih sudionika. Ponašanja sudionika u igri su međuzavisna, utječu jedna na druge, ali utječu i na konačan rezultat procesa odlučivanja. Dodatna složenost javlja se i zbog činjenice da su interesi sudionika često suprotstavljeni (Popović, 2008:162).

U teoriji igara javljaju se pojmovi „igra“, „igrač“, „strategija“ i „rezultat“. „Igra je skup pravila po kojima se moraju ravnati igrači, odnosno aktivnost u kojoj sudjeluju dva ili više igrača čiji su interesi različiti, a ciljevi konfliktni, tako da se međusobno isključuju. To su dakle situacije u kojima se donose strateške odluke kod kojih se uzimaju u obzir međusobne akcije i reakcije. Kao

primjeri za pojašnjavanje ovog pojma mogu poslužiti tvrtke koje međusobno konkuriraju određivanjem cijena ili grupa potrošača koji se na aukciji natječu za kupnju nekog umjetničkog djela“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59-62).

Igračima se nazivaju osobe koje u teoriji igara donose odluke. Cilj teorije igara određivanje je najpovoljnije strategije, tj. plana akcije za „igranje igre“. Strategijom se nastoji ostvariti najveći mogući pozitivni rezultat igre.

Za uspješnu primjenu teorije igara trebaju biti zadovoljene određene pretpostavke (Pavlović, 2005:137):

1. „Igrači moraju poštivati pravila igre.
2. Igrači moraju biti dovoljno inteligentni da mogu rasuđivati i moraju se racionalno ponašati.
3. Igrači moraju unaprijed znati rezultat povučenog poteza.“

Navedene pretpostavke ujedno se mogu smatrati i općim karakteristikama teorije igre. Rezultat igre ovisi i o tome o kojoj je vrsti igre riječ, o čemu će više govora biti poslije u radu. Također, i same karakteristike teorije igre ovisne su o tome o kojoj je vrsti igri riječ, koliko igrača sudjeluje, koja su pravila igre, itd.

3. Vrste igara u teoriji igara

S obzirom na moguće strategije i ishode igre je moguće podijeliti na određene vrste. Neke od uobičajenih podjela su podjela na kooperativne i nekooperativne, dinamičke i statičke igre, igre istodobnih poteza i ponavljajuće igre, igre s potpunom informacijom i igre s nepotpunom informacijom.

3.1. Kooperativne i nekooperativne igre

Ova podjela najznačajnija je podjela igara u teoriji igara. Dvije vrste razlikuju se po tome na koji način igrači formaliziraju odnose i međuovisnost među strategijama, a u konačnici i ishoda, odnosno rezultata igre.

U kooperativnim igrama igrači koordiniraju svoje strategije. To je obično popraćeno obvezujućim ugovorima prema kojima se dijeli i dobitak. S druge strane, kod nekooperativnih igara takva koordinacija izostaje jer igrači imaju suprotne interese. Svaki igrač sebi želi priskrbiti najveću moguću korist, što drugom igraču istovremeno nanosi štetu. U nekooperativnim igrama pozornost je stoga usmjerena na strateške izbore svakog pojedinačnog igrača. Iako su mogući dogovori i u tim igrama, igrače ništa ne obvezuje na njihovo poštivanje jer ne postoji viša sila koja bi provodila sankcije u slučaju kršenja dogovora (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59).

U kooperativnim igrama postoje obvezujući dogovori, koje neka „viša sila“ provodi. Ono što je dogovoreno može biti i provedeno. Ravnoteža ili ekvilibrij takve vrste igre je Pareto-optimum. „Strategija s je Pareto optimalna ako ne postoji ni jedna druga strategija s' koja je barem jednom agentu bolja od s , a istovremeno nijednom nije gora od s “ (https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/IMAS4.pdf). Rezultat igre ne mora biti Pareto optimalan, no tada igrači streme nekom drugom rezultatu. Drugim riječima, tada postoji neki drugi rezultat koji preferiraju svi igrači.

Igra može imati i više Pareto-optimum točaka. Postoje mnogi alternativni koncepti rješenja kooperativnih igara, odnosno načini izbora specifičnih Pareto-optimalnih točaka. Istaknut će se: koncept jezgre i indeks moći svakoga igrača u formaliziranom postupku odlučivanja. Jezgra je skup

strategija ravnoteže od koje se niti jednom igraču ne isplati odstupiti, odnosno ni jedan igrač nema strategiju koja je superiorna svim strategijama ostalih (Brkić, 2002:78).

