

## TEORIJA IGARA KAO OSNOV EKONOMSKOG PONAŠANJA

SVETLANA RAKOČEVIĆ, Ekonomski fakultet u Podgorici

**Apstrakt:** U svakodnevnom životu, kako poslovnom tako i privatnom, okruženje često nije amorfn masa. Po pravilu postoje subjekti i grupe čije su aktivnosti relevantne, a ponekad i presudne za naše odluke. Istovremeno, naše aktivnosti imaju povratni uticaj na odluke istih subjekata, pa konačni rezultati koje svako od nas postiže predstavljaju proizvod brojnih individualnih odluka i njihovih interakcija. Među brojnim problemima savremene nauke je i pitanje na koji način objasniti i egzaktno formalizovati ponašanje tržišnih učesnika, u uslovima neizvesnosti i sukobljenih interesa. Jedan od odgovora ponudila je teorija igara koja privredu posmatra kao složenu i teško predvidljivu igru brojnih pojedinaca, a ne kao determinističku mašinu. Analitički aparat teorije igara razvijen je u nastojanju da se pronađe adekvatan metodološki odgovor, tj. da se ponudi upotrebljivo oruđe analize racionalnog odlučivanja pri riziku, neizvesnosti i sukobljenim interesima učesnika.

Cilj rada je da se sagleda značaj i mogućnost primene teorije igara u analizi složenih ekonomskih problema, pre svega ravnoteže na oligopolskom tržištu.

**Cljučne reči:** teorija igara, ravnoteža, Nashov ekvilibrijum, oligopoli

**Abstract:** In everyday life, professional and private, environment usually is not amorph. There exist subjects and groups whose activities are relevant and sometimes even decisive for our decisions. In the same time our activities have feed back on decisions of those subjects, so the final results that each of us achieve are product of individual decisions and their interactions. Among numerous problems of contemporary science there lies a question how to explain and formalize in exact way behaviour of market participants under conditions of uncertainty and conflict of interests. Game theory has offered one of the answers. Game theory treats economy like complex and hardly predictable game with lot of participants, and not like deterministic machine. Analitical apparatus of the game theory has been developed in order to find adecvate metodological answer i.e. to offer usable tool of rational decision analysis under risk, uncertainty and conflicted interests of participants.

The aim of this paper is to review the importance of game theory and possibility of its application in the analysis of complex economic problems, mainly equilibrium in the case of oligopoly.

**Key words:** game theory, equilibrium, Nash equilibrium, oligopoly

JEL classification: C 70, C 71;

Preliminary Communication; Received: June 07, 2006

### 1. Uvod

Teorija igara predstavlja specifičan metod analize društvenih pojava i procesa. Ona je jedan od mogućih načina tumačenja ljudskog ponašanja i izbora u konfliktnim i delimično

konfliktnim situacijama. To su sve one situacije kada konačno rešenje ne zavisi samo od jednog učesnika tj. igrača koji donosi odluku, nego i od odluka svih ostalih učesnika. Ova ponašanja su međuzavisna, utiču jedna na druge, ali utiču i na konačni rezultat procesa odlučivanja.

I okruženje unutar koga se donose odluke je takođe nepredvidivo i veoma promenljivo. Dodatna složenost problema odlučivanja, kojim se bavi teorija igara, javlja se i zbog činjenice da su interesi učesnika često direktno sukobljeni.

Zbog toga se teorija igara razvila kao multidisciplinarna nauka, koja koristi ne samo matematička znanja, nego i znanja iz drugih oblasti, koja doprinose boljem razumevanju čovekovog ponašanja.

Teorija igara se pojavila kao alternativna teorijska koncepcija u evoluciji istraživanja prirode firme. Prvi radovi u kojima je primenjena teorija igara na ekonomske probleme bile su analize oligopolske politike cena i obima proizvodnje, koje su dali još Cournot (1838), Bertrand (1883) i Edgworth (1925). Svi ti pokušaji su se ograničavali na slučajeve oligopolske politike cena i obima proizvodnje, bez mogućnosti uopštavanja primene teorije igara na analizu raznih drugih ekonomskih problema (ravnoteže, konkurencije, rizika, neizvesnosti, racionalnosti, javnog izbora, itd.). To je delimično omogućeno tek sredinom prošlog veka (1944), kada su matematičar Johan Von Neumann i ekonomista Oskar Morgenstern objavili knjigu »Teorija igara i ekonomsko ponašanje«. Oni su analizirali matičnu igru dva aktera s nultim rezultatom, što znači da dobit jednog igrača predstavlja gubitak za drugog. Pri tome su pošli od pretpostavki racionalnog ponašanja igrača, međusobnog konflikta njihovih ekonomskih interesa, rizika i neizvesnosti. (M. Drašković 2005, s. 169).

U modernoj ekonomiji, gde postoji izražena međuzavisnost, profit jednog subjekta ne zavisi samo od njegovog ponašanja, od njegove odluke, već i od toga kako se ponašaju ostali subjekti odlučivanja. Zato, donosilac odluke mora stalno da vrši analizu strategija koje su izabrali ili koje će izabrati njegovi oponenti, kao i analizu strategija koje će izabrati drugi subjekti odlučivanja, kao odgovor na strategiju koju on tek treba da odabere.

Pretpostavka od koje se u analizi polazi jeste da su igrači, odnosno subjekti odlučivanja, savršeno racionalni pojedinci koji nastoje da maksimiziraju svoj profit a na osnovu predviđanja mogućih poteza protivnika. Igrači, za koje se pretpostavlja da su potpuno ravnopravni protivnici, često zamišljaju da se nalaze na

mestu svog konkurenta, kako bi mogli da predvide njegove poteze i u skladu sa tim prognozama izaberu odgovarajuću strategiju.

