Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima

Pažin, Zdravko

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:717409

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZDRAVKO PAŽIN

ODLUČIVANJE U UVJETIMA NESIGURNOSTI U LOGISTIČKIM PROCESIMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 15. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Teorija igara**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4934

Pristupnik: **Zdravko Pažin (0135234490)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima**

Opis zadatka:

U radu je potrebno definirati faze i ciljeve procesa odlučivanja. Prikazati pojedine metode koje se primjenjuju kako bi se odluka lakše i pravilnije donijela. Objasnit će se posebno upotreba teorije igara u procesu donošenja odluke. Praktičnim primjerom prikazati i analizirati valjanost donošene odluke primjenom teorije igara u logističkim procesima.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

ODLUČIVANJE U UVJETIMA NESIGURNOSTI U LOGISTIČKIM PROCESIMA

DECISION MAKING UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY IN LOGISTICS PROCESSES

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Zdravko Pažin

JMBAG: 0135234490

Zagreb, rujan 2018.

SAŽETAK

Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima veoma je važan čimbenik u današnjem poslovanju pojedine tvrtke. Zbog nedostatka informacija i nepoznatog budućeg stanja okoline donositelji odluka se nalaze u jako nezahvalnim situacijama. Primjenom različitih kriterija odlučivanja olakšava se proces donošenja odluka. U diplomskom radu je analizirano poslovno odlučivanje, te su prikazane njegove osnovne značajke. Detaljno je opisana primjena teorije igara u procesu donošenja odluka. Teorija igara je jako dobar alat pomoću kojeg se može između više ponuđenih strategija izabrati optimalna strategija koja pruža najbolji rezultat. U radu su analizirani realni primjeri odlučivanja u uvjetima nesigurnosti za koje je izvršen izračun, te su dobivena rješenja prikazana i u grafičkom obliku.

KLJUČNE RIJEČI: odlučivanje, teorija igara, nesigurnost, logistički procesi

SUMMARY

Decision making under conditions of uncertainty in logistics processes is a very important factor in today's business of a particular company. Due to the lack of information and the unknown future environment, decision-makers find themselves in very unfortunate situations. Applying different decision-making criteria makes it easier for the decision-making process. In the graduate thesis, business decision-making is analyzed and its basic features are presented. The application of game theory in the decision-making process is described in detail. Game theory is a very good tool by which one of the many strategies to choose the optimal strategy that provides the best result. In this paper, realistic examples of decision-making were analyzed in the uncertainty conditions for which the calculation was made, and solutions were also presented in graphical form.

KEYWORDS: decision making, game theory, uncertainty, logistics processes

SADRŽAJ:

1.UVOD....1
2. POSLOVNO ODLUČIVANJE....3
2.1. Faze odlučivanja....4
2.2. Stilovi odlučivanja....5
2.2.1. Autokratski stil odlučivanja....5
2.2.2. Demokratski stil odlučivanja....6
2.2.3. Direktivni stil odlučivanja....6
2.2.4. Bihevioralni stil odlučivanja....6
2.3. Modeli odlučivanja....7
2.3.1. Klasifikacija modela poslovnog odlučivanja....7
2.3.2. Predikativni modeli odlučivanja....8
2.3.3. Modeli evaluacije....9
2.3.4. Modeli optimizacije....9
2.3.5. Modeli klasificirani prema uvjetima odlučivanja....10
2.4.Tehnike poslovnog odlučivanja....10
2.4.1. Monte Carlo tehnika....11
2.4.2. Tehnika očekivane vrijednosti....11
2.4.3. Tablica odlučivanja....13
2.4.4. Stablo odlučivanja....14
2.5. Načini odlučivanja....18
2.5.1. Pojedinačno i skupno odlučivanje....18
2.5.2. Intuitivno i racionalno odlučivanje....19
2.5.3. Programirano i neprogramirano odlučivanje....21
2.6. Kriteriji odlučivanja u uvjetima nesigurnosti....22
2.6.1. Kriterij pesimizma....22
2.6.2. Kriterij optimizma....23
2.6.3. Kriterij minimalnog žaljenja....23
2.6.4. Kriterij racionalnosti....24
3. TEORIJA IGARA....26
3.1.Razvoj teorije igara kroz povijest....26
3.2. Pojmovi koji se koriste u teoriji igara....27

3.2.1. Pojam igre 27
3.2.2. Broj igrača 27
3.2.3. Trajanje igre 28
3.2.4. Strategija 28
3.2.5. Rezultat igre 28
3.2.6. Neizvjesnost 29
3.2.7. Dostupnost informacija 29
3.2.8. Optimalna strategija 29
3.3. Podjela igara 30
3.3.1. Igre s nultom sumom 30
3.3.2. Igre s nenultom sumom 31
3.3.3. Igre sa savršenim i s nesavršenim informacijama 32
3.3.4. Kooperativne i nekooperativne igre 33
3.3.5. Simultane igre 35
3.3.6. Sekvencijalne igre 36
4.PRIMJENA TEORIJE IGARA U PROCESU ODLUČIVANJA 37
4.1. Zatvorenikova dvojba 37
4.2. Cjenovna konkurencija 38
4.3. Primjer povećanja broja korisnika taxi usluge kupovinom novih automobila 39
4.4. Igra u kojoj se ostvaruje ulazak na transportno tržište 40
4.5. Igra promidžbe 42
5.REALNI PRIMJERI ODLUČIVANJA U UVJETIMA NESIGURNOSTI U LOGISTIČKIM PROCESIMA 44
5.1. Primjer donošenja odluke o otvaranju novog pogona unutar poduzeća 44
5.1.1. Primjena maximax kriterija 45
5.1.2. Primjena maximin kriterija 46
5.1.3. Primjena kriterija realizma 47
5.1.4. Primjena kriterija minimalnog žaljenja 48
5.1.5. Primjena Laplaceovog kriterija 49
5.1.6. Usporedba dobivenih rezultata 49
5.2. Primjer odlučivanja u uvjetima nesigurnosti u procesu nabave automobilskih guma 51
5.2.1. Rješenje dobiveno primjenom maximax kriterija 52
5.2.2. Rješenje dobiveno primjenom maximin kriterija 53
5.2.3. Rješenje dobiveno primjenom kriterija realizma 54

5.2.4. Rješenje dobiveno primjenom kriterija minimalnog žaljenja 55
5.2.5. Rješenje dobiveno primjenom Laplaceovog kriterija.....58
5.2.6. Grafički prikaz rezultata.....59
6.ZAKLJUČAK.....61
LITERATURA 63
POPIS SLIKA.....64
POPIS TABLICA 65
POPIS GRAFIKONA.....67

1.UVOD

U diplomskom radu analiziran je proces donošenja odluka u logističkim procesima u uvjetima nesigurnosti što je od iznimne važnosti za svaku logističku tvrtku. Odluke koje se donesu mogu unaprijediti poslovanje tvrtke, te ona može poboljšati svoju poziciju na tržištu. Pojam odlučivanja obuhvaća odabir određene opcije između više ponuđenih opcija.

Nakon što se donositelj odluke odluči za željenu akciju slijedi njezina provedba kako bi se ostvario definirani cilj. Važno je naglasiti kako su u diplomskom radu analizirane odluke koje se donose u uvjetima nesigurnost. Značajka takvih situacija je ne poznavanje budućeg stanja okoline

Teorija igara se pokazala kao jako dobar alat u postupku donošenja odluka. U diplomskom radu detaljno su analizirane mogućnosti njezine primjene u poslovnom odlučivanju. Cilj ovog istraživanja je odabir optimalne strategije iz više mogućih strategija koje su dobivene kao optimizacijska rješenja. Rad je podijeljen na slijedeće cjeline:

1. Uvod
2. Poslovno odlučivanje
3. Teorija igara
4. Primjena teorije igara u procesu odlučivanja
5. Realni primjeri odlučivanja u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima
6. Zaključak

U drugom poglavlju opisano je poslovno odlučivanje, odnosno faze poslovnog odlučivanja, načini odlučivanja, te modeli i tehnike koji se primjenjuju prilikom donošenja odluka. Poslovno odlučivanje je jako važno za svaku tvrtku, a menadžeri koji su odgovorni za donošenje odluka svakodnevno su suočeni sa sve većim izazovima.

U trećem poglavlju naglasak je na teoriji igara. Prikazan je njezin razvoj tijekom povijesti, definirana je osnovna terminologija i pojmovi koji se koriste u odvijanju igre, te je navedena osnovna podjela igara. U ovom poglavlju analizirana je važnost teorije igara u

procesu donošenja odluka, te je istraženo na koje sve načine ona može pridonijeti boljem poslovanju pojedine tvrtke.

Četvrto poglavlje govori o primjeni teorije igara u procesu donošenja odluka. U njemu su analizirane pojedine situacije u kojima se mogu naći logističke tvrtke. Tvrtke mogu svoje poslovanje poboljšati ukoliko se odluče kooperativno donositi odluke s ciljem ostvarenja zajedničke koristi. Primjena teorije igara u procesu donošenja odluka prikazana je na primjerima igre cjenovne konkurencije, zatvorenikove dvojbe, igre promidžbe te igre ulaska nove tvrtke na tržište.

Istraživanje i analiziranje realnih primjera odlučivanja u logističkim procesima uslijed uvjeta nesigurnosti obilježje je petog poglavlja ovog diplomskog rada. U njemu su detaljno prikazani izazovi u donošenju odluka s kojima se menadžeri logističkih tvrtki svakodnevno susreću. Na realnim primjerima prikazana je primjena osnovnih kriterija odlučivanja koji se koriste prilikom donošenja odluka. Nakon provedenog istraživanja i urađene analize grafički su prikazani rezultati, a moguće je usporediti konačna rješenja koja nastaju kao produkt primjene različitih kriterija.

2. POSLOVNO ODLUČIVANJE

Poslovno odlučivanje se može opisati kao generički proces koji obuhvaća izbor između dvije ili više mogućih akcija te provedbu određene akcije kako bi se postigao unaprijed odabrani cilj. Odlučivanje predstavlja proces koji traje određeno vrijeme te koji završava donošenjem odluke. Poslovno odlučivanje obuhvaća procese koji za rezultat imaju donošenje odluka koje djeluju na veći broj članova unutar pojedine tvrtke. Može se reći kako je proces odlučivanja izbor jedne od više ponuđenih mogućnosti, od kojih svaka ima određene posljedice. Prilikom odlučivanja nepoželjan je premali, ali i prevelik broj inačica rješavanja problema. Kao rezultat procesa odlučivanja nastaje odluka. Odluke mogu biti strateške, taktičke i operativne.

Strateške odluke su najznačajnije odluke i njih donosi najviše poslovno rukovodstvo. One se odnose na planiranje i programiranje razvoja. Strateškim odlukama se odlučuje o lokaciji i broju skladišta, načinima transporta, edukaciji logističara, *outsourcingu* te ostalim operacijama koje mogu utjecati na razvoj i djelotvornost sustava. Na strateškoj razini se definira vizija poslovanja tvrtke, izvori financiranja, vlastite konkurentske prednosti, te željena razina usluge koja se pruža kupcima odnosno korisnicima.

Taktičke odluke pomažu u provođenju strateških odluka te se pomoću njih utječe na efikasnost sustava. Većinom se odnose na osnovne administrativne centre odgovornosti unutar organizacije, a u većini slučajeva ih donosi izvršno rukovodstvo. Taktičke odluke se odnose na: [1]

- tipove, broj i veličinu vozila,
- glavne rute,
- raspored i načine kontrole zaliha,
- planove rasporeda pošiljki,
- obradu narudžbi,
- pakiranje robe,
- ugovore o zakupu...

Operativne odluke se koriste za realizaciju strateških i taktičkih odluka, odnosno služe za izvršenje odluka donesenih na višoj razini odlučivanja. Operativne odluke se donose svakodnevno, a donosi ih operativno rukovodstvo, te se mogu odnositi na prognozu potražnje, upravljanje zalihama i nabavom, unutarnji transport, pakiranje, skladištenje, procesuiranje narudžbe...

2.1. Faze odlučivanja

Poslovno odlučivanje se temelji na informaciji, kontroli i upravljanju, te ga je potrebno razlikovati u odnosu na pojam rukovođenja. Odlučivanje se sastoji od pet faza, ima svoj odgovarajući tijek i pravila te se odnosi na područja koja pokriva logistička znanost. Faze logističkog odlučivanja su: [2]

- Iniciranje odlučivanja
- Priprema odluke
- Izbor u procesu odlučivanja
- Provedba odluke
- Kontrola i upravljanje procesom

Odlučivanje počinje uočavanjem i nakanom rješavanja problema odstupanja koje se odnosi na razliku između funkcioniranja sustava i njegove željene koncepcije. Ključni resurs odlučivanja je informacija koja treba: [1]

- Osigurati validnu i pouzdanu sliku stvarnosti
- Biti raspoloživa u pravo vrijeme
- Biti potpuna i konzistentna
- Biti relevantna za situaciju odlučivanja

Treća faza odlučivanja predstavlja izbor jedne od inačica rješenja koja bolje od svih ostalih inačica zadovoljava ciljeve koji su postavljeni. Provedba odluke je najvažnija faza odlučivanja te ona ovisi o raspoloživim resursima u fazi provedbe, organizacijskoj strukturi kao i strukturi moći i utjecaja u organizaciji.

Prilikom provođenja odluke može se pojaviti zapreka poput smanjenja važnosti odluke kad je jednom donesena i implementirana. Također je moguć i nastanak novih problema, situacija i izazova koji zahtijevaju donošenje novih odluka.

Kontrola i upravljanje procesom je iznimno važna faza unutar procesa odlučivanja, a u praksi se nerijetko javlja otežano kontroliranje provedbe i implementacije odluka zbog nedovoljne odlučnosti i motiviranosti u provedbi odluke, nepovjerenja menadžmenta u donesenu odluku kao i zbog samog gubitka autoriteta menadžmenta.

2.2. Stilovi odlučivanja

Prilikom donošenja odluka menadžeri mogu koristiti različite stilove odlučivanja. Koji će se stil koristiti ovisi prvenstveno o menadžeru i njegovom načinu razmišljanja, odnosno o njegovoj procjeni na koji način najbolje potaknuti zaposlenike na rad i poboljšati poslovanje tvrtke. Stilovi odlučivanja mogu biti autokratski, demokratski, direktivni te bihevioralni.

2.2.1. Autokratski stil odlučivanja

Osnovna značajka autokratskog stila odlučivanja je ta da se koncentracija moći odlučivanja nalazi u jednoj osobi. Menadžer preuzima potpunu kontrolu i odgovornost u donošenju odluka dok su ostali zaposlenici koji se nalaze unutar tvrtke samo izvršitelji menadžerovih odluka. Ovakav stil odlučivanja može biti učinkovit u organizacijama u kojima se nalazi manji broj zaposlenika, ali se može koristiti i kod složenijih struktura koje su u pogledu odlučivanja marginaliziranije.

2.2.2. Demokratski stil odlučivanja

Demokratski stil odlučivanja za razliku od autokratskog u proces donošenja odluka uključuje više sudionika, odnosno prilikom donošenja odluka važnu ulogu igraju i niže razine menadžmenta. Ostali zaposlenici se osjećaju korisnijim i zadovoljnijim jer i njihovo mišljenje utječe na ishod konačne odluke što u konačnici rezultira boljim poslovanjem poduzeća i zdravijom radnom atmosferom. Demokratski stil odlučivanja podrazumijeva: više razina odlučivanja, stvarnu moć odlučivanja nižih razina odlučivanja, poštivanje hijerarhije odlučivanja te razgraničenje odluka po vrstama na pojedine razine menadžmenta. U literaturi se ovaj stil odlučivanja još naziva i participacijsko-demokratski stil. [3]

2.2.3. Direktivni stil odlučivanja

Direktivni stil odlučivanja koriste menadžeri koji razmišljaju na racionalan način i imaju nizak stupanj tolerancije neodređenosti u odlučivanju. Njihova odluka temelji se na broju informacija koje posjeduju, a na raspolaganju im stoji tek nekoliko inačica kako bi riješili problem. Menadžeri kod ovakvog stila odlučivanja donose kratkoročne odluke i svoju energiju usmjeravaju ka što bržem donošenju odluka.

2.2.4. Bihevioralni stil odlučivanja

Ovaj stil odlučivanja podrazumijeva širi krug ljudi koji su uključeni u proces donošenja odluka te je on zasnovan na suradnji, objektivnosti, racionalizaciji i traženju što je moguće jednostavnijih rješenja. Menadžeri koji koriste bihevioralni stil odlučivanja brinu o uspjesima drugih sudionika, slušaju njihove sugestije i prijedloge te nastoje ostvariti što bolji odnos.