Kooperativne igre mogu se objasniti na primjeru dva biciklista koja idu u suprotnim smjerovima kroz uski puteljak. Trebali bi se sudariti, ali u interesu je obojice da se to ne dogodi. Svaki igrač ima tri strategije: pomaknuti se ulijevo, pomaknuti se udesno ili ostati na pravcu. Ishod ove igre ovisi o suradnji biciklista. Još jedan primjer može se naći u sferi običnog trgovanja. Npr., pregovaranje prodavača i kupca oko kupnje motora. Ako proizvodnja motora iznosi 10.000 kn, a kupcu taj motor vrijedi 15.000 kn, u tom slučaju moguće je ishod kooperativne igre. Bilo koji dogovor o prodaji motora po cijeni između 10.001 i 14.999 kn maksimizirati će zbroj potrošačevog viška i prodavačevog profita te su u tom slučaju obje strane na dobitku. Još jedan primjer kooperativne igre su i dvije tvrtke koje pregovaraju o zajedničkom investiciji (pod pretpostavkom da nijedna tvrtka nema dovoljno samostalnog znanja da uspije sama). Ako je moguće sklapanje obvezujućeg ugovora o dijeljenju profita, moguć je i kooperativan rezultat igre (Barković Bojanić i Ereš, 2013:64).

Karakteristike i strategije u nekooperativnim igrama razlikuju se od onih u kooperativnim. Akcije i strategije igrača nisu koordinirane. To je iz razloga jer igrači imaju suprotne interese te djelovanje u svoju korist znači i djelovanje na štetu protivnika. Kao što je rečeno, čak i kada igrači komuniciraju, nisu mogući obvezujući dogovori jer ne postoji „viša sila“ koja bi ih prisilno provela u slučaju nepridržavanja.

Postoje dvije osnovne vrste nekooperativnih igara. Jedna od njih je igra nultog zbroja gdje je prisutan potpuni konflikt. To znači da je dobitak jedne strane popraćen gubitkom druge. U takvim uvjetima kolektivna dobit je konstanta. Druga vrsta nekooperativnih igara je igra varijabilnog zbroja gdje je kolektivna dobit, odnosno korist, promjenjiva. Ukupna dobit različitih rezultata stoga je varijabilna. U takvim igrama primjena maksmin strategije (maksimiziranja minimuma) ne bi imala smisla i vodila bi besmislenim rezultatima. Zbog toga se u njima primjenjuje tzv. Nashov ekvilibrij, odnosno ravnoteža (Brkić, 2002:78).

Nashov ekvilibrij jedno je od najpravednijih i najboljih rješenja teorije igara. To možda nije najbolje rješenje za svakog igrača pojedinačno, no optimalno je rješenje za svakog igrača koji sudjeluju u konfliktu (Čalija Matijević i Radišić, 2013:118-119).

Nashov ekvilibrij ili Nashova ravnoteža podrazumijeva da se igračima ne isplati napuštati trenutno stanje jer svako odstupanje od stanja znači lošiju situaciju za igrača. To vrijedi za tzv. jaki Nashov ekvilibrij. Kod slabog znači da se svakim odstupanjem ne može postići bolji položaj od trenutnog. U principu, taj ekvilibrij znači kako niti jedan igrač poslije neće požaliti svoju akciju, onda kada je upoznat sa izborom svog protivnika. Moguće je da igra ima i više takvih točaka ravnoteže.

Pretpostavka opisanog Nashovog ekvilibrija je da igrači poteze vuku simultano. Postoji još jedna vrsta ekvilibrija, Stackelbergov ekvilibrij koje nastaje kada jedan igrač (vođa) odlučuje krenuti u akciju prije drugih. Tek nakon toga, sukladno akciji vođe, ostali igrači biraju svoje najbolje akcije (Brkić, 2002:78).

Jedan od općih primjera nekooperativnih igara je tzv. rat cijenama. Dva konkurentska poduzeća uzimaju u obzir ponašanje drugog poduzeća kada određuju cijenu. Poduzeća znaju da bi smanjivanjem cijena ispod konkurentske zadobilo veći udio na tržištu, no, istovremeno tako i riskiraju rat cijenama.

3.2. Dinamičke i statičke igre

„Statička je igra ona igra u kojoj igrači donose odluke (ili odabiru strategiju) istodobno bez znanja koje su odluke odnosno strategije odabrali igrači. Iako odluke mogu biti donesene u različitom vremenu, igra je istodobna, zato što svaki igrač nema informacije o odlukama koje su donijeli drugi igrači, stoga je u odnosu na njega igra istodobna. S druge strane, kod dinamičkih igara protivnici povlače poteze ili biraju, odnosno mijenjaju strategije naizmjenice, donekle imajući spoznaju o potezima protivnika“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:65).