Teorija igara je ostvarila takav stepen primene u ekonomskoj nauci, da su analitičari koji su tome najviše doprineli, 1994. godine, nagrađeni Nobelovom nagradom (za doprinose koji su dali razvoju teorije igara i njenoj primeni na modeliranje ekonomskih situacija).

## 2. Osnovni pojmovi i principi teorije igara

Igra je svaka situacija u kojoj igrači, tj. učesnici u igri donose strateške odluke uzimajući u obzir akcije i reakcije drugih.

Strategija je pravilo ili plan akcija za igranje igre. Npr. za preduzeće koje treba da odredi cenu svojih proizvoda, moguća strategija je "održavaću visoku cenu sve dok tako postupaju i moji konkurenti, ali ću, kad neki od konkurenata snizi cenu, svoju cenu spustiti još niže"<sup>1</sup> Glavni cilj teorije igara je određivanje optimalne strategije za svakog igrača. Optimalna strategija se definiše kao strategija koja maksimizira očekivani povrat igrača.

Aparatura teorije igara omogućava izučavanje velikog broja mogućih strategija, od potpune saglasnosti do konflikta interesa. Isto tako, i ekonomska igra u kojoj učestvuju preduzeća može biti kooperativna, kada učesnici u igri mogu sklapati obavezujuće ugovore koji im omogućavaju planiranje zajedničkih strategija i ostvarivanje većeg profita i nekooperativna u kojima nije moguće pregovaranje ni sprovođenje obavezujućih ugovora između igrača.

U nastavku ćemo analizirati najprostije tipove igara u kojima učestvuju racionalni igrači, u smislu da razmišljaju o posledicama svojih radnji.

Kako ističe M. Drašković (Ibid., s. 172), u ekonomskoj stvarnosti pored rizika i neizvesnosti svakodnevno dolazi do veoma složenih situacija u kojima su sukobljeni interesi mnogih aktera. U svim tim situacijama se skoro uvek pojavljuje njihova stratejska međuzavisnost (interakcija), koja podrazumeva da profit jednog učesnika zavisi ne samo od njegovog

<sup>1</sup> Pindyck, s. 462

Matrica 1: Kooperativna igra [ (\*) dominirajuća strategija, (+) dominirajuća ravnoteža]

		cena samoposluge "M"	
		normalna cena (*) ↓	cenovni rat ↓
cena samoposluge "B"	normalna cena (*) →	A (+) 10€ 10€	B - 100€ -10\$
	cenovni rat →	C -10€ -100€	D -50€ -50€

ponašanja, nego i od ponašanja ostalih učesnika iz okruženja. To znači da svaki učesnik u igri (tržišnoj ili nekoj drugoj) prilikom donošenja svojih odluka mora voditi računa o tuđim strategijama<sup>2</sup>, namerama i potezima, slično kao u šahovskoj partiji ili bilo kojoj drugoj igri, i to multiplikativno i iterativno - uz uvažavanje i predviđanje više verovatnih budućih poteza (odluka) oponenta kao odgovora na konkretnu sopstvenu strategiju i poteze koji je reprezentuju. Ako postoji bilo kakav oblik obavezujućeg dogovora učesnika u igri, reč je o kooperativnoj teoriji igara (znači da se učesnici ponašaju kooperativno i u skladu sa realnim tj. racionalnim očekivanjima u pogledu »igre« oponenta). Radi se o tzv. koncepciji kompatibilnih inicijativa kao limitirajućem faktorom ponašanja, čija je suština u preduzimanju nekonfliktnih akcija sa kojima će se drugi verovatno saglasiti i privoleti na susretnu akciju. U navedenoj igri koja se odvija u uslovima stalnog usložnjavanja ekonomske stvarnosti (koju ta igra reprezentuje i pokušava da je racionalno oponaša) dominira neizvesnost kao problem koji teorija igara pokušava metodološki da relativizuje, u cilju što racionalnijeg strategijskog odlučivanja (koje treba da rezultira većim individualnim profitom). Dakle, teorija igara pokušava da reši funkcionalnu povezanost između izabranih strategija pojedinih igrača i njihovog tržišnog rezultata (dobiti ili gubitka), u svim situacijama ograničene racionalnosti.

Najprostiji primer cenovne konkurencije prikazuju P. Samuelson i W. Nordhaus (1997, s. 233)

<sup>2</sup> Pod strategijom igrača u ovom slučaju se podrazumevaju njegova moguća dejstva koja mu omogućavaju izbor najboljeg odgovora na dejstva drugih igrača između mnogih alternativnih varijanti.

pomoću tzv. "matrice plaćanja" (gubitaka ili profita) dva igrača ( samopsluga "M" i "B"), u kojoj oni biraju između dve strategije: cenovnog rata ili normalne cene (matrica 1). Posle razmatranja sve četiri moguće varijante, jasno je da je za oba partnera najpovoljnija ravnotežna kombinacija A, koja podrazumeva strategiju normalnih cena kao dominirajuću<sup>3</sup> za obe firme. Kada svi igrači primenjuju dominirajuću strategiju, radi se o *dominirajućoj ravnoteži* (Ibid.).

### 3. Tržišne strukture i teorija igara

Dva važna oblika tržišne strukture su čista konkurencija, gde po pravilu postoji veliki broj malih preduzeća koja su međusobni konkurenti i čisti monopol, gde postoji samo jedno, veliko preduzeće na tržištu.