2.3. Modeli odlučivanja

Model se može definirati kao prikaz nekog objekta ispitivanja (predmeta, događaja, sustava ili procesa), a koristi se u svrhu predviđanja i kontrole. Modeli odlučivanja mogu biti vrlo uspješni i precizni te mogu pomoći tvrtkama da izbjegnu pristrasnost pri odlučivanju, odnosno pridavanju prevelike važnosti najnovijim informacijama ili događajima. Za razliku od modela, ljudi pokušavaju biti suviše precizni i vjeruju da su njihove procjene točnije nego što zaista jesu.

Uvođenje modela odlučivanja u tvrtke može biti teško. Uzimajući u obzir sve različite podatke koje tvrtke prikupljaju te podatke koje model proglasi najvažnijima u procesu odlučivanja, može se dogoditi da na neke procese jednostavno ne možete utjecati. Pri tom je vrlo važno zadržati povjerenje korisnika modela koje može biti poljuljano u takvim trenutcima.[4] Modeli se u procesu odlučivanja provode kroz slijedeće faze:

- Definiranje problema i čimbenika koji na njega utječu
- Utvrđivanje kriterija odlučivanja i ciljeva
- Formuliranje modela i međusobnog odnosa između ciljeva i varijabli
- Identificiranje i procjena inačica
- Odabir najbolje inačice
- Primjena odnosno provođenje odluke

2.3.1. Klasifikacija modela poslovnog odlučivanja

Modeli poslovnog odlučivanja se mogu podijeliti na deterministčke modele i stohastičke modele. Deterministički modeli poslovnog odlučivanja su modeli koji su utvrđeni bez značajnijeg rizika s odgovarajućom sigurnošću u danim uvjetima i okolnostima. Stohastički modeli odlučivanja omogućuju prikaz događaja koji mogu biti formulirani u uvjetima vjerojatnosti. Modeli odlučivanja se klasificiraju na slijedeći način:

1. Prema namjeni
    a) Modeli utvrđivanja
    b) Modeli odlučivanja

2. Prema cilju upravljanja
    a) Predikativni modeli
    b) Modeli evaluacije
    c) Modeli optimalizacije

Prednosti korištenja modela poslovnog odlučivanja ogleda se u tome što su modeli laganiji i jeftiniji za upotrebu, u tome što osiguravaju sustavni pristup rješavanju problema, povećavaju razumijevanje problema, od korisnika zahtijevaju koncentraciju na definirani cilj, omogućuju uključivanje "snage" matematike u proces odlučivanja, te omogućuju donositeljima odluka analizu složenih situacija pomoću pitanja "što ako", npr. što će se dogoditi s proizvodnjom ili prodajom ukoliko se razina zaliha poveća za 2%. [5]

Kako bi se određeni problem riješio provodi se postupak modeliranja koji rezultira modelima odlučivanja. Cilj modeliranja je da se zadani problem preformulira polazeći od nekih njegovih bitnih značajki sa ciljem da ga se lakše riješi. To se ostvaruje na način da ga se preformulacijom bolje razumije i time lakše nađe metoda za njegovo rješavanje, kao i da sama metoda bude čim pouzdanija. Time se dobivaju različiti modeli odlučivanja koji se nazivaju još i simbolički modeli. Među modelima odlučivanja se posebno ističu matematički modeli koji matematičkim jezikom opisuju neki problem, čime se umjesto riječi i rečenica koriste matematički simboli i formule. [6]

2.3.2. Predikativni modeli odlučivanja

Ovi modeli odlučivanja predstavljaju instrumentarij za predviđanje budućeg ponašanja sustava, u smislu efekata, tj. ishoda različitih aktivnosti koji se mogu poduzeti u upravljanju sustavom. Predviđanja se kreću unutar nekih zadanih vrijednosti parametara. Ti tipovi modela daju odgovor na pitanje tipa "što-ako". Najznačajniju skupinu prediktivnih modela čine simulacijski modeli, a od interesa su: dinamički strukturni modeli, matrični modeli, od čega

posebno modeli zasnovani na matrici rasta, te modeli za analizu uslužnih sustava odnosno sustava u kojima dolazi do repova čekanja.

2.3.3. Modeli evaluacije

Modeli evaluacije kao ulaz imaju izlaz iz prediktivnih modela. Naime, da bi se u cijelosti riješio upravljački problem, osim predviđanja ishoda pojedinih aktivnosti potrebno je raspolagati i postupcima uz pomoć kojih se može međusobno uspoređivati, vrednovati i rangirati pojedine ishode. Rezultati takvih aktivnosti služe kao osnovica za izbor one alternative koja se smatra najboljom (ili barem zadovoljavajućom) i koja onda predstavlja rješenje upravljačkog problema.

To znači da ocjenjivanje i izbor najpovoljnijeg ishoda određenih aktivnosti, predstavlja bit modela evaluacije. Ukoliko je svaki ishod dan u obliku izvjesnosti, tada je primjena modela evaluacije jednostavna. Primjena se komplicira ako se svakom ishodu pridruži neka vjerojatnost, tj. stohastičnost. Metodološku osnovicu za razradu tih modela čine primjena statističkih metoda, koje se mogu podijeliti na objektivističku i subjektivističku teoriju odlučivanja (u kojoj se primjenjuju subjektivne vjerojatnosti, definirane kao stupanj uvjerenosti donositelja odluke u neki ishod).

Primjena tih modela nije jednostavna ukoliko postoji odlučivanje na osnovi različitih kriterija (koji se onda moraju međusobno rangirati). Najširu primjenu na ovom području nalaze aksiomatske metode konstruiranja funkcije korisnosti, kao i kod sustava za podršku odlučivanju. [6]

2.3.4. Modeli optimizacije

Modeli optimizacije čine ono što se najčešće nazivaju metode operacijskih istraživanja. Oni predstavljaju kombinaciju prediktivnih modela i modela evaluacije i to za one upravljačke probleme koji imaju specifičnu strukturu i kod kojih je kriterij evaluacije unaprijed zadan u obliku nalaženja optimalnog (ekstremnog) rješenja ishoda. Zadaci tog tipa nastaju u situacijama kada je raspoložive ograničene resurse potrebito upotrijebiti na način da se optimizira utvrđeni pokazatelj kvalitete upravljanja. Među modelima optimizacije najšire

se koriste modeli matematičkog programiranja. Matematičko programiranje je povezano s rješavanjem zadataka nalaženja ekstremnih vrijednosti funkcija više varijabli na skupovima njihovih mogućih vrijednosti određenim linearnim i nelinearnim ograničenjima. Prednosti koje pružaju matematički formulirani modeli su pouzdanost te lakše rješavanje takvih modela.

2.3.5. Modeli klasificirani prema uvjetima odlučivanja

Ova vrsta modela zasniva se na podjeli modela odlučivanja prema odlučivanju u uvjetima sigurnosti, rizika i nesigurnosti. Kod potpune sigurnosti može se točno predvidjeti rezultat svake od mogućnosti odnosno inačice rješavanja problema. Takvih odluka ima samo pretežito na nižim razinama odlučivanja. Odlučivanje u uvjetima rizika karakterizira činjenica što su donositelju odluka poznate samo vjerojatnosti za različite rezultate.

Najnepoželjnija situacija je kada se odlučuje u uvjetima nesigurnosti koju karakterizira: donositelj odluke ne zna sve moguće inačice za rješavanje problema; donositelj odluke zna sve moguće inačice rješenja problema, ali ne zna vjerojatnost svake od mogućnosti. Polazeći od takve podjele odlučivanja postoje sljedeće vrste modela: [6]

- Modeli odlučivanja u uvjetima sigurnosti
- Modeli odlučivanja u uvjetima rizika
- Modeli odlučivanja u uvjetima nesigurnosti

2.4.Tehnike poslovnog odlučivanja

Tehnike poslovnog odlučivanja su veoma važan čimbenik koji utječe na konačan ishod ukupne uspješnosti poslovanja pojedinog poduzeća, te je odabir odgovarajuće tehnike u određenim situacijama od presudne važnosti. U ovom poglavlju bit će predstavljene četiri osnovne tehnike poslovnog odlučivanja. Na odgovarajućim primjerima bit će prikazano djelovanje pojedine tehnike kako bi se pobliže objasnio njihov ukupni učinak na donošenje odluka. [7]

2.4.1. Monte Carlo tehnika

Ova tehnika koristi se za rješavanje problema u kojima je uključena vjerojatnost i koji se rješavaju postupcima simuliranja. Tehnika se sastoji od simulacije eksperimenata kako bi se utvrdila vjerojatnost nekih svojstava skupa kao što su ciljevi ili događaji uporabom slučajnog izbora. Upotrebljava se u situacijama u kojima bi bilo teško ili nemoguće rješenje u formi jednadžbe. Pod tom metodom podrazumijeva se svaka tehnika statističkog uzorka kojom se aproksimira rješenje kvantitativnih problema. [7]

Situacijama se pridodaje neka vrijednost te se slučajnim odabirom (npr. bacanje kockice) mjeri mogućnost svakog događaja. Dakle simulacija se izvodi prema slučajnim brojevima. Problem ove metode je često vrijeme koje se mora uložiti u izračunavanje iako se odvija na računalima, pa se koriste razne tehnike smanjivanja varijance. Problem se mora prvenstveno pripremiti za simulaciju, dakle relativne vrijednosti se pretvaraju u vjerojatnosti. Specifični brojevi se pridružuju vjerojatnosti kako bi se odrazili na proporciju brojeva od 0 do 99 i smještaju se u tablicu slučajnih brojeva prema kojoj se izvodi simulacija.

2.4.2. Tehnika očekivane vrijednosti

Tehnika očekivane vrijednosti predstavlja odlučivanje gdje se odluke donose u uvjetima manjeg ili većeg rizika. Navedena tehnika sastoji se u tome da se definiraju ciljevi odnosno vrijednosti kojima se pridružuju procijenjene vjerojatnosti za njihovo događanje. Tehnika očekivane vrijednosti bit će pobliže objašnjena kroz slijedeći primjer u kojemu se u restoranu razmatra problem izbora jednog štednjaka između dva alternativna. Štednjaci se razlikuju u troškovima kupovine i upotrebi energije. Vrijednosti su prikazane u tabeli 1. i tabeli 2. [7]

Tabela 1. Troškovi kupovine i funkcioniranja štednjaka (utrošak energije)

TROŠAK	ŠTEDNJAK A	ŠTEDNJAK B
Trošak kupovine	100.000	60.000
Trošak funkcioniranja	20/sat	35/sat

Izvor: [7]

Korištenje štednjaka ovisi od broja gostiju i količine hrane koju gosti naručuju. Procjena korištenja štednjaka je prikazana u tabeli 2.

Tabela 2. Predviđeni sati kuhanja i pripadajuća im vjerojatnost

Sati kuhanja	Vjerojatnost
2.000	0,2
2.500	0,4
3.000	0,3
3.500	0,1

Izvor: [7]

Rješenje:

Očekivani sati kuhanja (EV) = 2.000*0,2 + 2.500*0,4 + 3.000*0,3 + 3.500*0,1 = 400 + 1.000 + 900 + 350 = 2.650 sati kuhanja

Očekivana troškovna zavisnost od očekivanog volumena (sati kuhanja) :

Štednjak A = 2.650*20 + 100.000 = 153.000

Štednjak B = 2.650*35 + 60.000 = 152.750

Iz navedenog primjera može se zaključiti kako je štednjak B jeftiniji, ali mala promjena u procijenjenoj vrijednost bi promijenila odluku, pa ukoliko su procijenjene vjerojatnosti korektne, na osnovu prosjeka (očekivana vrijednost je prosjek) može se reći da je restoran indiferentan što se tiče izbora između dva štednjaka.

2.4.3. Tablica odlučivanja

Tablica odlučivanja predstavlja odlučivanje s prikazivanjem ishoda odluka različitih alternativa ovisno o različitim scenarijima. Svakom scenariju odnosno alternativi se dodjeljuje odgovarajuća važnost. Primjer: Poduzeće vrši preispitivanje svojih kapaciteta. Polazi se od tri moguća scenarija u predviđanju buduće potražnje: u budućnosti će potražnja biti niska, srednja ili visoka.

Ocjene vjerojatnosti da se dogodi pojedini od navedenih scenarija su slijedom 25%, 40% i 35%. Poduzeće ima na raspolaganju tri alternative za povećanje kapaciteta: koristiti prekovremeni rad (najlakša i najjeftinija opcija), povećati broj radne snage ili dodati jednu cijelu smjenu (najskuplja opcija). [7]

Ipak, dok druga smjena dvostruko povećava kapacitete, prekovremeni rad ograničava kapacitete, a najam dodatnih radnika je srednje rješenje. Prethodne činjenice imaju odraz i na veličinu profita. S obzirom na moguće ishode radi se o 9 različitih veličina profita, koji su prikazani u tabeli 3.

Tabela 3. Tabela odlučivanja (u novčanim jedinicama)

Scenario			
OPCIJE	Niska potražnja (p = 0,25)	Prosječna potražnja (p = 0,40)	Visoka potražnja (p = 0,35)
Prekovremeni rad	50	70	90
Povećanje radne snage	30	50	100
Dodatna smjena	0	20	200

Izvor: [7]

Rješenje:

EV (prekovremeni rad) = 50*0,25 + 70*0,40 + 90*0,35 = 12,5 + 28 + 31,5 = 72

EV (povećanje radne snage) = 30*0,25 + 50*0,40 + 100*0,25 = 7,5 + 20 + 30 = 62,5

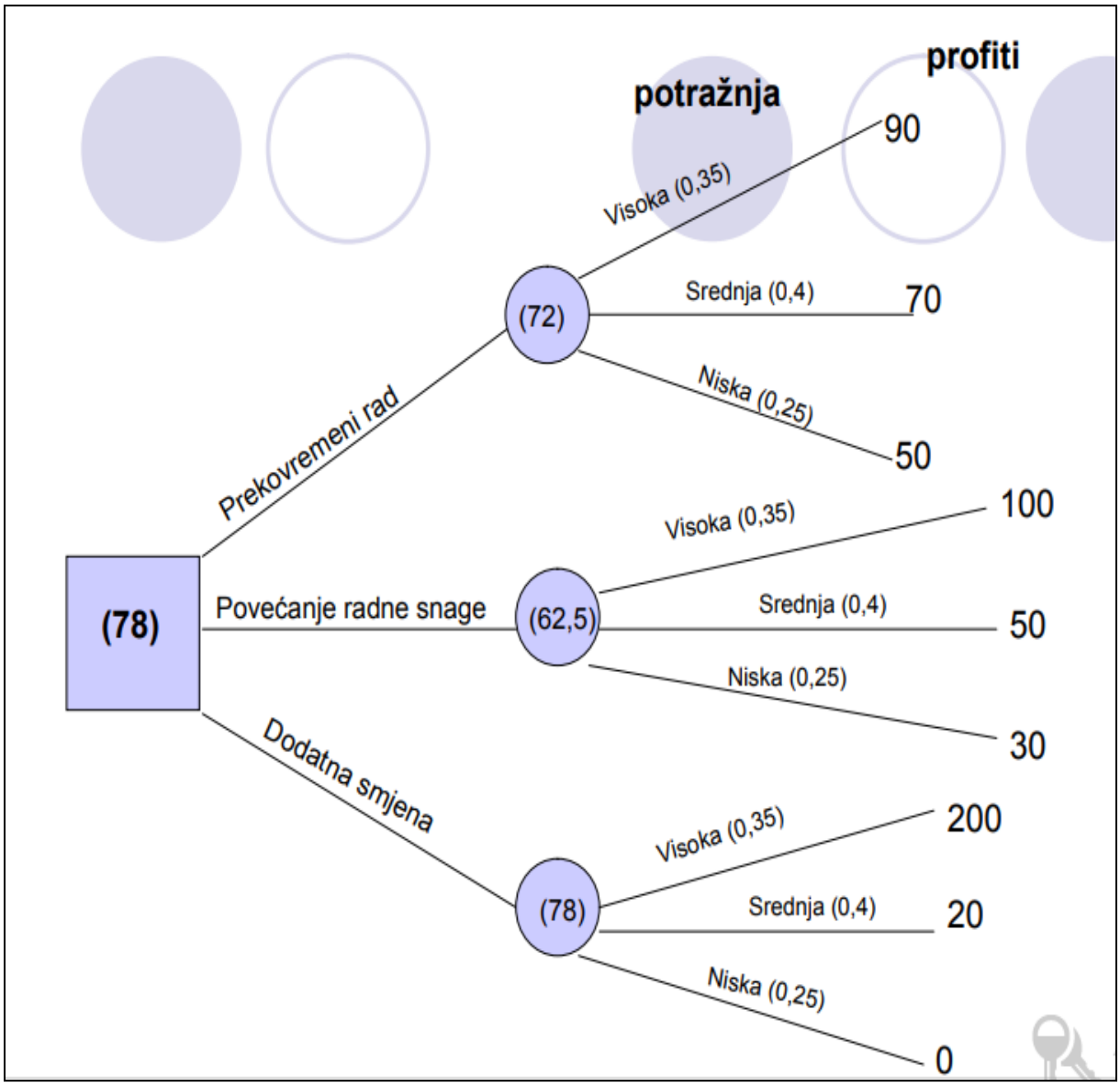
EV (dodatna smjena) = 0*0,25 + 20*0,40 + 200*0,35 = 0 + 8 + 70 = 78

Rješenjem problema putem očekivane vrijednosti proizilazi kako je alternativa s uvođenjem dodatne smjene najpovoljnija pa u tom smislu treba donijeti i konkretnu odluku.

