

# Stablo odlučivanja te primjena u ekonomiji

---

Perošević, Marino

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:145:731745>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-02-29**



Repository / Repozitorij:

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



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

Marino Perošević

# **STABLO ODLUČIVANJA TE PRIMJENA U EKONOMIJI**

Završni rad

Osijek, 2020.

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

Marino Perošević

## **STABLO ODLUČIVANJA TE PRIMJENA U EKONOMIJI**

Završni rad

Kolegij: Menadžersko odlučivanje

JMBAG: 0010224773

E-mail: Perhan496@gmail.com

Mentor: Doc. dr. sc. Martina Briš Alić

Osijek, 2020.

Josip Juraj Strossmayera University of Osijek  
Faculty of Economics in Osijek  
Bachelor Degree in Management

Marino Perošević


**THE DECISION TREE AND ITS APPLICATION IN ECONOMY**

Final paper

Osijek, 2020.

## IZJAVA

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

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

Ime i prezime studenta/studentice: Marino Perošević

JMBAG: 0010224773

OIB: 00987134994

e-mail za kontakt: perhan496@gmail.com

Naziv studija: Preddiplomski studij: smjer Menadžment

Naslov rada: Stablo odlučivanja te primjena u ekonomiji

Mentor/mentorica diplomskog rada: Doc.dr.sc. Martina Briš Alić

U Osijeku, 23. rujna 2020. godine

Potpis



## Sažetak

Rad se bavi stablom odlučivanja kao jednom od tehnika odlučivanja koju donositelji odluka imaju na raspolaganju. Primjena stabla odlučivanja je široka, a posebno je rasprostranjena i u ekonomiji. Kako bi se ta tehnika mogla upotrijebiti, moraju postojati određene pretpostavke i uvjeti. Prije svega, ona se primjenjuje u uvjetima neizvjesnosti i rizika. Podrazumijeva grafički prikaz mogućih alternativa kojima su pridružene vjerojatnosti i mogući ishodi. Prethodno tomu, potrebno je odraditi određene matematičke i statističke operacije. Rad je pokazao kako se različite tehnike odlučivanja u praksi često koriste i kombinirano. To je iz razloga što niti jedna tehnika nije savršena te posjeduje svoje prednosti, ali i nedostatke. Jedna od mogućih kombiniranih primjena je i primjena stabla odlučivanja zajedno sa tehnikom teorije igara. Teorija igara prvotno se koristi radi kreiranja matrice plaćanja ili matrice odlučivanja, a potom se koristi stablo odlučivanja kako bi se u proces odlučivanja uključilo i vremensku komponentu. I u slučaju kombinirane primjene potrebno je postojanje određenih pretpostavki. U teoriji igara igrači moraju naizmjenično, a ne istodobno vući poteze, kako bi stablo odlučivanja u odlučivanje moglo uključiti i vremensku komponentu. Donositelji odluka moraju raspolagati i određenim podacima i informacijama za koje je moguće izračunati ili procijeniti vjerojatnost nastanka, kao i moguće posljedice. To je pokazao i praktičan primjer u jednom sektoru štednje.

ključne riječi: tehnike odlučivanja, stablo odlučivanja, teorija igara, ekonomija, štednja

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Teorijski okvir i prošla istraživanja .....	3
2.1. Tehnike te metode odlučivanja .....	3
2.1.1. Tehnike odlučivanja u uvjetima sigurnosti i određenosti .....	3
2.1.2. Tehnike odlučivanja u uvjetima rizika.....	4
2.1.3. Tehnike odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti.....	5
2.2. Teorija igara.....	7
2.2.1. Vrste igara.....	8
2.2.2. Zatvorenikova dilema kao osnovni model.....	9
2.2.3. Drugi modeli .....	11
2.3. Stablo odlučivanja u ekonomiji .....	12
2.3.1. Ključni elementi u stablu odlučivanja.....	13
2.3.2. Pretpostavke.....	15
2.3.3. Prednosti i nedostaci .....	15
2.3.4. Faze u kreiranju stabla odlučivanja.....	16
3. Metodika istraživanja.....	18
4. Opis i rezultati istraživanja .....	19
5. Rasprava.....	22
6. Zaključak.....	26
Literatura.....	28
Popis tablica .....	30
Popis grafikona .....	30

## 1. Uvod

Različite tehnike odlučivanja imaju i različitu primjenu. Općenito gledajući, njihova primjena vrlo je široka i koriste se u različitim područjima, kao npr. u pravu, medicini, sociologiji, a posebno i u ekonomiji. Razlikuju se tehnike odlučivanja u uvjetima sigurnosti, rizika i neizvjesnosti i neodređenosti. Donositelji odluka često moraju odlučivati u uvjetima rizika i neizvjesnosti što implicira i veću vjerojatnost nastupanja štetnih posljedica, kao i veću složenost donošenja odluke.

Donošenje odluke složen je proces, a tehnike odlučivanja pomažu u izboru najboljeg rješenja i donošenju odluke. Jedna od široko rasprostranjenih tehnika odlučivanja koja svoju široku primjenu nalazi i u ekonomiji je i stablo odlučivanja. Riječ je o grafičkom rješenju koje prikazuje moguće opcije s pripadajućim vjerojatnostima i mogućim ishodima. Za korištenje te tehnike donositelji odluke trebaju imati određena matematička i statistička znanja budući da je podatke potrebno pripremiti i obraditi, što znači i izračunati određene pokazatelje.

Ima širok postupak planiranja i zamišljanja pretpostavljenih primjera i okvira. Stablo odlučivanja je organizirani plan pun perspektiva koje treba testirati tijekom predviđanja procesa, snažno su priznata te aktualiziraju očekivanja.

Daju izuzetno moćnu strukturu unutar koje možete istraživati alternative i potencijalne rezultate. Također pomažu u stvaranju poštene slike o opasnostima i nagradama povezanim sa svakom zamislivom strategijom. To ih čini posebno vrijednima za odabir između različitih tehnika.

Često se nameće potreba kombiniranja više različitih tehnika odlučivanja. Stablo odlučivanja tako je moguće kombinirati sa još jednom popularnom i široko rasprostranjenom metodom, a to je teorija igra. Trebaju postojati određene pretpostavke i uvjeti kako bi zajednička primjena tih tehnika bila uspješna.



Ovaj rad bavi se tehnikom stabla odlučivanja te primjenom u ekonomiji. Cilj rada je u teorijskom smislu analizirati karakteristike i mogućnosti primjene stabla odlučivanja, ali i teorije igara kao još jedne od tehnika odlučivanja. Jedan od ciljeva je i proučiti mogućnosti kombinirane primjene ove dvije tehnike, što će se učiniti na praktičnom primjeru. Struktura rada podijeljena je na šest osnovnih cjelina. Nakon ovog uvodnog dijela proučavaju se teorijska podloga i prethodna istraživanja vezana uz tehnike odlučivanja, a posebno stablo odlučivanja i teoriju igara. U trećoj se cjelini navodi metodologija rada, a u četvrtoj opis istraživanja i rezultati. U petoj cjelini iznosi se rasprava, a u šestoj zaključne točke ovoga rada.

## 2. Teorijski okvir i prošla istraživanja

### 2.1. Tehnike te metode odlučivanja

Donositelji odluka na raspolaganju imaju različite tehnike i metode koje im olakšavaju proces odlučivanja, ponajviše za vrednovanje mogućih rješenja i odabir najpovoljnijeg. One se mogu podijeliti na tehnike odlučivanja u uvjetima sigurnosti i određenosti, na tehnike odlučivanja u uvjetima rizika te na tehnike odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti.

Stablo odlučivanja je stablo slično dijagramu ili modelu izbora i njihovim potencijalnim rezultatima, uključujući rezultate slučajnih prilika, troškove imovine i korisnosti.

#### 2.1.1. Tehnike odlučivanja u uvjetima sigurnosti i određenosti

Ukoliko se sa sigurnošću može znati koje će situacije nastupiti, govori se o odlučivanju u uvjetima sigurnosti i određenosti. U današnje vrijeme u takvim okolnostima najčešće se koriste modeli i tehnike iz područja operacijskih istraživanja i linearnog i programiranja.

„Operacijska istraživanja su interdisciplinarna znanstvena grana primijenjene matematike, koja pomoću metoda matematičkog modeliranja, statistike i različitih algoritama postiže optimalno ili približno optimalno rješenje složenih problema. U praksi zahtijevaju timski rad i rješavanje problema koje se obavlja u više faza“ (Kulenović, Džanić i Hodžić, 2017:579).

