

OPTIMALIZACIJA, SIMULACIJA, METODE PRETRAŽIVANJA I TEORIJA IGARA U EKONOMIJI I MENADŽMENTU

Lazo Roljić¹, Mirjana Landika², Đuro Mikić³

¹Redovni profesor, doktor ekonomskih nauka, Panevropski Univerzitet „Apeiron“,
Banja Luka, lozo.r@apeiron-uni.eu

²Docent, doktor ekonomskih nauka, Panevropski Univerzitet „Apeiron“,
Banja Luka, mirjana.l@apeiron-uni.eu

³Redovni profesor, doktor ekonomskih nauka, Panevropski Univerzitet „Apeiron“,
Banja Luka, djuro.m@apeiron-uni.eu

Sažetak: *Ovaj rad predstavlja uvod u teoriju i metode odlučivanja i, posebno, u teoriju (strateških) igara kao analitički alat koji se najčešće koristi u konfliktnim situacijama odlučivanja. Pod odlučivanjem podrazumijevamo postupak izbora jedne od mogućih varijanti (alternativa) odluke. Glavni elementi problema odlučivanja su ciljevi koji se žele postići odlukom, alternative između kojih se vrši izbor (bira) i kriteriji koji se koriste kod izbora. Odlučivanje, odnosno izbor između dvije ili više alternativa moguće je napraviti na različite načine, koristeći: tehnike odlučivanja, pravila odlučivanja i vještine odlučivanja. Četiri osnovne tehnike u tretiranju problema odlučivanja u ekonomiji i menadžmentu su optimalizacija, simulacija, metode pretraživanja i teorija igara. U radu se veoma sažeto opisuju osnovni pojmovi koji se koriste u svakoj od navedenih tehnika i alata, kao i karakteristike situacija u kojima se one najefikasnije koriste. Zatim, na praktičnom primjeru demonstriraju se određeni aspekti teorije igara kao analitičkog alata koji se koristi u procesu strateškog odlučivanja. Na kraju rada sagledava se značaj i mogućnost primjene teorije igara u analizi složenih ekonomskih problema, prije svega ravnoteže na oligopolskom tržištu.*

Ključne riječi: *odlučivanje, matematičko programiranje, teorija igara, oligopoli*

Klasifikacija: *C38, C44, C71, C81*

UVOD

Odlučivanje je staro isto koliko i čovječanstvo. Čovjek je oduvijek donosio odluke a da često toga nije bio ni svjestan, jer je to radio po navici. Nezavisno

od prirode odluka i razlika u njihovoj složenosti i značaju njihovih ishoda, pod odlučivanjem danas se podrazumijeva izbor jedne iz skupa najmanje dvije opcije kojima je moguće ostvariti željeni cilj. Ukoliko se raspolože samo jednom opcijom, tada nema dileme u vezi sa izborom, a samim tim ne postoji ni problem odlučivanja. Empirijski je dokazano da se u strukturi menadžerskog posla oko 90% vremena potroši na odlučivanje. Da li će menadžer koristiti samo svoj zdrav razum i iskustvo u donošenju odluka ili će iskoristiti široku ponudu alata i softvera kao podršku, na njemu je da odluči. Po tome kako menadžeri donose odluke, odnosno odlučuju, i koje alate pri tome koriste, razlikujemo dva načina: intuitivno i naučno odlučivanje.

Ukoliko se menadžer pri donošenju odluka oslanja na dobar osjećaj, intuiciju i učenje iz iskustva, velika je vjerovatnoća da će donijeti pogrešnu odluku i time ugroziti cijelu firmu. Napretkom nauke o odlučivanju razvijene su mnogobrojne metode koje omogućavaju rješavanje problema odlučivanja matematičkim putem, a razvojem računarskih programa i softverskih aplikacija mnoge od ovih metoda postale su dostupne i u elektronskom obliku, što je još više olakšalo proces donošenja odluke.

ELEMENTI TEORIJE ODLUČIVANJA

Teorija odlučivanja je proces koji koristeći naučne metode i sistemska istraživanja pomaže donosiocu odluke u određivanju izbora optimalne akcije. *Odluka* je „intelektualni rezultat“ u jednom tekućem procesu evaluacije alternativa koji se sprovodi radi postizanja određenog cilja. *Odlučivanje* je izbor između mogućih alternativa aktivnosti pri čemu broj aktivnosti treba da bude veći od 1. Teorija odlučivanja razmatra situacije u kojima neka osoba bira između više mogućnosti. Ta osoba pri tom može biti izložena riziku ili neizvjesnosti zbog faktora na koje ne može da utiče. Sa gledišta teorije odlučivanja nije bitno da li je osoba koja vrši izbor pojedinac, država, kompanija, poljoprivredno gazdinstvo, ili bilo koji drugi entitet sposoban za racionalno donošenje odluka. Koja i kakva pravila racionalnog izbora treba slijediti u takvim situacijama je filozofsko pitanje koje osim teoretskog značaja ima puno praktičnih primjena – od izbora karijere do komplikovanih poslovnih strategija. Pri tome, pod *donošenjem odluke* (engl. Decision Making) podrazumijevamo izbor neke od alternativa kojima se rješava neki problem. Akcija, *alternativa* ili opcija je ono što donosiocu odluke stoji na raspolaganju kao mogućnost izbora prilikom donošenja odluke. U praksi se najčešće sreću situacije u kojima na ishod svake pojedine akcije utiču brojni nekontrolisani faktori, tj. okolnosti u kojima se ona sprovodi. Ukoliko bi u skupu

alternativa postojala jedna koja ima bolje ishode od ostalih, problem izbora bio bi lak. Međutim alternative izbora u različitim okolnostima imaju različito prihvatljive ishode, zbog čega se problem izbora značajno komplikuje.

Odlučivanje je proces, koji ima svoju strukturu i svoj postupak. Odluka je rezultat procesa odlučivanja, koja se u skladu sa strukturnim dijelom ovog procesa: *donosi, sprovodi, kontroliše, koriguje.*

U problemu odlučivanja tj. problemu izbora između dvije ili više alternativa, postoje *ciljevi* koji se žele postići odlukom, *kriteriji* kojima se mjeri postizanje tih ciljeva, *težine tih kriterija*, koje odražavaju njihovu važnost i *alternativna rješenja problema.*

TEHNIKE ODLUČIVANJA

Odlučivanje je moguće izvesti na različite načine koristeći: *tehnike odlučivanja, pravila odlučivanja i vještine odlučivanja.* Četiri osnovne tehnike u tretiranju problema odlučivanja u ekonomiji i menadžmentu su optimalizacija, simulacija, pretraživanje domena odluke i teorija strateških igara.