„U dinamičkim igrama razlika između ekvilibrija kooperativne igre i ekvilibrija nekooperativne igre postaje manje jasna. U njima igrači povlače poteze ili biraju, odnosno mijenjaju strategije naizmjenice i u određenoj mjeri imaju saznanja o mogućim potezima protivnika. Kod statičkih

igara igrači poteze, odnosno odluke ili strategije donose istodobno ne znajući koje su odluke donijeli drugi akteri“ (Brkić, 2002:79).

Na statičke i dinamičke igre nadovezuju se i druge vrste igara, kao što su igre istodobnih poteza i ponavljajuće igre, pa i igre s potpunom i nepotpunom informacijom. Jedna igra tako može imati više opisanih karakteristika, odnosno, podvrsta (npr. nekooperativna dinamička ponavljana igra).

3.3. Igre istodobnih poteza i ponavljajuće igre

Kod istodobnih igara igrači poteze, odnosno akcije donose temeljem predviđanjima o tome koje bi akcije mogao donijeti protivnik. To su ujedno i igre u kojima igrač nema informaciju o odlukama svog protivnika, već svoju strategiju temelji na predviđanju (pogađanju) što bi protivnik mogao učiniti.

Kod ponavljajućih igara strateško međudjelovanje igrača neprestano se ponavlja. S obzirom na tu činjenicu, igrači dolaze u mogućnost poboljšanja svoje strategije. U takvim okolnostima u obzir treba uzeti dugoročnu isplativost, a ne samo kratkoročni dobitak. Cilj igrača je nametnuti ili zaprijetiti sankcije kako bi ga odvratilo od iskorištavanja njegovog kratkoročnog dobitka, ali i umanjenja dugoročne isplativosti (Barković Bojanić i Ereš, 2013:65).

Spomenuto je kako igra može biti sačinjena od više podvrsta. Npr., najjednostavniji oblik dinamičke igre je ponavljana igra. U takvim igrama često postoji i slučajan element (npr. fluktuacija potražnje) tako da igrači nemaju potpune informacije o protivničkim akcijama i odlukama. Dodavanjem ili pojavljivanjem određenog elementa u igri igra može promijeniti karakter, pa čak i vrstu. Svaki oblik igre ima svoje karakteristike i posebnosti, no, između oblika i vrsta igre postoji i međuovisnost.

3.4. Igre s potpunom informacijom i igre s nepotpunom informacijom

Neovisno o prethodno navedenim vrstama, igra može biti igra s potpunom (savršenom) ili nepotpunom (nesavršenom) informacijom. Kod igara s potpunom informacijom igrači koji sudjeluju u igri sigurni su i ishode ili strategije drugih igrača, ili, u takvoj igri znanje jednoga igrača

veće je od znanja drugog, uz uvjet da ne postoje ograničenja po pitanju informiranosti. U takvim igrama igraču je poznato koji mu je položaj u igri te tko su mu protivnici (Schwabe, 2016:128).

„U igrama s potpunom informacijom igrači čine poteze u različito vrijeme ili po redu. To znači da igrač koji učini potez, kasnije u igri ima više informacija o radnjama drugih igrača. To također znači da prvi igrač može svojim potezima utjecati na igru. Strategiju svakoga igrača čine one radnje koje on odabire uvjetno na osnovi dodatnih informacija koje dobije tijekom igre“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:65).

U igrama s nepotpunom informacijom igrač nema potpunu spoznaju o potezu svog protivnika, odnosno igrača koji je povukao potez prije njega. Dakle, kod igara s nepotpunom informacijom igrač tek poslije saznaje koje mu je akcije i radnje poduzeo protivnik.

Jasno je da karakteristike igre ovise o tome o kakvoj je igri točni riječ. Vrsta igre utječe na karakter i tijek igre. Neke su strategije prikladnije za pojedine vrste igre. Također, utvrđeno je kako jedna igra može imati više različitih podvrsta te isto tako da se karakter pa i vrsta igre mogu mijenjati tokom same igre. To upućuje na složenost teorije igara.

4. Primjena teorije igara u ekonomiji

Početak rada rečeno je kako je postepeno teorija igara imala sve širu primjenu. Jedno od područja gdje se danas intenzivno primjenjuje je i ekonomija. Štoviše, može se reći kako se upravo u ekonomiji teorija igara najviše i primjenjuje. Ne primjenjuje se samo u mikroekonomiji, nego i u makro te međunarodnoj ekonomiji.

Svaka primjena teorije igara rezultira donošenjem neke odluke. Upravo je zato primjena ograničena samo na situacije kada je potrebno donijeti odluku, no, to pak, uključuje širok spektar takvih situacija.