Operacijska istraživanja počinju se razvijati prije početka Drugog svjetskog rata s ciljem rješavanja problema vojne prirode. S vremenom ta su se istraživanja proširila i na brojna druga područja, dok je naziv ostao isti. Kao jedna od metoda nastala je i metoda linearnog programiranja koja se danas naširoko koristi u različitim situacijama u kojima je potrebno donositi odluke.

Metode linearnog programiranja koriste se za probleme čije rješenje uključuje mnogo mogućih alternativa. U principu, riječ je o postizanju najbolji rezultata uz ograničene resurse. Te se metode koriste i za određivanje, odnosno traženje, minimalnih i maksimalnih vrijednosti uz određena ograničenja. Linearnim programiranjem se nastoje riješiti određeni problem uz ograničenja koja postaje.

Cilj koji se želi ostvariti označava se funkcijom koja je linearna, dok su i ograničenja, također, linearna te izražena linearnim ili ne linearnim jednadžbama. Općenito, vrijednosti i varijable koje se u ekonomiji razmatraju u principu su nelinearne, no, ukoliko su relativno blizu linearnih veličina moguće je koristiti metode linearnog programiranja.

Metode linearnog programiranja imaju široku primjenu te se koriste u proizvodnji, transportu, telekomunikacijama, energetici, itd.

### 2.1.2. Tehnike odlučivanja u uvjetima rizika

Mnoge odluke koje je u ekonomiji potrebno donijeti donose se u uvjetima određenog rizika. Za takve situacije na raspolaganju su različite metode. Osim stabla odlučivanja koje će biti obrađeno u zasebnom poglavlju, neke od najpoznatijih tehnika koje se koriste su Monte Carlo, očekivana vrijednost i tablica odlučivanja.

Rješavanje problema koji podrazumijeva generiranje velikog broja slučajnih brojeva kao i promatranje udjela tih brojeva, a koji u konačnici pokazuju željena svojstva poznato je kao Monte Carlo metoda. Ova metoda je računalni vjerojatnosti algoritam u kojem vrijednost funkcija gustoće određuje jednu ili više slučajnih varijabli i ima zadatak predvidjeti sve rezultate postupka na koji je primijenjen i vjerojatnosti njihovog nastanka. Zbog ovoga, Monte Carlo metoda izuzetno je korisna u procesu donošenja odluka o riziku (Crnjac Milić i Masle, 2013).

Monte Carlo tehnika simulira eksperiment kako bi se utvrdila vjerojatnost nekih svojstava skupa, ciljeva ili događaja, uporabom slučajnog izbora. Ova se tehnika koristi u predviđanju ponašanja potrošača, planiranju rokova, proizvodnji, itd. U principu, tehniku je moguće koristiti u svim situacijama u kojima je potrebno donijeti procjenu, prognozu ili odluku gdje postoji značajna neizvjesnost o kretanju vrijednosti nekih varijabli. U tom slučaju, nije dobro uzeti prosječnu vrijednost varijable, već neku slučajnu razdiobu (Zekić-Sušac, 2013).

Kada se provodi odlučivanje u uvjetima rizika pogodno je koristiti se sa više vrijednosti, a ne jednom kao što je to slučaj u uvjetima sigurnosti. Tim se vrijednostima potom pridružuju procijenjene vrijednosti za njihovo događanje. Dakle, utvrđuju se vrijednosti i pripadajuće vjerojatnosti, a nakon toga moguće je izračunati i određeni prosjek, odnosno sredinu. Upravo to čini metoda očekivane vrijednosti.

Dodjeljuje eksplicitne kvalitete svakom pitanju, načinu izbora i rezultatu. Korištenje financijskih kvaliteta čini troškove i prednosti izraženim. Ova metodologija prepoznaje važne načine izbora, smanjuje ranjivost, uklanja nesigurnost i objašnjava proračunske ishode različitih nacrti.

U trenutku kada autentični podaci nisu dostupni, koriste vjerojatnosti za uvjete kako bi se odluke održavale u kontekstu jedna s drugom radi jednostavnih korelacija.

„Tablica odlučivanja način je prikazivanja ishoda odluka različitih alternativa ovisno od različitih scenarija. Tako se za različite alternative i različite scenarije odnosno događaje mogu utvrditi ishodi izraženi u dobiti, troškovima i sl.“ (Sikavica, 1999:268). Ova se tehnika može promatrati i kao matrica odlučivanja gdje se dostupne informacije zapisuju u obliku matrice (tablice). Npr., svaki stupac predstavlja jedno od stanja koje može nastati, redak predstavlja moguće ishode, i sl.

### 2.1.3. Tehnike odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti

Odlučivanje u uvjetima neizvjesnosti odvija se onda kada donositelju odluke nije poznate stanje okruženja ili konkurencije, a ne postoji mogućnost da se dođe do pouzdanih i odgovarajućih informacija temeljem kojih bi se mogla procijeniti vjerojatnost nastupa određenih događaja. U teoriji odlučivanja takve situacije smatraju se vrlo složenima, tim više ukoliko neizvjesnost uključuje i neodređenost mogućih varijanti, rezultata nastupanja, stupanj uzročno-posljedičnih veza, itd.

„S obzirom da na ovakve situacije neizvjesnosti nije lako odrediti neki kriterij kojim bi se donositelji odluka koristili. Umjesto jednog kriterija došlo je stoga do razvoja više kriterija, koje je onda moguće koristiti adekvatno problemu o kojem treba donositi odluku. Tako postoje četiri osnovna kriterija odnosno tehnike za odlučivanje u takvim situacijama i to:

1. kriterij pesimizma (max/min),
2. kriterij optimizma (max/max)
3. kriterij odlučivanja
4. kriterij minimalnog žaljenja i
5. kriterij racionalnosti“ (Sikavica i dr., 1999:277).

Prema kriteriju pesimizma prvo se za svaku alternativu utvrđuje najlošiji rezultat, nakon čega se međutim tim najlošijim rezultatima odabire najbolje rješenje. Prema ovoj strategiji utvrđuje se najlošija opcija koja donosi minimalni profit i maksimalne troškove a koja se može dogoditi. Potom se odabire ona najbolje kod koje je maksimum kod profita i minimum kod troškova od tih najlošijih opcija.

Prema kriteriju optimizma odluka se donosi tako da se najprije za svaku alternativu utvrdi najbolje rješenje. Potom se u sljedećem koraku utvrđuje najbolje od najboljih rješenja. Dakle, odabire se rješenje najviše profita ili najmanjeg troška. Riječ je o optimističnoj strategiji koja predstavlja suprotnost prethodnoj strategiji. Strategija je riskantna pa se u praski najčešće koristi onda kada je donositelj odluke u očajnom ili optimističnom stanju.

Iz prethodne dvije strategije jasno je da bi valjalo imati i neko kompromisno rješenje između dvije krajnosti. To je moguće uraditi tako što se pesimističnom i optimističnom kriteriju dodjeljuju različita značenja, odnosno ponderi. „Normalno je poći od optimizma pa je stoga veličina značenja optimističnog kriterija prozvana 'koeficijent optimizma', koji može poprimiti svaku vrijednost od 0 do 1 da bi potom na pesimistični kriterij bila dodijeljena razlika do 1. Na toj osnovi moguće je izračunati ponderiranu aritmetičku sredinu ova dva kriterija, a što onda i predstavlja određeno kompromisno rješenje, ali u svakom slučaju bliže realnosti jer se polazi od pretpostavke da će izbor 'koeficijenta optimizma', odnosno njegove veličine, zavisiti u prvom redu od dobrog poznavanja situacije u sustavu i njegovu okruženju“ (Sikavica i dr., 1999:281).

Sukladno kriteriju minimalnog žaljenja žaljenje predstavlja izgubljenu priliku donositelja odluke, odnosno, ne ostvarivanje najboljeg rezultata. Na određen način žaljenje se vrednuje jer predstavlja razliku između rezultata koji se mogao ostvariti i stvarno ostvarenog rezultata.

Moguće je izraditi matricu žaljenja te primijeniti spomenuti kriterij pesimizma. Dakle, u tzv. matrici žaljenja utvrđuju se najlošiji rezultati. Nakon toga potrebno je između tih vrijednosti odabrati najbolji rezultat, tj. alternativu.