2.4.4. Stablo odlučivanja

Stablo odlučivanja je slikovit model koji reprezentira čitavu strukturu odlučivanja. Prednost drva odlučivanja ispred matrice odlučivanja je u činjenici što ljudi nalaze slikoviti model lakšim za rad od tabele brojeva. Još važnija prednost vezana za stablo odlučivanja je u tome što je lakše primjenjivo kod analiza i donošenja sekvenci (niza) odluka pa se koristi u sekvencijalnom odlučivanju. U prethodnom primjeru nema niza odluka za analizu pa je potrebno donijeti samo jednu odluku te će se imati sasvim jednostavno stablo odlučivanja.[7]

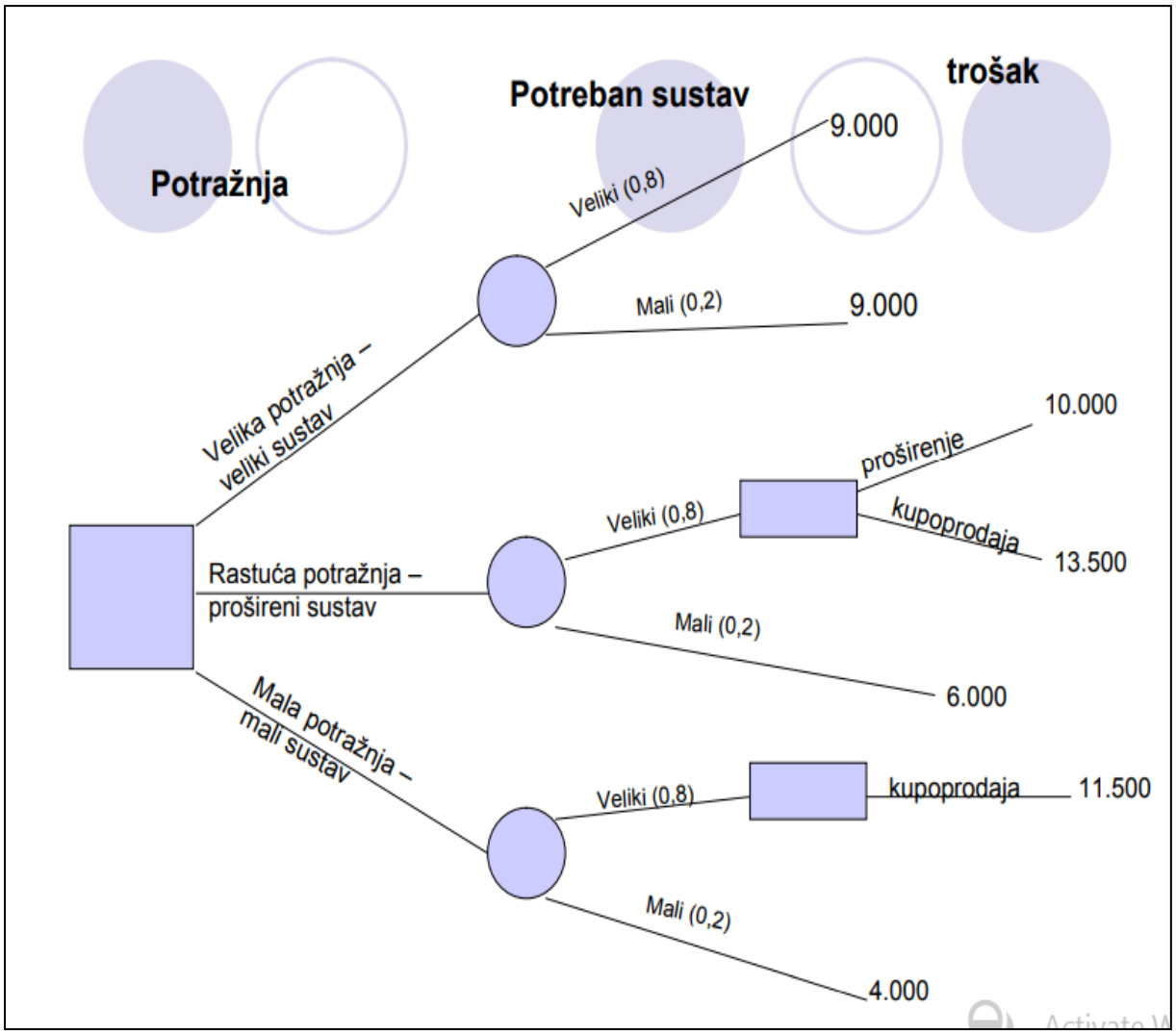
Primjer 1: Stablo odlučivanja započinje točkom odlučivanja, od koje se crtaju grane koje pokazuju svaku od alternativnih odluka koje mogu biti donijete. Kada je odluka jednom donijeta, slijedom jedne od tri grane, ishod zavisi od buduće potražnje. Notacija za vrijednost događaja je krug. Od te točke događa se više grananja, ali je to izvan kontrole donositelja odluke. Svakoj toj grani pridružena je odgovarajuća vjerojatnost. Stoga je stablo odlučivanja korisno za donošenje odluka u uvjetima rizika budući koristi kriterij očekivane vrijednosti.



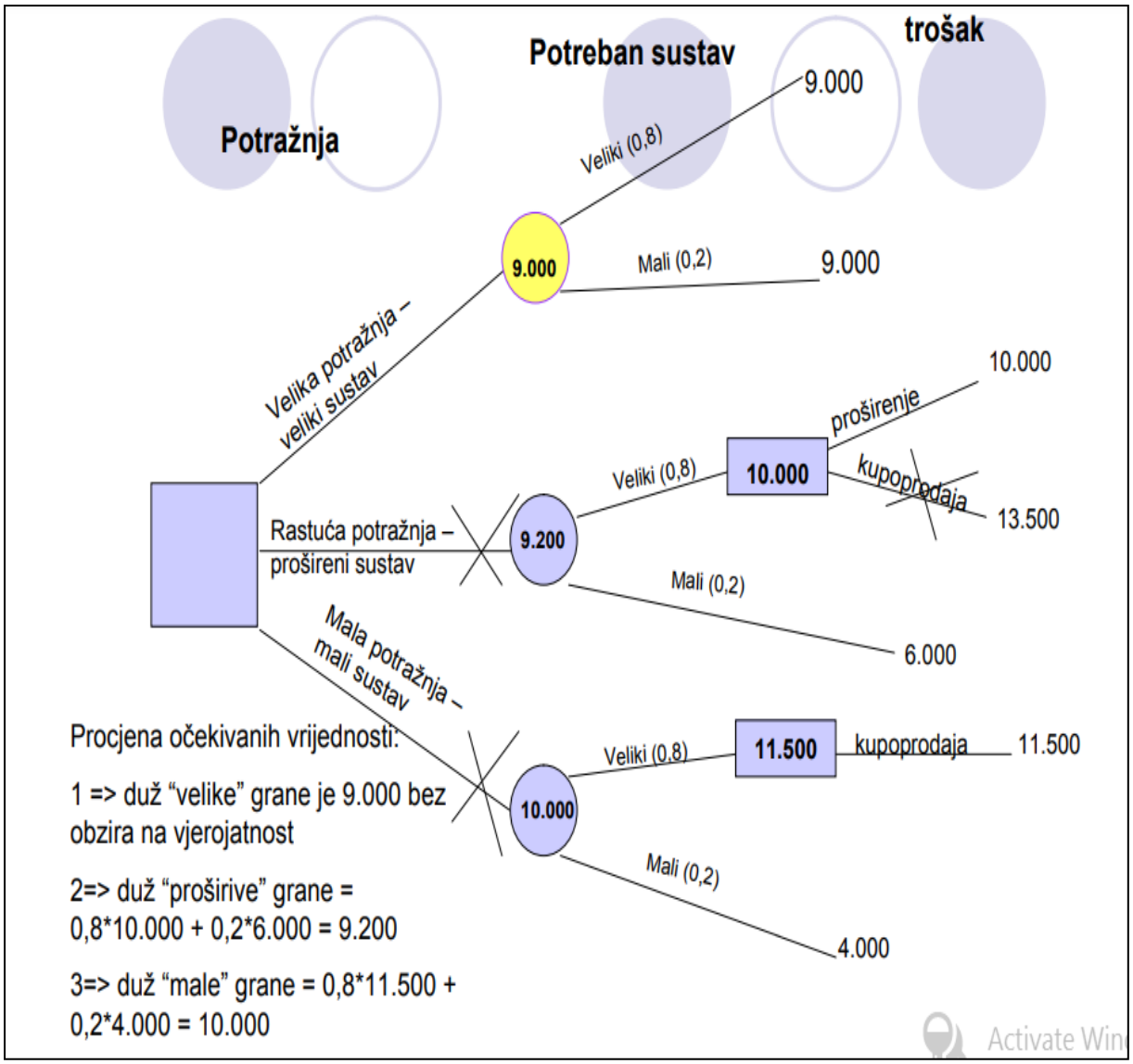
Slika 1. Prikaz stabla odlučivanja u prvom primjeru, [7]

Primjer 2: Poduzetnik odluči kupiti računalo na kojem bi vodio evidenciju o naplaćivanju, plaćama, zalihama i kupcima. Njemu je sada dovoljan mali sustav, ali povećanje opsega poslova moglo bi dovesti do toga da taj mali sustav bude neadekvatan realnim potrebama koje će se razviti nakon nekoliko godina. Nakon što je prikupio neophodne informacije on sužava svoj izbor na slijedeće moguće alternative: kupnja malog sustava za 4000, kupnja malog sustava čiji se kapacitet može povećati za 6000 te kupnja većeg sustava za 9000 novčanih jedinica. U roku od tri godine može kupiti novi veći sustav uz zamjenu starog malog ili proširivog uz nadoplatu 7500 (kupoprodaja) ili može ići na povećanje sustava

kod kojeg je to moguće, a što bi stajalo 4000. Polazi od vjerojatnosti potrebe za većim sustavom u iduće tri godine koja iznosi 80%.



Slika 2. Prikaz stabla odlučivanja u drugom primjeru, korak 1, [7]



Slika 3. Prikaz stabla odlučivanja u drugom primjeru, korak 2, [7]

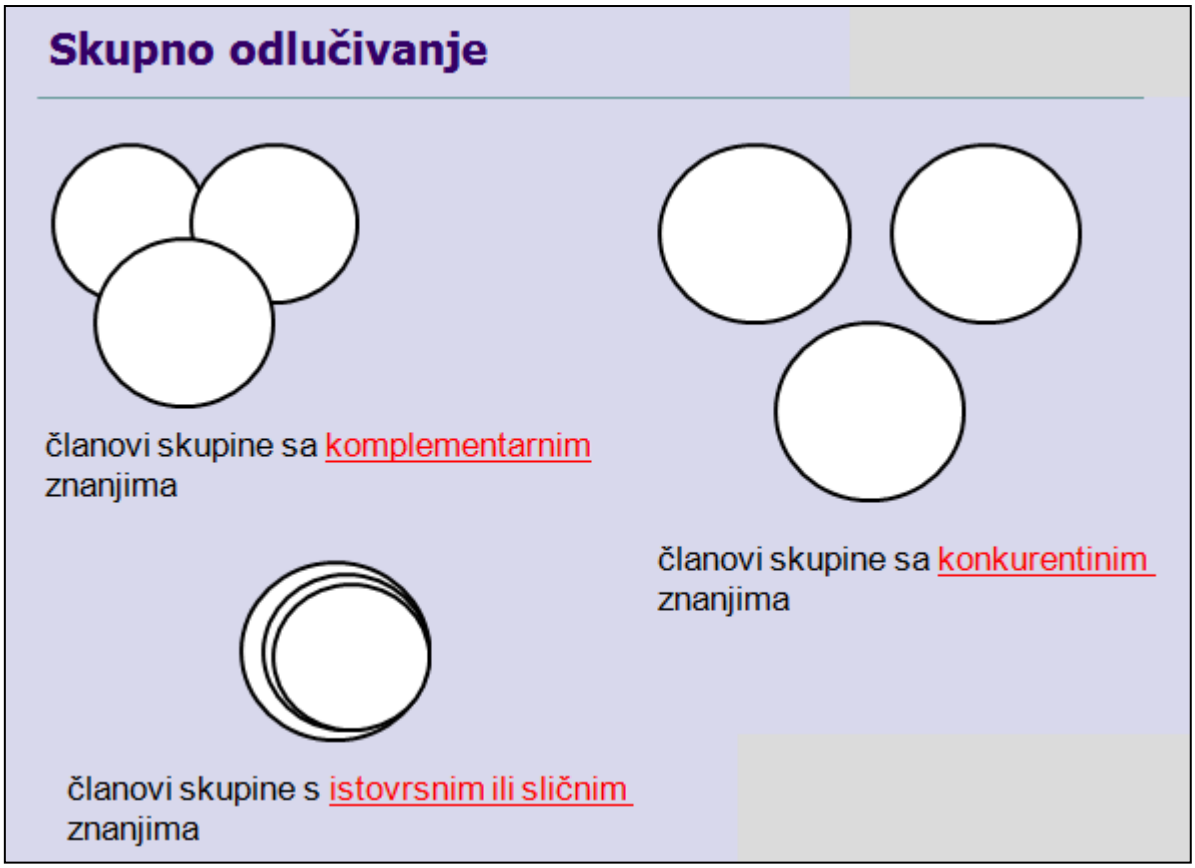
2.5. Načini odlučivanja

Prilikom analiziranja samog djelovanja poslovnog odlučivanja i njegovih učinaka može se zaključiti kako poslovno odlučivanje može biti pojedinačno i skupno. Pojedinačno odlučivanje se koristi kod donošenja rutinskih odluka i pri rješavanju jednostavnijih problema, dok se skupno poslovno odlučivanje koristi prilikom donošenja strateških i taktičkih odluka, te prilikom rada u skupinama i rješavanju složenijih problema. Poslovno odlučivanje se također može promatrati i kao intuitivno i racionalno odlučivanje. Kao što sam naziv sugerira intuitivno odlučivanje se temelji na intuiciji, dok se racionalno odlučivanje temelji na analitičkom postupku koji se sastoji od određenih faza te se koristi u situacijama koje se ne ponavljaju. Poslovno odlučivanje se još može podijeliti na programirano i neprogramirano odlučivanje.

2.5.1. Pojedinačno i skupno odlučivanje

Pojedinačne odluke predstavljaju operativne odluke koje se koriste prilikom rješavanja jednostavnijih problema. To su u većini slučajeva odluke koje se ponavljaju i s kojima je rukovodstvo poduzeća dobro upoznato. Skupne odluke su strateške i taktičke odluke te su one od najveće važnosti u poduzećima kao i u logistici općenito.