Optimalizacija obuhvata pristupe i metode koji spadaju u matematičko programiranje. Metode optimalizacije omogućuju nalaženje najboljih rješenja različitih vrsta problema, i vrlo su pogodne za rješavanje problema u poslovnoj ekonomiji. Tipični poslovni problemi vezani su za korištenje ograničenih resursa (ljudi, oprema, materijali, finansiranje i sl.) kojima se nastoji postići najveća moguća dobit, osigurati najveći mogući kvalitet usluge s postojećim poslovnim resursima i slično. Kod svih tih metoda zajedničko je to da je potrebno formulisati model problema, analizirati moguće varijante rješenja i među njima pronaći najpovoljnije rješenje po odabranom kriteriju. Najviše se koriste metode linearne optimizacije koje omogućuju nalaženje najpovoljnijih rješenja problema u kojima su i funkcija cilja (npr. dobit) i utrošci resursa (npr. materijala ili vremena) linearno proporcionalni vrijednostima nezavisnih varijabli (npr. broju proizvedenih proizvoda). Prikaz ćemo započeti opisom linearnog programiranja, najvažnije i najviše korištene metode za rješavanje poslovnih problema, koja je ujedno i osnov za niz drugih linearnih metoda optimizacije. Zatim ćemo opisati i upotrebu metoda višekriterijalne (linearne) optimizacije, tj metoda višekriterijalnog programiranja i metode višekriterijalnog rangiranja. Većina ekonomskih, političkih, socijalnih i tehnoloških problema odlučivanja spada u grupu višekriterijalnih problema odlučivanja.

Niko ne kupuje stan ili automobil samo zbog cijene - komfor, kvalitet, dizajn, performanse, prestiž se takođe, redovno, uzimaju u obzir prilikom izbora. U ovakvim situacijama odlučivanja uglavnom ne postoji optimalno rješenje, jer ni jedna alternativa nije najbolja po svakom posmatranom kriteriju. Kriteriji su, često međusobno konfliktni, npr. bolji kvalitet podrazumijeva i veću cijenu. Zato se, najčešće, problem višekriterijalnog odlučivanja svodi na određivanje najboljeg kompromisnog rešenja, nazvanog još i kao Pareto optimalno rješenje. [Rješenje problema višekriterijalnog programiranja u kojem se zadovoljenje manje važnog cilja može postići samo na uštrb ciljeva na višem prioritetu. Drugim riječima: "Pod takvom konfiguracijom privrednog sistema u kojem jednoj osobi može da bude bolje samo pod uslovom da nekoj drugoj bude lošije"].

Simulacija je matematički manje rigorozna nego optimalizacija i najpribližnije označava sve one metode koji na organizovan način ispituju mogućnosti i traže najbolja rješenja postavljenih zadataka bez unaprijed precizno fiksiranih kriterija za okončavanje postupka traženja. U prvom slučaju optimum se traži eksplicitno, a u drugom implicitno. U slučaju optimalizacije, optimum ili postoji ili ne postoji i tehnika optimalizacije ima cilj da to utvrdi. Kod simulacije se generalno ne može ustanoviti da li optimum uopšte postoji. Ako optimum postoji, simulacija ne sadrži rigorozni mehanizam da se optimum direktno utvrdi, već se „pametnim“ pretraživanjem dopustivih mogućnosti ide ka približnim ili prihvatljivim rješenjima.

Pretraživanje. Zbog teškoća nalaženja optimalnih rješenja pomoću metoda matematičkog programiranja kod problema velikih dimenzija (velikih po broju varijabli i po dužini trajanja računanja), već polovinom '70-tih godina značajna pažnja se usmjerila na *tehnike* tzv. pametnog (organizovanog) *pretraživanja* (Dannenbring & D.G., 1977, str. 23). Problem se može formulirati kao pretraživanje u prostoru stanja, a kao alati mogu se primijeniti neki od programa i sistema iz oblasti vještačke inteligencije (VI). Modeli i sistemi vještačke inteligencije sve više se koriste za donošenje odluka u menadžmentu. Njihovom primjenom do rješenja se dolazi uz mnogo manje teorijskih i praktičnih ograničenja nego kod modela matematičkog programiranja. Prema stepenu primjene znanja o domenu problema za pretraživanje ovdje su od interesa dvije metode (strategije) pretraživanja: *slijepo pretraživanje* i *heurističko pretraživanje* i *ekspertni sistemi*. Modeli za pretraživanje su jednostavni i lako razumljivi za menadžere. Sa svoje strane, ekspertni sistemi uglavnom uspješno ispunjavaju osnovni zahtjev da se menadžer pored njih osjeća prijatno i da može da prati i razumije proces „rezonovanja“ i odlučivanja.

Teorija igara (ili teorija strategija) se definiše kao disciplina koja se bavi pronalaženjem optimalnog rješenja u uslovima konflikta. Konflikt je skup uslova kojim se ograničava optimalno rješenje problema - u smislu teorije igara to su različiti interesi igrača. Teorija igara bavi se situacijama kompleksnog odlučivanja u kojima odluke i ishodi odluka jedne osobe zavise i od toga šta druga osoba (ili više osoba) rade. Ona pruža formalni aparat kojim možemo opisati suštinu društvenih interakcija.

S obzirom da sve četiri tehnike, i pojedinačno i uzajamno, imaju prednosti i nedostatke, jedan od pravaca unapređenja oblasti računarski podržanog odlučivanja i menadžmenta u ekonomiji i menadžmentu koncentriše se na sprezanje ovih tehnika, pa i njihovoj mogućoj hibridizaciji, odnosno izgradnju takvih pristupa u matematičkom modeliranju složenih problema koji će iskoristiti prednosti ovih tehnika i umanjiti njihove pojedinačne nedostatke.

MATEMATIČKO PROGRAMIRANJE

Matematičko programiranje (MP) je konceptualni pristup, ali istovremeno i skup tehnika i algoritama za definisanje (modeliranje) i rješavanje specijalne klase zadataka. Najkraća definicija je da je MP osnovno oruđe nauke u teoriji optimizacije. MP istovremeno pripada matematici, operacionim istraživanjima, teoriji upravljanja, sistemskoj analizi i drugim naukama i disciplinama, a po značaju i obimu korišćenja, svakako je jedan od najznačajnijih alata ukupne nauke i tehnike. Matematičkim programiranjem se rješavaju optimizacioni zadaci koji se u matematičkoj formi predstavljaju: (1) funkcijom cilja, ili funkcijom kriterija, koju treba ekstremizirati (max ili min) i (2) skupom funkcija koje ograničavaju domen definisanosti funkcije cilja. (1) i (2) čine matematički program, a „programiranje“ je procedura traženja takvih vrijednosti varijabli u zadatku, pri čemu su istovremeno zadovoljena ograničenja (2) i postignut cilj (1). Dobivene vrijednosti na kraju rješavanja matematičkog programa su optimalne, a sve etape, od postavke zadatka do rješenja, nazivaju se matematičko programiranje.