Moguće je donošenje odluke prema još jednom kriteriju, kriteriju realnosti. Taj se kriterij primjenjuje onda kada nema nikakvih razloga davati prednost nekom stanju u odnosu na drugo stanje. Tada je najbolje svim stanjima dodijeliti podjednaku vjerojatnost nastupa. Dakle, ovaj se kriterij koristi kada su svi ishodi podjednako vjerojatni.

Posebno važna tehnika odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti je teorija igara. S obzirom na veliku važnost koju će ta tehnika imati za ovaj rad, obradit će se zasebno u narednom poglavlju, nakon čega slijedi analiza stabla odlučivanja u teorijskom smislu.

## **2.2. Teorija igara**

Teorija igara je grana primijenjene matematike posvećena proučavanju sukoba i suradnji između inteligentnih i racionalnih donositelja odluka. Pruža opće tehnike matematičke analize situacija u kojoj dvoje ili više pojedinca donose takve odluke da utječu na međusobnu sreću. Pokazao je svoju primjenjivost u tumačenju mnogih situacija na područjima sociologije, prava i ekonomije. U ovom modelu modelirana strateška situacija je da uspjeh pojedine odluke ovisi o ostalim sudionicima (koji mogu biti npr. pojedinci, poduzeća, države). Analitički alati u društvenim znanostima, posebice kako bi se donositeljima odluka u praksi omogućilo dubinsko razumijevanje složenosti situacije. (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59).

Teorija igara korisna je u brojnim situacijama gdje ishodi odluke pojedinca ovise o odlukama drugih aktera. Kao i kod svakog drugog ekonomskog problema, i kod teorije igara potrebno je formalizirati model. Pretpostavke za ovaj model su (Pavlović, 2005:137):

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

Pravila igre uključuju poznavanje skupa informacija o cilju, ponašanju i strategijama drugih igrača.

U teoriji igara odlučivanje uključuje sve moguće kombinacije i različite strategije, tj. akcije koje igrači mogu poduzeti tijekom „igre“. Svrha ove tehnike je donošenje optimalnog rješenja u uvjetima neizvjesnosti.

Stoga, igrači ne smiju odstupati od pravila igre te se također trebaju racionalno ponašati. Također, moraju biti upoznati sa svim mogućnostima koje se mogu dogoditi, uzimajući u obzir sve moguće akcije, strategije i poteze.

### 2.2.1. Vrste igara

U teoriji igara postoje različite vrste „igre“. Jedna od najuobičajenijih podjela igre dijeli na kooperativne i nekooperativne. „Kooperativnim igrama igrači koordiniraju svoje strategije, sklapajući obvezujuće ugovore i dijele dobitak. Kod nekooperativnih igara ne postoji koordinacija u ponašanju igrača u toku igre. Ti igrači imaju suprotne interese i nastoje djelovati u svoju korist, a istovremeno na štetu protivnika pa je pozornost usmjerena na strateške izbore svakog igrača.

Pri takvim igrama polazi se od toga da čak i kad igrači međusobno komuniciraju, nisu mogući obvezujući ugovori. U ovoj vrsti igara polazi se od pretpostavke o nepostojanju sile koja bi provodila sankcije odnosno koja bi bila u stanju provesti dogovor“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:59).

Još jedna podjela igre u teoriji igara dijeli na dinamičke i statičke. Osim te vrste igara, razlikuju se i dinamičke i statičke igre. U dinamičkim igrama razlika između ekvilibrija kooperativne igre i ekvilibrija nekooperativne igre postaje manje jasna. U njima igrači povlače poteze ili biraju, odnosno mijenjaju strategije naizmjenice i u određenoj mjeri imaju saznanja o mogućim potezima protivnika. Kod statičkih igara igrači poteze, odnosno odluke ili strategije donose istodobno ne znajući koje su odluke donijeli drugi akteri (Brkić, 2002:79).

Postoje i igre istodobnih poteza te ponavljajuće igre. U igrama istodobnih poteza donesene odluke temelje se na predviđanju protivničkih strategija. Igrači ne posjeduju informacije o protivničkim mogućim potezima, odnosno, o tome koje korake protivnik poduzima. Umjesto toga, igrač svoju strategiju temelji isključivo na svom predviđanju i razmišljanju o tome što bi protivnik mogao poduzeti.

Teorija ponavljajućih igara prikazuje situaciju u kojoj igrači ulaze u strateško međudjelovanje koje se neprestano ponavlja.

Kako se igra ponavlja, igrači dolaze u mogućnost da poboljšaju svoju strategiju. Kad se nalaze u ponavljajućoj igri, igrači moraju uzeti u obzir ne samo svoj kratkoročni dobitak nego i dugoročnu isplativost.

Glavna premisa u tim igrama, igrači mogu zaprijetiti sankcijama kako bi smanjili svoju dugoročnu profitabilnost, sprečavajući tako protivnike da koriste svoju kratkoročnu dobit (Barković Bojanić i Ereš, 2013:65).

Još se razlikuju i cjelovite informativne igre i nepotpune informativne igre. U igri s cjelovitim informacijama potezi se poduzimaju na drugačije vrijeme ili slijed. To ujedno podrazumijeva da igrač koji je kasnije na potezu ima i više informacija o radnjama drugih igrača (potezima). Sukladno tomu, igrač i oblikuje svoju strategiju. Za razliku od igara s potpunom informacijom, u igrama s nepotpunom informacijom igrač nema saznanja o potezima drugog igrača sve dok se oni i ne dogode.

### 2.2.2. Zatvorenikova dilema kao osnovni model

Jedan od najpoznatijih primjera teorije igara je zatvorenikova dilema. „Koristi se najčešće prilikom objašnjavanja ponašanja dviju strana (osoba) u igrama u kojima je zbroj različit od nule (igre promjenjiva zbroja). Njime se pokušava pokazati paradoks da će traženje osobnog interesa rezultirati konačnim rezultatom koji nije naklonjen objema stranama, bez obzira o logici maksimiziranja vlastite dobiti navodi na odabir takva rezultata. Temeljni problem kojim se zatvorenikova dilema bavi napetost je između poticaja na suradnju i egoizma, jer jedna strana mora donijeti odluku (djelovati) bez spoznaje o načinu djelovanja ili odlukama druge strane. Postala je aktualna u doba hladnoga rata i pokušaja razvoja globalne nuklearne strategije“ (<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66955>).

Zatvorenikova dilema najčešće se objašnjava pričom o dvojici kriminalaca, optuženih za isti zločin. Obje su osobe optužene za pljačku i nalazu se u zatvoru. Imaju dvije opcije, a to je priznati ili ne priznati zločin. Pretpostavka je da osobe nemaju saznanja o potezima druge strane.



Izbor se svodi na suradnju i ne suradnju. Ukoliko igrači surađuju, oni neće priznati zločin. Ne suradnja podrazumijeva priznavanje zločina.

„Policija privodi dvojicu osumnjičenika koje se tereti za isti zločin, nezavisno ih ispituje te od njih traži priznanje. Ako obojica zatvorenika priznaju, svaki će zatvorenik dobiti tromjesečnu kaznu. Ako ni jedan zatvorenik ne prizna, svaki će biti osuđen na mjesec dana zatvora. Ako jedan prizna zločin, a drugi ne, onda onaj zatvorenik koji prizna odlazi slobodan dok drugi dobiva jednogodišnju kaznu. Svaki zatvorenik je suočen s dvojbom priznati li ili ne priznati zločin“ (Keček, 2013:80).

S obzirom na različite moguće ishode i akcije, postavlja se pitanje koji je najbolji potez, odnosno, koju strategiju odabrati. Ponašajući se racionalno, jasno je, oba okrivljenika žele u zatvoru provesti što manje vremena. Ukoliko prvi zatvorenik prizna zločin, a drugi ne, potonji dobiva godinu dana zatvora. Ukoliko drugi zatvorenik prizna zločin, isto kao i prvi, obojica dobivaju po tri mjeseca zatvora. Drugom zatvoreniku u tom slučaju je stoga najbolje priznati zločin.

Ukoliko obojica zatvorenika ne priznaju zločin, zbog nedostatka dokaza dobivaju samo jednomjesečnu kaznu zatvora. Ukoliko prvi zatvorenik ne prizna zločin, a drugi da, prvi dobiva kaznu zatvora od jedne godine, stoga je drugom zatvoreniku opet najbolje priznati zločin. Priznanje obojice ravnotežna je točka u kojoj oboje dobivaju po tri mjeseca zatvora. Rješenje igre stoga je ravnotežna točka, međutim, to rješenje nije najbolje za oba zatvorenika jer su obojica mogla dobiti po jedan mjesec zatvora (u slučaju da ne bi priznali zločin). Kako bi to bilo moguće, zatvorenici bi se trebali ponašati iracionalno.