Tržišne strukture koje poseduju elemente i konkurencije i monopola nazivaju se monopolistički konkurenta tržišta. Monopolistički konkurentno tržište je slično savršeno konkurentnom tržištu jer na njemu ima mnogo preduzeća a novim preduzećima nije ograničen ulazak na tržište kao i izlazak sa njega. Međutim, ono se razlikuje od savršeno konkurentnog tržišta po tome što su proizvodi diferencirani, tj. svako preduzeće prodaje određenu marku, koja se razlikuje kvalitetom, dizajnom, ambalažom i slično od drugih proizvođača i svako preduzeće je jedini proizvođač svoje sopstvene marke. Veličina monopolske moći zavisi od toga koliko je preduzeće uspešno u diferenciranju svog proizvoda od proizvoda drugih preduzeća.

<sup>3</sup> Dominirajuća strategija se definiše kao najbolja strategija koju jedan igrač primenjuje nezavisno od strategije drugog igrača (konkurenta).

Često na tržištu postoji nekoliko konkurenata ali nedovoljno da bi se moglo reći da svaki ima zanemarljiv uticaj na cenu. Ovakva tržišna struktura se naziva oligopol. Karakteristike oligopolskog tržišta su da na njemu postoji samo nekoliko preduzeća i da je ulazak novih preduzeća ograničen (zbog velike ekonomije obima). Proizvodi mogu biti diferencirani (automobili) ali i ne moraju (čelik). Veličina monopolske moći preduzeća delimično zavisi od interakcije koja postoji među njima. U nekim oligopolskim industrijama preduzeća saraduju (kooperacija) a u nekim sprovode agresivnu konkurenciju, pa kao posledica toga ostavljaju niže profite. Pri donošenju odluke, na oligopolskom tržištu, mora se voditi računa o mogućim reakcijama konkurenata.

Teorija igara je našla široku primenu u istraživanjima oligopolskih tržišnih situacija. Naime, veliki deo centralnih problema oligopola zavisi od recipročnih strategijskih veza koje postoje među učesnicima na tržištu. Posebno je važno pitanje kakva je snaga navedenih recipročnih povezanosti a modeli teorije igara daju odgovor upravo na to pitanje.

Pojednostavljenja radi, u daljoj analizi ćemo se ograničiti na slučaj dva preduzeća, odnosno duopol (npr. mobilni operateri Crne Gore, Promont i Monet). Slučaj duopola omogućava da shvatimo mnoga važna svojstva preduzeća koja učestvuju u strateškoj interakciji.

Kartel predstavlja oblik tržišne strukture na kome neka ili sva preduzeća eksplicitno tajno saraduju, koordinirajući cene i količine kako bi maksimizirali zajednički profit. Na prvi pogled, kartel izgleda kao čisti monopol ali se od njega razlikuje po tome što članovi kartela moraju da analiziraju kako odluke kartela o cenama utiču na nivoe proizvodnje preduzeća van kartela i što su članovi kartela skloni da često „varaju“ tako da su karteli nestabilni, odnosno kratkog su veka.

Zbog čega preduzeća na nekim tržištima sklapaju tajne sporazume, dok na nekim drugim agresivno konkurišu? Za odgovore na ova pitanja upravo se koristi teorija igara.

### 3.1 Primeri ravnoteže na oligopolskom tržištu

Na oligopolskom tržištu proizvodi mogu ali ne moraju biti diferencirani. Bitno je da većina ili sva proizvodnja otpada na samo nekoliko preduzeća. Zbog toga, neka ili sva preduzeća, mogu dugoročno zarađivati visoke profite, jer prepreke ulaska otežavaju ili onemogućavaju ulazak novih preduzeća. Budući da postoji samo nekoliko preduzeća, svako preduzeće mora uzeti u obzir na koji način će njegove aktivnosti uticati na ponašanje drugih preduzeća, odnosno kako će druga preduzeća najverovatnije reagovati. Pri donošenju odluka, svako preduzeće mora odvagati reakcije konkurenta, znajući da će i konkurenti takođe odvagati njegove reakcije na njihove odluke.

Ako postoje dva preduzeća na tržištu i ako proizvode homogen proizvod, onda postoje četiri promenljive koje nas mogu interesovati. To su cene ( $p_1, p_2$ ) koju određuje svako preduzeće i količine ( $q_1, q_2$ ) koju proizvodi svako preduzeće.

Ako jedno preduzeće donosi odluke o visini cene ili količine, pre drugog preduzeća, ono postaje cenovni ili količinski lider, što objašnjava Štakerbergov<sup>4</sup> model duopola. Drugo preduzeće mora da se prilagođava izborima prvog. Ono se naziva satelit. Takođe, dva preduzeća mogu istovremeno da odlučuju o količini proizvoda koju treba da proizvode a tržište određuje cenu. Tada svako preduzeće mora da prognozira koliko će biti proizvodnja drugog preduzeća, kako bi samo donelo razumnu odluku. Ovu situaciju objašnjava Kurnotov<sup>5</sup> model duopola.

Bertranov<sup>6</sup> model objašnjava situaciju kada preduzeća istovremeno određuju cene svojih proizvoda a tržište određuje količinu. Kao i u slučaju Kurnotove ravnoteže, svako preduzeće određuje cenu kojom će maksimizirati profit, prema datom izboru (cene) drugog preduzeća. Poznato je da kada je tržište u ravnoteži, preduzeća posluju najbolje što mogu i nemaju razloga

4 Nemački ekonomista koji je proučavao odnos lidera i satelita. Štakerbergov model se često koristi u objašnjava vanju grana u kojima postoji dominantno preduzeće ili prirodni monopol

5 Francuski matematičar iz XIX veka

6 Bertran, francuski matematičar

za promenu cene, odnosno količine proizvodnje. Konkurentno tržište je u ravnoteži kada je ukupna ponuda jednaka ukupnoj tražnji ( $Q=q$ ). Tada svako preduzeće posluje najbolje što može, jer proda sve što proizvede i maksimizira profit. Monopolista je u ravnoteži kada je granični prihod jednak graničnom trošku. Tada monopolista ostvaruje maksimalan profit.