Matematičko programiranje nema jednoznačnu i opšte prihvaćenu podjelu. U zavisnosti od broja funkcija cilja, matematičko programiranje se dijeli na jednokriterijalno i višekriterijalno. U zavisnosti od oblika funkcije cilja i ograničenja, matematičko programiranje se dijeli na linearno, cjelobrojno, kvadratno i nelinearno programiranje. Linearno programiranje (LP) bavi se samo zadacima koji su linearni. Cjelobrojno programiranje (CP) rješava linearne zadatke u kojima su varijable cjelobrojne. Kvadratno programiranje (KV) rješava zadatke u kojima su

ciljne funkcije (funkcije kriterija) kvadratne, a ograničenja su linearne funkcije. Nelinearno programiranje (NP) rješava zadatke u kojima postoje nelinearnosti bilo u ciljnoj funkciji ili u ograničenjima. Posebnu klasu MP čini dinamičko programiranje (DP) koje rješava probleme (optimalnog) sekvencijalnog odlučivanja. Sve navedene klase imaju svoje podklase, a širok spektar algoritama u svakoj od ovih metoda programiranja još uvijek se širi.

Zadatke višekriterijalne optimalizacije u slučajevima kada se razmatraju važne odluke kao što su odluke u vezi sa kapitalnim ulaganjima, karakteriše relativno veliki broj kriterija, ne dva ili tri nego deset ili više. Što je broj kriterija veći, zadaci analize su složeniji i teži. U odlučivanju učestvuje veći broj pojedinaca ili grupa i svi oni favorizuju svoje sisteme vrijednosti, odnosno kriterije koji najbolje odslikavaju interese grupe kojoj pripadaju. Radi efikasnijeg analiziranja odluke i pronalaženja pogodnog rješenja kriteriji se grupišu. Uobičajene su slijedeće grupe kriterija: ekonomski, tehnički, tehnološki, socijalni i ekološki.

Metode višekriterijalnog odlučivanja (MCDM) je polje koje se još uvijek dinamično razvija, a koje ima za cilj da donosiocima odluke (DM) pruži neke alate i metode koje bi im omogućili da još više napreduje u rješavanju složenih problema odlučivanja gdje nekoliko - često kontradiktornih - tačaka gledišta mora biti uzeto u obzir. Za razliku od klasičnih tehnika operacionih istraživanja, višekriterijalne metode ne daju "objektivno najbolje" rješenje, jer u stvarnosti takvo rijetko postoji (Roljić & Lazo, 1984, str. 14-21). U praksi nema idealnih ili savršenih rješenja problema višekriterijalnog programiranja, tj. rješenja koja su najbolja istovremeno, iz svih tačaka gledišta. Razlog tome su razlike u kriterijima, a pogotovu njihova potpuna ili djelimična konfliktnost. Višekriterijalno odlučivanje se umjesto toga fokusira na kompromisna rješenja, koje uzimaju u obzir preferencije svih donosilaca odluka praveći ustupke između kriterija.

Donosilac odluke treba ipak na kraju da usvoji neko rješenje. Rješenje koje donosilac odluke prihvati naziva se *najbolje* ili *preferisano* rješenje.

Zadatak višekriterijalnog odlučivanja (VKO) je da pomogne donosiocu odluke da izabere rješenje koje smatra najboljim u datom problemu. Zato se naponi ka rješavanju postavljenog višekriterijalnog problema često nazivaju *višekriterijalna analiza*.

Problem višekriterijskog odlučivanja je situacija u kojoj, nakon što je definisan skup aktivnosti (odluka, varijanti) A i konzistentni skup kriterija F, donosilac odluka:

- definiše podskup od A koji je najbolji s obzirom na F (problem izbora),
- podijeli A u podskupove prema određenim normama (problem sortiranja)
- rangira A od najboljeg ka najgorem (problem rangiranja).

MODELI I METODE SIMULACIJE

Značajan doprinos unapređenje poslovne efikasnosti poslovnih sistema, bez razlike na obim ulaganja, vrstu dijelatnosti, obim i prirodu poslovne aktivnosti moguće je postići odgovarajućom simboličkom deskripcijom, čime se omogućava izgradnja modela odlučivanja koji bi bio vjerna kopija poslovnog sistema, te da se modelirane upravljačke informacije uključe u proces poslovnog odlučivanja. Optimalna identifikacija problema odlučivanja, u kome su sadržani zahtjevi detekcije kvantitativnog, kvalitativnog i dinamičkog modela uslovljenog brojnim faktorima uspješno se rješava konstrukcijom adekvatnog modela simulacije.

Efikasnost poslovanja determinisana je ostvarenim profitom koji predstavlja novčani izraz kvaliteta poslovne realizacije, kao odnos izlaznih i ulaznih veličina, koji u navedenom kontekstu, predstavljaju kriterijumsku promjenljivu. Kriterijumska promjenljiva zavisi od većeg broja slučajnih i/ili nezavisnih promjenljivih. Priroda slučajnih promjenljivi ukazuje na činjenicu da im je moguće i potrebno pridružiti odgovarajuću raspodjelu vjerovatnoća korištenjem adekvatne statističke metodologije. Pored toga, potrebno je izvršiti prepoznavanje prirode i stepena njihovog uticaja na izlazne vrijednosti, kao rezultate poslovnog procesa.

Nezavisne promjenljive su direktno pod kontrolom donosioca odluke i njihova vrijednost utiče na izlazne i kriterijumske vrijednosti. Proces istraživanja međusobne povezanosti promjenljivih u modelu i kvantitativna identifikacija raspodjele vjerovatnoće kriterijumske promjenljive, omogućava donosiocu odluke da potpunije razumije kompleksnost problema sa aspekta primjene modeliranih smjernica, a u cilju evaluacije projekta.