4.1. Primjena teorije igara u svrhe odlučivanja

Jedan od najpoznatijih primjera donošenje odluka putem teorije igara je zatvorenikova dilema. Osim navedenih vrsti igara u prethodnom poglavlju, postoje i neke druge. Npr., igre u kojima sudjeluju samo dva igrača i u kojima svaki igrač ima na raspolaganju samo dvije strategije nazivaju se igrama 2x2 (Keček, 2013:80). Upravo takva je i zatvorenikova dilema koja je najpoznatija igra takve vrste.

U igrama gdje se donose odluke općenito je riječ o suradnju i/ili ne suradnji. Rezultat igre ovisi o tome hoće li igrači surađivati ili ne. Pri tome, ne surađivati ujedno ne znači i najlošiji rezultat za konkretnog igrača. Moguće je da ne surađivanjem igrač za sebe ostvari najpovoljniji rezultat, no takva strategija obično podrazumijeva velik rizik.

Zatvorenikova dilema govori o događaju pljačke nakon kojeg su pljačkaši uhićeni. Na mjestu zločina nije bilo inkriminirajućih dokaza, a osumnjičenici poriču krivnju. Tada istražitelji pred njih stavljaju dilemu. „Ako jedan optuženik nastavi negirati učešće, dok onaj drugi prizna pljačku, a on dobiva maksimalnu kaznu od četiri godine zatvora zbog ustrajanja u zločinu, dok će njegov kolega biti nagrađen za suradnju te će se izvući sa jednom godinom. Ako, pak, prvi osumnjičenik prizna krađu, a njegov suradnik nastavi negirati sudjelovanje, onda je situacija upravo suprotna: on će dobiti godinu zatvora, a njegov kolega četiri. Postoje još dvije mogućnosti: da obojica nastave negirati učešće, ili da obojica priznaju pljačku. U prvom slučaju, bez ičijeg priznanja,

policija nije u stanju podići optužnicu i mora ih pustiti na slobodu. U drugom, obojica će dobiti jednaku kaznu od dvije godine, jer nema potrebe da se ikoga kazni, ali također nitko neće biti nagrađen za suradnju. Naravno, ove dvije opcije nisu objašnjene osumnjičenim jer bi im to psihološki olakšalo situaciju“ (<https://hamurabiblog.wordpress.com/2017/11/15/zatvorenikova-dilema/>).

Kod Zatvorenikove dileme radi se o spremnosti na suradnju. U toj konkretnoj igri surađivati znači ne priznati zločin, a ne surađivati znači priznati zločin. Svaki igrač može se suočiti sa četiri ishoda. S obzirom da ima dva igrača i četiri ishoda, cijela igra opisana je s osam brojeva. Ekonomičan način praćenja igrača i brojeva može se prikazati matricom isplata (Keček, 2013:80).

Matrica daje sve informacije o igri. Za navedeni primjer, matrica je dana u nastavku u obliku tablice.

Tablica 1. Matrica Zatvorenikove dileme

		Drugi optuženik	
		Ne priznaje krađu	Priznaje krađu
Prvi optuženik	Priznaje	Prvi: 1 godina zatvora Drugi: 4 godine zatvora	Prvi: 2 godine zatvora Drugi: 2 godine zatvora
	Ne priznaje krađu	Prvi: slobodan Drugi: slobodan	Prvi: 4 godine zatvora Drugi: 1 godina zatvora

Izvor: Hamurabijev blog, <https://hamurabiblog.wordpress.com/2017/11/15/zatvorenikova-dilema/>. 5. srpnja 2020.

U ovoj situaciji Nashov ekvilibrij je postignut ukoliko obojica igrača priznaju zločin. Međutim, to nije ujedno i najbolje rješenje pojedinačno gledano s obzirom na to da ukoliko obojica igrača ustraju da zločin ne priznaju, bivaju pušteni na slobodu. No, to je moguće samo ako su unaprijed imali pripremljen takav scenarij ili ako ne bi razmišljali racionalno. Pod pretpostavkom da razmišljaju racionalno, odlučit će se za točku ravnoteže o kojoj je bilo govora.

„Odbijanje priznanja ima, potencijalno, najbolji rezultat (sloboda igrača), ali u isto vrijeme može prouzrokovati katastrofu (maksimalno vrijeme u zatvoru). Stoga je to primjer nestabilne ravnoteže. Nasuprot tome, Nashov ekvilibrij teži stabilnoj ravnoteži, gdje je rezultat, u cjelini, najpovoljniji“ (<https://hamurabiblog.wordpress.com/2017/11/15/zatvorenikova-dilema/>).