„Primamljivo je misliti da se taj problem javlja samo iz razloga što su zatvorenici onemogućeni komunicirati jedni s drugima. Ako bi se našli po dogovoru, brzo bi zaključili da bi najbolji rezultat bio postignut da oboje to nisu priznali. Ipak, komunikacija nije jedini ključni element potreba za rješavanje zatvorenikove dileme. Svaki se zatvorenik mora suočiti sa činjenicom da postoji mogućnost da se drugi zatvorenik ne drži dogovora“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:67).

Zatvorenici se mogu dogovoriti kako neće priznati, no, ukoliko su motivirani dobitkom, svako od njih priznat će zločin kada dođe vrijeme donošenja odluka.

Kako bi se takav ishod izbjegao, potreban je mehanizam koji omogućuje zajedničko donošenje odluke na način da osigura da obojica zatvorenika ne priznaju. To je mehanizam tzv. obvezujućeg ugovora.

Ipak, u stvarnoj životnoj situaciji nema jamstva da će obojica igrači odabrati istu odluku (neki se partneri odlučuju na izdaju).

### 2.2.3. Drugi modeli

Osim zatvorenikove dileme, postoje i drugi modeli u teoriji igara. Najpoznatije igre, odnosno modeli, uključuju lov na jelena, sukob spolova i igru kukavice. Lov na jelena najčešće se opisuje pričom o lovcima u kojoj se lovci mogu udružiti da ulove jelena ili odlučiti da svatko od njih samostalno lovi zeca.

Ukoliko lovci ostanu na svojoj poziciji, zec će se kad-tad pojaviti i lovci će ga uloviti. No, ukoliko pored lovca protrči zec, lovac može biti u iskušenju da napusti svoju poziciju. Zec je manja, ali sigurna lovina neovisno o tome što čini drugi lovac.

S druge strane, jelen je sigurna lovina jedino ukoliko se oba lovca ne pomaknu sa svojih pozicija. Pitanje je koje je racionalno ponašanje u trenutku kada protrči zec.

„Jasno, kada bi svaki lovac bio siguran da ni jedan drugi neće krenuti za zecom, više bi mu se isplatilo ostati na svom položaju, međutim, budući da nije siguran hoće li drugi održati svoj dio dogovora, možda mu je bolje krenuti za zecom. Svakome se igraču najviše isplati da (1) surađuje i on i drugi, zatim da (2) on vara a drugi surađuje, zatim da (3) varaju i jedan i drugi, a najgora opcija mu je da (4) on surađuje a drugi vara. Model lova na jelena obuhvaća sve one situacije u kojima će svakome biti najbolje ako svi budu surađivali. Oba igrača moraju uskladiti strategije kako bi došli do ekvilibrijske točke“ (Barković Bojanić i Ereš, 2013:63).

Posebna varijanta igre uvjeravanja jeste bitka spolova. U njoj su interesi igrača djelomično podudarni, ali djelomično suprotstavljeni (Pavlović, 2014:40). Supružnici se ne mogu dogovoriti gdje će se naći. Primjerice, muškarac želi susret na sportskom događaju, a žena na baletu. Nemaju mogućnost kontakta. Iako imaju različite interese, oboje bi radije prisustvovali nekom događaju zajedno nego bili odvojeni.

Smatra se da je u tom slučaju najbolje „bacati novčić“, odnosno, nasumično odlučiti gdje će se naći. Moguća su i neka druga rješenja, npr. da naizmjenično odlučuju gdje će se svakog puta susretati.

U igri kukavice jedan igrač dobiva ono što drugi izgubi. „Model igre kukavice prikazuje situaciju u kojoj se dvoje mladića u punoj brzini povezuju, onaj koji se ne bi prvi okrenuo, dokazao bi svoju hrabrost, a drugi bi ispao kukavica.. Dakle, redoslijed je isplativosti takav da se svakom igraču najviše vrijedi da (1) on nastavi, a ostali skrenu, time on preživi i dokaže svoju hrabrost, a drugi ispadne kukavice, zatim da (2) obojica skrenu, time niti jedan nije dokazao svoju hrabrost ali su obojica preživjeli, zatim (3) da on skrene a da drugi produži, time je ispao kukavica ali je barem preživio, te na koncu najgora opcija da (4) obojica produže jer time obojica pogibaju (Barković Bojanić i Ereš, 2013:64)“. Ovaj model igre važan je za razumijevanje sukoba. U sva tri spomenuta modela u ovom potpoglavlju, kao uostalom i kod zatvorenikove dileme, vidljiv je problem koordinacije među igračima.

### **2.3. Stablo odlučivanja u ekonomiji**

Stablo odlučivanja jedna je od tehnika odlučivanja koja se koristi u uvjetima neizvjesnosti i rizika. Ta tehnika zapravo u sebi sadrži i neke druge tehnike o kojima je bilo govora. Npr., stablo odlučivanja zasniva se na pretpostavki da određena situacija može rezultirati određenim brojem ishoda, kojima se može pripisati i određena vjerojatnost.

Također, stablo odlučivanja je vrlo popularna grupa algoritama koji se često koriste u korist računalnih problema. Kod ovih algoritama se veza između karakteristika i izlaza modeliraju pomoću stabla. Sama struktura ime je dobila po tome što liči na preokrenuto stablo. Kao što stablo polazi od korijena, pa se grana na pojedine grane te završava listovima tako i stablo odlučivanja pomoću grana predstavlja pravce odlučivanja, a krajnji rezultat predstavlja listove.

Odluke koje donosimo ukazuju na potencijalne izlaze, odnosno posljedice odluke. Kad se donese konačna odluka završava listom. Dubina stabla definira se brojem nivoa što ne uključuje korijen.

„Procjene vjerojatnosti ovise o istraživanju i iskustvu, te točnosti i ažurnosti pretpostavki na kojima su zasnovane. Kvantifikacija očekivanja omogućuje uočavanje točaka odlučivanja; nastupe šansi i vjerojatnosti povezane s različitim pravcima odlučivanja, što rezultira većom akcijskom osposobljenošću donositelja odluke, te djelomičnom kontrolom rizika“ (Pfeifer, 2006:63).

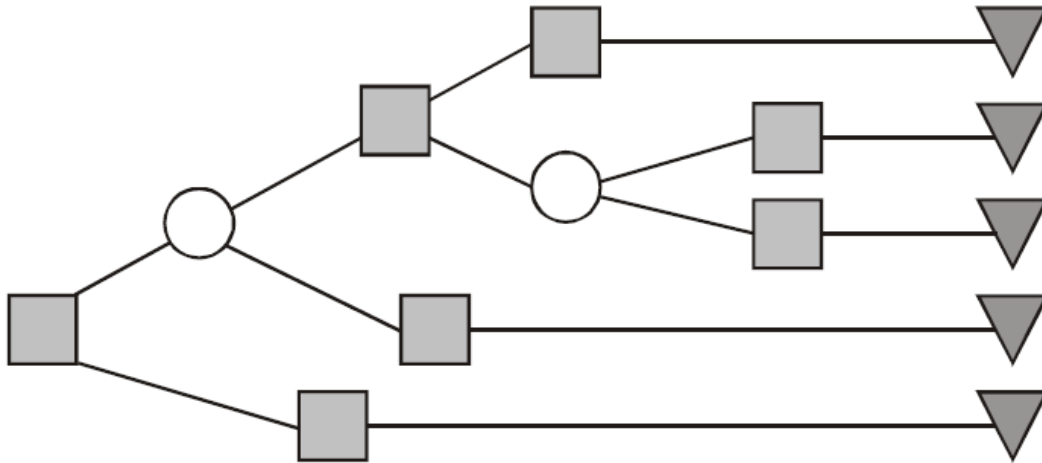
Stablo odlučivanja „koristi se za rješavanje složenih problema financija, marketinga, uvođenja novih proizvoda i sl. Temelji se na četiri osnovne varijable:

1. kostur stabla odlučivanja koji prikazuje pomoću grafa strategije, moguće posljedice svake strategije i identificirano stanje;
2. vjerojatnost različitih posljedica izabrane strategije;
3. uvjetnu vrijednost (troškove) pripadajuće posljedice;
4. očekivanu vrijednost za pripadajuće plaćanje ili troškove“ (Čičin-Šain, 2006:86).