Model simulacije mora biti konstruisan namjenski za svaku situaciju odlučivanja, po svojoj prirodi zahtijeva specifikaciju promjenljivih i parametara u modelu, a uslovi pod kojima se sistem posmatra moraju biti prilagođeni konvencionalnim pravilima odlučivanja, kako bi se utvrdila vjerovatnoća odgovarajućih sistemskih kategorija upotrebom slučajnog izbora.

Tehnika se sastoji u simulaciji eksperimenta, gdje se donosilac odluke igra sa sistemom izgrađenim po mjeri čovjeka, istražujući efekte izabrane alternative u

skadu sa odabranim opcijama u odgovarajućem vremenskom intervalu, sa zadatkom da se analiza ponašanja sistema uskladi sa formulisanim ciljevima, te da se sagledaju implikacije prije ili u toku izvršenja.

Sušтина Monte – Carlo tehnike, sastoji se od simulacije eksperimenta kako bi se utvrdila vjerovatnoća odgovarajućih sistemskih osobina upotrebom slučajnog izbora. Procedura analize rizika navedenom tehnikom omogućava preciznu logičku proceduru modeliranja vjerovatnoće kriterijumske promjenljive (y) kroz sledeće faze:

- Identifikacija kriterijumske i relevantnih nezavisnih promjenljivih;
- Kvantifikacija promjenljivih;
- Međusobni odnosi promjenljivih;
- Ocjena raspodjele vjerovatnoće za ulazne promjenljive;
- Ocjena raspodjele vjerovatnoće zavisne promjenljive (y) na bazi raspodjele nezavisnih promjenljivih (x_1, x_2, \dots, x_n);
- Korištenje tehnike Monte – Carlo simulacije za dobijanje zadovoljavajuće raspodjele vjerovatnoće izlazne promjenljive
- Evaluacija projekta koristeći dio ili sve informacije sadžane u ocjenjenoj raspodjeli. (Mikić, 2007, str. 157)

Upotreba postojećih ili konstrukcija adekvatnih programa za rješavanje modela simulacije uvećava racionalnost donosioca odluke u pogledu veće brzine i izbjegavanje materijalnih ali i računskih grešaka, čime se uvećava stepen objektivnosti u postupku poslovnog odlučivanja.

METODE I MODELI PRETRAŽIVANJA

Kao i druge simulacione tehnike analize i rješavanja problema, razne tehnike pretraživanja u prostoru stanja manje su podložne primjeni matematičkih formalizama kao što su dokazi, teoreme, konvergencija ili optimalnost. U naučnoj i stručnoj literaturi, za tehnike pretraživanja se najčešće koriste nazivi: 'simulacioni pristupi', 'heurističko programiranje', 'heurističke procedure', 'heuristički algoritmi', ili 'heuristička optimalizacija'. Prema stepenu primjene znanja o domenu problema za pretraživanje, strategije pretraživanja (SP) mogu se podijeliti na:

- strategije slijepog pretraživanja i
- heurističke strategije.

Strategije slijepog pretraživanja karakterišu se potpunim odsustvom bilo kakvog usmjeravanja pri pretraživanju (čvorova grafa iz domena problema) i siste-

matski na određen način pretražuju čitav prostor stanja. Jedini kriterij pri slijepom pretraživanju je sistematičnost, tj ispituju se sva moguća stanja kao jednako vjerovatna. Osnovne metode slijepog pretraživanja, su pretraživanje po dubini (*Depth first search*), i pretraživanje po širini (*Breadth first search*).

I jedna i druga metoda počinju od skupa početnih stanja - čvorova grafa na koje se primjenjuju operatori i dobivaju se novi čvorovi. Cilj je da se pronađe završni čvor grafa stanja koji odgovara završnom stanju u procesu rješavanja problema, poslije čega se pretraživanje obustavlja. Metode pretraživanja po dubini i širini su neefikasne u slučaju nekog većeg prostora stanja. Da bi se pretraživanje učinilo efikasnijim, ideja je da se suzi prostor pretrage i usmjeri pretraga u pravcu perspektivnih rješenja. Da bi se to omogućilo, strategije pretraživanja primenjuju specifično znanje iz date oblasti - domena problema koji se rješava.

Heurističke strategije pretraživanja se odlikuju izvjesnim znanjem o domenu problema. Pretraga kod koje se koristi specifično domensko znanje naziva se *heuristička pretraga*. Heurističkom pristupu rješavanja problema pribjegava se u slučajevima kada je problem veoma složen, i to kada je postojeće algoritamsko rješenje previše komplikovano, kada ne postoji precizno algoritamsko rješenje, kao i kada algoritamsko rješenje postoji ali nije poznato. Primjer predstavlja algoritamsko rješenje gdje nema pretraživanja, već se do rješenja dolazi po unaprijed poznatom postupku koji je opisan algoritmom.

Heuristika [*Heuristike* su pretežno lična pravila rasuđivanja i nagađanja koja su svojstvena odlučivanju nekog eksperta u datoj oblasti. To su pravila, intuicija ili određeno iskustvo koje ekspert posjeduje] u algoritmu znači da on sadrži određena iskustvom definisana pravila pomoću kojih se u ranoj fazi pojednostavljuje granasta struktura račvanja mogućnosti i eliminišu mnoge od mogućnosti koje bi trebalo pretraživati. Dvije osnovne metode pretraživanja su:

1. Slučajno pretraživanje (*Random Search*) i
2. Slijepo pretraživanje (*Blind Search*).

Slučajno pretraživanje se koristi kada nisu poznata pravila ili heuristika po kojima će biti usmjeravano pretraživanje i kada sistematska primjena proizvoljnih pravila nije dovoljna. Obim mogućih pravaca pretraživanja je poznat, ali on je obično toliko širok da je neekonomično prebrojavati ih i provjeravati sve mogućnosti da bi se ispravno definisao pravac u kome treba da krene pretraživanje. Zbog toga

se kod ovog pristupa slučajno generišu pravci pretraživanja a rezultati izvedenih pretraživanja se analiziraju da bi se među njima najbolji rezultat usvojio kao rješenje. Slučajno pretraživanje samo slučajno može da dovede do optimalnog rješenja problema. Zato se radije govori o rješenjima bliskim optimalnom.

Slijepo pretraživanje ispituje dio ili sve moguće kombinacije stanja unutar dopustivog domena rješenja. Da bi se pretraživanje usmjerilo, obično se koristi neko jednostavno pravilo

„kretanja“ sve dok se ne dođe do nekog od definisanih ograničenja. Ovo pravilo se po potrebi može modifikovati i postupak ponavljati više puta polazeći uvijek od istog početnog stanja. Slijepo pretraživanje ima određene prednosti nad slučajnim jer se problem može podijeliti u podskupove potencijalnih rješenja čime se omogućava korišćenje izuzetno efikasnih metoda iz klase metoda ‘podijeli-i-pojednostavi’.