Skupno odlučivanje predstavlja oblik poslovnog ili logističkog odlučivanja u kojemu odluke donose skupine ljudi strukturirane prema različitim osnovama. Osnova za formiranje skupina može biti vlasništvo, upravljačke funkcije, zajednički rad na nekom poslu... Problemi koji nastaju prilikom skupnog odlučivanja su polarizacija između članova skupine, skupno mišljenje te participacija u procesu odlučivanja. [3]

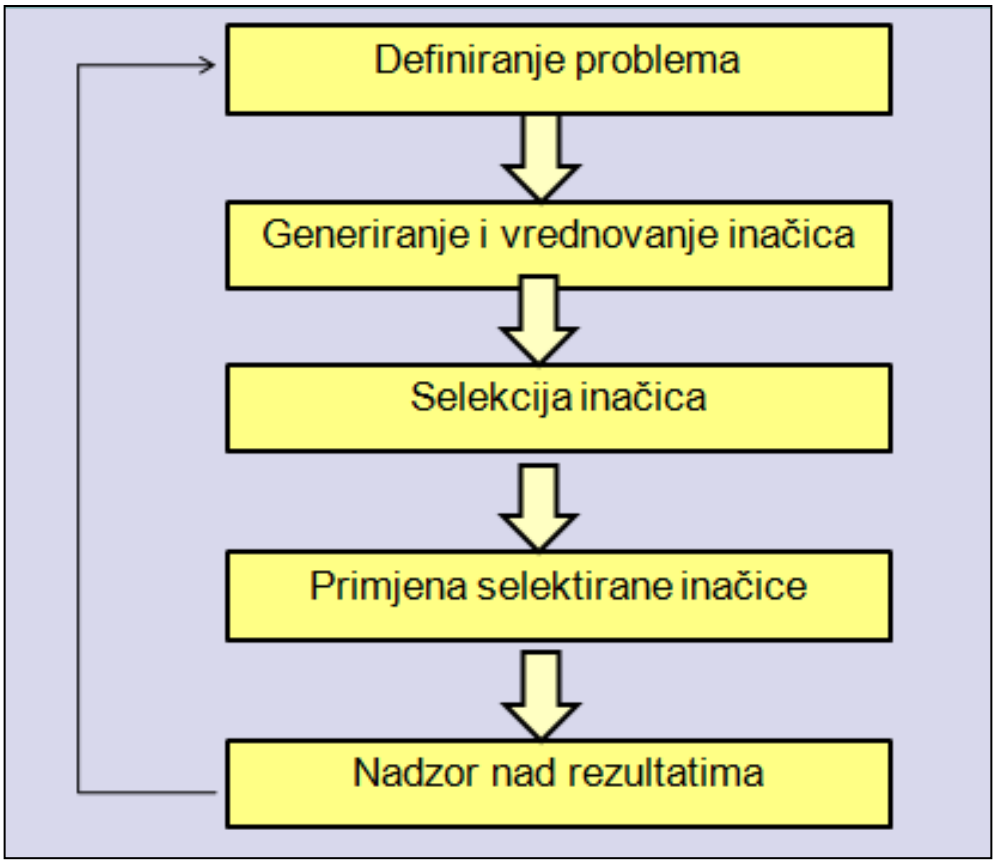


Slika 4. Uspješnost skupine u odlučivanju obzirom na strukturu znanja, [3]

2.5.2. Intuitivno i racionalno odlučivanje

Intuitivno odlučivanje je odlučivanje koje se zasniva na osjećaju tj. intuiciji donositelja odluke te on nije u mogućnosti argumentirati donesenu odluku. Broj mogućih rješenja će utjecati na kvalitetu intuitivnog odlučivanja. Ovaj način odlučivanja nije baš preporučljiv i u poslovnom odlučivanju bilo bi poželjno svesti ga na minimum jer pruža veoma male mogućnosti za izbor najpovoljnije odluke. Intuitivno odlučivanje se prvenstveno koristiti u fazi identifikacije problema te u fazi odlučivanja o načinu rješavanja problema, ali se može koristiti i u svim ostalim fazama poslovnog odlučivanja.

Racionalno odlučivanje temelji se na analitičkom postupku koji se sastoji od određenih faza te se koristi u situacijama koje se ne ponavljaju. Ovakvo poslovno odlučivanje zahtjeva informiranost donositelja odluke i predstavlja onaj dio menadžmenta koji je direktno povezan sa znanstvenim metodama odlučivanja. Racionalno odlučivanje je veoma skupo i sporo zbog toga što se koristi analitički pristup prilikom donošenja odluke. Ovaj način poslovnog odlučivanja se koristi u situacijama kada su troškovi odlučivanja niži od učinaka koje generira ovakvo odlučivanje.

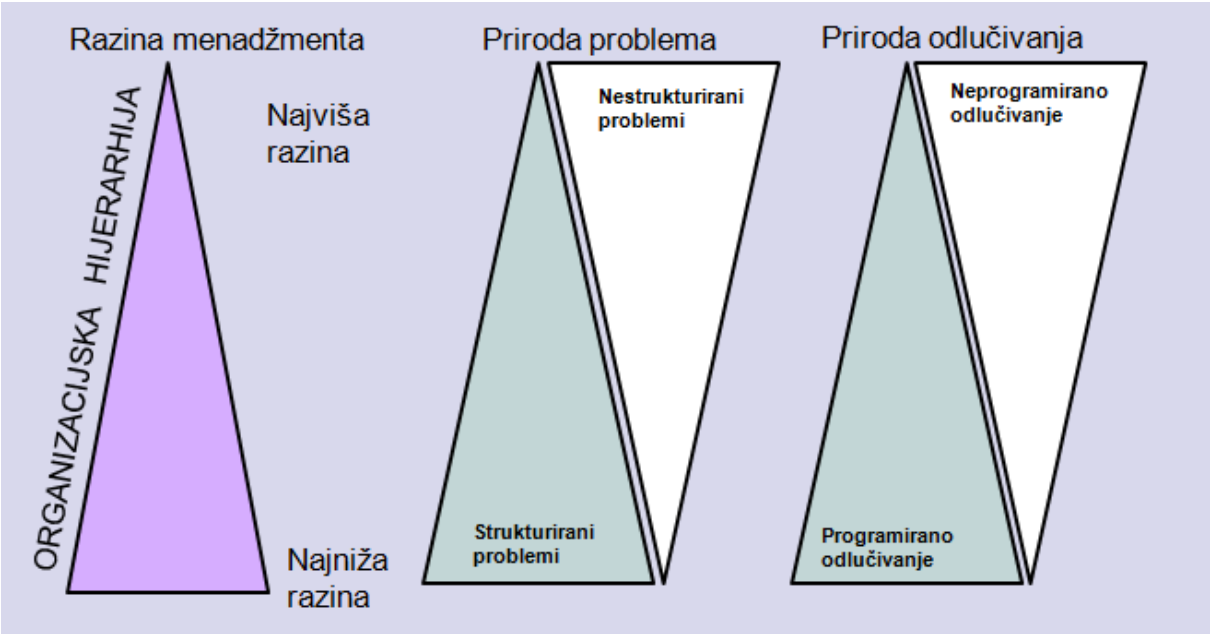


Slika 5. Model racionalnog odlučivanja s povratnim kontrolnim elementom, [3]

2.5.3. Programirano i neprogramirano odlučivanje

Jedan od načina donošenja odluka koji se koriti prilikom rješavanja rutinskih problema je programirano odlučivanje. Značajke ovakvog odlučivanja su poznata procedura, postupak i koraci u odlučivanju. Programirano odlučivanje se koristi kako bi se riješili problemi koji se ponavljaju. Većinom se koristi u uvjetima sigurnosti i na nižim razinama odlučivanja što je moguće vidjeti i iz slike 6. koja prikazuje prirodu problema i odlučivanja na pojedinim razinama menadžmenta.

Neprogramirano odlučivanje se koristi u situacijama koje nisu redovne i koje se ne ponavljaju. Kod ovakvog odlučivanja nema poznatih procedura, postupaka i modela donošenja odluka. Neprogramirano odlučivanje daje donositelju odluka veću odgovornost, ali ga i potiče na veću kreativnost. U većini slučajeva neprogramiranim odlučivanjem se donose odluke od najveće važnosti te se zbog nedostatka informacija temelji na iskustvu, intuiciji i znanju donositelja odluke. Ovakvo odlučivanje se bavi problemima koji su nejasni ili slabo definirani.



Slika 6. Priroda problema i priroda odlučivanja na pojedinim razinama menadžmenta,[3]

2.6. Kriteriji odlučivanja u uvjetima nesigurnosti

Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti odvija se u situacijama u kojima donositelj odluke nije upoznat sa stanjem okruženja ili stanjem u kojem se protivnik nalazi. Kod ovakvog odlučivanja ne postoji mogućnost pronalaska informacija na osnovu kojih bi donositelj odluke mogao utvrditi vjerojatnosti pojedinih ishoda. Kako bi se donijela odluka u takvim situacijama definirani su slijedeći kriteriji:

- Kriterij pesimizma (max/min)
- Kriterij optimizma (max/max)
- Kriterij minimalnog žaljenja
- Kriterij racionalnosti

2.6.1. Kriterij pesimizma

Kriterij pesimizma u literaturi se također naziva i Waldov kriterij, a zasniva se na tome da donositelj odluke najprije za svaku alternativnu opciju utvrđuje najlošiji mogući ishod. U slijedećem koraku od svih najlošijih opcija izabere se najbolja moguća opcija tj. ona opcija koja je najmanje loša. Ovu konzervativnu strategiju donošenja odluka koriste pesimisti. U tabeli 4. prikazano je donošenje odluka pomoću kriterija pesimizma.

Tabela 4. Donošenje odluka po kriteriju pesimizma

	Scenario predviđenog profita ovisno od potražnje			
OPCIJE	Niska potražnja	Prosječna potražnja	Visoka potražnja	Najlošija opcija
Prekovremeni rad	50	70	90	50
Povećanje radne snage	30	50	100	30
Dodatna smjena	0	20	200	0

Izvor: [7]

2.6.2. Kriterij optimizma

U situacijama u kojima se koristi kriterij optimizma donošenje odluka je zasnovano na tome da se unutar svake alternativne opcije izabere najbolje moguće rješenje. U slijedećem koraku se izabere apsolutno najbolje rješenje između najboljih rješenja pojedine alternative. Postupak odabira najbolje opcije prikazan je u tabeli 5. Donošenje odluka pomoću kriterija optimizma koristi se u situacijama u kojima donositelj odluka ima jako mnogo samopouzdanja u konačni ishod, ili kada se donositelj odluke nalazi u jako teškoj i nezahvalnoj situaciji i kada je jedini izlaz "igra na sve ili ništa".

Tabela 5. Donošenje odluka pomoću kriterija optimizma

	Scenario predviđenog profita ovisno od potražnje			
OPCIJE	Niska potražnja	Prosječna potražnja	Visoka potražnja	Najbolja opcija
Prekovremeni rad	50	70	90	90
Povećanje radne snage	30	50	100	100
Dodatna smjena	0	20	200	200

Izvor: [7]

2.6.3. Kriterij minimalnog žaljenja

Prilikom donošenja odluka pomoću kriterija minimalnog žaljenja svakom se ishodu u tablici odlučivanja pridružuje žaljenje. Žaljenje se može definirati kao propuštena prilika donositelja odluke da ostvari najveći mogući profit. Mjera žaljenja predstavlja razliku između rezultata koji se mogao ostvariti izborom najbolje odluke (najbolje alternative) i one koju je donositelj odluke odabrao prije nego je znao stvarno stanje. [7]

Kako bi se dobila matrica žaljenja svaki od profita unutar pojedinog stupca se oduzme od najvećeg mogućeg profita. Nakon toga se gledaju najveći profiti po redovima, a u završnom koraku se između najboljih rezultata po redovima izabere onaj najmanji kao rezultat minimalnog žaljenja. Donošenje odluka pomoću kriterija minimalnog žaljenja prikazano je u tabeli 6.

Tabela 6. Donošenje odluka pomoću kriterija minimalnog žaljenja

	MATRICA ŽALJENJA			
OPCIJE	Niska potražnja	Prosječna potražnja	Visoka potražnja	Maksimalno žaljenje
Prekovremeni rad	0	0	110	110
Povećanje radne snage	20	20	100	100
Dodatna smjena	50	50	0	50

Izvor: [7]

2.6.4. Kriterij racionalnosti

Kriterij racionalnosti je poznat i kao Laplaceov kriterije, te se on koristi u situacijama u kojima nije moguće dati prednost pojedinom ishodu, odnosno svakom događaju se dodjeljuje jednaka vjerojatnost. Kako su informacije kod ovakvog odlučivanja uskraćene jako je teško predvidjeti koji ishod ima veće izglede.

Ukoliko se promatra tablica koja je analizirana u prethodnim primjerima u kojoj su prikazane alternative prekovremenog rada, povećanja radne snage i dodatna smjena onda se pomoću kriterija racionalnosti mogu dobiti rezultati koji su prikazani u tabeli 7.

Tabela 7. Prikaz alternativa prilikom donošenja odluka

OPCIJE	Niska potražnja	Prosječna potražnja	Visoka potražnja
Prekovremeni rad	50	70	90
Povećanje radne snage	30	50	100
Dodatna smjena	0	20	200

Izvor: [7]

Prekovremeni rad = 50*0,33+70*0,33+90*0,33 = 69,3

Povećanje radne snage = 30*0,33+50*0,33+100*0,33 =59,4

Dodatna smjena = 0*0,33+20*0,33+200*0,33 = 72,6

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako je najbolja opcija uvođenje dodatne smjene.

3. TEORIJA IGARA

Teorija igara je matematička disciplina koja se razvila sredinom prošlog stoljeća, a kao početak njezinog razvoja može se smatrati nastanak knjige "Teorija igara i ekonomsko ponašanje" autora Johna von Neumanna i Oskara Morgensterna. Jedna od definicija teorije igara je ta da je ona grana primjenjene matematike koja izučava strategijske situacije odnosno situacije sukoba i kooperacije u kojima uspjeh neke racionalne osobe odnosno učesnika u odlučivanju ovisi o odlukama drugih racionalnih osoba. [8]

Može se reći kako se teorija igara bavi poslovnim ponašanjem odnosno strategijama u kojima subjekti koji se nalaze u konfliktnim okolnostima nastoje ostvariti što bolji pojedinačni rezultat tj. žele ostvariti, svatko za sebe, što je moguće veću dobit. Kako bi ostvarila što bolje poslovanje svaka tvrtka mora voditi računa o potezima svoje konkurencije, te o potencijalnom ponašanju ekonomskih subjekata kao što su banke, potrošači, tržište...

3.1.Razvoj teorije igara kroz povijest

U prvoj polovici 20. stoljeća njemački i francuski matematičari su počeli proučavati detaljnije teoriju igara i postavljati temelje ka njezinom budućem razvoju. Teorija igara postaje dijelom društvene znanosti 1957. godine kada se pojavljuje Luceova i Raiffova knjiga koja nosi naziv "Games and Decisions". Smatra se kako je teorija igara postala općom znanošću racionalnog društvenog izbora kada je pojam strategije s njom eksplicitno povezan.

Njemački matematičar Zermelo u jednom članku iz 1912. godine "O primjeni teorije skupova na teoriju šaha" bio je prvi koji je povezao razmišljanje o strategiji u teoriju igara. Razvoj teorije igara do 1928. godine, koji je počeo sa Zermelom i šahom i kulminirao s von Neumannovim nastojanjem da stvori teoriju za tri i više igrača, pokazuje da je teorija igara još uvijek bila matematika društvenih igara. Tek kad je von Neumann upoznao Oskara Morgensterna, teorija je igara povezana s ekonomijom. [9]

3.2. Pojmovi koji se koriste u teoriji igara

Kako bi se teorija igara mogla što bolje primjenjivati veoma je važno upoznati i razumjeti njene osnovne pojmove, odnosno upoznati se sa terminologijom koja će biti prisutna u diplomskom radu. U ovom potpoglavlju bit će analizirani pojmovi kao što su igra, igrač, strategija, rezultat igre te mnogi drugi pojmovi koji su sastavni dio teorije igara. Upoznavanje pojedinih pojmova prvi je korak ka razumijevanju teorije igara u cjelini.

3.2.1. Pojam igre

Pojam igre podrazumijeva mnoštvo pravila odnosno konvencija koje su objedinjene i koje igrači moraju poštivati. Pod ovim pojmom se podrazumijeva model realne konfliktne situacije. U takvim okolnostima pravila određuju ponašanje igrača te utvrđuju alternative koje pojedini igrači mogu odabrati, informacije koje su na raspolaganju svakom igraču kod odabira kao i isplate na kraju igre. Tijekom odvijanja igre igrači izabiru najbolje moguće opcije. Igre mogu biti kooperativne ukoliko se igrači zajedno dogovaraju o budućim potezima ili nekooperativne odnosno antagonističke igre ukoliko ne postoji međusobni dogovor.