Stablo odlučivanja može se promatrati i kao grafički prikaz tablice odlučivanja, odnosno, matrice plaćanja. Čovjek je vizualno biće, stoga je slikoviti model često i lakše razumjeti. Još jedna od prednosti ove tehnike je i prikladnost i laka primjenjivost u situacijama gdje je potrebno donijeti niz odluka. Stablo odlučivanja sastoji se od različitih elemenata.

### 2.3.1. Ključni elementi u stablu odlučivanja

Graf stabla odlučivanja sadrži znakove i linije. Od tzv. čvora odluke kreću mogući izbori. Čvor stanja predstavlja moguća stanja, a čvor posljedica predstavlja obavezni završetak svakog utvrđenog puta i grana. Grana pak predstavlja jedan od mogućih izbora u procesu izboru. Svaka grana počinje i završava čvorom, dok posljednja grana završava čvorom posljedica. To je prikazano na narednom grafikonu.



Grafikon 1. Stablo odlučivanja

Izvor: Čičin-Šain, 2006:86

Sa prethodnog grafikona jasno je da se stablo odlučivanja sastoji od različitih elemenata. U principu, svako stablo sadrži elemente prikazane na slici, no, razlikuju se „količine“, odnosno ponavljanja određenih elementa.

Sa grafikona 1 moguće je identificirati:

- kvadrate – prikazuju čvor odluke koji u predstavlja trenutak odlučivanja kada je potrebno donijeti određenu odluku, tj. odabrati između različitih opcija. Iz njega izlaze grane, odnosno, opcije koje je moguće odabrati. Moguće je imati i više čvorova odlučivanja.
- krugovi – predstavljaju čvorove mogućih posljedica i pokazuje moguće ishode svake od mogućnosti.
- trokuti – predstavljaju završne čvorove i kraj određene alternative.
- linije – predstavljaju okolnosti odlučivanja.

To su ujedno i osnovni elementi stabla odlučivanja, no postoje i drugi koji će se lakše razumjeti na praktičnim primjerima. Kako bi se tehnika stabla odlučivanja mogla uspješno primijeniti, moraju biti zadovoljene određene pretpostavke.

### 2.3.2. Pretpostavke

Pretpostavke za uspješnu uporabu tehnike su

(<http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mdarabos/4Stablo%20odlu%C4%8Divanja.pdf>):

1. Donositelj odluke ima na raspolaganju većinu relevantnih verzija odluke.
2. Moguće posljedice verzije odluke mogu se na neki način kvantificirati.
3. Pri odabiru se uzimaju u obzir samo ona obilježja mjerljivih verzija odluke.
4. Stablo odluke može se analizirati ako postoje subjektivne vjerojatnosti neizvjesnih događaja.

Kao i svaka tehnika odlučivanja i stablo odlučivanja posjeduje svoje prednosti i nedostatke. O tome se govori u nastavku.

### 2.3.3. Prednosti i nedostaci

O prednostima je već bilo ponešto govora. Osim već spomenutih prednosti, neke od prednosti uključuju (Zekić-Sušac, 2017):

- mogućnost rada i s kategorijalnim i kontinuiranim ulaznim vrijednostima,
- mogućnost kombinacije sa drugim metodama za potporu odlučivanju,
- cjeloviti prikaz svih mogućih alternativni, i sl.

„U pozitivne karakteristike metode stabla odlučivanja ubraja se i mogućnost rada s nedostajućim vrijednostima, koje se promatraju kao dodatna kategorija vrijednosti značajke. Kod upotrebe drugih metoda raspoznavanja uzoraka (regresije ili neuronskih mreža) nije moguće direktno koristiti nedostajuće vrijednosti pa se redak u kojem se one pojavljuju u bilo kojoj značajki odbacuje. Zbog postojanja dodatnog nivoa (vrijednosti) ulazne značajke, povećava se broj mogućih podjela pa je potrebna dodatna korekcija vrijednosti testova“ (<http://www.skladistenje.com/stabla-odlucivanja/>).

Nedostaci proizlaze i iz potrebe postojanja određenih pretpostavki. Osim toga, neki od nedostataka su i (<http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mdarabos/4-Stablo%20odlu%C4%8Divanja.pdf>):

- „Dobro stablo odlučivanja ne može 'podnijeti' preveliki broj inačica, niti preveliki broj nesigurnih događaja.
- Što je vremensko obzorje udaljenije, analiza je teža.
- Potrebna je konzistencija u dodjeljivanju subjektivnih vjerojatnosti nesigurnim događajima.“

I male promjene u podacima mogu prouzrokovati velike promjene u strukturi.

U principu, ukoliko dođe do promjena potrebno je izgraditi novo stablo, što je nedostatak u slučaju da je riječ o složenijoj inačici stabla. S obzirom na moguću veliku složenost, kreatori stabala i donositelji odluka moraju imati određena specifična znanja, sposobnosti i vještine, poglavito iz područja statistike i analize (osim, dakako, menadžerskih sposobnosti).

#### 2.3.4. Faze u kreiranju stabla odlučivanja

Postoje različite faze u kreiranju stabla odlučivanja (Zekić-Sušac, 2017):

- priprema podataka,
- izbor algoritma i parametara,
- generiranje grafičkog stabla odlučivanja i numeričke strukture stabla,
- tumačenje rezultata,
- primjena.

Prvo je potrebno pripremiti podatke nad kojima će biti provedena klasifikacija. To obično uključuje razvrstavanje podataka u tablicu čiji stupci sadrže vrijednosti određenog atributa. Tu je zapravo riječ o tzv. tablici, tj. matrici odlučivanja, ili npr. matrici mogućih ishoda kao kod teorije igara.

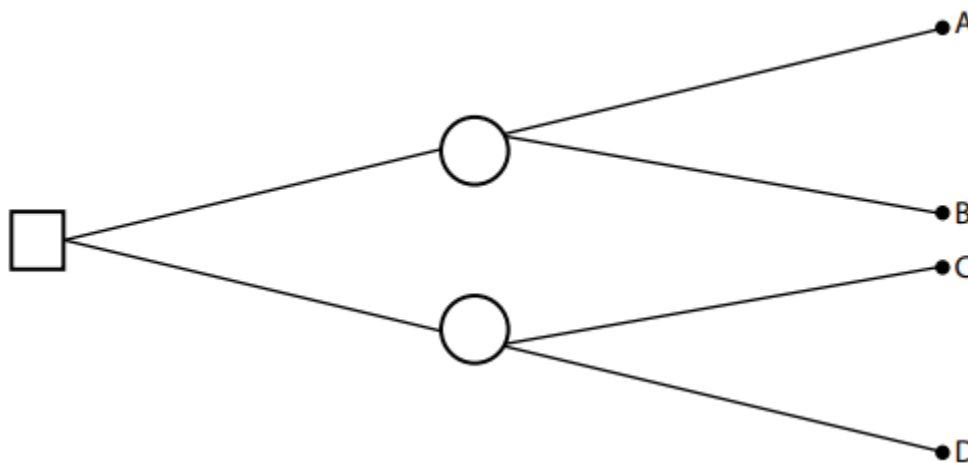
Slijedi izbor algoritama i parametara stabla što uključuje i dodjeljivanje vjerojatnosti svim stanjima. Između ostaloga, „svim čvorovima odluka, čvorovima posljedica, granama alternativnih akcija i granama posljedičnih stanja, i to u kronološkom redosljedu pridružuju se: – vjerojatnosti pojave pojedine posljedice“

[https://elf.foi.hr/pluginfile.php/27941/mod\\_resource/content/0/05\\_Odlucivanje\\_uvjetima\\_nesig\\_rizika.pdf](https://elf.foi.hr/pluginfile.php/27941/mod_resource/content/0/05_Odlucivanje_uvjetima_nesig_rizika.pdf).

Slijedi samo generiranje stabla nakon čega se analiziraju i tumače rezultati. To uključuje analizu korisnosti ili preferencija temeljem kojih se dolazi do izbora optimalne akcije. Izbor optimalne akcije najčešće se provodi temeljem kriterija očekivane korisnosti.

Ukoliko donositelj odluka ne raspolaže sa podacima o vjerojatnostima, on može koristiti druge tehnike odlučivanja u uvjetima neizvjesnost sukladno kojima je moguće donijeti odluku (kriterij pesimizma, optimizma, odlučivanja, minimalnog žaljena, racionalnosti...).