Kao što je rečeno, na oligopolskom tržištu preduzeće određuje cenu i količinu vodeći računa o ponašanju svojih konkurenata a takođe i odluke konkurenata zavise od odluka preduzeća. Kada je onda oligopol u ravnoteži? Da li uopšte ona postoji? Da, to je Nashova ravnoteža.

Ravnotežu na oligopolskom tržištu prvi je objasnio matematičar J. Nash, pa se po njemu zove Nashova ravnoteža. Kao što smo već naveli, Nashova ravnoteža polazi od činjenice da svako preduzeće posluje najbolje što može uzimajući u obzir šta rade njegovi konkurenti. Ili, ako je izbor osobe A optimalan prema datom izboru osobe B, i ako je izbor osobe B optimalan prema datom izboru osobe A, kažemo da postoji Nashova ravnoteža. Pošto konkuriše nekoliko preduzeća, svako od njih pažljivo mora uzeti u obzir na koji način će njegove aktivnosti uticati na konkurenate, odnosno, mora predpostaviti kako će reagovati konkurenti na njegove aktivnosti. Ni jedno preduzeće ne zna šta će uraditi drugo preduzeće u trenutku kada vrši sopstveni izbor. Međutim, svako preduzeće ima neko očekivanje o tome kakav će biti izbor drugog preduzeća. Nash je dokazao postojanje ravnoteže u igrama u kojima učestvuje  $n$ -igrača, tj. dokazao je da svaka igra sa  $n$ -igrača i sa konačnim brojem strategija ima najmanje jednu ravnotežnu tačku (equilibrium point). U literaturi o teoriji igara to je poznato kao Nash equilibrium. Odstupanje bilo kog igrača od strategije koja je sadržana u konceptu Nashove ravnoteže, ne može da dovede do poboljšanja njegovog položaja, ako se ostali igrači pridržavaju svojih ravnotežnih strategija<sup>7</sup>.

Nashova ravnoteža implicitno uključuje ideju konvencije. Ukoliko postoji konvencija o tome kako treba igrati u datoj igri, tada strategije koje su izabrane na osnovu konvencije moraju da budu Nashova ravnoteža i nijedan igrač

nema ličnog interesa da konvenciju narušava. Ona se tumači kao par očekivanja o izborima svakog od preduzeća, tako da kada se otkrije izbor drugog preduzeća, nijedno preduzeće ne želi da promeni svoje ponašanje.

U Kurnotovom modelu duopola, preduzeća donose odluku o proizvodnji istovremeno, tj. jedno preduzeće donosi odluku u trenutku kada takvu istu odluku donosi i konkurentsko preduzeće. To znači da ne postoji mogućnost reakcije na odluke konkurenta. Zato kažemo da se određuje ravnoteža u prognozama. Svako preduzeće uzima nivo proizvodnje svog konkurenta kao fiksnu veličinu i na osnovu toga odlučuje koliko će samo proizvoditi. Kod Kurnotovog modela ravnoteža se nalazi na preseku reakcijskih krivih oba preduzeća (reakcijska kriva - odnos između proizvodnje pri kojoj preduzeće postiže maksimalan profit i iznosa za koji misli da će ga prizvesti drugo preduzeće tj. konkurent). Prema tome, svako preduzeće maksimizira svoje profite prema svojim verovanjima o izboru obima proizvodnje drugog preduzeća i za nijedno preduzeće neće biti profitabilnimo da promeni svoj obim proizvodnje kada otkrije izbor koji je izvršilo drugo preduzeće. Ova preduzeća se nalaze u Nashovoj ravnoteži.

Primer 1. Tržišna funkcija tražnje

$$q (q = q_1 + q_2)$$

preduzeća A i B, koja su duopolisti, i proizvode identičan proizvod, data je u obliku

$$p = 120 - q_1 - q_2$$

Granični troškovi, za oba preduzeća, jednaki su nuli.

Reakcijske krive tražnji za preduzeća A i B su

$$q_1 = 60 - \frac{1}{2}q_2 \quad \text{i} \quad q_2 = 60 - \frac{1}{2}q_1$$

Kurnotova ravnoteža, koja se nalazi na preseku reakcijski krivih, ostvaruje se pri obimu proizvodnje od

$$q = q_1 + q_2 = 40 + 40 = 80,$$

tako da se pri ceni od  $p=40$  ostvaruje profit u iznosu od

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 = 3200\$.$$

Sporazumna ravnoteža<sup>8</sup> (granični prihod jednak graničnom trošku) se ostvaruje pri obi-

8 Bilo koja kombinacija  $q_1$  i  $q_2$  čija je suma 60 maksimizira ukupan profit

<sup>7</sup> Budući da je slična logika dolaska do rešenja korišćena i od strane Kurnoa, pri analizi duopola, često se u literaturi koristi i termin Kurno-Nashova ravnoteža.

mu proizvodnje od

$$q = q_1 + q_2 = 30 + 30 = 60,$$

pa pri ceni od  $p=60$  ukupan profit iznosi 3600\$.