Vještačka inteligencija. Istraživanja na polju metoda i tehnika za rješavanje polustrukturisanih i nestrukturisanih problema opšteg tipa (*general problem solving techniques*) doživjela su neuspjeh, jer nije bilo moguće pronaći – formulisati opšte postupke koji bi uvijek bili efikasni. S druge strane, došlo se do zaključka da je za uspješno rješavanje konkretnih problema dragocjeno specifično znanje koje posjeduju stručnjaci - eksperti u datim oblastima, kada se radi o nauci, tehnici i poslovnim primjenama. Vještačka inteligencija je sposobnost programiranih računarskih sistema da unaprijed kreiraju funkcije koje obično asociraju na ljudsku inteligenciju.

Ekspertne sisteme čine računarski programi za rješavanje problema koji zahtijevaju posebna ekspertna znanja i specijalno razvijene metode. Formalna definicija ekspertnog sistema, kao jednog od najvećih dostignuća vještačke inteligencije, još ne postoji. Jedna od definicija glasi: “Ekspertni sistemi su klasa računarskih programa koja može da savjetuje, analizira, vrši kategorizaciju, komunicira, konsultuje, dizajnira, dijagnostikuje, objasni, istraži, predviđa, stvara koncepte, identifikuje, interpretira, opravda, uči, upravlja, prati, planira, prezentuje, ispravlja, raspoređuje, testira i podučava; to je klasa programa koja se odnosi se na probleme koji za dobivanje rješenja zahtijevaju znanje čovjeka- eksperta” (Firebaugh, 1988, str. 8). Iz prednje definicije slijedi da ekspertni sistemi rješavaju probleme koji se mogu grupisati u slijedeće kategorije:

- dijagnostika (*diagnosing*),
- predikcija (*prediction*),

- interpretacija podataka (*data interpreter*),
- konfigurisanje sistema (*design*),
- pomoć u odlučivanju (*assistant*),
- planiranje (*planner*),
- savjetovanje (*advisor*),
- treniranje (trainer),
- podučavanje (*tuition, tutorial*), i dr.

Neke osnovne karakteristika ES su:

- baziraju na znanju (knowledge based)
- posjeduju mehanizam za zaključivanje (inference engine)
- preovladava obrada simboličkih podataka (symbolic processing)
- imitacija su misaonog procesa eksperta
- mogućnost rada sa nepouzdanim podacima (low confidence data)
- mogućnost obrazlaganja dobijenih zaključaka i rezultata.

Ekspertni sistemi se od sistema pretraživanja i simulacionih tehnika razlikuju po tome što je njihova heuristika prefinjenija, tj. koriste se i kvalitativna i kvantitativna pravila, kao i vjerovatnoće. Ekspertni sistem treba da je sposoban da objasni i obrazloži odluku.

Strukturu ekspertnog sistema čine četiri komponente: baza znanja, baza podataka, mehanizam zaključivanja i interfejs. Komponente su međusobno odvojene i ne zavise jedna od druge, što doprinosi lakoj modifikaciji i izmjeni sistema zasnovanih na znanju kroz modifikaciju baze znanja. Baza znanja je najvažniji element ekspertnog sistema. Ona u simboličkom smislu predstavlja znanje sastavljeno od činjenica, opštih informacija i heuristike iz oblasti rješavanja problema. Po svojim karakteristikama i ulozi koju ima u ekspertnim sistemima baza znanja je slična bazi podataka kao komponenti konvencionalnih programa. Obadje baze memorišu konačne činjenice ali baza znanja dodatno sadrži i kompleksne opise realnih situacija, pravila koja odražavaju uzročno-posljedičnu vezu, netačna znanja i znanja sa slučajnom informacijom. Baza znanja sadrži stručno znanje o određenom području poslovanja, a sastoji se od osobina, činjenica, izabranih metoda i tehnika, heuristika i produkcionog sistema.

Produkcionni sistem je računarski formalizovan konačan skup produkcionih pravila. Produkciona pravila su jedan od načina zapisivanja znanja. Drugi način zapisivanja znanja je formalna logika. Produkciona pravila su parovi koji se sastoje od uslova i akcije. Uslovna akcija se sastoji od uslova i dvije akcije. Ako je uslov

zadovoljen primjenjuje se prva akcija, a ako nije druga akcija. Baza podataka se sastoji od ranije ili neposredno prikupljenih podataka o problemu koji se rješava. Mehanizam zaključivanja upravlja koracima koje je potrebno izvršiti u cilju rješavanja problema, te na osnovu podataka iz baze podataka i baze znanja daje rješenja problema. Interfejs pretvara ulazne podatke u prikaze na programskom jeziku i obratno.

Višekriterijalno odlučivanje. Pomoć kod višekriterijalnog odlučivanja je polje koje se dinamično razvija koje ima za cilj da donosiocima odluke pruži neke alate i metode kako bi mu omogućili da napreduje u rješavanju složenih problema odlučivanja i gdje mora biti uzeto u obzir nekoliko - često kontradiktornih - tačaka gledišta. Za razliku od klasičnih tehnika operacionih istraživanja, višekriterijalne metode ne daju "objektivno najbolje" rješenje, jer u stvarnosti ono i ne postoji. Nema rješenja koja su najbolja istovremeno, iz svih tačaka gledišta. Umjesto toga višekriterijalno odlučivanje se fokusira na kompromisna rješenja, koja uzimaju u obzir i preferencije donosilaca odluka i kompromise među kriterijima.

Najčešće metoda koje se koriste u procesima višekriterijalnog odlučivanja su metode višekriterijalnog matematičkog programiranja i metode višekriterijalnog (višeatributnog) rangiranja (outranking methods).

Metode višekriterijalnog rangiranja za koje se u svijetu smatra da su najbolje su: ELECTRE, PROMETHEE i AHP. Osnovni cilj ovih metoda je određivanje prioriteta između pojedinih alternativa ili kriterija u situacijama odlučivanja gdje učestvuje veći broj donosilaca odluke, gdje je prisutan veći broj kriterija odlučivanja i u višestrukim vremenskim periodima. Većina stručnjaka slažu se da se metode višekriterijalnog rangiranja mogu podijeliti u tri grupe;

- metode američke škole višekriterijalnog odlučivanja, na bazi funkcije korisnosti (npr. AHP-Analytical Hierarchical Process) koje različite kriterije (atribute, tačke gledišta) agregiraju u jedan globalni kriterij, kojeg zovemo funkcija korisnosti. Ove metode eliminišu neuporedivost između varijanti;
- metode evropske (francuske) škole višekriterijalnog odlučivanja, na bazi rangiranja odnosa (npr. ELECTRE, PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations), koje uzimaju u obzir neuporedivost između varijanti, i
- interaktivne metode višekriterijalnog rangiranja (npr. STEM).