3.2.2. Broj igrača

Veoma je važno naglasiti kako je za odvijanje igre potrebno prisustvo najmanje dva igrača, ali igre mogu uključivati i više igrača. Ukoliko je riječ o više igrača koji imaju iste ili slične interese i ciljeve onda se oni mogu uključiti u koaliciju te zajedno raditi na izboru najpovoljnijih strategija. Igra dva igrača s nultom sumom je jedna od igara koja je najviše analizirana, a njezina značajka je u tome što gubitak jednog igrača automatski predstavlja dobitak drugog igrača, odnosno nakon završetka igre ukupan zbroj je jednak nuli.

3.2.3. Trajanje igre

Igra može imati jako mnogo poteza u kojima prvo potez povlači jedan igrač, a zatim drugi igrač. Igra se također može sastojati i od beskonačno poteza, a sam potez je definiran kao pojedinačni izbor igrača. Pojedine igre mogu završiti samo jednim potezom kao što je nadmetanje na tenderu gdje svi zainteresirani sudionici do određenog roka dostavljaju svoje ponude, nakon čega se bira najpovoljnija. [1]

3.2.4. Strategija

Koliko će pojedini igrač biti uspješan ovisi o tome kakve će poteze povlačiti tijekom odvijanja igre. Igrač treba imati strategiju koju će primjeniti tijekom igre. Strategija se može definirati kao mnoštvo uputa koje igraču pomažu da u svakom trenutku tijekom igre odigra najbolji mogući potez. Igrač može prije početka igre uraditi analizu svih potencijalnih situacija i na taj način unaprijed kreirati plan svojih poteza, odnosno strategiju, ali je takav pristup veoma zahtjevan. Ukoliko igrač unaprijed sastavi popis svih svojih poteza tijekom igre onda nije nužno da sam igrač prisustvuje igri nego to umjesto njega može obaviti neka druga osoba koja će se pridržavati igračevog plana. Igra može biti konačna ili beskonačna što ovisi o broju strategija koje je pojedini igrač pripremio.

3.2.5. Rezultat igre

Igre se mogu podijeliti na one s nultom sumom i na one sa nenultom sumom. Kada je ukupan dobitak jednog igrača ili jedne strane koja učestvuje u igri jednak gubitku onih igrača koji su poraženi u igri tada je riječ o igri s nultom sumom. Kao ukupan rezultat dovoljno je prikazati samo rezultate prvog igrača. Ukoliko se radi o igrama u kojima je suma ukupnog plaćanja različita od nula tada se radi o igrama s nenultom sumom.

3.2.6. Neizvjesnost

Na konačan ishod pojedinih igara mogu utjecati razni čimbenici. Ukoliko ti čimbenici nastaju kao plod slučajnosti tada su u pitanju igre na sreću. Nepredvidivi čimbenici mogu utjecati na tijek igre kao i na njen ishod. Tri osnovna uzroka nastajanja neizvjesnosti rezultata igre su:

- Postojanje velikog broja varijanti odvijanja igre što dovodi do nemogućnosti predviđanja rezultata igre
- Pojava slučajnih čimbenika
- Nedostatak informacija o strategiji protivnika

3.2.7. Dostupnost informacija

Prilikom odvijanja igre igrači mogu imati potpune ili nepotpune informacije. Kod igara s potpunom informacijom poznati su svi prethodni potezi protivnika kao i trenutačno stanje u kojemu se igra nalazi. Ukoliko igrač ne zna koje poteze je njegov protivnik učinio tada se radi o igrama s nepotpunom informacijom. U praksi se pretežno susreće s igrama koje nemaju potpune informacije.

3.2.8. Optimalna strategija

Svaki igrač teži ka tome da ostvari što je moguće veću dobit po okončanju igre. Kako bi ostvario taj cilj on izabire optimalnu strategiju koja bi mu trebala donijeti najveći dobitak, odnosno najmanji gubitak. Igrač radi analizu prije nego što se odluči za optimalnu strategiju. Ukoliko se pretpostavi da će suprotstavljeni igrač biti racionalan tijekom igre, odnosno da će povlačiti racionalne poteze, igrač u takvoj situaciji može koristiti i minimaks strategiju koja podrazumijeva da će dobitak za igrača biti maksimalan, a da će protivnik odigrati najnepovoljniju opciju za prvog igrača.

3.3. Podjela igara

Pojedine igre koje se analiziraju mogu se podijeliti na više načina. One mogu biti sa igre sa nultom ili sa promjenjivom sumom, mogu biti sekvencijalne ili simultane igre, a također se mogu podijeliti i na kooperativne odnosno nekooperativne igre. Unutar ovog podpoglavlja detaljno će se opisati svaka od navedenih igara te će biti moguće usporediti njihove pozitivne i negativne značajke.

3.3.1. Igre s nultom sumom

Igra nulte sume predstavlja igru u kojoj je dobitak jednog igrača jednak gubitku drugog igrača. Zbog toga je dovoljno navesti samo dobitke ili gubitke prvog igrača, iz čega se automatski mogu ustanoviti i dobitci odnosno gubitci drugog igrača. Kao klasičan primjer igre s nultom sumom može se prikazati borba logističkih tvrtki za prevlast na tržištu, gdje povećanje postotka udjela pojedine tvrtke na tržištu rezultira smanjenjem postotka učešća drugih tvrtki na tržištu.

Igre dva igrača s nultom sumom nazivaju se antagonističkim igrama. Normalna forma konačne antagonističke igre opisuje se matricom P s brojem redaka jednakom broju akcija (izbora) prvog igrača i s brojem stupaca jednakom broju akcija (izbora) drugog igrača. Ako prvi igrač odabere i-tu akciju, a drugi igrač odabere j-tu akciju, dobitak (gubitak) je za prvog igrača definiran elementom matrice a-ij, koji se nalazi u i-tom retku i j-tom stupcu matrice P.[1]

U tabeli 8. prikazana je igra u normalnoj formi gdje se potezi prvog igrača prikazuju horizontalno, dok su potezi drugog igrača prikazani vertikalno. Svaki od igrača može izabrati samo jedan potez. Na taj način se ostvaruju kombinacije (M1N1, M1N2, M2N1, M2N2).

Tabela 8. Igra u normalnoj formi

	N1	N2
M1	8	-4
M2	12	0

Iz tabele 8. je vidljivo da ukoliko prvi igrač izabere strategiju M1, a drugi igrač izabere strategiju N1 konačan rezultat bi bio dobitak od 8 jedinica za prvog igrača, odnosno gubitak osam jedinica za drugog igrača. Ukoliko bi prvi igrač ponovno izabrao opciju M1, a drugi igrač u ovom slučaju izabrao opciju N2 tada bi drugi igrač bio na dobitku 4 jedinice dok bi tada prvi igrač izgubio 4 jedinice.

3.3.2. Igre s nenultom sumom

Igre s nenultom sumom se također nazivaju i bimatrične igre. Pomoću njih se analiziraju situacije u kojima igrači imaju djelomično iste, a djelomično i suprotstavljene interese. Kroz slijedeći primjer bit će prikazane tablice isplata za prvog i za drugog igrača te će se jasno moći vidjeti koliki su dobitci za svakog od njih.

Tabela 9. Bimatrična igra

	N1	N2
M1	(8,8)	(0,4)
M2	(6,4)	(12,14)

Kao što se može vidjeti u tabeli 9., ukoliko prvi igrač odabere strategiju M1, a ako drugi igrač izabere strategiju N1, u tom slučaju svaki od igrača će biti na dobitku od 8

jedinica. Ako prvi igrač ne promijeni svoju strategiju, a drugi igrač se odluči na promjenu strategije tada će kombinacija strategija M1N2 dovesti do toga da prvi igrač neće ostvariti dobitak, dok će drugi igrač ostvariti zaradu tj. dobitak od 4 jedinice. U tabeli 10. i tabeli 11. bit će posebno prikazani rezultati za svakog igrača.

Tabela 10. Isplate prvog igrača

	N1	N2
M1	8	0
M2	6	12

Tabela 11. Isplate drugog igrača

	N1	N2
M1	8	4
M2	4	14

3.3.3. Igre sa savršenim i s nesavršenim informacijama

Igre se mogu podijeliti i na igre s savršenim i nesavršenim informacijama. Kada se govori o igrama sa savršenim informacijama onda se misli na igre u kojima svaki igrač zna u kakvoj se situaciji nalazi i što je sve dovelo do te situacije. Pri tome se misli na sve poteze koje je suparnik odigrao. Igre s nesavršenim informacijama, kao što im naziv govori, ne daju

potpune informacije i uvid u suparnikove poteze tijekom igre. Potrebno je razlikovati eksterne i strateške nesigurnosti. Ukoliko unutar igre ne postoje navedene nesigurnosti onda je to igra sa savršenim informacijama.

U igrama u kojima jedan od igrača nije siguran koje će strategije odigrati drugi igrač, odnosno situacija u kojoj jedan od igrača posjeduje veći broj informacija od drugih igrača nazivaju se igre s asimetričnom informacijom. Kao klasičan primjer takve igre ubraja se proces zapošljavanja djelatnika na radno mjesto jer eventualni zaposlenik posjeduje veća znanja o svojim sposobnostima nego što ih poznaje poslodavac.

Veoma je važno hoće li igrač otkriti sve svoje informacije ili će neke od njih prikriti. Na taj način on gradi svoju strategiju te se bazira na selektivnoj objavi informacija. Ukoliko bi otkrivanje pojedinih informacija suparniku moglo rezultirati dobitkom za prvog igrača tada se on odlučuje za opciju otkrivanja informacije. Ako bi otkrivanje informacije moglo naštetiti igraču onda on nastoji prikriti tu informaciju . Budući da su svi igrači tijekom odvijanja igre racionalni postoji mogućnost prepoznavanja eventualnog pretjerivanja ili zavaravanja kod povlačenja poteza. Kako bi suparnika uvjerio u svoje sposobnosti igrač mora posjedovati kvalitetne dokaze.

Strategije u kojima informiraniji igrač poduzima spomenute akcije nazivaju se signaliziranja. Igračima koji su manje informirani preostaje jedino opcija razotkrivanja igrača koji su više informirani, koristeći strategiju provjeravanja koja podrazumijeva prisiljavanje igrača koji je više informiran da poduzme akcije koje će nedvojbeno otkriti njegovu informaciju. Takav postupak naziva se testiranje, a metode koje se pri tome koriste nazivaju se mehanizmi provjeravanja.

3.3.4. Kooperativne i nekooperativne igre

Kooperativne igre podrazumijevaju igre u kojima se dva ili više igrača udružuju kako bi ostvarili zajedničke ciljeve. Njihova kooperativnost može rezultirati ostvarenjem mnogo veće dobiti za svakog igrača nego u situaciji kada bi djelovali odvojeno. U tabeli 12. prikazano je kako kooperativnost utječe na igrače.

Tabela 12. Prikaz kooperativne igre

	Igrač kooperira	Igrač nekooperira
Igrač kooperira	(50,50)	(0,0)
Igrač nekooperira	(0,0)	(0,0)

Iz tabele 12. se može zaključiti kako će svaki od igrača ostvariti dobit od 50 jedinica samo u slučaju da kooperira s drugim igračem. U protivnom niti jedan od igrača neće ostvariti dobit. Iako je kooperativno djelovanje korisno za svakog igrača ono ipak nije stabilno što će se najbolje vidjeti iz slijedećeg primjera.

Pred dvojicom lovaca je odluka hoće li zajedno loviti jelena ili će svaki od njih posebno loviti zeca. [1] Pretpostavit će se da je za svakog lovca vrjednija polovica jelena nego cijeli zec. Ukoliko lovci djeluju zajedno oni će uloviti jelena i svaki od njih će dobiti polovicu. Međutim, lovci se mogu odlučiti na zasebno djelovanje u kojemu će svaki od njih loviti zeca samo za sebe. Dakle lovci mogu ostvariti najveću korist jedino ako djeluju zajedno odnosno kooperativno što se vidi i iz tabele 13.

Tabela 13. Igra dva lovca

	Jelen	Zec
Jelen	(2,2)	(0,1)
Zec	(1,0)	(1,1)

Izvor: [1]

Više igrača se može udružiti i na taj način formirati koaliciju. Prije nego što se odluče na takav potez svaki od igrača će analizirati hoće li veću korist ostvariti ukoliko igra sam ili ukoliko igra zajedno. Prednost koalicije se ogleda u tome što igračima stoje na raspolaganju neke nove strategije koje ne bi mogli primjeniti ukoliko bi djelovali zasebno. Minimalan uvjet da igrač pristupi koaliciji je daj da unutar nje ostvari barem jednaku korist koju bi ostvario i kada bi igrao sam.

Do raspada koalicije može doći ukoliko pojedini članovi naruše prethodno postignuti dogovor, odnosno ukoliko se prekrše postavljena pravila koalicije. Stvaranje koalicije u igri s dva igrača nije pretjerano interesantno jer u tom slučaju postoji samo jedna koalicija. Stvaranje koalicija dobija na važnosti kada se igra sastoji od većeg broja igrača. Iz svega navedenog može se zaključiti kako kooperacija nema smisla ukoliko se radi o igrama nulte sume, dok u igrama nenulte sume može imati veliki utjecaj na konačni ishod.

3.3.5. Simultane igre

Prilikom igranja strateške igre, svaki igrač bira svoje akcije jednom zauvijek, što znači da su njihovi potezi konačni i ne mogu se povući. Igrači će svoje poteze povući simultano, što znači da nijedan od njih u trenutku povlačenja svojega poteza ne raspolaže informacijom koja bi mu omogućila uvid u to koji potez je povukao drugi igrač. [10] Ovakve igre se u većini

slučajeva prikazuju u normalnom obliku tj. u matričnom obliku ili pomoću tablica. Primjer simultane igre je poznata dječja igra "par-nepar".

3.3.6. Sekvencijalne igre

Kod sekvencijalnih igara igrači naizmjenično povlače poteze, odnosno prvo potez povlači jedan od igrača, a drugi igrač onda odgovara na taj potez i povlači svoj vlastit potez. Ovisno o pojedinoj situaciji prednost za igrača može biti da on prvi povuče potez, a također u pojedinim situacijama prednost može ostvariti ukoliko je njegov suparnik prethodno odigrao potez. Kao primjer sekvencijalne igre može se uzeti popularna igra "šah" ili igra "križić-kružić".

4.PRIMJENA TEORIJE IGARA U PROCESU ODLUČIVANJA

U ovom poglavlju razmatrana je primjena teorije igara u procesu odlučivanja, odnosno analizirane su igre poput "zatvorenikove dvojbe" na nekim konkretnim primjerima. Također je učinjena usporedba matrica isplata za igre promidžbe, igre ulaska na transportno tržište, igre cjenovne konkurencije...

Na osnovu usporedbe rezultata može se zaključiti u kojim situacijama je poželjno kooperacijsko djelovanje tvrtki, te je ustanovljeno ostvaruje li se dobit ukoliko se uvijek kooperira s drugom tvrtkom, ili je za igrača bolja opcija samostalno donošenje odluka i neovisan izlazak na tržište.

4.1. Zatvorenikova dvojba

Kroz mnogobrojne radove u kojim su se autori bavili istraživanjem teorije igara analiziran je problem zatvorenikove dvojbe. Igra zatvorenikove dvojbe privukla je veliku pozornost javnosti, te su mnogi znanstvenici navedenu igru odlučili primjeniti u različitim znanstvenim područjima.

Igra se sastoji od dvojice igrača odnosno zatvorenika koji se nalaze u dvojbi hoće li priznati krivnju za počinjene zločine ili će odbaciti optužbe. Policija nema dovoljno dokaza kako bi optužila zatvorenike, a ispitivanje se odvija u različitim prostorijama tako da su zatvorenici uskraćeni za međusobnu komunikaciju. Pred zatvorenicima se nalaze dvije opcije.

Ukoliko se jedan od zatvorenika odluči priznati krivnju, a drugi se izjasni kao nevin, onda će zatvorenik koji je priznao biti pušten na slobodu, dok će drugi zatvorenik dobiti najstrožiju moguću kaznu zatvora. Ako niti jedan zatvorenik ne prizna krivnju onda će ih policija optužiti za neke sitne prijestupe koje su počinili i za koje imaju dokaze, ali bi u tome slučaju njihova kazna bila minimalna. Treći mogući scenario je taj da oba zatvorenika priznaju krivnju i dobiju upola manju kaznu od maksimalne moguće kazne za zločin koji su počinili.