Svaki igrač izabire najbolju akciju kako bi za sebe ostvario najbolji mogući ishod, no pri tome u obziru uzima akcije drugih igrača. To je jedna od ključnih karakteristika teorije igara. S obzirom da igrač u ovom slučaju poteze povlači u izolaciji, odnosno, u ovom slučaju bez raspolaganja stvarnom informacijom, on zapravo nije u potpunosti upoznat s ponašanjem drugog igrača. On se stoga odlučuje za Nashovu ravnotežu.

Primjer zatvorenikove dileme predstavlja primjer dominantne strategije. Pretpostavka je da je cilj svakog zatvorenika izbjeći zatvor. U tom je slučaju priznanje dominantna strategija za svakog zatvorenika. Svaki zatvorenik zna da je najbolje priznati, no, dolazi do paradoksalnog rezultata u kojem dolaze u goru poziciju nego da su obojica odlučila ne priznati i time dobila godinu zatvora (Barković Bojanić i Ereš, 2013:80).

Ovo je samo jedan od primjera korištenja teorije igara u svrhu odlučivanja. Kod zatvorenikove dileme, igrači zapravo imaju isti cilj, a to je dobiti što manje godina zatvora. Postoje i igre gdje igrači imaju suprotstavljene ciljeve, odnosno različite interese i konfliktne ciljeve. Npr., u igri spolova (bitka spolova) interesi igrači djelomično su suprotstavljeni. Supružnici se ne mogu dogovoriti na koji će događaj ići. Ipak, radije bi oboje negdje otišli zajedno nego bili odvojeni. U tom slučaju oni mogu baciti novčić ili nekom drugom metodom nasumično odlučiti gdje će ići. Moguće je i da svaki put drugo odlučuje o tome gdje će se naći. Postoje i drugi primjeri kao što su lov na jelena, igra kukavice, i dr.

4.2. Donošenje poslovnih odluka temeljem teorije igara

S obzirom da je koristeći teoriju igara moguće donositi odluke u privatnom životu, jasno je, isto se može primijeniti i na poslovno okruženje. U tom smislu teorija igara može se promatrati kao alat ili metoda poslovnog odlučivanja koje predstavlja jednu specifičnu vrstu odlučivanja.

Ne postoje značajne razlike između odlučivanja u privatnom i poslovnom životu. Manje-više prisutne su iste faze u procesu odlučivanja, načini donošenja odluke, vrste čimbenika koji imaju utjecaj na odlučivanje te okolnosti u kojima se odlučuje. Glavna razlika jedino je u tome što je subjekt odlučivanja poslovni subjekt, a ne čovjek kao fizička (privatna) osoba (Sikavica i dr., 1999:14).

Poslovno odlučivanje proces je izbora definirane i raspoložive poslovne odluke između više različitih mogućnosti. To je također i poslovna aktivnost. Svrha poslovnog odlučivanja izbjeći je neracionalno ponašanje te maksimizirati efikasnost poslovanja.

Kod poslovnog odlučivanja postoje određena ograničenja: (Brajdić, 2000:24):

- nepotpune informacije osoba koje donose odluke,
- vremenska determiniranost,
- osobna ograničenja u vidu različitih stilova odlučivanja, pritiska, želje za dokazivanjem, osjećaja nesigurnost i sl.,
- ograničena sredstva za postizanje cilja,
- predrasude koje onemogućavaju uspješno odlučivanje,
- brzanje u izabiranju alternativa,
- favoriziranje određene alternative,
- manjak kreativnosti pri donošenju rutinskih odluka.

Donošenje odluke zapravo je puno složenije nego što se to možda na prvi pogled čini. Ono je posebno složeno u poslovnom okruženju. Zato se kaže da je donošenje odluke proces, a taj se proces sastoji od više različitih, ali međusobno povezanih faza.

U širem smislu, odlučivanje se sastoji od sljedećih faza: (Sikavica i dr., 1999:133):

1. identifikacija problema,
2. definiranje zadatka,
3. analiza postojećeg stanja,
4. traženje alternativa problema,
5. vrednovanje svih alternativa,
6. donošenje odluke,
7. provođenje odluke,
8. kontrola provođenja odluke.

U svrhu ovog rada neće se detaljnije opisivati navedene faze. Neovisno o tome koji se alat ili metoda poslovnog odlučivanja upotrebljava, proces odlučivanja trebao bi obuhvaćati sve navedene faze.

Potrebno je naglasiti da teorija igara neće uvijek biti prikladno rješenje za donošenje poslovnih odluka. Postoje različite vrste, metode i alati odlučivanja, što je razumljivo s obzirom da se u poslovnoj praksi i ekonomiji uopće mogu pojaviti različite vrste problema. Zato se poslovno odlučivanje često i dijeli na različite vrste s obzirom na to kakav se problem nastoji riješiti. Te su vrste prikazane u tablici 2.