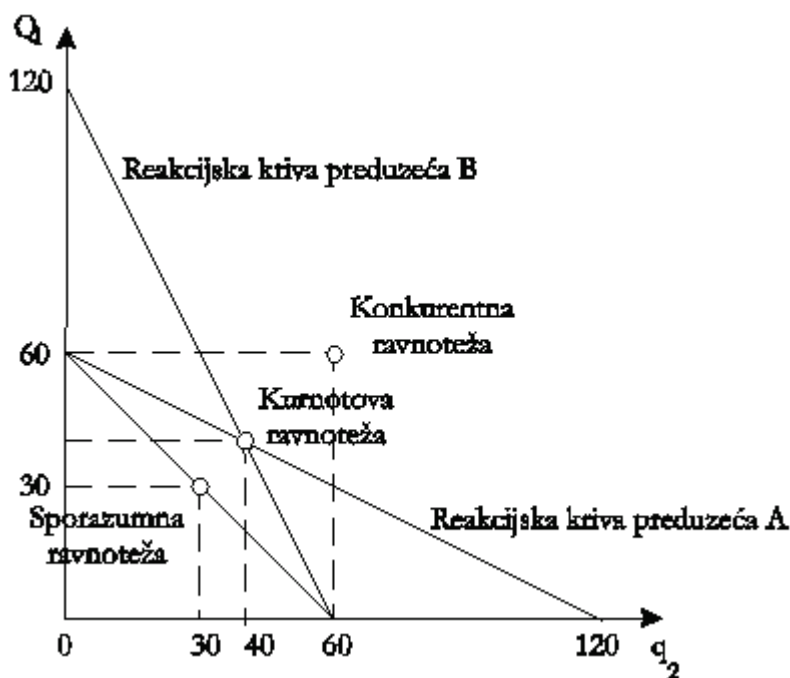
Ako su posmatrana preduzeća A i B, dva

Matrica 2

		Preduzeće B	
		količina	
Preduzeće A	40	(1600 ; 1600)	(2000 ; 1500)
	30	(1500 ; 2000)	(1800 ; 1800)

igrača u matricnoj igri, moguće strategije proizvodnje i odgovarajući profiti, dati su u matrici isplate, kako sledi:

U matrici isplate su prikazane po dve strategije za oba preduzeća (količine od 40 i 30) i pojedinačni profiti, koje preduzeća ostvaruju zavisno



Slika 1. Grafički prikaz ravnoteže

od izabranog nivoa proizvodnje i nivoa proizvodnje konkurenta. Konkurentna ravnoteža, koja se postiže kada je cena jednaka graničnom trošku, ostvaruje se za obim proizvodnje od

$$q = q_1 + q_2 = 60 + 60 = 120,$$

$$p = 0, \text{ profit} = 0.$$

Zaključak: Kada preduzeća ostvaruju sporazum (sporazumna ravnoteža) proizvode manje a zarađuju više nego u slučaju Kurnotove ravnoteže. Ali, pri Kurnotovoj ravnoteži rezultat je puno bolji nego kod savršene konkurencije, ali ipak, ne tako dobar kao kod sporazumnog delovanja preduzeća.

### 3.2 Bertrandov model duopola i Nashova ravnoteža

Analiziraćemo dva preduzeća koja proizvode *diferenciran* proizvod. Tražnja svakog preduzeća zavisi od vlastite cene kao i od cene konkurenta. Preduzeća određuju cenu istovremeno i svako preduzeće uzima cenu konkurenta kao zadatu veličinu. Preduzeća konkurišu jedno drugom odabirom različite cene. Svakom preduzeću stoji na raspolaganju mogućnost da igra sa visokom ili niskom cenom. Pretpostav-

ka je da se proizvodi koji se nude na tržištu ne razlikuju po ostalim karakteristikama, tako da samo promena cene određuje promene u tražnji za tim proizvodom. Pri tome, tražnja za proizvodom jednog preduzeća ne zavisi samo od njegove izabrane strategije, nego i od strategije protivnika. Promena tražnje će dovesti i do promene ostvarenog profita. Ukoliko jedno preduzeće poveća cenu, a drugo nastupa i dalje sa nižom cenom, tada prvo preduzeće gubi deo profita, zato što gubi deo svog tržišta, a istovremeno drugo preduzeće povećava tržišno učešće i shodno tome i profit. Ukoliko pak oba preduzeća obore cene svojih proizvoda, dolazi do pada profita u oba preduzeća, budući da nema promene u tržišnom učešću, a cena je smanjena.

Primer 2: Neka su tražnje za proizvodima ovih preduzeća date u sledećem obliku

$$\begin{aligned}q_1 &= -4p_1 + 2p_2 + 24 \\q_2 &= -4p_2 + 2p_1 + 24\end{aligned}$$

Matrica 3

Preduzeće A	Preduzeće B	
	cena	
4	4	(64, 64)
6	6	(48, 80)
		(80, 48)
		(72, 72)

Matrica isplata u modelu cenovnog duopola za prethodni primer je prikazana u nastavku:

Nashova ravnoteža, koja se ostvaruje pri ceni  $p_1 = p_2 = 4$  je nekooperativna ravnoteža. Profit koji zarađuje svako preduzeće

$$\pi_1 = \pi_2 = 64$$

veći je nego kod savršene konkurencije

$$(\pi_1 = \pi_2 = 72)$$

ali je niži nego u slučaju kada bi se preduzeća sporazumela.

Najpre pretpostavimo da preduzeća nemaju tajni sporazum. Neka preduzeće A prodaje svoj proizvod po ceni od 4\$ (Nashova ravnoteža) a preduzeće B po ceni od 6\$ (cena pri kojoj preduzeće B max profit). Tada preduzeće A ostvaruje profit od 80\$ a preduzeće B profit od 48\$. Ili obrnuto, neka preduzeće A prodaje svoj proizvod po ceni od 6\$ a preduzeće B po ceni od 4\$. Tada preduzeće A zarađuje samo 48\$ a preduzeće B 80\$.