U tabeli 14. grafički će se na primjeru dvije tvrtke prikazati koje strategije može izabrati svaki zatvorenik tj. tvrtka, te kolika bi kazna zatvora iznosila za svaku strategiju. Problem koji se

javlja u ovakvim igrama je nedostatak komunikacije između zatvorenika tako da je konačni rezultat nepovoljan za svakog od igrača.

Tabela 14. Prikaz igre zatvorenikova dvojba

	Tvrtka B odbacuje krivnju	Tvrtka B priznaje krivnju
Tvrtka A odbacuje krivnju	(2,2)	(20,0)
Tvrtka A priznaje krivnju	(0,20)	(10,10)

4.2. Cjenovna konkurencija

Nedostatak međusobne komunikacije između tvrtki imao je za posljedicu nastanak mnogih problema u industriji. Tako je u SAD-u krajem prošlog stoljeća izbio tzv. "rat cijenama" zrakoplovnih karata. Jedna od zrakoplovnih tvrtki se odlučila na snižavanje cijena zrakoplovnih karata bez dogovora s drugim zrakoplovnim tvrtkama. Ostale zrakoplovne tvrke su se odlučile za isti potez što je u konačnici dovelo do velikih gubitaka za sve zrakoplovne tvrtke.

Kao i u prethodnom primjeru u kojemu je analiziran nedostatak komunikacije u igri zatvorenikove dvojbe, tako se i u ovom konkretnom primjeru može zaključiti da je međusobna komunikacija od vitalne važnosti za sve pojedince ili tvrtke koji sudjeluju u igrama. Zrakoplovne tvrtke su, nakon što su pretrpile znatne gubitke, rješenje pronašle u formiranju zajedničkih cijena i pravila koje su svi sudionici morali poštivati.

Sličan problem dogodio se i sa tvrtkama koje su se bavile proizvodnjom nafte. Tijekom 70-ih godina prošlog stoljeća došlo je do povećanja cijene nafte, a svaka od članica trebala je se pridržavati dogovorenih kvota u proizvodnji. Želja za većom zaradom ipak je bila jača. Tako su pojedine članice bez znanja ostalih učesnika povećavale svoju proizvodnju.

Nakon što su ostali sudionici otkrili njihove prevare došlo je do vraćanja prvobitnih cijena. I na ovome praktičnom primjeru može se zaključiti da je međusobna komunikacija jako važna i da jednostrani potezi u konačnici ne donesu željene rezultate.

4.3. Primjer povećanja broja korisnika taxi usluge kupovinom novih automobila

Dvije različite tvrtke koje građanima pružaju usluge taxi prijevoza nalaze se pred odlukom hoće li zajedničkim djelovanjem obnoviti vozni park kako bi kvaliteta njihove usluge bila još bolja, ili će to svaka tvrtka učiniti posebno za sebe. Iz tabele 15. se može zaključiti kako bi tvrtka A ukoliko bi samo ona nabavila nova vozila, ostvarila prednost nad tvrtkom B, čime bi se povećao njezin ugled, prihodi i broj korisnika.

Ukoliko bi obje tvrtke nabavile po 20 novih vozila, održao bi se neriješen status, te bi se tvrtke našle u poziciji kao i prije kupovine novih vozila. Tvrtkama je ipak važnije održati konkurentnost nego uštediti na troškovima. Ovakva dvostruka investicija može se pokazati kao neisplativa jer se u međuvremenu na tržištu mogu pojaviti vozila koja bi bila savršenija, koja bi dovela do uštede u potrošnji goriva, uštede u održavanju, a koja će obje tvrtke željeti nabaviti.

Kooperativnim ponašanjem i zajedničkom kupovinom novih vozila, uz uvjet da ona podmiruju potrebe i jedne i druge tvrtke, moguće je ostvariti uštedu i održati konkurentske pozicije na tržištu. Međutim, zbog konfliktnosti igre, ovakva mogućnost nije analizirana.

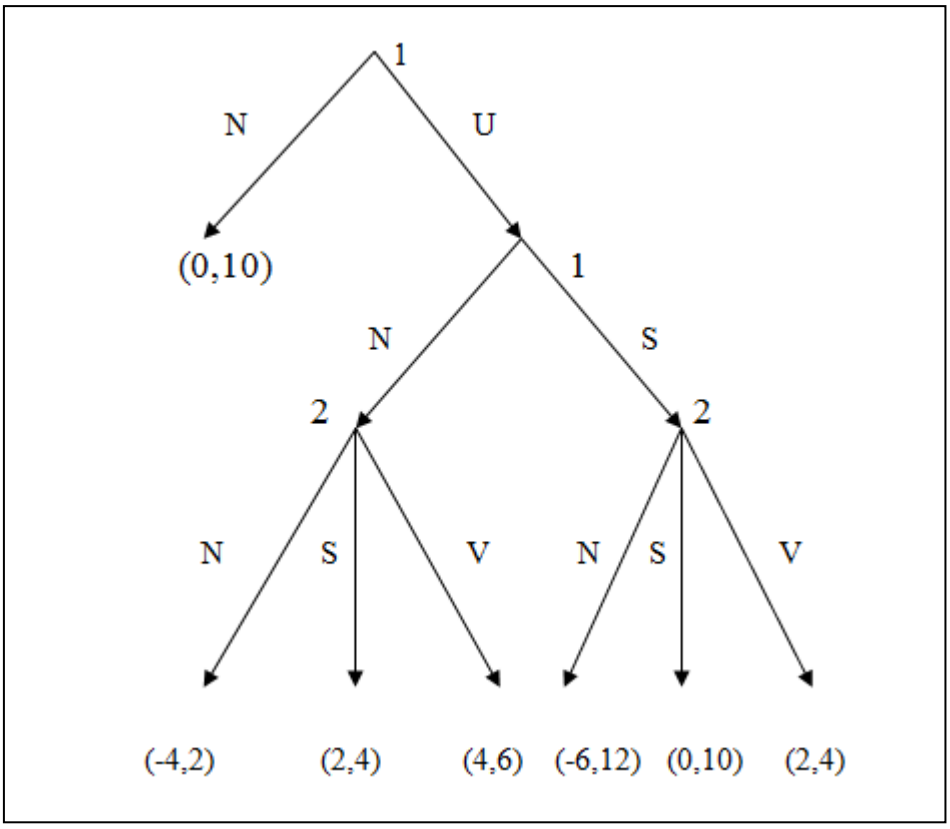
Tabela 15. Kupovina novih vozila za prijevoz putnika

	Taxi B		
Taxi A		Kupiti vozila	Ne kupiti vozila
	Kupiti vozila	0,0	1,-1
	Ne kupiti vozila	-1,1	0,0

4.4. Igra u kojoj se ostvaruje ulazak na transportno tržište

Mnoge transportne tvrtke mogu se naći pred odlukom hoće li ući na novo transportno tržište. Prilikom donošenja odluke transportna tvrtka se može odlučiti za opciju ne ulaženja na tržište i ne izlaganja troškovima, ali na taj način tvrtka ne bi ostvarila dobitak. Na tržištu se već nalazi tvrka koja posluje dugi niz godina i u ovom slučaju predstavlja drugog igrača.

U slijedećem primjeru koji će biti prikazan u ekstenzivnoj i normalnoj formi analizirat će se strategije ulaska nove tvrtke na tržište.



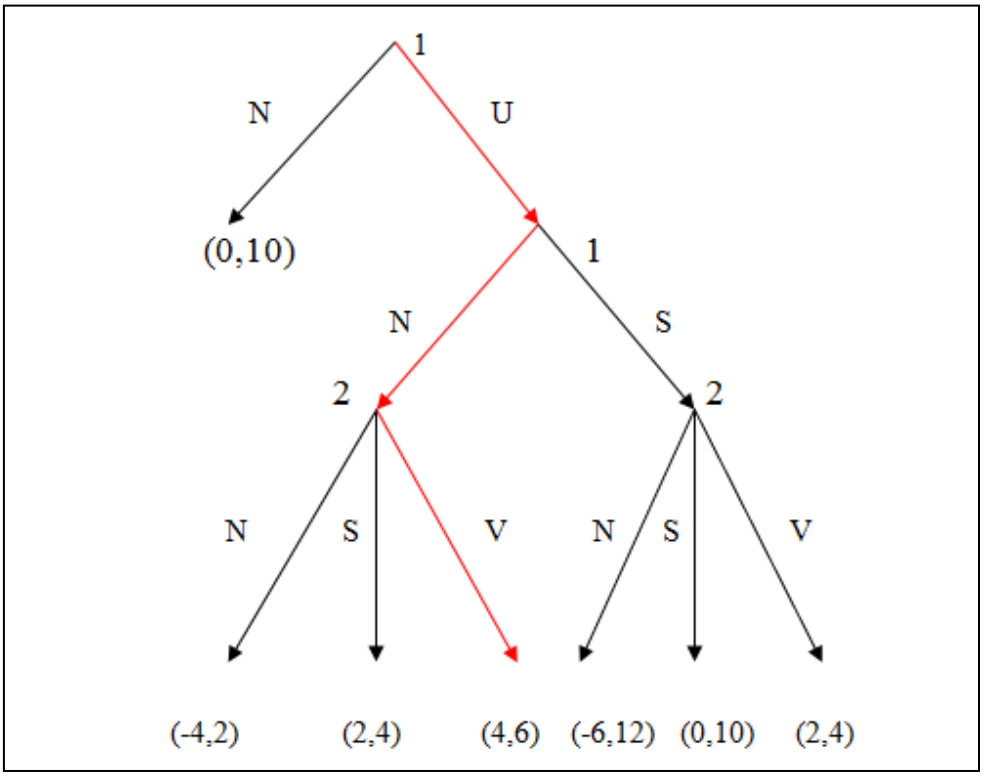
Slika 7.Prikaz ulaska na transportno tržište

Iz slike 7. može se zaključiti kako se tvrtka koja je duže vremena na tržištu može odlučiti za niske, srednje ili visoke cijene, dok se nova tvrtka može odlučiti za niske ili srednje iznose cijena. Obje tvrtke svoje odluke donose istovremeno. Ovisno o tome za koju strategiju će se odlučiti pojedina tvrtka ovisit će i konačne isplate igre.

Tabela 16. Prikaz igre u normalnoj formi

	Niska	Srednja	Visoka
Srednja	-6,12	0,10	2,4
Niska	-4,2	2,4	4,6

Iz tabele 16. može se zaključiti kako se ravnoteža igre dobija ukoliko prvi igrač, odnosno nova tvrtka na tržištu nastupi s niskim cijenama, a drugi igrač tj. tvrtka koja se već nalazi na tržištu nastupi s visokim cijenama. Iz toga proizlazi kako je za novu tvrtku mnogo bolja opcija ulaska na tržište jer ostvaruje dobit (4), nego da ne nastupi na tržištu (0). Ravnotežna putanja se može prikazati kroz strategije UN,V.



Slika 8.Prikaz ravnotežne putanje igre

4.5. Igra promidžbe

Igra promidžbe primjenjuje se u slučajevima kada se tvrtke odlučuju natjecati ulaganjem u promidžbu, a ne konkurirati cijenama. Ukoliko jedna tvrtka pojača svoju promidžbu ona će privući klijente od druge tvrtke i tako poboljšati svoje poslovanje. Budući da se u ovom primjeru analiziraju samo dvije tvrtke slijedi da je povećanje klijenata jedne tvrtke proporcionalno smanjenju klijenata druge tvrtke.

Na konkretnom primjeru poslovanja dvaju telekom operatera prikazat će se igra promidžbe. U razmatranje će se uzeti telekom oprateri kao dvije tvrtke koje djeluju odvojeno i koje pomoću agresivne ili umjerene promidžbe djeluju na potencijalne klijente.

U tabeli 17. prikazane su strategije i ishodi igre, te se jasno uočava kako agresivna promidžba ne mora nužno donositi dobit. Može se zaključiti kako je zbroj dobiti prvog i drugog operatera veći kod umjerene promidžbe nego kod agresivne promidžbe. Razlog takvom stanju su visoki troškovi promidžbe. Ukoliko jedan od operatera na tržištu nastupi s agresivnom promidžbom, a drugi s umjerenom promidžbom tada će prvi operater privući veći broj klijenata i ostvariti veću dobit.

Tabela 17. Dobit telekom operatera za različite razine promidžbe

	Telekom operater A		
Telekom operater B		Umjerena promidžba	Agresivna promidžba
	Umjerena promidžba	(700,700)	(200,850)
	Agresivna promidžba	(850,200)	(500,500)

Budući da operatere vodi želja za ostvarenjem što veće dobiti, pretpostavka je da će se svaki od njih odlučiti za agresivnu promidžu te pri donošenju svojih odluka neće voditi računa o odlukama konkurencije. To će u konačnici dovesti do nepovoljnije pozicije i za telekom operater A i za telekom operater B. Da su se telekom operateri odlučili na umjerenu promidžbu, odnosno da su postigli kooperaciju, u tom slučaju bi i jedan i drugi operater ostvarili dobit.

Može se zaključiti kako je donošenje odluka u suvremenom poslovnom odlučivanju tijekom vremena postalo jako važan čimbenik. Igra promidžbe se može primjenjivati i u raznim logističkim tvrtkama, a kroz ovaj primjer telekom operatera nastojalo se prikazati značaj teorije igara kao moćnog alata u procesu donošenja odluka.

5. REALNI PRIMJERI ODLUČIVANJA U UVJETIMA NESIGURNOSTI U LOGISTIČKIM PROCESIMA

U ovom poglavlju analiziraju se realni primjeri odlučivanja u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima, odnosno postupak odlučivanja se prikazuje na praktičnim primjerima. Analizira se više primjera u kojima se primjenjuju kriteriji odlučivanja koji se koriste u uvjetima nesigurnosti. Također se prikazuje usporedba dobivenih rezultata primjenom različitih kriterija odlučivanja.

5.1. Primjer donošenja odluke o otvaranju novog pogona unutar poduzeća

U ovom primjeru bit će prikazan proces donošenja odluka u uvjetima nesigurnosti prilikom otvaranja novog pogona unutar poduzeća, te će biti prikazana primjena svih kriterija koji se koriste u procesu odlučivanja. Na konačan ishod utjecat će strategija za koju će se poduzeće odlučiti kao i stanje ekonomije koje je nepredvidljivo. U tabeli 18. prikazane su strategije za koje se poduzeće može odlučiti, te prihod koji one donose poduzeću.

Tabela 18. Prikaz akcija za koje se poduzeće odlučuje

ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE		
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija
Izgradnja velike tvornice	200 000 kuna	50 000 kuna	-120 000 kuna
Izgradnja srednje tvornice	90 000 kuna	120 000 kuna	-30 000 kuna
Izgradnja male tvornice	40 000 kuna	30 000 kuna	20 000 kuna
Odustajanje od izgradnje	0 kuna	0 kuna	0 kuna

Izvor: [11]

5.1.1. Primjena maximax kriterija

Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti primjenom maximax kriterija se odvija u dva koraka. U prvom koraku se za svaku akciju izaberu najbolja rješenja. U primjeru izgradnje nove tvornice ta rješenja bi iznosila:

- Za izgradnju velike tvornice (200 000 kuna)
- Za izgradnju srednje tvornice (120 000 kuna)
- Za izgradnju male tvornice (40 000 kuna)
- Odustajanje od izgradnje tvornice (0 kuna)

Nakon što se izaberu najbolja rješenja za svaku opciju, prelazi se na drugi korak. U drugom koraku se od prvobitnih rješenja odabire ono rješenje koje je apsolutno najbolje. U ovom primjeru najbolje rješenje je izgradnja velike tvornice. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako izgradnja velike tvornice donosi najveću korist u slučaju ekspanzije odnosno rasta što je prikazano i u tabeli 19.

Tabela 19. Dobiveni rezultati primjenom maximax kriterija

ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE			MAX
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija	
Izgradnja velike tvornice	200 000 kuna	50 000 kuna	-120 000 kuna	200 000 Kuna
Izgradnja srednje tvornice	90 000 kuna	120 000 kuna	-30 000 kuna	90 000 Kuna
Izgradnja male tvornice	40 000 kuna	30 000 kuna	20 000 kuna	40 000 Kuna
Odustajanje od izgradnje	0 kuna	0 kuna	0 kuna	0 kuna

Izvor: [11]

5.1.2. Primjena maximin kriterija

Ukoliko se na isti primjer donošenja odluka primjeni kriterij maximin-a, tada će se dobiveni rezultati značajno razlikovati. Maximin kriterij koriste donositelji odluka koji su pesimisti i koji prilikom donošenja odluka nastoje iz najlošijih rezultata izvući najbolju moguću korist. Ovaj postupak donošenja odluka se također izvodi u dva koraka, a rješenja su prikazana u tabeli 20.

