

Sustav za podršku odlučivanju metodom ekvivalentnih zamjena

Gašljević, Kristijan

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:928204>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Kristijan Gašljević

SUSTAV ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU
METODOM EKVIVALENTNIH ZAMJENA

DIPLOMSKI RAD

Varaždin, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Kristijan Gašljević

Matični broj: 45325/16–R

Studij: Informacijsko i programsko inženjerstvo

SUSTAV ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU METODOM
EKVIVALENTNIH ZAMJENA

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:

Izv. prof. dr. sc. Begičević Ređep Nina

Varaždin, rujan 2020.

Kristijan Gašljević

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Poslovni svijet je dinamično i vrlo promjenjivo okruženje u kojem donijeti brzu i valjanu odluku znači steći prednost pred konkurencijom i bolju poziciju na tržištu. Razvojem informacijskih sustava poslovanje se ubrzano počelo oslanjati na različite inf. sustave koji služe kao potpora u poslovanju. Potporu informacijskih sustava poslovanju možemo vidjeti u svakodnevnim, u našem vremenu i podrazumijevanim procesima prikupljanja, spremanja, obrade, analize i izvještavanja. Neki informacijski sustavi služe i kao potpora odlučivanju. Sami sustavi za potporu odlučivanju pružaju pomoć prilikom donošenja odluke. Prije toga je važno problem dobro definirati i modelirati. Postoje mnoge metode kojima se bavi teorija odlučivanja koje služe kao matematički alat pomoću kojeg se olakšava donošenje odluke na način da se donositelja odluke u čim većoj mjeri liši subjektivnosti i emocija te na objektivan način analizira problem i ponudi rješenje. Jedna od tih metoda je metoda ekvivalentnih zamjena. Funkcionira na temelju racionalnih zamjena gdje se za određenu promjenu vrijednosti jednog atributa traži kompenzacija u vidu vrijednosti drugog atributa. Praktični dio ovog rada je razviti aplikaciju koja će kroz metodu ekvivalentnih zamjena korisnika voditi korak po korak od modeliranja atributa i alternativa do samih ekvivalentnih zamjena gdje će u svakom koraku biti prikazano što se i zašto dogodilo.

Ključne riječi: odluka; odlučivanje; stilovi odlučivanja; informacijski sustav; potpora odlučivanju; ekvivalentne zamjene

Sadržaj

1. UVOD	1
2. ODLUKA	2
2.1. Pojam i struktura odluke	2
2.2. Odlučivanje	3
2.3. Međusobni odnos odlučivanja i sličnih pojmova	9
3. TIPOVI I VRSTE ODLUKA	10
3.1. Tipovi i vrste odluka	10
3.2. Stilovi odlučivanja	14
3.3. Dobra i učinkovita odluka	15
4. TEORIJA ODLUČIVANJA	18
4.1. Uvod u teoriju odlučivanja	18
4.1.1. Normativna teorija odlučivanja	19
4.1.2. Preskriptivna teorija odlučivanja	20
4.1.3. Deskriptivna teorija odlučivanja	21
5. SUSTAVI ZA POTPORU ODLUČIVANJU	22
5.1. Uvod u sustave za potporu odlučivanju	22
5.2. Informacijski sustav	23
5.3. Razvoj sustava za potporu u odlučivanju	25
6. METODA EKVIVALENTNIH ZAMJENA	27
6.1. Uvod u metodu ekvivalentnih zamjena	27
6.2. Višekriterijsko odlučivanje	29
6.3. ProACT pristup odlučivanju	30
6.4. Osnovni pojmovi metode ekvivalentnih zamjena	31
7. SUSTAV ZA POTPORU TEMELJEN NA METODI EKVIVALENTNIH ZAMJENA	37
7.1. Uvod	37

7.2. Razvojna tehnologija.....	38
7.3. Definiranje sustava	39
7.4. Definiranje funkcionalnosti aplikacije	40
7.4.1. Modul "Attributes"	41
7.4.2. Modul "Alternatives"	44
7.4.3. Modul "Even swaps"	45
8. ZAKLJUČAK.....	54
POPIS LITERATURE.....	55
POPIS SLIKA.....	57
POPIS TABLICA.....	58