Fiksni troškovi za oba preduzeća su jednaki i iznose po 20 jedinica.

Reakcijske krive preduzeća su u tom slučaju kako sledi:

$$p_1 = \frac{1}{4}p_2 + 3 \quad p_2 = \frac{1}{4}p_1 + 3$$

Nashova ravnoteža se nalazi na preseku reakcijskih krivih i postiže se pri ceni

$$p_1 = p_2 = 4$$

a odgovarajući profit iznosi

$$\pi_1 = \pi_2 = 64$$

Cena pri kojoj svako preduzeće maksimizira svoj profit, nezavisno od ponašanja konkurencije iznosi

$$p_1 = p_2 = 6$$

a odgovarajući profit je

$$\pi_1 = \pi_2 = 72$$

Kao što se može primetiti, strategija podizanja cene može se isplatiti samo u situaciji kada oba preduzeća dosledno primenjuju strategiju povećanja cena. Ukoliko firme donose odluke o povećanju cena nezavisno, one će, shodno ovakvoj matrici isplata igre, izabrati strategiju niže cene i tako će dospeti u poziciju u kojoj obe gube deo profita.

Ako kooperacija dovodi do većih profita, zašto preduzeća ne kooperiraju? Zato što je sporazum nezakonit. A zašto ne kooperiraju bez eksplicitnog sporazuma? Problem je u tome što konkurent verovatno neće izabrati cenu na dogovorenom nivou. Zašto? Zato što bi imao više koristi da odabere nižu cenu, čak i kad bi znao da ćete vi odrediti cenu na dogovorenom nivou.

Zašto se preduzeća ne bi ponašala kooperativno, te tako zaradila veći profit, čak i ako se ne mogu tajno sporazumeti? U ovom slučaju

kooperacija bi značila da oba preuzeća naplaćuju cenu od po 6\$, umesto 4\$ i tako ostvaruju profit od po 72\$ umesto po 64\$. Problem je što svako preuzeće zarađuje više uz cenu od 4\$ bez obzira na akcije konkurenta. Kao što se iz matrice isplata vidi, ako preuzeće B naplaćuje 4\$, preuzeće A najbolje prolazi ako i ono naplaćuje 4\$ (jer ako bi naplaćivalo 6\$ imalo bi profit od 48\$ što je manje od 64\$). Takođe preuzeće B uvek najbolje posluje ako naplaćuje 4\$ bez obzira šta radi preuzeće A. Kao posledica toga, osim ako preuzeća mogu potpisati obavezujući ugovor da oba naplaćuju po 6\$, nijedno od njih ne može očekivati da će konkurent naplaćivati 6\$ te će oba naplaćivati cenu od po 4\$.

Oligopolska preuzeća se nalaze u tkz. «dilemi zatvorenika»<sup>9</sup>. Odsustvo međusobne koordinacije ponašanja između igrača i forsiranje isključivog samointeresa, generiše paradoks »dileme zatvorenika«, kada konačno rešenje koje je postignuto, kao rezultat individualnih realnosti, nije ravnoteža u Pareto smislu.<sup>10</sup>

Oligopoli moraju odlučiti da li da agresivno konkurišu u pokušaju osvajanja većeg udela na tržištu (profita) ili da kooperiraju i pasivnije konkurišu, koegzistirajući sa svojim konkurentima, prihvatajući postojeći tržišni udeo a možda čak i implicitno dogovarajući se sa njima.

Ako preuzeća pasivno konkurišu, određuju visoke cene i ograničavaju proizvodnju, zaradiće veće profite nego kada agresivnije konkurišu. Kao i «zatvorenici» svako preuzeće ima podsticaj da «zezne stvar» i spusti cenu ispod cene konkurenta a svako od njih zna da konkurenti imaju isti podsticaj. Preuzeća se nalaze u dilemi zatvorenika gde nijedno ne može verovati svom konkurentu da će odrediti visoku cenu. U našem primeru, Pareto ravnoteža je (72,72), dok preuzeća sledeći lični interes ostvaruju Nash-ovu ravnotežu i tako postižu manji profit (64, 64).

Da li «dilema zatvorenika» osuđuje oligopolistička preuzeća da agresivno konkurišu i ostvaruju niske profite, odnosno može li preuzeće pronaći izlaz iz «dileme zatvorenika»? Odgovor je potvrđan. Prevazilaženje ovog ozbiljnog problema se pronalazi u igrama koje se

9 «Zatvorenikova dilema» se često koristi da bi se objasnili različiti konflikti interesa u jednom društvu

10 Par ishoda je Pareto optimalno rešenje ako u skupu ne postoji rešenje u kome bi ishod po jednog igrača bio bolji, pri čemu se rezultat drugog igrača ne bi pogoršao.

ponavljaju, gde igrači uočavaju nužnost međusobne saradnje. Većina preuzeća određuje količinu i cenu mnogo puta, uz stalno praćenje ponašanja konkurenata. U stvarnosti preuzeća igraju ponavljajuće igre. Ako se igra igra samo jednom, tada je Nashovo rešenje optimalno rešenje. Ako se igra ponavlja neograničen broj puta, tada se dolazi do Pareto optimalnog rešenja.