Tabela 20. Dobiveni rezultati primjenom maximin kriterija

ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE			MIN
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija	
Izgradnja velike tvornice	200 000 kuna	50 000 kuna	-120 000 kuna	-120 000 Kuna
Izgradnja srednje tvornice	90 000 kuna	120 000 kuna	-30 000 kuna	-30 000 Kuna
Izgradnja male tvornice	40 000 kuna	30 000 kuna	20 000 kuna	20 000 Kuna
Odustajanje od izgradnje	0 kuna	0 kuna	0 kuna	0 kuna

Izvor: [11]

U prvom koraku se radi selekcija najlošijih rezultata za svaku opciju koja se može primjeniti. U navedenom primjeru to su vrijednosti koje donose gubitak za poduzeće (-120 000 kuna ili -30 000 kuna), te opcija koja donosi dobitak od 20000 kuna. Budući da je posljednja opcija jedina koja donosi dobit može se zaključiti kako je ona najbolje rješenje, ali u situacijama u kojima svaka od opcija donosi pozitivan rezultat za najbolje rješenje odabire se ono čija je vrijednost najveća.

5.1.3. Primjena kriterija realizma

Donošenje odluka u uvjetima nesigurnosti primjenom kriterija realizma odvija se na način da se odredi koeficijent optimizma i koeficijent pesimizma. Koeficijent optimizma ima iznos između vrijednosti 0 i 1. Koeficijent pesimizma predstavlja razliku između vrijednosti 1 i koeficijenta optimizma.

U tabeli 21. su prikazane odluke koje donosi poduzeće, neizvjesnost budućeg stanja okoline te rezultati koji nastaju kao posljedica izabranih opcija. Ukoliko bi se kao koeficijent optimizma odredila vrijednost 0,4 onda bi koeficijent pesimizma iznosio 0,6. Ukupni rezultati se određuju prema formuli: Hi= α*vg + (1- α)vd. U primjeru izgradnje nove tvornice rješenja bi se dobila na slijedeći način:

Hi = 200 000 * 0,4 -120 000 * 0,6 = 80 000 - 72 000 = 8 000 kuna

- Hi = 120 000 * 0,4 - 30 000 * 0,6 = 48 000 - 18 000 = 30 000 kuna
- Hi = 40 000 * 0,4 + 20 000 * 0,6 = 16 000 + 12 000 = 28 000 kuna

Tabela 21. Dobiveni rezultati primjenom kriterija realizma

ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE			Hi
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija	
Izgradnja velike tvornice	200 000 kuna	50 000 kuna	-120 000 kuna	8 000 Kuna
Izgradnja srednje tvornice	90 000 kuna	120 000 kuna	-30 000 kuna	30 000 Kuna
Izgradnja male tvornice	40 000 kuna	30 000 kuna	20 000 kuna	28 000 Kuna
Odustajanje od izgradnje	0 kuna	0 kuna	0 kuna	0 kuna

Izvor: [11]

5.1.4. Primjena kriterija minimalnog žaljenja

Postupak odlučivanja pomoću kriterija minimalnog žaljenja provodi se kroz više koraka. U prvom koraku gledaju se stupci unutar tablice. Sve vrijednosti u stupcu se oduzmu od najveće vrijednosti koja se nalazi u stupcu. Isti postupak se primjeni na sve stupce unutar tablice.

Drugi korak se sastoji u tome da se analiziraju redovi u tablici, odnosno odabere se najveća vrijednost u svakom redu. Dobivene vrijednosti predstavljaju žaljenje. U posljednjem koraku se odabere vrijednost koja ima najmanji iznos, odnosno odabere se minimalno žaljenje U primjeru izgradnje nove tvornice dobiju se slijedeći rezultati koji su prikazani u tabeli 22.

Tabela 22. Dobiveni rezultati primjenom kriterija minimalnog žaljenja

ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE			Maksimalno žaljenje
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija	
Izgradnja velike tvornice	0 kuna	70 000 kuna	140 000 kuna	140 000 Kuna
Izgradnja srednje tvornice	110 000 kuna	0 kuna	50 000 kuna	110 000 Kuna
Izgradnja male Tvornice	160 000 kuna	90 000 kuna	0 kuna	160 000 Kuna
Odustajanje od izgradnje	200 000 kuna	120 000 kuna	20 000 kuna	200 000 Kuna

Izvor: [11]

5.1.5. Primjena Laplaceovog kriterija

Primjena Laplaceovog kriterija u procesu donošenja odluka u uvjetima nesigurnosti se sastoji u tome da se svakom mogućem ishodu odredi ista vjerojatnost događanja. U ovom primjeru to bi značilo da se svaki od rezultata iz početne tablice pomnoži s vrijednošću 0,33 jer postoje tri moguća ishoda. Nakon toga se učini zbroj svih novonastalih vrijednosti po redovima, a za konačan rezultat se odabire onaj rezultat koji ima najveću vrijednost. Dobiveni rezultati su prikazani u tabeli 23.

Tabela 23. Dobiveni rezultati primjenom Laplaceovog kriterija

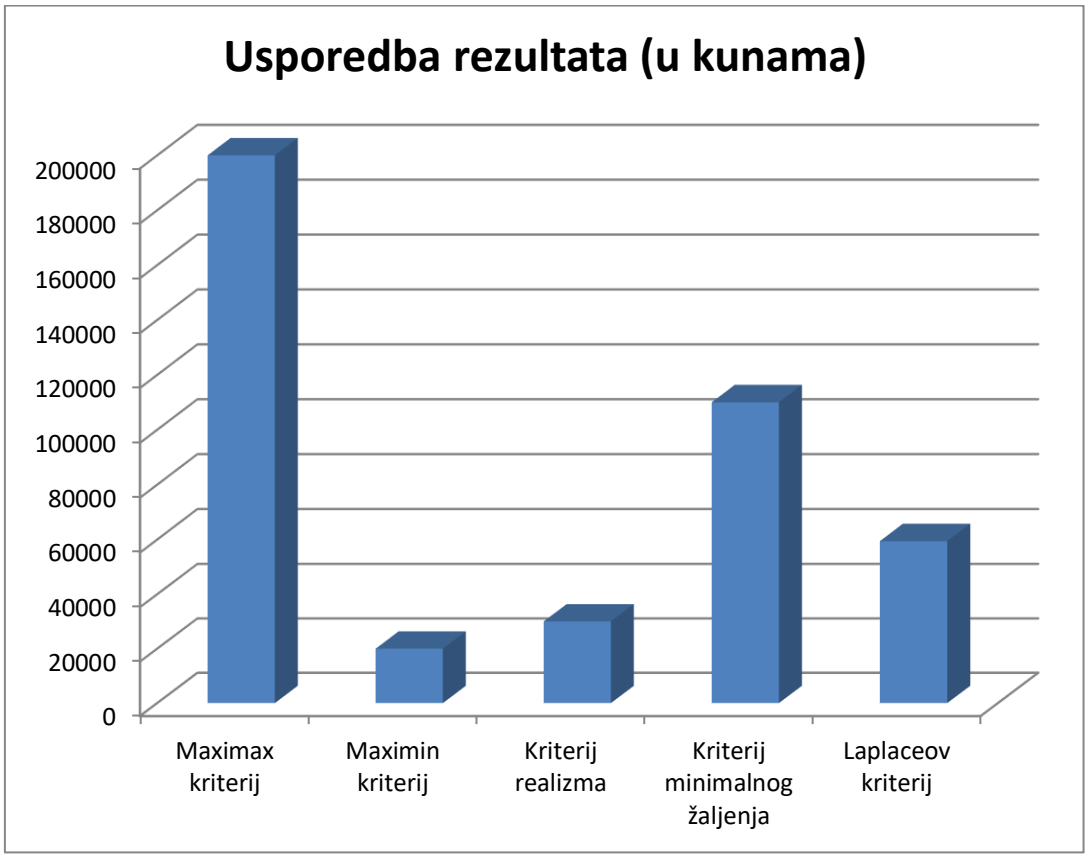
ODLUKE KOJE DONOSI PODUZEĆE	NEIZVJESNOST BUDUĆEG STANJA OKOLINE			Ei
	Ekspanzija	Stagnacija	Recesija	
Izgradnja velike tvornice	200 000 * 0,33	50 000 * 0,33	-120 000 * 0,33	42 900 Kuna
Izgradnja srednje tvornice	90 000 * 0,33	120 000 * 0,33	-30 000 * 0,33	59 400 Kuna
Izgradnja male tvornice	40 000 * 0,33	30 000 * 0,33	20 000 * 0,33	29 700 Kuna
Odustajanje od izgradnje	0 * 0,33	0 * 0,33	0 * 0,33	0 kuna

Izvor: [11]

5.1.6. Usporedba dobivenih rezultata

Nakon izvršenog izračuna dobiveni su različiti rezultati. Rezultati su u ovisnosti o odabranom kriteriju koji se koristi prilikom izračuna. U grafikonu 1. je prikazana dobit koju poduzeće ostvaruje ukoliko se odluči za izgradnju nove tvornice. Iz grafikona 1. se može

zaključiti kako se najveći profit ostvaruje ukoliko se odluke donose primjenom maximax kriterija. Važno je napomenuti kako ovaj kriterij koriste donositelji odluka koji su duboko uvjereni u uspjeh i koji su veliki optimisti. Koji kriterij će se koristiti ovisi o samom poduzeću odnosno o menadžerima koji donose odluke.



Grafikon 1. Usporedba dobivenih rezultata primjenom različitih kriterija odlučivanja

5.2. Primjer odlučivanja u uvjetima nesigurnosti u procesu nabave automobilskih guma

U ovom poglavlju bit će analizirano odlučivanja u uvjetima nesigurnosti na primjeru nabave automobilskih guma. Tvrtka automobilske gume nabavlja po cijeni od 400 kuna, a prodaje ih po cijeni od 600 kuna. Pomoću matrice isplate koja se nalazi u tabeli 24. bit će prikazane moguće zarade. Kolika će biti zarada tvrtke ovisit će o količini naručenih i prodanih guma. Stupci unutar matrice predstavljaju potražnju za gumama, dok redovi predstavljaju količinu naručenih guma. Ukoliko tvrtka npr. naruči 20 komada automobilskih guma, a proda ih 18 ostvarit će zaradu od 2800 kuna (18*600-20*400 = 2800).

Tabela 24. Prikaz zarade ovisno o naručenoj i prodanoj robi

	POTRAŽNJA							
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600

Izvor: [12]

5.2.1. Rješenje dobiveno primjenom maximax kriterija

U tabeli 25. je prikazan mogući profit za tvrtku. Primjenom maximax kriterija utvrđeno je da je za tvrtku najpovoljnija narudžba od 23 automobilske gume, što donosi zaradu od 4600 kuna. Kao što je već spomenuto u prethodnom primjeru odlika ovog kriterija koji se koristi u uvjetima nesigurnosti je optimizam, pa je i konačno rješenje posljedica optimizma donositelja odluke.

Tabela 25. Prikaz rezultata primjenom maximax kriterija

	POTRAŽNJA								
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23	MAX
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	**3200**
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	**3400**
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600	**3600**
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800	**3800**
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000	**4000**
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200	**4200**
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400	**4400**
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600	**4600**

Izvor: [12]

5.2.2. Rješenje dobiveno primjenom maximin kriterija

Ukoliko se prilikom odlučivanja donositelj odluke odluči za primjenu maximin kriterija tada će konačan rezultat iznositi 3200 kuna, odnosno tvrtka će se odlučiti za narudžbu 16 komada automobilskih guma. Za razliku od kriterija optimizma, u ovom primjeru donošenja odluka prevladava pesimizam, te donositelj odluke nakon selekcije najlošijih rezultata odabire ono koje je najmanje loše. Rezultati su prikazani u tabeli 26.

Tabela 26. Prikaz rezultata primjenom maximin kriterija

	POTRAŽNJA								
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23	MIN
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	**3200**
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	**2800**
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600	**2400**
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800	**2000**
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000	**1600**
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200	**1200**
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400	**800**
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600	**400**

Izvor: [12]

5.2.3. Rješenje dobiveno primjenom kriterija realizma

Kada se donositelj odluke odluči za primjenu kriterija realizma u procesu donošenja odluka u uvjetima nesigurnosti nužno je da prije toga definira koeficijent optimizma i koeficijent pesimizma. U ovom primjeru koeficijent optimizma iznosi 0,4 dok koeficijent pesimizma ima vrijednost 0,6. Iz tabele 27. se može vidjeti kako je nakon provedene analize utvrđeno da se najveći profit ostvaruje pri narudžbi 16 komada automobilskih guma.

Tabela 27. Prikaz rezultata primjenom kriterija realizma

	POTRAŽNJA								
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23	Hi
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	**3200**
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	**3040**
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600	**2880**
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800	**2720**
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000	**2560**
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200	**2400**
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400	**2240**
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600	**2080**

Izvor: [12]

5.2.4. Rješenje dobiveno primjenom kriterija minimalnog žaljenja

U tabeli 28. prikazana je matrica isplate. Crvenom bojom označene su vrijednosti koje donose najveću dobit. Može se zaključiti kako se najveća dobit ostvaruje ukoliko se proda sva naručena roba. Nakon ovog koraka prelazi se na slijedeći korak u kojemu se od najveće vrijednosti unutar stupca oduzmu ostale vrijednosti. Isti postupak se primjeni na sve stupce.

Tabela 28. Prikaz matrice isplate s najvećim isplatama

	POTRAŽNJA							
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600

Izvor: [12]

Nakon što se postupak ponovi za sve stupce dobije se matrica žaljenja koja je prikazana u tabeli 29. U slijedećem koraku se gledaju vrijednosti po redovima, te se izabere najveća vrijednost unutar retka. Isti postupak se primjeni na sve retke.

Tabela 29. Matrica žaljenja

	POTRAŽNJA							
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23
	16	0	200	400	600	800	1000	1200	1400
	17	400	0	200	400	600	800	1000	1200
	18	800	400	0	200	400	600	800	1000
	19	1200	800	400	0	200	400	600	800
	20	1600	1200	800	400	0	200	400	600
	21	2000	1600	1200	800	400	0	200	400
	22	2400	2000	1600	1200	800	400	0	200
	23	2800	2400	2000	1600	1200	800	400	0

Izvor: [12]

U završnom koraku uspoređuju se najveće vrijednosti iz svakog retka, te se za konačno rješenje odabire ona vrijednost koja je najmanja po iznosu. Ta vrijednost predstavlja minimalno žaljenje. U primjeru naručivanja automobilskih guma ta vrijednost iznosi 1000 kuna što se može vidjeti i iz tabele 30.

Tabela 30. Prikaz minimalnog žaljenja

	POTRAŽNJA								
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23
	16								1400
	17								1200
	18								1000
	19	1200							
	20	1600							
	21	2000							
	22	2400							
	23	2800							

Izvor: [12]

Iz tabele 31. može se zaključiti kako se minimalno žaljenje ostvaruje prilikom narudžbe 18 komada automobilskih guma. U ovom primjeru prikazano je kako Savageov kriterij odnosno kriterij minimalnog žaljenja može utjecati na donošenje odluka u uvjetima nesigurnosti.

Tabela 31. Matrica isplate

	POTRAŽNJA							
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600

Izvor: [12]

5.2.5. Rješenje dobiveno primjenom Laplaceovog kriterija

Laplaceovim kriterijom se svakom ishodu događanja dodjeljuje jednaka vjerojatnost. U ovom primjeru postoji osam mogućih ishoda, pa vjerojatnost ostvarenja pojedinog događaja iznosi 0,125. Ukupan rezultat se dobije sumom umnožaka svake pojedine vjerojatnosti i moguće količine potražnje. Rezultati su prikazani u slijedećoj tablici u stupcu pod nazivom Ei, a konačno rješenje je ono rješenje koje je najveće po iznosu. U ovom primjeru to je iznos od 3375 kuna, odnosno tvrtka će se odlučiti za nabavu 18 komada automobilskih guma. Rezultati su prikazani u tabeli 32.