Metoda PROMETHEE I (parcijalno rangiranje) i ***PROMETHEE II*** (kompletno rangiranje) razvio je J.P Brans i prvi put predstavio 1982 godine. Kasnije,

J.P. Brans i B.Mareschal su razvili PROMETHEE III i PROMETHEE IV metode. Isti autori su 1988. godine predložili i vizuelnu interaktivnu modulaciju GAIA, koja predstavlja grafičku interpretaciju PROMETHEE metode, a 1992. i 1995. godine predložili su još dva dodatka - PROMETHEE V i PROMETHEE VI. Metode PROMETHEE spadaju u najpoznatije i najčešće korišćene metode višekriterijalnog rangiranja. Evidentne su brojne uspješne primjene ove metode u bankarstvu, investicijama, medicini, hemiji, turizmu i kod izbora/rangiranja lokacija, industrijskih grana i slično. (Roljić L. , 1989)

Metoda AHP (analitički hijerarhijski proces) je višekriterijalni analitički alat koji problem kompleksnog odlučivanja dekomponuje u hijerarhijsko stablo. Metoda AHP je relativno nov i fleksibilan alat za višekriterijalno odlučivanje, koje uključuje rizik, konflikt interesa, kvalitativne i kvantitativne informacije. Svrha AHP je u organizovanju ljudskih misli i procjena za donošenje efikasnih odluka. Složene odluke su karakterisane velikim brojem uticajnih faktora. Pri rješavanju višekriterijalnih problema cilj je da se nađe relacija između uticajnih faktora, prepozna njihov eksplicitni ili relativni uticaj i značaj u realnim uslovima i odredi dominantnost jednog faktora u odnosu na drugi. Problem je kako da se ispravno procijeni važnost tih faktora. Iako se metoda AHP bazira na teoriji višeatributivne korisnosti ona koristi netradicionalnu logiku problema dekompozicije. Algoritam AHP sastoji se od četiri faze: izgradnja hijerarhijske strukture problema odlučivanja, definicije informacije o preferencijama (relativne težine) i izračunavanje apsolutnih težina, analiza koherentnosti i izgradnja konačnog ranga. AHP omogućava razlaganje problema na hijerarhiju i osigurava da su u analizu uključeni i kvalitativni i kvantitativni aspekti problema. Svi dijelovi hijerarhije su povezani, tako da se jednostavno vidi kako promjena jednog faktora utiče na ostale faktore. AHP se može koristiti za: strateško planiranje, analizu investicija, analizu dobiti, istraživanje, razvoj i marketing, nabavku i prodaju, alokaciju resursa, finansijskih sredstava, kadrova i za cost-benefit analizu.

Metoda ELECTRE je metoda višekriterijalnog rangiranja koja se bazira na rangiranju odnosa. Metoda koristi prošireni model donosioca odluke lokalnim preferencijama, koji uključuje: ravnodušnost, slaba preferencija, jaka sklonost i neuporedivost. Algoritam metoda ELECTRE sastoji od tri faze: gradnja matrice ocjenjivanja (varijante i kriteriji), izračunavanje odnosa rangiranja i iskorištavanje odnosa rangiranja.

TEORIJA IGARA

U savremenoj ekonomiji postoji jako izražena međuzavisnost tako da profit jednog subjekta ne zavisi samo od njegovog ponašanja i od njegove odluke, već i od toga kako se ponašaju ostali subjekti odlučivanja. Zato, donosilac odluke (Decision Maker – DM) 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. Teorija igara je interdisciplinarni pristup proučavanju ljudskog ponašanja koji se tiče računarske nauke, društvenih nauka i nauka o ponašanju (biheviorističkih nauka).

Teorija igara se koristi u svim onim situacijama u kojima postoje djelimično ili potpuno sukobljeni strateški interesi između učesnika u igri, odnosno u svim onim situacijama gdje konačan rezultat ne zavisi samo od postupaka i odluka jednog učesnika, nego i od akcija koje preduzimaju svi ostali učesnici u igri. Ona je analitički aparat i metodološki odgovor na izazove koje je postavio sam privredni život i ekonomska stvarnost i na jedno od fundamentalnih pitanja sa kojima se susrela ekonomska nauka, kako tretirati neizvjesnost i nedostatak ili nepotpunost informacija pri donošenju odluka. Teorija igara je tako postala alat za analizu racionalnog odlučivanja u situacijama rizika, neizvjesnosti i sukobljenih strateških interesa učesnika.

Razvijena je da bi se njome opisalo ponašanje racionalnih ljudi kada se susreću s drugima s kojima imaju sukobljene ciljeve. Teorija igara se može definisati kao grana primijenjene matematike koja se služi modelima za proučavanje međusobnog uticaja i dejstva formalnih impulsivnih struktura (“igre”) ili kao grana ekonomske teorije koja se bavi analizom procesa odlučivanja manjeg broja aktera. Teorija igara je i matematička teorija i metodologija u analizi i rješavanju sukoba i dijelom konfliktne situacije u kojima stranke imaju suprotstavljene interese. Primjenljiva je u mnogim oblastima, poput ekonomije, međunarodnih odnosa, evolucionoj biologiji, političkim naukama i vojnoj strategiji. ima primjenu i u operacionim istraživanjima, kolektivnom ponašanju, psihologiji, igranju zabavnih igara (karte, šah) i u izboru taktike u timskim sportovima. Ove igre pretpostavljaju da će svaki igrač provoditi strategije koje mu pomažu za postizanje najisplativijeg ishoda u svakoj situaciji. Iako je veći dio termina koji se koriste u okviru matematičke teorije igara sličan terminologiji društvenih igara, teorija igara ima mnogo širu primjenu i koristi se za modeliranje konfliktnih situacija u matematici, politici, ekonomiji, vojnoj strategiji, itd.