Tablica 2. Vrste poslovnog odlučivanja prema vrsti problema

Vrste odluke	Vrsta problema	Metode	Primjeri
Programirana	Programiran, rutinski	Pravila Standardne operacijske metode	Posao: procesuiranje vaučera
			Fakultet: Proces upisa
			Bolnica: Priprema pacijenata za operaciju
			Vlada: Korištenje državnih motornih vozila
Neprogramirana	Kompleksan, novi	Kreativno rješavanje problema	Posao: Uvođenje novih proizvoda
			Fakultet: Izgradnja učionice
			Bolnica: Reakcija na regionalnu epidemiju gripe
			Vlada: Rješavanje spiralskih problema inflacije

Izvor: Barković, 2009:25

Programirano odlučivanje koriste se za one probleme i situacije koje se ponavljaju. U tom slučaju ne treba aktivirati proces traženja rješenja već treba samo točno identificirati problem te aktivirati odgovarajući postupak. Kao što je vidljivo u tablici, takve odluke donose se temeljem pravila i uobičajenih metoda.

Neprogramirano odlučivanje koriste se za probleme koji su novi ili kompleksni. Donošenje odluke i rješavanje problema odvija se na drugačiji način, a svakom se problemu pristupa individualno. Tu do izražaja dolazi kreativnost te se koriste različite tehnike, odnosno metode poslovnog odlučivanja.

Jedna od njih je i teorija igara. Ta se tehnika koristi za odlučivanje u uvjetima neizvjesnosti. U takvim uvjetima donositelju odluke nije poznato stanje drugih sudionika, odnosno, u teoriji igara, igrača. Također, ne postoji mogućnost da se dođe do pouzdanih informacija temeljem kojih bi se

moglo pretpostaviti, tj. sa određenom vjerojatnošću procijeniti nastup određenih događaja. Tu je, dakle, riječ o složenim situacijama.

Teorija igara u ekonomiji obično se koristi za konfliktne situacije. To je često situacija konkurencije. Takva situacija odražava stanja kada su općenito dvije osobe (stranke, sudionika ili skupine) u konfliktu radi svojih odnosnih ciljeva. Ovo, međutim, ne mora isključiti mogućnost da konkurenti međusobno i surađuju kad je to u njihovom interesu s obzirom na ciljeve, kao i u odnosu na trećeg sudionika (ili skupinu) koji je na usluzi konkurencije (npr. suradnja u vezi s interesom potrošača glede pitanja cijena, kvalitete i sl.) (Sikavica, 1999:277).

Teorija igara koristi se i u međunarodnoj ekonomiji. Jedan od primjera odnosi se na uspostavljanje carinske unije koja za cilj ima približiti slobodnu trgovinu. Nakon formiranja jedne unije postoje dvije mogućnosti. Unija može prihvatiti nove članove ili se mogu formirati druge carinske unije. Kod formiranja druge, nove carinske unije, Nashovom ravnotežom bilo koje smanjenje carina koristit će i jednoj i drugoj zemlji. Niti jedna od zemalja u uniji ne može samostalno svoju poziciju učiniti boljom prije nego što se to učini u Nashovoj ravnoteži. Međutim, ako se može postići određena kooperacija, istodobnim smanjivanjem cijena obje zemlje bi profitirale (Brkić, 2002:80).

Problem sa teorijom igara je taj što se većina problema konkurencije rijetko može staviti u teoretsku formu igara, uzimajući u obzir složenost tih situacija, nedostatak informacija za donošenje strategija (vlastitih i igračevih), i sl. No, bez obzira na to, koncept teorije igara može biti koristan u nekim takvim slučajevima. To je najčešće onda kada je moguće ustanoviti koje najefikasnije protumjere, odnosno strategije, konkurencija može poduzeti. U tom slučaju moguće je odabrati svoju najbolju strategiju, pretpostavljajući da će isto učiniti i protivnik, i tako osigurati barem minimalan dobitak (to je bilo vidljivo i u primjeru zatvorenikove dileme). To će ilustrirati i naredni primjeri.

4.3. Primjer primjene teorije igara u ekonomiji – sprečavanje ulaska na tržište

Uz sprečavanje ulaska na tržište veže se i termin barijere ulaska.

O barijerama ulaska govori se onda kada je novim poduzećima djelomično ili potpuno ograničen ulazak u određenu tržišnu granu ili industriju. Postoje strukture i strateške barijere. Strukturne

barijere vezane su uz specifičnost neke konkretne industrije. Strateške barijere one su koje koristi neko poduzeće kako bi svojim akcijama i strategijama ograničilo ili spriječilo ulazak drugih igrača u industriju ili tržište (Škuflić i Turuk, 2013:23).