### 3.3 Ponovljene igre

«Zatvorenikova dilema» pokazuje da je saradnju ponekad teško ostvariti. Ali da li je nemoguće ostvariti? Razlog zbog koga zatvorenici često uspevaju da reše „dilemu zatvorenika“ jeste što istu igru ne igraju samo jednom nego je ponavljaju više puta. Zašto je saradnju lakše ostvariti ako se igra ponavlja? Prethodno ćemo objasniti pojam dominantnih strategija. Radi se o strategiji koja je za igrača u igri najbolja bez obzira na strategije koje bira drugi igrač. U primeru 2 (vidi matricu br. 4) strategija preuzeća A, pri ceni od 4\$ je dominantna strategija, jer ako preuzeće B izabere takođe cenu od 4\$, preuzeće A dobija više nego da je odabralo cenu od 6\$. Takođe ako pri ceni od 4\$, preuzeće B odabere cenu od 6\$, preuzeće A dobija više nego da je odabralo 6\$. Znači da je cena  $p=4\$$  dominantna strategija za igrača A. Isto je za igrača B.

Ravnoteža u dominantnim strategijama je poseban slučaj Nashove ravnoteže.

Ako preuzeća A i B pokušaju da formiraju kartel<sup>11</sup> s ciljem maksimizacije svog profita, odnosno održanja monopolskog položaja, onda će se dogovoriti o kooperativnom ishodu, po kojem je za svakog od njih najbolje da proizvede količinu od po 30 kg (kao u matrici 2). Naravno, u tom slučaju su moguće razne varijante, koje ćemo ukratko objasniti u nastavku.

a) Ako preuzeća ovu igru odigraju samo jednom, nijedno od njih nema podsticaj da se drži dogovora. Zašto? Vođeni ličnim interesom, oni krše dogovor, jer misle da će to možda i drugi igrač uraditi. Preuzeća razmišljaju na sledeći način:

11 Kartel formalni sporazum između kompanija na oligopolskom tržištu o saradnji u skladu sa ugovorenim procedurama koje se odnose na cene i autput. Rezultat ovakve vrste sporazuma je smanjenje konkurencije i saradnja u ostvarivanju ciljeva kao što su, zajedničko maksimiziranje profita ili sprečavanje ulaska na tržište novih konkurenata.



## Preduzeće A

- ako oboje proizvodimo po 30kg, zaradićemo profit po 1800 \$
- ako ja (preduzeće A) proizvodim 40kg a preduzeće B se drži dogovora i proizvodi 30kg, ja dobijam više, tj. 2.000 \$ a preduzeće B manje, 1500 \$
- ako B proizvodi 40kg a ja se držim dogovora i proizvodim 30kg, B dobija više, 2.000\$ a ja manje, 1.500 \$.

Isto rezonije i preduzeće B.

Rukovođeni ličnim interesom dolaze u situaciju da oboje proizvode po 40kg, odnosno dobijaju profit po 1.600\$. Ostvaruju manji profit nego kada igraju kooperativno tj. drže se postignutog dogovora i zarađuju po 1.800\$

b) Neka istu igru preduzeća igraju *više puta*. Neka to bude svake nedelje. Kada sklapaju početni sporazum o niskoj proizvodnji, oni mogu istovremeno i da se dogovore šta će se desiti ako jedna strana prekrši sporazum. Npr. mogu da se dogovore da ako jedna strana prekrši dogovor i proizvede više, od tada pa na dalje obe strane će imati pravo da proizvode više. A tada će za obe strane profit biti manji. Prema tome, svaka strana zna da ako prekrši dogovor, moći će da poveća svoj profit sa 1.800 na 2.000 \$, ali samo za jednu nedelju. Sledeće nedelje će i druga strana imati pravo da poveća količinu a to znači da se ostvaruje nova ravnoteža tj. smanjuje se profit na 1.600 \$, za obe strane.

Upravo ova pretnja kaznom, odnosno manjim profitom je baš ono što je potrebno da bi se ostvarila saradnja, tj. poštovao dogovor. Ako svaki igrač zna da će njegov konkurent odgovoriti povećanjem proizvodnje tj. igraće igru „milo za drago“, onda će se svaki od njih pribojavati da prekrši dogovor i započne rat, jer će ih to obojicu dovesti u lošiji položaj. Implicitna pretnja koja se krije u igri „milo za drago“ primorava učesnike u igri da se drže dogovora.

Sve dok igrači vode računa o budućem profitu odlučiće da se odreknu jednokratnog povećanja profita koje donosi kršenje dogovora. Dakle, u ponovljenoj igri zatvorenikove dileme, može se s pravom očekivati da dva igrača postignu kooperativno rešenje (Pareto ravnoteža).

## 4. Zaključak

Teorija igara se koristi u svim onim situacijama u kojima postoje delimično ili potpuno sukobljeni strategijski interesi između učesnika u igri, odnosno u svim onim situacijama gde konačan rezultat ne zavisi samo od postupaka i odluka jednog učesnika, nego i od akcija koje preduzimaju svi ostali učesnici u igri. Upravo jedno od fundamentalnih pitanja sa kojima se susrela ekonomska nauka bilo je pitanje kako tretirati neizvesnost? Izazovi koje je postavio sam privredni život (*ekonomska stvarnost*), doveli su do izgradnje jednog novog analitičkog aparata, aparata teorije igara. Naime, analitički aparat teorije igara razvijen je upravo u nastojanju da se pronađe adekvatan metodološki odgovor, tj. da se ponudi upotrebljivo oruđe analize racionalnog odlučivanja u situacijama rizika, neizvesnosti i sukobljenih strategijskih interesa učesnika.

Teorija igara omogućuje ekonomistima da privredne procese posmatraju kao složenu i dinamičku igru, koja je u velikoj meri nepredvidiva za brojne tržišne subjekte, a ne kao «mašinu» čije je ponašanje relativno jednostavno obrazložiti, koje se ponavlja i koje je kao takvo predvidivo.