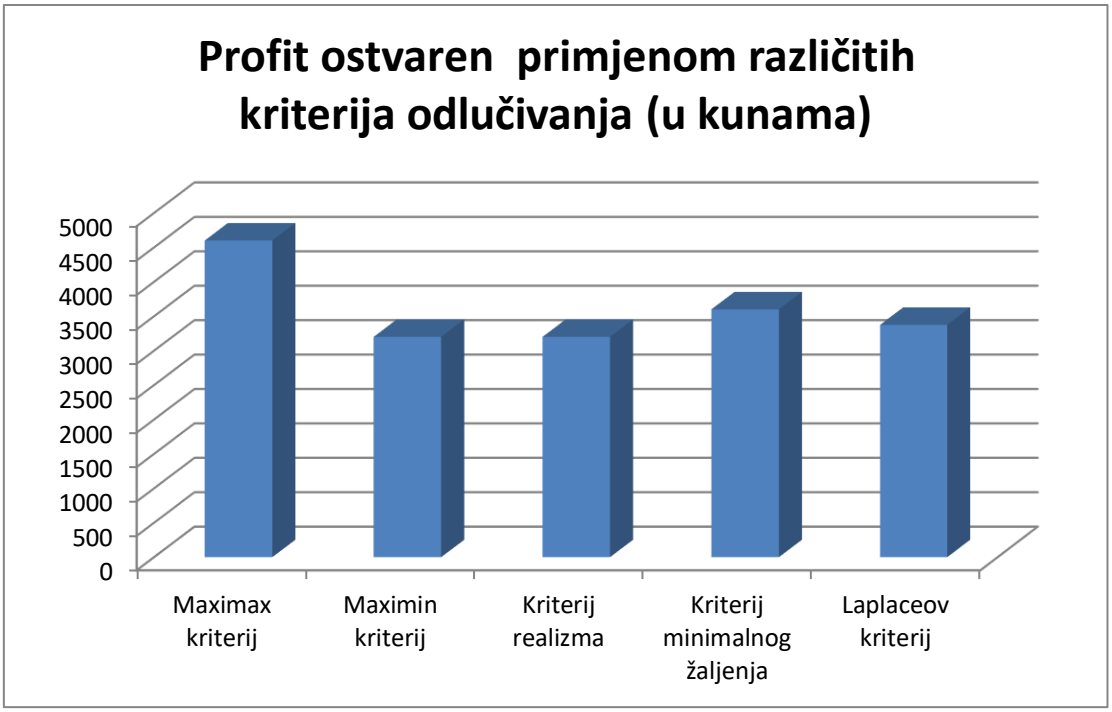
Tabela 32. Prikaz rezultata primjenom Laplaceovog kriterija

	POTRAŽNJA								
NABAVA		16	17	18	19	20	21	22	23	Ei
	16	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	**3200**
	17	2800	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	**3325**
	18	2400	3000	3600	3600	3600	3600	3600	3600	**3375**
	19	2000	2600	3200	3800	3800	3800	3800	3800	**3350**
	20	1600	2200	2800	3400	4000	4000	4000	4000	**3250**
	21	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4200	4200	**3075**
	22	800	1400	2000	2600	3200	3800	4400	4400	**2825**
	23	400	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4600	**2500**

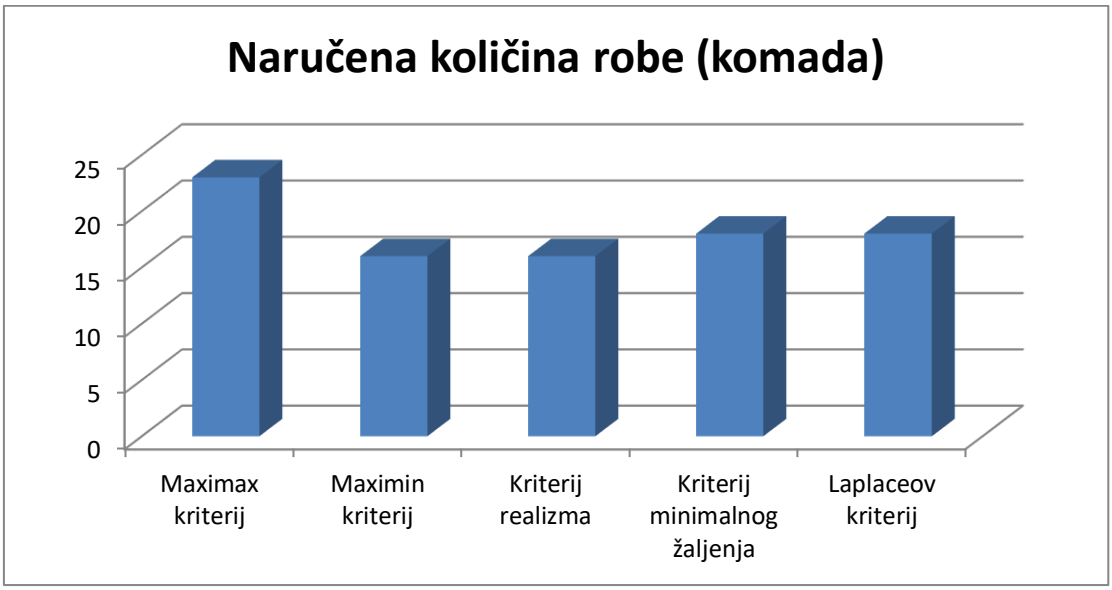
Izvor: [12]

5.2.6. Grafički prikaz rezultata

Grafikon 1. prikazuje iznos profita koji se ostvaruje primjenom različitih kriterija donošenja odluka u uvjetima nesigurnosti. Iz grafikona se može zaključiti kako se najveći profit ostvaruje primjenom maximax kriterija, dok primjena maximin kriterija i kriterija realizma donosi najmanji profit. Grafikon 2. prikazuje iznos naručene količine robe, a i u ovom prikazu prednjači maximax kriterij pomoću kojeg se ostvaruje najveća količina naručenih guma.



Grafikon 2. Ostvareni profit tvrtke



Grafikon 3. Naručena količina robe

6. ZAKLJUČAK

Nakon provedene analize može se zaključiti kako je donošenje odluka u uvjetima nesigurnosti veoma važno za svaku tvrtku. Odluka koju donese donositelj odluke može uveliko utjecati na poslovanje tvrtke, odnosno može joj donijeti veći ili manji profit prilikom poslovanja. Poslovno odlučivanje je moguće rasčlaniti na više vrsta. Također se može zaključiti kako menadžeri koji su odgovorni za poslovno odlučivanje, odnosno donošenje važnih odluka mogu zauzeti različite stavove prilikom donošenja odluka. Menadžeri prilikom donošenja odluka mogu zauzeti autoritativan stav i sami donositi odluke, ali mogu se i konzultirati s ostalim zaposlenicima i poslušati njihovo mišljenje prije nego što donesu konačnu odluku. Ukoliko u procesu donošenja odluka učestvuje više sudionika tada njihovi stavovi mogu biti istovrsni, komplementarni ili konkurentni. Odluke koje oni donose mogu biti programirane ili neprogramirane, odnosno može se raditi o nekim odlukama koje se događaju svakodnevno i koje se provode rutinski, ali postoje i trenuci u kojima je potrebno provesti detaljnu analizu prije nego što se donese konačna odluka. Teorija igara se pokazala kao jako dobar alat prilikom procesa donošenja odluka. Pomoću njezine primjene donositelj odluka je u mogućnosti analizirati svoje strategije, te se odlučiti za onu strategiju koja je optimalna. Odluka koju donosi pojedinac samo je jedan od čimbenika koji utječe na konačni rezultat. Teorija igara se može opisati kao matematička disciplina u kojoj uspjeh jednog sudionika igre ovisi o uspjehu drugog sudionika igre. Igra se može sastojati i od više sudionika, odnosno igrača. Sudionici igre se u pojedinim situacijama mogu odlučiti i za kooperativno djelovanje, odnosno na dogovorene poteze koji će donijeti korist i jednom i drugom igraču, a također se mogu udružiti i u koaliciju. Iz primjera igre cjenovne konkurencije može se zaključiti kako je odluka o promjenama cijena nafte i cijena zrakoplovnih karata imala velike posljedice. Nakon što je se jedna zrakoplovna tvrtka odlučila za drastično smanjenje cijena zrakoplovnih karata, njezin primjer su počele slijediti i ostale tvrtke što je u konačnici donijelo velike gubitke za sve sudionike, odnosno igrače unutar igre. Iz ovog primjera se može zaključiti kako potez jednog igrača kojim on ostvaruje privremenu dobit i profit može biti neutraliziran odlukama koje donose drugi igrači, a posljedica je gubitak za sve sudionike unutar igre. Može se zaključiti da bi sve tvrtke nastavile poslovati pozitivno da nije bilo poteza prvog igrača. Igra u kojoj je prikazan ulazak nove tvrtke na tržište pokazuje kako se tvrtka može suočiti s velikim problemima jer nije u stanju predvidjeti buduće stanje okoline. Tvrtka se može odlučiti za postavljanje niske, srednje ili visoke cijene

svojih proizvoda, ali ne poznaje odluke koje će donijeti tvrtka koja se već dugi niz godina nalazi na tržištu. Ovisno o potezu pojedine tvrtke ovisit će i njihov ukupni dobitak. Ukoliko bi tvrtke djelovale kooperativno, onda bi i jedna i druga tvrtka bila u prilici ostvariti dobitak. U primjeru igre u kojemu su sudionici tvrtke koje se bave pružanjem taksi prijevozničkih usluga, jasno se može zaključiti od kolike je važnosti kooperativno djelovanje. Ipak tvrtke se ne odlučuju za takvo djelovanje, iako bi njime ostvarile smanjenje svojih troškova, jer im je važnija konkurentnost na tržištu. Igra promidžbe je još jedan primjer u kojemu je prikazana primjena teorije igara. Iz ovoga primjera se može zaključiti kako oba sudionika igre ne moraju nužno ostvariti dobit ukoliko se odluče za primjenu agresivne strategije. Veću korist mogu ostvariti primjenom umjerene strategije, a razlog tome su veliki troškovi koje agresivna strategija nosi sa sobom. Nakon provedenog istraživanja može se zaključiti kako se donositelj odluke prilikom odlučivanja u uvjetima nesigurnosti može odlučiti za primjenu različitih kriterija odlučivanja. Prvi od tih kriterija je kriterij optimizma koji je poznatiji pod nazivom maximax kriterij. Značajka ovog kriterija je selekcija najboljih rješenja koja se dobivaju primjenom različitih strategija, te u drugom koraku odabir apsolutno najboljeg rješenja. Na primjeru izgradnje novog pogona unutar poduzeća, kao i na primjeru nabave automobilskih guma slikovito je prikazana njegova primjena. Može se zaključiti kako se maximax kriterij odlučivanja koristi u situacijama u kojima je donositelj odluke optimist ili u situacijama u kojima se ide na "sve ili ništa". Za razliku od kriterija optimizma, kriterij pesimizma se zasniva na selekciji najlošijih mogućih rezultata u prvom koraku, a nakon toga na odabiru najmanje lošeg rješenja. U praktičnom primjeru naručivanja automobilskih guma zaključuje se kako se najbolji rezultati ostvaruju minimalnom količinom nabave. Analiziran je i kriterij minimalnog žaljenja u kojemu donositelj odluka u prvom koraku izvodi izračun koliko bi iznosilo žaljenje za nekom odlukom, odnosno kolike bi bile posljedice za tvrtku ukoliko se odluči za pojedinu odluku. Nakon što se izvrši izračun dobije se matrica žaljenja u kojoj se vrši odabir one vrijednosti koja je najmanja po iznosu. Ta vrijednost predstavlja minimalno žaljenje. Tvrtka se na osnovu toga odlučuje za strategiju kojom se ostvaruje minimalno žaljenje. Iz primjera otvaranja novog pogona, te primjera nabave automobilskih guma može se zaključiti kako je donošenje odluka u uvjetima nesigurnosti jako važno za tvrtku. Nakon provedene analize grafički su prikazani rezultati, te je na osnovu usporedbe moguće dobiti kompletnu vizualizaciju konačnih rješenja kao posljedice primjene različitih kriterija odlučivanja. Glavna značajka ovakvog odlučivanja je nepoznavanje budućeg stanja tržišta pa su donositelji odluka suočeni s velikim izazovima.

LITERATURA

[1] Škrinjar, J.P., Abramović, B., Primjena teorije igara u prometu i logistici, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.

[2] Sikavica, P.,Hunjak,T.,Begičević Ređep, N., Hernaus,T.: Poslovno odlučivanje, Školska knjiga, Zagreb, 2014.

[3] Autorizirana predavanja iz kolegija Teorija logističkog odlučivanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.

[4] URL:http://www.ictbusiness.info/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

[5] URL:https://moodle.srce.hr/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

[6] URL:https://fmtu.lumens5plus.com/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

[7] URL:http://ef.sve-mo.ba/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

[8] Myerson, Roger B., Game Theory: Analysis of Conflict, Harvard University Press,1991.

[9] Brkić, L., Temeljni koncepti teorije igara u međunarodnoj ekonomiji, Politička misao, časopis za politologiju, 2003.

[10] Schwabe,I., Primjena zakonitosti igara sa savršenim informacijama pri donošenju strateških poslovnih odluka, Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2016.

[11] URL:https://elf.foi.hr/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

[12] URL: https://www.vulkal.hr/ [Pristupljeno: srpanj 2018.].

POPIS SLIKA

Slika 1.Prikaz stabla odlučivanja u prvom primjeru 15
Slika 2.Prikaz stabla odlučivanja u drugom primjeru, korak 1 16
Slika 3.Prikaz stabla odlučivanja u drugom primjeru, korak 2 17
Slika 4.Uspješnost skupine u odlučivanju obzirom na strukturu znanja 19
Slika 5.Model racionalnog odlučivanja s povratnim kontrolnim elementom.....20
Slika 6.Priroda problema i priroda odlučivanja na pojedinim razinama menadžmenta 21
Slika 7.Prikaz ulaska na transportno tržište 40
Slika 8.Prikaz ravnotežne putanje igre 41

POPIS TABLICA

Tabela 1. Troškovi kupovine i funkcioniranja štednjaka (utrošak energije) 12
Tabela 2. Predviđeni sati kuhanja i pripadajuća im vjerojatnost 12
Tabela 3. Tabela odlučivanja (u novčanim jedinicama) 13
Tabela 4. Donošenje odluka po kriteriju pesimizma 22
Tabela 5. Donošenje odluka pomoću kriterija optimizma 23
Tabela 6. Donošenje odluka pomoću kriterija minimalnog žaljenja 24
Tabela 7. Prikaz alternativa prilikom donošenja odluka 25
Tabela 8. Igra u normalnoj formi 31
Tabela 9. Bimatrična igra 31
Tabela 10. Isplate prvog igrača 32
Tabela 11. Isplate drugog igrača 32
Tabela 12. Prikaz kooperativne igre 34
Tabela 13. Igra dva lovca 35
Tabela 14. Prikaz igre zatvorenikova dvojba 38
Tabela 15. Kupovina novih vozila za prijevoz putnika 39
Tabela 16. Prikaz igre u normalnoj formi 41
Tabela 17. Dobit telekom operatera za različite razine promidžbe 42
Tabela 18. Prikaz akcija za koje se poduzeće odlučuje 44
Tabela 19. Dobiveni rezultati primjenom maximax kriterija 45
Tabela 20. Dobiveni rezultati primjenom maximin kriterija 46
Tabela 21. Dobiveni rezultati primjenom kriterija realizma 47
Tabela 22. Dobiveni rezultati primjenom kriterija minimalnog žaljenja 48
Tabela 23. Dobiveni rezultati primjenom Laplaceovog kriterija 49
Tabela 24. Prikaz zarade ovisno o naručenoj i prodanoj robi 51
Tabela 25. Prikaz rezultata primjenom maximax kriterija 52
Tabela 26. Prikaz rezultata primjenom maximin kriterija 53
Tabela 27. Prikaz rezultata primjenom kriterija realizma 54
Tabela 28. Prikaz matrice isplate s najvećim isplatama 55
Tabela 29. Matrica žaljenja 56
Tabela 30. Prikaz minimalnog žaljenja 57

Tabela 31. Matrica isplate.....58
Tabela 32. Prikaz rezultata primjenom Laplaceovog kriterija.....59

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1.Usporedba dobivenih rezultata primjenom različitih kriterija odlučivanja 50
Grafikon 2.Ostvareni profit tvrtke.....60
Grafikon 3.Naručena količina robe 60

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti u logističkim procesima**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 10.9.2018

Student/ica:
Zdravko Pažin
(potpis)