Stablo odlučivanja može prikazivati i rezultate teorije igre. U tom se slučaju, ovisno o izabranoj strategiji (akciji, odluci, potezu) sekvencijalno navode isplate za svaku izabranu strategiju. To je često i preglednije. Grafikon 2 prikazuje igre na bazi stabla odlučivanja (Kapor, 2017:264).



Grafikon 2. Igre na bazi stabla odlučivanja

Izvor: Kapor, 2017:264

Teoriju igara moguće je prikazati stablom odlučivanja onda kada igrači akcije odabiru sekvencijalno (na poteze), a ne odjednom.



U svim opisanim koracima potporu pruža suvremena tehnologija. Nju treba promatrati kao alat kojim ipak upravljaju ljudi, što znači da ljudski faktor nikako ne smije biti zanemaren. Kada se odluka donese, istu je potrebno i provesti, tj. primijeniti.

### **3. Metodika istraživanja**

Pri izradi ovog rada korištene su različite metode. Ističu se deskriptivna, kojom su opisivane određene tehnike odlučivanja i sam proces odlučivanja; komparativna, kojom su uspoređivane različite tehnike odlučivanja; kompilacijska, kojom su različiti izvori kombinirani u jednu cjelinu te induktivna koja je korištena sa svrhom zaključivanja, od pojedinačnih i individualnih stanja i činjenica ka općem zaključku.

Cilj istraživanja je analizirati mogućnosti kombinirane upotrebe dvije različite tehnike odlučivanja: teorije igara i stabla odlučivanja. To je učinjeno uvidom u teorijski pregled te analizom praktičnog primjera u jednom od sektora gospodarstva. Odabran je sektor štednje za starost. Starost je neizbježna, a u njoj su izvori prihoda ograničeni. Mirovine iz obvezne mirovinske štednje često su vrlo malene, stoga se štednjom za starost mogu osigurati dodatni prihodi.

Deskriptivnom metodom opisane su mogućnosti koje su mlađoj i starijoj generaciji na raspolaganju. Štednja za starost, kako bi bila dovoljno izdašna, treba započeti još u mlađim danima. Ona nije obvezna, stoga građani na dobrovoljnoj bazi, ali i sukladno svojim mogućnostima, štede za starost. Kompilacijskom metodom potom su uspoređene različite mogućnosti po pitanju štednje. Opcije su štedjeti i ne štedjeti. Ovisno o izabranom opciji, postoje posljedice za mlađu i za stariju generaciju. Induktivnom metodom analizirani su ishodi pojedinačnih mogućnosti, ne bi li se potom donio neki opći zaključak.

## 4. Opis i rezultati istraživanja

U ovom poglavlju istražit će se mogućnost kombinirane primjene teorije igara i stabla odlučivanja u jednom sektoru ekonomiju. Kao što je poznato, primjena ovih tehnika u ekonomskom je području vrlo široka i uključuje donošenje svih odluka koje se donose u uvjetima nesigurnosti i rizika. Naravno, prethodno trebaju biti poznati određeni podaci i informacije.

Mogu biti računski skupi za pripremu. Na svakom čvorištu mora se urediti svako polje razdvajanja prije nego što se nađe njegovo najbolje polje za dijeljenje. U određenim proračunima koriste se mješavine polja i mora se izvršiti upit za idealna konsolidacijska opterećenja. Izračuni skraćivanja mogu također biti skupi jer se moraju oblikovati i gledati brojna pod stabla koja dolaze.

Istraživanje promatra primjenu tehnika u sektoru štednje. Promatra se tzv. međugeneracijski konflikt oko štednje. Štednja za starost i mirovinu veoma je zanimljiv, ali i vremenski zahtjevan primjer. Generalno se svi slažu da je štednja za starost i mirovinu dobra, no, manji broj ljudi to zaista i radi. Jedan dio razloga odnosi se na to što pojedinci smatraju da država neće dopustiti ekstremno siromaštvo pojedinca tako da postoje dobre šanse kako osobna štednja za starost i mirovinu nije nužna. Međutim, mladi i stariji nalaze su u različitim pozicijama.

Kako bi se formulirala teorija igara, razmotrit će se dvije strategije za stariju generaciju: štedjeti ili rasipati. Slično tomu, mlađa generacija ima dvije strategije: pomagati starije ili štedjeti za vlastitu starost i mirovinu (voditi računa samo o sebi) (Kapor, 2017:279). Temeljem tih strategija i informacija, te matematičkih i statističkih operacija, moguće je kreirati matricu prikazanu u tablici.

Tablica 1. Međugeneracijski konflikt oko štednje – matrica isplate

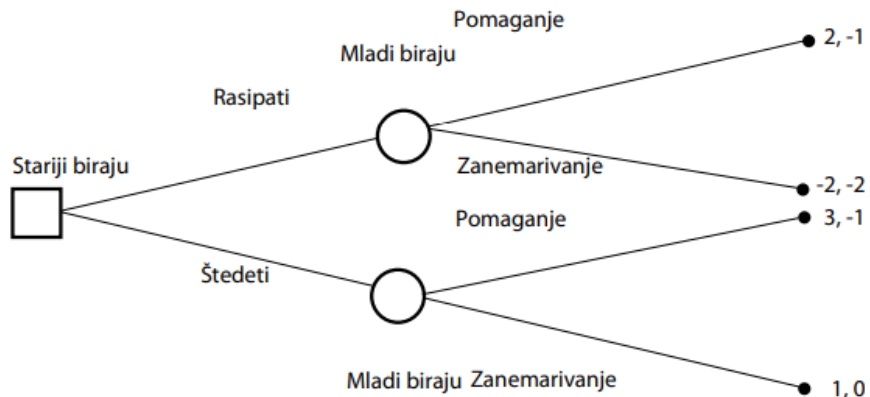
		Mlađa generacija	
		Pomagati starije	Štedjeti za vlastitu starost i mirovinu
Starija generacija	Štedjeti	(3, -1)	(1, 0)
	Rasipati	(2, -1)	(-2, -2)

Izvor: Kapor, 2017:279

Brojevi u matrici predstavljaju razinu korisnosti. Ukoliko starija generacija štedi a mlađa ih pomaže, starija generacija ostvaruje najveću razinu korisnosti od 3, a mlađa generacija ostvaruje negativnu korisnost od -1. U slučaju da stariji ne štede, već rasipaju, dok ih mladi pomažu, starija generacija ostvaruje korisnost od 2, dok mlađa također završava s korisnošću od -1. Ukoliko starija generacija štedi a lađa ih ne pomaže, već štedi za vlastitu starost i mirovinu starija generacija imat će korisnost od 1, a mlađa će biti na 0. U posljednjem slučaju ukoliko starija generacija rasipa a mladi ih ne pomažu, odnosno, vode računa samo o sebi, svaka strana završava sa korisnošću od -2. To je iz razloga što će se starija generacija naći u problemima, dok će mladi, na ovaj ili onaj način, svejedno morati voditi računa o starijima.

Postavlja se pitanja koja je točka ravnoteže, odnosno, koju strategiju odabrati. Zapravo, postoje dvije točne ravnoteže. Ukoliko se stariji odluče za štednju, mlađi optimalno trebaju izabrati vođenje računa samo o sebi. U suprotnom, ukoliko stariji rasipaju, za mlađe je optimalno da ih pomažu. U tom slučaju, budući da će ih mladi pomagati, za starije je optimalno da rasipaju. To je jedna od vrsta analize teorije igara, međutim, ona ignorira vremenski slijed odvijanja igre.

Naime, u ovoj igri stariji vuku prvi potez, stoga je moguće konstruirati stablo odlučivanja za opisanu situaciju (grafikon 3).



Grafikon 3. Stablo odlučivanja međugeneracijskog konflikta oko štednje

Kapor, 2017:280

Stablo odlučivanja daje kompletniju sliku o problemu. Ukoliko stariji odaberu štednju, mlađi će odabrati da ih zanemaruju. Stariji tako završavaju sa korisnošću od 1. Ukoliko stariji rasipaju, znajući da mlađi neće moći dozvoliti ekstremno siromaštvo starijih (npr. gladovanje), završavaju sa korisnošću od 3. Prema tome, najbolje rješenje za starije je da rasipaju znajući da će im mlađi poslije pomoći, stoga je ravnoteža ove igre: rasipati i pomagati.