Sprečavanje ulaska na tržište u sklopu teorije igara ima široku primjenu u ekonomiji. U toj igri potezi se povlače sekvencijalno. Ista akcija korisna je za jednog, a štetna za drugog igrača. Igrači jedne druge sprečavaju u poduzimanju akcije primjenom prijetnji. Ovakva igra bit će učinkovita ukoliko je prijetnja uvjerljiva i može spriječiti najbolju akciju, odnosno odgovor protivnika (Kopal i Korkut, 2011).

U svrhu primjera pretpostavit će se da jedno poduzeće (poduzeće A) drži visoko profitabilan lokalni proizvod na nekom tržištu. Konkurent (poduzeće B) je to uočio i razmišlja o ulasku na tržištu ne bi li „ugrabilo“ dio profita koje ostvaruje prvo poduzeće. U takvoj situaciji, menadžment mora pronaći način ne bi li zaštitio svoj prirodni monopol.

Poduzeće A može drastično spustiti cijene, odnosno, spustiti ih toliko da na proizvodu ne ostvaruje profit. U tom slučaju potencijalnim konkurentima ne bi se isplatilo ući na tržište. To je, dakle, svojevrsna prijetnja, no, povlači se i pitanje vjerodostojnosti. Gledajući dugoročno, poduzeću A u interesu je i nakon ulaska konkurencije odrediti takve cijene da maksimizira svoj profit, uvažavajući konkurenciju. Zato je malo vjerojatno takvo određivanje cijene zbog koje bi svi sudionici na tržištu koji prodaju taj proizvod bili na trajnom gubitku. Dakle, ekstremno sniženje cijena nije „uvjerljiva prijetnja“ konkurenciji.

Određivanje cijena zbog kojeg bi svi igrači na tržištu pretrpjeli značajne i trajne gubitke nije realna opcija. Zbog toga, veliko sniženje cijena konkurencija obično ne tumači da će se takve cijene i zadržati i nakon njezina ulaska na tržište, zbog čega se ona u pravilu odlučuje ući.

Pod pretpostavkom da poduzeće A zaista snizi cijene, u teoriji moguće je da poduzeće B, odnosno konkurent, odustane od ulaska na tržište. U slučaju da se to ne dogodi, ukoliko poduzeće A zadrži niske cijene poslovati će loše. Ukoliko zadrži ili vrati stare cijene, možda neće poslovati jednako

dobro kao prije, no poslovati će puno bolje nego pri niskim cijenama i pojavi konkurencije. Ovaj primjer moguće je ilustrirati i matricom. To je učinjeno u tablici 3.

Tablica 3. Primjer sprečavanja ulaska konkurencije na tržište u okviru teorije igara

		Poduzeće B	
		Ne ulazi na tržište	Ulazi na tržište
Poduzeće A	Snižava cijene	Poduzeće A: maksimalan dobitak Poduzeće B: propušten dobitak	Poduzeće A: gubitak Poduzeće B: gubitak ili minimalan dobitak
	Ne snižava cijene	Poduzeće A: maksimalan dobitak Poduzeće B: prepuštanje profita poduzeću A	Poduzeće A: maksimiziran dobitak u uvjetima konkurencije Poduzeće B: profitabilno poslovanje

Izvor: izrada autora prema: Kopal i Korkut, 2011

Može se zaključiti kako je besmisleno drastično sniziti cijene te na taj način pokušati spriječiti ulazak konkurencije. U slučaju da poduzeće A drastično snizi cijene, poduzeću B jasno je da je u interesu monopolista, odnosno poduzeća A, podići cijenu nakon ulaska jer će tako maksimizirati svoj profit.

5. Zaključak

Teorija igara kroz povijest se razvijala. Jedan od ključnih trenutka za razvoj bilo je djelo Johna von Neumanna i Oscara Morgensterna „Theory of Games and Economic Behavior“ koje je po prvi puta eksplicitno povezalo teoriju igara s ekonomijom, što je teoriji igara osiguralo status posebne discipline. Djelo je objavljeno 1944. godine, nakon čega dolazi do rasta literature o ovoj tematici. No, tek su nakon Drugog svjetskog rata radovi o teoriji igara postali poznati i širem krugu ljudi, a ne samo uskom krugu matematičara kontinentalne Europe. I matematičar John Nash dao je značajan doprinos teoriji igara te je dokazao postojanje tzv. Nashove ravnoteže koja se odnosi na skup strategija u kojoj ni jedan igrač teorije igara nema motiva mijenjati svoju akciju.