U posljednjih dvadesetak godina teorija igara primijenjivala se na sve veći broj praktičnih problema: od analize ekonomske regulacije i antimonopolske politi-

ke (engl. economics of regulation/antitrust analysis) do monetarne politike; od dizajna aukcijskih institucija do strukturisanja podsticaja unutar firmi, od trka za patentima do rješavanja sudskog spora, od taktike igranja zabavnih igara (šah, karte, i sl.) do taktičkih poteza (izvedbi-performansi) u timskim sportovima. Igre se koriste za simulaciju stvarnih situacija i obično uključuju slijedeće elemente:

1. *igrači*, ili donosioci odluka;
2. *strategije* raspoložive svakom igraču;
3. *pravila* koja uređuju ponašanje igrača;
4. *ishodi*, od kojih je svaki rezultat pojedine izbora od strane igrača u određenom trenutku u igri, i
5. *isplate* koje dobiva svaki igrač kao rezultat svakog mogućeg ishoda.

Općenito, igru može da igra i jedan igrač (poput slagalice), ali njena veza sa matematičkom teorijom nastupa kada su u igru uključena najmanje dva igrača, i kada su oni sukobljeni-kada su u konfliktu. Svaki od igrača izabire strategiju koja će mu donijeti najveću dobit odnosno kojom će nadigrati drugog igrača.

Sa stanovišta saradnje oponentata u toku igre razlikujemo dvije vrste: kooperativna i nekooperativna igra. U kooperativnoj igri (igra sa nenultom sumom) igrači mogu postići dogovor prije nego što svaki od njih donese odluku. U nekooperativnoj igri (igra nulte sume) ništa nije dogovoreno prije igre, ali oba igrača su dobro informisani o drugim igračima i o njihovim mogućim strategijama. U trenutku donošenja njihove odluke, jedino što oni ne znaju je strategija koju će suprotna strana preduzeti. U kooperativnoj igri igrači mogu komunicirati i prije igre postići dogovor o odabiranju strategija. U nekooperativnoj igri takav sporazum nije moguć.

Glavni cilj teorije igara je određivanje optimalne strategije za svakog igrača. Optimalna strategija se definiše kao strategija koja maksimizira očekivanu dobit igrača.

Situacije kojima se bavi teorija igara imaju slijedeće karakteristike:

- Moraju sudjelovati najmanje *dva igrača*;
- Igra počinje *opisom*. Najvažnije u opisu igre je „dobit” ili „isplata“ ili „plaćanje“ (engl. payoff) koju svaki igrač stiče na završetku igre, i ta dobit zavisi od strategije koju je primijenio jedan igrač i koju su primijenili drugi igrači. Ovo posljednje je ključni i centralni motiv teorije igara: dobit zavisi ne samo od toga šta igrač radi, već i od strategije drugih učesnika u igri.
- Matematički, igra se izražava preko *tabele plaćanja* (engl. *payoff matrix*) za definisane strategije.

- *Potez* se „povlači“ tako što jedan ili više igrača biraju između određenog broja opcija (alternativa), koje se ovde zovu strategije.
- Poslije izbora poteza, kao rezultat, nastaje određena *situacija*; ta situacija određuje ko bi trebalo da vrši slijedeći izbor (potez) kao i koje su mu opcije „otvorene“; izbori koje naprave igrači mogu se, ali i ne moraju saznati;
- *Pravila igre* određuju način ponašanja igrača;
- Postoji takozvano *pravilo završetka* – pravilo koje određuje uslove pod kojima je igra završena; svako igranje igre završava se određenom situacijom; svaka od tih situacija definiše isplate svakog igrača koji: a) vrši izbor i b) prima isplatu.

Za potrebe matematičkog modeliranja, analize i rješavanja, igra može biti predstavljena na različite načine. Najčešći oblik matematičke prezentacije je matrični oblik isplata (pay-off matrix), u kojem su strategije jednog igrača prikazane u redovima matrice, a one drugog igrača prikazane su u kolonama matrice. Kod ovakve vrste igre, koju nazivamo igra u *normalnoj* (matričnoj) *formi*, za sve alternativne kombinacije odabranih strategija od strane igrača unaprijed su poznata plaćanja, odnosno rezultat igre. Na primjer, kod konačne igre dva lica sa nulatom sumom, ova plaćanja (funkcija plaćanja) predstavljena su matricom plaćanja ili matricom igre, u kojoj su predstavljeni rezultati koji će biti ostvareni izborom različitih mogućih kombinacija parova strategija od strane učesnika u igri (igrača).

Drugi postupak primjenjuje se za igre kod kojih ne postoji potpuna informisanost igrača o potencijalnim odgovorima protivnika na njihov izbor pojedinačnih strategija. Za takve igre je karakteristično da se rezultat svih poteza u toku neke igre obračunava tek na kraju igre, kada se obavi predviđeni broj poteza, odnosno realizuje jedna partija. Ovakva vrsta igre, koju nazivamo igrom *ekstenzivnog* (opšteg) *oblika*, predstavlja se obično preko odgovarajućeg *stabla igre*, u kome se predstavljaju odabrani potezi igrača.

Da bismo ilustrovali način izbora strategije djelovanja u konfliktnim situacijama odlučivanja, razmotrićemo primjer primjene teorije igara i „odigrati“ igru poznatu kao „zatvorenikova dilema“. Zatvorenikova dilema je primjer situacije u kojoj dva racionalna igrača koji bez znanja kako će drugi postupiti mogu izabrati između saradnje i nesaradnje (priznanja ili nepriznanja). Nagrada koju će dobiti za svoje djelovanje jedna strana zavisi od djelovanja koje izabere druga strana u igri.

Zatvorenikova dilema je primjer igre s nenultom sumom za koju je karakteristično da su interesi igrača u neposrednom konfliktu. One, u kojima jedan igrač dobije a drugi toliko izgubi. Međutim, igre sa nenultom sumom su one gdje

interesi igrača nisu očigledno u neposrednom konfliktu i gdje postoji mogućnost da oba igrača dobijaju. U igri zatvorenikove dileme, ako oba zatvorenika izberu strategiju »ne prizna«, oba dobivaju.

Igra zatvorenikove dileme teče ovako. (Smith, 2003)

Prilikom pokušaja provale A.A. i B.B. budu uhapšeni. Tokom istrage ustanovi se da su A.A. i B.B. vjerovatni izvršioци niza provala u proteklih nekoliko mjeseci. Međutim, istražni sudija nema čvrstih dokaza o ranije učinjenim djelima. Istražni sudija stoga smjesti A.A. i B.B. u odvojene prostorije te obadvojici kaže slijedeće:

“Ukoliko priznaš ranije izvršene provale, a tvoj partner to odbije da učini, dobićeš zatvorsku kaznu u trajanju od jedne godine, a partnera, s obzirom da je odbio da prizna, čeka zatvorska kazna od osam godina. Ukoliko obadvojica priznate bićete osuđeni na četiri godine zatvora.”