## 5. Rasprava

U mnogim poduzećima i situacijama poslovne odluke donose se bez nekog posebnog procesa ili postupka odlučivanja. Nažalost, mnogi nisu niti svjesni važnosti procesa poslovnog odlučivanja pa tako niti svih mogućnosti koje su na raspolaganju prije nego što se neka odluka donese, a i nakon toga, kada ju je potrebno u praksi i provesti. Veći izbor metoda može biti prednost, no ponekad i nedostatak jer među njima treba izabrati onu koja najviše odgovara problemu koji se poslovnim odlučivanjem nastoji riješiti.

Stablo odlučivanja putokaz je potencijalnih rezultata napredovanja povezanih odluka. Omogućuje pojedincu ili udruzi da međusobno mjere potencijalne aktivnosti ovisno o njihovim troškovima, vjerojatnostima i prednostima. Kako i sam naziv kaže, koristi model izbora poput stabla. Mogu se koristiti ili za vođenje neobaveznog razgovora ili za ocrtavanje izračuna koji numerički predviđa najidealniju odluku. Stablo izbora obično započinje s osamljenim čvorištem, koje se grana u potencijalne rezultate. Svaki od tih rezultata potiče dodatna čvorišta koja se granaju na različite odluke.

Iz navedenog primjera može se zaključiti kako u praksi u procesu odlučivanja često treba koristiti više različitih metoda, ne bi li se dobio potpuniji uvid u situaciju. Jedna metoda tako može upućivati da treba donijeti jednu odluku, a druga drugu. Neke metode komplementarne su i jedna drugu nadopunjavaju, baš kao što je to slučaj i sa stablom odlučivanja i teorijom igara. Naravno, prvo trebaju biti zadovoljene određene pretpostavke kako bi njihova kombinirana uporaba bila moguća, ali i uspješna.

Ukoliko je problem koji se nastoji riješiti poseban i složen, odabiru metode poslovnog odlučivanja potrebno je posvetiti još veću pažnju. Stablo odlučivanja i teorija igara jedne su od najčešće korištenih metoda u poslovnom odlučivanju, no to nikako ne znači da ih treba primijeniti u svim situacijama jer te metode posjeduju određene specifičnosti.

Prvi problem s kojim se suočavamo kod kreiranja stabla odlučivanja je odluka o tome na osnovu koje karakteristike ćemo vršiti podjelu. U našem slučaju to se može napraviti na osnovu bilo koje karakteristike, ali neće sve podjele dovesti do istog rezultata. Generalno se podjele vrše tako da u dijelovima u kojima nastaju ostanu primjeri samo jedne klase. Stupnjevi do kojeg se podskup sastoji samo od primjeraka jedne klase naziva se čistoća, dok se za podskup koji je sastavljen isključivo od primjeraka jedne klase kaže da je čist.

Stablo odlučivanja grafička je metoda dok je teorija igara iskazana obično u obliku tablice ili matrice. Kako bi se te dvije metode mogle koristiti usporedno i zajedno, važna je vremenska determiniranost odluka, tj. problema koji se želi riješiti. Stablo odlučivanja prikladno je za rješavanje tzv. sekvencijalnih teorija igara koje se igraju na poteze i gdje jedna strana „vuče“ prvi potez. To zapravo znači da strana koja nastupa prva postiže određenu prednost, što pak znači da se smanjuje ukupan broj mogućnosti jer je poznato koji igrač „nastupa“ prvi.

Vremenski aspekt odlučivanja i općenito računanje vremenske komponente u procesu odlučivanja često je zanemaren, iako je pokazano da je značaj toga velik. No, treba reći kako ponekad nije poznato tko će napraviti prvi potez jer je situacija takva da se „protivnika“ ili konkurenciju čeka da prvi povuče potez. Tu je riječ o tzv. statusu quo, no postoje i situacije gdje igrač koji odigra prvi ulazi u lošiju poziciju. Odlučivanje stoga nije samo matematički i statistički proces, već u određenim situacijama gdje su uključene različite igre i proces nadmudrivanja. Upravo zato je važno tko odlučivanje provodi i tko u poduzeću donosi odluke. To također pokazuje da metode poslovnog odlučivanja, kao i tehnologija koja podupire taj proces, same po sebi nisu dovoljne.

Sve tehnike odlučivanja pa tako i stablo odlučivanja i teorija igara imaju svoje prednosti i nedostatke. Općenito, kako bi se stablo odlučivanja moglo primijeniti trebaju biti zadovoljene pretpostavke kao što su kvantificiranje ishoda, raspolaganje različitim alternativama, dodjeljivanje vjerojatnosti, itd. Donositelji odluke često sami računaju potrebne determinante, no one su jako osjetljive i mogućnost pogreške nije zanemariva. Dovoljna je samo mala promjena u jednoj od varijabli da konačni ishod bude potpuno drugačiji, pa tako i odluka koja se donosi te njene posljedice na poduzeće i okolinu.

Osim toga, donositelji odluke mogu biti i u zabludi te napraviti pogrešne procjene, pogotovo kada je riječ o subjektivnim vjerojatnostima i konačnim posljedicama. Poseban problem predstavlja inzistiranje na poslovnoj odluci koja ne rezultira očekivanim, odnosno, ne rješava problem. Donositeljima poslovnih odluka često je problem priznati da su koristili pogrešnu metodu poslovnog odlučivanja. Osim toga, moguće je i da oni toga zaista nisu svjesni.

Upravo se i iz navedenih razloga u nekim situacijama u procesu odlučivanja kombiniraju različite tehnike odlučivanja. U praksi često postoji više različitih dobrih rješenja, pa čak i više optimalnih. To znači da je manja mogućnost da se odabere pogrešno rješenje, ono koje rezultira negativnim posljedicama.

Ipak, ta mogućnost i dalje postoji, stoga je proces poslovnog odlučivanja i odabira metode i dalje od velike važnosti. Kombinirana upotreba različitih metoda, pa tako i teorije igara i stabla odlučivanja, i dalje nije jamstvo uspjeha.

Ponekad donositelji odluka neće raspolagati svim potrebnim podacima i informacijama, pa ni znanjima ni sposobnostima za korištenje neke od tehnika odlučivanja, kao što je spomenuta teorija igara i stablo odlučivanja, a posebno, njihova kombinirana upotreba. U takvim situacijama donositelji odluka ne trebaju se „slijepo“ držati tih tehnika jer na raspolaganju su im i brojne druge tehnike koje su prikladnije situaciji. Zato se donositelji odluka nikada ne bi trebali pretjerano fokusirati isključivo na jednu ili dvije tehnike odlučivanja. To je također problem jer su mnogi donositelji odluka obučeni za primjenu samo jedne ili manjeg broja metoda poslovnog odlučivanja koje primjenjuju u svim poslovnim situacijama.

Pod pretpostavkom da je odabran najbolji izbor i da u procesu računanja i odlučivanja nije došlo ni do jedne greške, ostaje još jedna jednako važna stvar za odraditi. To je provođenje odluke na planiran i dosljedan način. Ukoliko se odluka ne provode kako je planirano, sav napor u računanju i odabiru najboljeg rješenja je uzaludan. Cilj poslovnog odlučivanja nije samo odabrati najprikladniju metodu ili metode za rješavanje problema, već je jednako važno optimalno rješenje u praksi dosljedno provesti. U poslovnoj praksi često se događa da se zbog pritiska odluke provode brzo i neplanski.

Donositelji odluka često stavljaju prevelik naglasak na samo donošenje odluke. Odluke se ponekad donose samo da bi se donijele, a ne da bi se riješio neki problem. U onim drugim slučajevima kada odluka problem i može riješiti, zna se dogoditi da menadžeri ne osiguraju ispravno provođenje odluke. U procesu provođenja odluka mogu sudjelovati i zaposlenici koji su niže u hijerarhiji, stoga je donošenje odluka teže kontrolirati. U određenim slučajevima može doći i do zablude da je odabrana kriva tehnika odlučivanja i krivo rješenje, tj. odluka. Takve stvari potrebno je imati na umu kod primjene bilo koje tehnike odlučivanja, a posebno njene kombinacije kao što je to slučaj sa tehnikom teorije igara i stabla odlučivanja.