Teorija igara jedna je od metoda poslovnog odlučivanja. Teorijom je moguće proučavati one situacije gdje konačno rješenje nekog problema, koji se može modelirati igrom, ne zavisi samo od jednog igrača nego i od odluka svih ostalih sudionika. Cilj teorije igara određivanje je najpovoljnije strategije, tj. plana akcije za „igranje igre“. Strategijom se nastoji ostvariti najveći mogući pozitivni rezultat igre.

S obzirom na moguće strategije i ishode igre je moguće podijeliti na određene vrste. Neke od uobičajenih podjela su podjela na kooperativne i nekooperativne, dinamičke i statičke igre, igre istodobnih poteza i ponavljajuće igre, igre s potpunom informacijom i igre s nepotpunom informacijom. Svaka od tih vrsti posjeduje svoje karakteristike.

S obzirom da je koristeći teoriju igara moguće donositi odluke u privatnom životu, jasno je, isto se može primijeniti i na poslovno okruženje. U tom smislu teorija igara može se promatrati kao alat ili metoda poslovnog odlučivanja koje predstavlja jednu specifičnu vrstu odlučivanja. Teorija igara neće uvijek biti prikladno rješenje za donošenje poslovnih odluka. Postoje različite vrste, metode i alati odlučivanja, što je razumljivo s obzirom da se u poslovnoj praksi i ekonomiji uopće mogu pojaviti različite vrste problema.

Teorija igara koristi se koristi za odlučivanje u uvjetima neizvjesnosti. U takvim uvjetima donositelju odluke nije poznato stanje drugih sudionika, odnosno, u teoriji igara, igrača. Također,

ne postoji mogućnost da se dođe do pouzdanih informacija temeljem kojih bi se moglo pretpostaviti, tj. sa određenom vjerojatnošću procijeniti nastup određenih događaja. Tu je, dakle, riječ o složenim situacijama.

U ekonomiji često se koristi za donošenje odluka u konfliktnim situacijama, a posebno u konkurentskom okruženju. Problem sa teorijom igara je taj što se većina problema konkurencije rijetko može staviti u teoretsku formu igara, uzimajući u obzir složenost tih situacija, nedostatak informacija za donošenje strategija (vlastitih i igračevih), i sl. No, bez obzira na to, koncept teorije igara može biti koristan u nekim takvim slučajevima, što je potvrdio i praktičan primjer.

Popis literature

1. Barković Bojanić, I.; Ereš, M. (2013). Teorija igara i pravo. Pravni vjesnik 29 (1), str. 59-76.
2. Barković, D. (2009). Menadžersko odlučivanje. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
3. Brajdić, I. (2000). Utjecaj nekih čimbenika na stupanj razvoja i primjene znanstvenih metoda odlučivanja. Ekonomski vjesnika 13 (1-2), str. 123-129.
4. Brkić, L. (2002). Temeljni koncepti teorije igara u međunarodnoj ekonomiji. Politička misao 39 (3), str. 75-87.
5. Čalija Matijević, M.; Radišić, B. (2013). Nashova ravnoteža. Osječki matematički list 13 (2), str. 105-119.
6. Fakultet elektrotehnike i računarstva. Teorija igara. URL: <https://www.fer.unizg.hr/download/repository/IMAS4.pdf> (4. srpnja 2020.)
7. Hamurabijev blog (2017). Zatvorenikova dilema, URL: <https://hamurabiblog.wordpress.com/2017/11/15/zatvorenikova-dilema/> (5. srpnja 2020.)
8. Keček, D. (2013). Igra Zatvorenikova dilema u kojoj sudjeluje n igrača. Tehnički glasnik 7 (1), str. 80-83.
9. Kopal, R.; Korkut, D. (2011). Teorija igara : praktična primjena u poslovanju. Zagreb: Visoka poslovna škola Libertas
10. Pavlović, I. (2005). Kvantitativni modeli i metode u poslovnom odlučivanju. Mostar: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Mostaru i Sveučilište u Dubrovniku.
11. Popović, G. (2008). Distribuirano upravljanje snagom i primena teorije igara. 16. telekomunikacioni forum TELFOR 2008, str. 162-165.
12. Sikavica, P. i dr. (1999). Poslovno odlučivanje. Zagreb: Informator.
13. Škuflić, L.; Turuk, M. (2013). Barijere ulaska malih i srednjih poduzeća u prerađivačku industriju u Hrvatskoj. Poslovna izvrsnost 7 (2), str. 23-40.

Popis tablica

Tablica 1. Matrica Zatvorenikove dileme	12
Tablica 2. Vrste poslovnog odlučivanja prema vrsti problema	16
Tablica 3. Primjer sprečavanja ulaska konkurencije na tržište u okviru teorije igara	19