Zatvorenici, naravno, znaju da ukoliko nijedan ne prizna ranije izvršene provale mogu biti, zbog nedostatka dokaza, osuđeni samo za posljednju provalu. U tom slučaju obadvojicu očekuje kazna od dvije godine zatvora.

Prilično složena situacija s obzirom da A.A. i B.B. ne mogu komunicirati i, vjerovatno, nemaju puno razloga da vjeruju jedan drugome.

U igri sudjeluju dva igrača kojima su na raspolaganju svega dva načina igre, odnosno strategije. Stoga su mogući samo slijedeći ishodi:

1. Oba zatvorenika priznaju
2. Nijedan zatvorenik ne prizna
3. A.A. prizna, B.B. ne prizna
4. A.A. ne prizna, B.B. prizna.

SLIKA 1. Marica plaćanja – elementi odlučivanja prethodno predstavljene upravljačke situacije

		Strategije A.A.	
		Ne prizna	Prizna
Strategije B.B.	Ne prizna	A.A. 2 god B.B. 2 god.	A.A. 1 god. B.B. 8 god.
	Prizna	A.A. 8 god. B.B. 1 god.	A.A. 4 god. B.B. 4 god

Matrica plaćanja pokazuje rezultate svih mogućih strategija obadvojice igrača.

Način na koji razmišlja zatvorenik A.A.: ako B.B. ne prizna, tada se meni isplati da priznam jer ću u tom slučaju biti kažnjen samo jednom godinom zatvora, a B.B. s punih osam godina. U koliko, međutim, B.B. prizna tada, obavezno, i ja moram da priznam kako bih izbjegao osam godina zatvora. Dakle, u svakom slučaju, bez obzira šta će učiniti drugi zatvorenik, meni se isplati da priznam.

U potpuno je istoj situaciji i na isti način rezonuje zatvorenik B.B. I njemu se isplati da prizna.

Prema tome, konačni rezultat, odnosno ravnoteža ove igre je priznanje obadvojice zatvorenika. Istražilac će riješiti slučaj provala koje su počinili A.A. i B.B., a oni će u zatvoru odsjediti svaki po četiri godine.

Ravnotežu u ovom slučaju nazivamo nekooperativna (nesaradnička) ili Nash-ova ravnoteža. [John F. Nash, matematičar, koji je prvi razvio ovaj ravnotežni koncept.] Svaki od igrača je odigrao igru vodeći računa isključivo o vlastitom interesu. Ali, ravnoteža zatvorenikove dileme je zaista specifična. Naime, ona je ne samo nekooperativna (zbog očiglednih razloga), već je istovremeno i riječ o dominantnoj strateškoj ravnoteži. Dominantna strateška ravnoteža postoji tada kada, baš kao u zatvorenikovoj dilemi, oba igrača na raspolaganju imaju dominantnu strategiju.

ZAKLJUČAK

Ovim radom identifikovan je i na jednom mjestu je izložen dio najaktuelnijih sistemskih pristupa, metodologija, modela i matematičkog aparata, koji se koriste u oblasti podrške odlučivanju u rješavanju kompleksnih problema odlučivanja u ekonomiji i menadžmentu.

Ukratko su opisane i analizirane tri tehnike koje se primjenjuju u teoriji odlučivanja - optimalizacija, simulacija i pretraživanje, a u okviru ove posljednje, ili uz nju, posebno mjesto zauzela je vještačka inteligencija i njen reprezentant - ekspertni sistem. U radu, posebno mjesto dobila je teorija igara koja je metodološki alat za analizu racionalnog odlučivanja u situacijama rizika, neizvjesnosti i konflikta strateških interesa učesnika u odlučivanju. Na kraju, u poglavlju Literatura, pored citiranih, navedeni su i neki radovi u kojima su autori ranije primjenili metode i modele navedene i analizirane u ovom radu.

BIBLIOGRAFIJA

- Dannenbring, & D.G. (1977). An evaluation of flowshop sequencing heuristics. *Management Science*, 23.
- Firebaugh, M. (1988). Artificial intelligence a knowledge - based approach. *PWS - Kent, Boston*, 2.
- Mikić, Đ. (2007). *Teorija i strategija odlučivanja - kriterijumski izbor upravljačkih opcija*. Banja Luka: Univerzitet APEIRON.
- Roljić, & Lazo. (1984). Usmjeravanje društveno - ekonomskog razvoja i metode višekriterijalnog odlučivanja. *Ekonomski glasnik broj 3/84*, 14-21.
- Roljić, L. (1989). *LRPROM - Program za višekriterijalno odlučivanje metodom PROMETHEE*. Banja Luka: Radovi Ekonomskog instituta.
- Smith, S. M. (2003). *Game Theory*. Retrieved 2003, from Game Theory: http://beyondintractability.org/essay/prisoners_dilemma/

OPTIMIZATION, SIMULATION, SEARCHING METHODS AND GAME THEORY APPLIED IN ECONOMICS AND MANAGEMENT

Lazo Roljić¹, Mirjana Landika², Đuro Mikić³

¹Full professor, PhD in economics, Paneuropean university „Apeiron“Luka, Banja Luka, lazo.r@apeiron-uni.eu

²Docent, PhD in economics, Paneuropean university „Apeiron“Luka, Banja Luka, mirjana.l@apeiron-uni.eu

³Full professor, PhD in economics, Paneuropean university „Apeiron“Luka, Banja Luka, djuro.m@apeiron-uni.eu

Abstract: *The paper presents an introduction to decision theory and strategic game theory as an analytical tool. The term we will assume decision-making process to choose one of the possible variants (alternative) decision. The main elements of decision problems are the goals to be achieved by the decision, the alternatives between which selects and criteria used in the selection. Decision-making, or a choice between two or more alternatives can be made in different ways, using: making techniques, decision rules and decision making skills. Four basic techniques in the treatment of decision problems in economy and management are: optimization, simulation, searching methods and game theory. The paper very briefly describe the basic concepts that are used in each of these techniques and tools, as well as the characteristics of the situations in which they are used most efficiently. Then, on a practical example demonstrate certain aspects of game theory as an analytical tool that is used in the strategic decision-making. At the end, the paper examines the significance and applicability of game theory to analyze complex economic problems, particularly in oligopolistic market equilibrium.*

Key words: *Decision Making, Mathematical Programming, Game Theory, Oligopolies*

JEL classification: *C38, C44, C71, C81*