Kombiniranje različitih metoda obično podrazumijeva i veću složenost procesa poslovnog odlučivanja, no istovremeno, mogućnosti za poslovni uspjeh mogu biti veće. Srećom, metode poslovne odlučivanja, pa tako i stablo odlučivanja te teorija igara, od svoje pojave pa do danas i dalje, razvijaju se. Upotreba tehnologije smanjila je mogućnost pogreške, no ljudski faktor i dalje je od presudne važnosti. Preveliko oslanjanje na tehnologiju može biti problem jer ona je dobra onoliko koliko su dobri ljudi koji se njime koriste. To je jedan od razloga zašto uz svu tehnologiju može doći do donošenja pogrešne odluke u poslovanju. Iz toga proizlazi i važnost edukacije menadžera te osoba koje primjenjuju metode poslovnog odlučivanja. Prije svega, treba povećati svijest o tome da je tehnologija samo alat, sredstvo koje pomaže u pronalaženju rješenja. Osim toga, osobe koje donose poslovne odluke moraju biti svjesne o neprikladnosti određenih metoda u određenim situacijama.



## 6. Zaključak

Donositelji odluka na raspolaganju imaju različite tehnike i metode koje im olakšavaju proces odlučivanja, ponajviše za vrednovanje mogućih rješenja i odabir najpovoljnijeg. One se mogu podijeliti na tehnike odlučivanja u uvjetima sigurnosti i određenosti, na tehnike odlučivanja u uvjetima rizika te na tehnike odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti.

Stablo odlučivanja je učinkovit način donošenja poslovne odluke jer može napisati više mogućnosti uz različite opcije koje će ići uz te alternative.

Struktura stabla pojedincima daje dinamične pretpostavke. Može se koristiti za odgovaranje na da i ne upite, te o razgovoru o brojnim splotovima okolnosti. Svaka grana govori s odlukom, sve dok se ne donesu sve odluke.

U poslovanju donositelji odluka često odluke donose u nesigurnim i neodređenim uvjetima. Jedna od tehnika odlučivanja u uvjetima neizvjesnosti je i teorija igara. Ta je teorija korisna u brojnim situacijama gdje ishodi i odluke pojedinca ovise o odlukama drugih aktera. Uključuje tehnike matematičke analize situacije u kojima dvoje ili više ljudi donijeti odluke koje utječu na međusobnu dobrobit.

Stablo odlučivanja također je jedna od tehnika odlučivanja koja se koristi u uvjetima neizvjesnosti i rizika. Tehnika se zasniva na pretpostavki da određena situacija može rezultirati određenim brojem ishoda, kojima se može pripisati i određena vjerojatnost. Čovjek je vizualno biće, stoga je slikoviti model često i lakše razumjeti. Još jedna od prednosti ove tehnike je i prikladnost i laka primjenjivost u situacijama gdje je potrebno donijeti niz odluka. Stablo odlučivanja stoga je grafička tehnika koja prikazuje moguće opcije kojima su dodijeljene vjerojatnosti i ishodi.

Ako gledamo na greške stabla, odnosno porast neke greške u slučaju povećanja složenosti stabla, odnosno povećanja broja listova tj. dubine stabla vidjet ćemo da ta greška sa složenošću raste. U pitanju je zapravo greška „treniranja“, s druge strane kod stabla imamo i „ukupnu grešku“ iz čega se može vidjeti da ta greška do nekog trenutka opada sa porastom složenosti, a poslije toga počinje rasti s porastom složenosti stabla.

Zbog toga, trebamo napraviti skraćivanje odnosno smanjivanje složenosti stabla da bi smo dobili najmanju grešku koju je moguće dobiti.

U slučaju skraćivanja stabla, treba izbalansirati koliko dobro stablo odgovara podacima i s druge strane složenosti stabla. Možemo reći da je ukupna cijena skraćivanja jednaka zbroju mjera prikladnosti i mjere složenosti. Mjera prikladnosti je greška klasifikacije kod treniranja, a mjera složenosti je broj listova u tom stablu.

U praksi se često različite tehnike odlučivanja kombiniraju. Tako je moguće i kombinirati teoriju igara i stablo odlučivanja, no, za to trebaju postojati određene pretpostavke. Postoje različite igre u teoriji igara, a jedne od njih su i sekvencijalne igre, tj. igre u kojima igrači poteze vuku naizmjenično, a ne istodobno. U tim igrama važan je i vremenski tijek poteza, gdje od pomoći može biti i stablo odlučivanja koje u tom slučaju daje kompletniju sliku o problemu i mogućem rješenju, s obzirom da u obzir uzima i vremenski slijed poteza, kao i redoslijed igrača koji su na potezu. Općenito, primjena ovih tehnika u ekonomskom je području vrlo široka i uključuje donošenje svih odluka koje se donose u uvjetima nesigurnosti i rizika, no, kombinirana upotreba ove dvije tehnike ograničena je određenim čimbenicima kao što su „igra na poteze“, poznavanje ili procjena vjerojatnosti te mogućih ishoda. Stoga, niti jedna tehnika nije prikladna za odlučivanje u svim situacijama, zbog čega i postoji toliko velik broj tehnika odlučivanja.

## Literatura

1. Barković Bojanić, I.; Ereš, M. (2013). Teorija igara i pravo. Pravni vjesnik 29 (1), str. 59-76
2. Crnjac Milić, D.; Masle, D. (2013). Mogućnost primjene Monte Carlo metode na primjeru agroekonomskog problema prilikom donošenja odluka u uvjetima rizika. Ekonomski vjesnik 26 (1), str. 309-313.
3. Čičin-Šain, D. (2006). Skripta iz osnova menadžmenta. Šibenik: Visoka škola za turistički menadžment
4. Ekonomski fakultet u Zagrebu. (2011). Stablo odlučivanja. URL: <http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mdarabos/4-Stablo%20odlu%C4%8Divanja.pdf> (10. lipanj 2020.)
5. Fakultet organizacije i informatike. Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti i rizika. URL: [https://elf.foi.hr/pluginfile.php/27941/mod\\_resource/content/0/05 Odlucivanje uvjetima nesig rizika.pdf](https://elf.foi.hr/pluginfile.php/27941/mod_resource/content/0/05_Odlucivanje_uvjetima_nesig_rizika.pdf) (17. travnja 2020.)
6. Kapor, P. (2017). Teorija igara: Sistemski pristup i razvoj. Megatrend revija 14 (1), str. 253-282.
7. Keček, D. (2013). Igra Zatvorenikova dilema u kojoj sudjeluje n igrača. Tehnički glasnik 7 (1), str. 80-83.
8. Kulenović, F.; Džanić, A.; Hodžić, D. (2017). Rješavanje problema linearnog programiranja pomoću programskog jezika R i paketa Lpsolveapi. 11th International Scientific Conference on Production Engineering, str. 579-584.
9. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Zatvorenikova dilema. URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66955> (13. lipanj 2020.)
10. Pavlović, D. (2014). Teorija igara. Beograd: Fakultet političkih nauka.
11. Pavlović, I. (2005). Kvantitativni modeli i metode u poslovnom odlučivanju. Mostar: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Mostaru i Sveučilište u Dubrovniku.
12. Pfeifer, S. (2006). Menadžment – skripta. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku.
13. Portal Skladištenje. Stabla odlučivanja. URL: <http://www.skladistenje.com/stabla-odlucivanja/> (10. lipanj 2020.)
14. Sikavica, P. i dr. (1999). Poslovno odlučivanje. Zagreb: Informator.

15. Tomašević, M. (2006). Matematičke metode kao čimbenik odlučivanja o uspješnosti menadžmenta. Informatologija 40 (2), str. 94-100.
16. Zekić-Sušac, M. (2013). Monte Carlo simulacije. URL: <http://www.efos.unios.hr/poslovne-simulacije/wp-content/uploads/sites/180/2013/04/Predavanje-3-Monte-Carlo-simulacije.pdf> (8. lipanj 2020.)
17. Zekić-Sušac, M. (2017). Stabla odlučivanja. URL: [http://www.efos.unios.hr/upravljanje-marketingom/wp-content/uploads/sites/192/2017/10/P4\\_Stabla-odlucivanja-2017.pdf](http://www.efos.unios.hr/upravljanje-marketingom/wp-content/uploads/sites/192/2017/10/P4_Stabla-odlucivanja-2017.pdf) (10. lipanj 2020.)

## **Popis tablica**

Tablica 1. Međugeneracijski konflikt oko štednje – matrica isplate .....	20
--	----

## **Popis grafikona**

Grafikon 1. Stablo odlučivanja .....	14
Grafikon 2. Igre na bazi stabla odlučivanja .....	17
Grafikon 3. Stablo odlučivanja međugeneracijskog konflikta oko štednje .....	21