Postavlja se pitanje: u kakvoj je vezi «zatvorenikova dilema» sa tržištima i konkurencijom? Igra koju oligopolisti igraju u pokušaju da postignu monopolni profit, slična je igri koju zatvorenici igraju u «zatvorenikovoj dilemi». Naime, oligopoli maksimiziraju svoj ukupan profit formiranjem kartela i ponašanjem koje je slično monopolistima. Ipak, ako oligopolisti pojedinačno donose odluke o obimu proizvodnje i cenama, to rezultira u većoj količini i nižoj ceni nego kada je reč o monopolnom ishodu. Što je broj preduzeća u oligopolu veći, količina i cene su bliže nivou koji bi preovladao u uslovima konkurencije.

Oligopoli bi želeli da se ponašaju kao monopoli, ali, rukovođeni samo ličnim interesom, približavaju se konkurenciji. «Zatvorenikova dilema» opisuje mnoge životne situacije i pokazuje da je saradnju ponekad teško ostvariti, čak i kada je za oba igrača u igri bolje da sarađuju.

Osvrćući se na stanje u ekonomskoj nauci, možemo zaključiti da su brojni problemi i pro-

cesi unutar ekonomske nauke bolje objašnjeni korišćenjem analitičkog aparata teorije igara, nego nekim drugim klasičnim postupcima. Zbog toga se teorija igara može svrstati u moćna analitička sredstva bez kojih bi ekonomska nauka bila znatno siromašnija.

### Literatura

Carmichael, F. "A Guide to Game Theory", Prentice Hall, 2005.

Camerer, C.F. "Behavioural Game Theory: Experiments in strategic interaction", Princeton Nj: Princeton University Press, 2003.

Colman, A. M. "Cooperation, psychological game theory and limitations of rationality in social interaction", Behavioral and Brain Sciences, 26, 2003.

Drašković, M. "Teorija igara u stratezijskom menadžmentu brodarskih i lučkih usluga", Ekonomika preduzetništva br. 1, 63-67, 2004.

\_\_\_\_\_, "Teorija igara kao alternativna koncepcija u evoluciji istraživanja prirode firme", Montenegrin Journal of Economics N° 1, Vol. 1, 169-178, 2005.

Foss, N. "Austrian Economics and Game Theory", Review of Austrian Economics, 13. 2000.

Holt C, Roth A., "The Nash equilibrium: A

perspective", PNAS, March 23, 2004.

Jakšić, M. "Teorija igara u ekonomiji", Ekonomika br. 3, 73-74, 1993.

Kreps, D. "game Theory and Economic Modelling", Oxford: Clarendon Press, 1993.

Mankju, G. "Principi ekonomije", -prevod, Ekonomski fakultet, Beograd, 2005.

Osborne J. M. "An Introduction to Game Theory", Oxford University Press, 2004.

Osborne M., Rubinstein A., "A Course in Game Theory", 8<sup>th</sup> print, The MIT Press, Cambridge, London, 2002.

Palacios-Huerta, I. "Professionals play minimax", Review of Economic Studies, 70: 2, April

Pindyck R., Rubinfeld D. "Mikroekonomija- prevod", Mate, Zagreb, 2005.

Rakočević S., Backović M., "Operaciona istraživanje", Ekonomski fakultet, Podgorica, 2003.

Samuelson, A. P., Nordhaus, D. W., "Ekonomika", Moskva, Binom-KnoRus, 232-241, 1997.

Stojanović B., "Teorija igara u kontekstu metodoloških problema ekonomske nauke", Ekonomski anali br. 124, 57-75, 1995

\_\_\_\_\_, Teorija igara-elementi i primena, Službeni glasnik, Beograd, 2005.

Tourki M., Backović M., «Matematički metodi i modeli», Ekonomski fakultet, Beograd, 1994

Varijan H. "Mikroekonomija- prevod", Ekonomski fakultet, Beograd, 2004.

## GAME THEORY-BASE FOR ECONOMIC BEHAVIOUR

### **Conclusion**

*Game theory is used in all the situations in which there is a partial or total conflict of interests between game participants, as well as in all those situations where the final result is not dependent on the actions and decisions of one participant, but all of the other game participants as well. One of the crucial questions that science had to cope with was how to treat uncertainty. The challenges set by modern day life sparked the creation of a new analytical apparatus - the apparatus of game theory. The game theory apparatus was developed in order to give an exact methodological answer, to provide a useful tool for analyzing rational decision making in situations involving risk, uncertainty and a conflict of interests among participants.*

*Game theory allows economists to observe economic processes as complex, dynamic and largely unpredictable games with many participants on the market, rather than a machine whose behavior is easy to explain, repeats itself and is very easy to predict.*

*What is the connection between the prisoner's dilemma and the market and competition?*

*The game the oligopolies play trying to attain a monopolistic profit is similar to the game prisoners play in the "prisoner's dilemma". Oligopolies try and maximize their total profits by creating cartels and behaving like monopolists. However, if oligopolists individually make decisions concerning production quantities and prices, the end result is higher quantities and lower prices than in the case of monopolies. The bigger the number of companies in an oligopoly, the closer the prices and the quantities will be to the level of perfect competition.*

*Oligopolies would like to behave as monopolies do, but guided solely by their own personal interests they remain closer to a state of perfect competition. "The prisoner's dilemma" describes many real-life situations and shows that cooperation is sometimes hard to achieve, even if it is better for both players involved in the game to cooperate.*

*Concerning the overall state in economic theory, we can conclude that a large number of problems and processes is more easily explained using the game theory analytical apparatus, than other classic models. That is why game theory can be regarded as a powerful analytical tool without which the economics theory would be much the poorer.*