1. Uvod

Moja motivacija za odabir ove teme za diplomski rad je višestruka. Pojačani interes se pojavio na diplomskom studiju na kolegiju "Teorija odlučivanja". Bez konkretnih predznanja gradivo mi je bilo vrlo zanimljivo jer spaja dva meni vrlo zanimljiva područja - poslovno odlučivanje i matematiku. Vrlo je interesantno kako za proces donošenja odluke možemo izraditi matematički model po kojem ćemo donošenje odluke lišiti naših emocija, favoriziranja i manjkavog znanja iz određene domene. Dodatna motivacija bila mi je zapošljavanje na poziciji gdje se svakodnevno susrećem s donošenjem mnoštva odluka. Te odluke variraju od malenih i jednostavnih do onih velikih i važnih. Malene, jednostavne odluke su najbrojnije i nema ozbiljnih posljedica čak ni u slučaju krive odluke. Njih je vrlo lako donijeti na temelju nekoliko faktora ili jednostavno odluke da se nešto radi na jedan preferirani način s obzirom na drugi. Naravno, tu su i odluke koje u slučaju pogreške mogu imati značajne posljedice na poslovanje i tvrtku jer se radi o upravljanju resursima i budžetom. Donesene odluke mogu tvrtku i poslovanje unazaditi ukoliko se ne donose racionalno i ukoliko u obzir ne uzmemo čim više mogućih čimbenika koji imaju utjecaj na odluku. Isto tako, pozitivne odluke mogu unaprijediti poslovanje i uštediti resurse ili donijeti nove.

S odlukama se svakodnevno susrećemo od malih nogu u svim sferama života. Neke odluke su značajnije te nam kao takve mogu postati preduvjet za neko buduće stanje ili promjenu istog. Odlukama možemo uvelike utjecati na razvoj budućih stanja te sukladno njima moramo poduzeti određene akcije kako bismo postigli postavljene ciljeve. Od malenih odluka u svakodnevnom životu (npr. kojom ulicom krenuti do odredišta) do odluke o školovanju (npr. koji fakultet upisati), odluke o karijeri (npr. u kojoj tvrtki se zaposliti i na kojoj poziciji) te određenih poslovnih odluka (npr. na koje tržište plasirati proizvod, po kojoj cijeni) provlači se pitanje odabira između više alternativa te načina na koji ih postići. Sada smo zapravo i definirali pojam odluke. Donošenje odluke u smislu odabira između više alternativa možda se čini kao jednostavan proces ali pozadina istog je vrlo složena. U donošenju racionalne odluke sprječavaju nas mnogi faktori među kojima su emocije, favoriziranje neke alternative, nedovoljno znanja o domeni u kojoj se odluka donosi itd. Razvojem informacijskih sustava dolazi i do pojave sustava koji služe kao potpora u odlučivanju te su postali sredstvo kojim se možemo služiti kako bismo donijeli što racionalniju odluku temeljenu na određenim matematičkim modelima, a ne na temelju naših emocija i instinkta. Možemo reći da su dobre strateške odluke u pravo vrijeme ono što odvaja uspješne od neuspješnih.

U ovom radu biti će objašnjena i analizirana metoda ekvivalentnih zamjena (eng. *even swaps*) s kojom sam se prvi puta susreo na ranije navedenom kolegiju. Iako više nije toliko

korištena i aktualna jer postoje učinkovitije metode odlučivanja, sigurno možemo reći kako zasluženno ima svoj doprinos u području Teorije odlučivanja i Poslovnog odlučivanja. Cilj rada je objasniti način na koji funkcionira metoda ekvivalentnih zamjena i gdje je primjenjiva. Uz primjer na kojem će biti objašnjen konceptualni model ove metode cilj je razviti i aplikaciju koja služi kao alat za odlučivanje temeljen na navedenoj metodi.

2. Odluka

2.1. Pojam i struktura odluke

Iako nam je intuitivno jasno što znači donijeti odluku, u različitim izvorima možemo pronaći široki raspon definicija odlučivanja.

"Odluka je rezultat procesa odlučivanja." (Sikavica, Hunjak, Begičević Ređep, Hernaus, 2014, str. 53)

Prema Bahtijarević-Šiber, Borović, Buble, Dujanić, Kapstić (1991) odluka označuje izbor jedne od više mogućnosti, nastojeći da to bude optimalan izbor.

"Odluka, izbor između najmanje dviju inačica kojima možemo postići željeni cilj." (Leksikografski zavod Miroslav Krleža [LZMK], 2011, str. 602)

B. M. Bass i H. A. Simon (kao što navode Sikavica i suradnici) odluku definiraju kao proces identifikacije skupine mogućih inačica i izbor najpovoljnije od njih.

"Odluka je izbor između alternativnih mogućnosti djelovanja pri rješavanju problema." (Sikavica i sur., 2014, str. 54)

"Odluka je izbor između više inačica pravaca djelovanja orijentiranih na ostvarivanje cilja." (Sikavica i sur., 2014, str. 54)

Iz svih navedenih definicija možemo vidjeti da gotovo sve imaju zajedničku karakteristiku - odabir između više alternativa. Odluka je temelj upravljanja, tj. donošenja odluke. Sve aktivnosti koje se temelje na donošenju odluka su važan dio organizacijskog ponašanja. Sposobnost odlučivanja vještina koja se usavršava s vremenom i iskustvom.

Hruška (2011) navodi kako osnovu za donošenje bilo koje odluke čini nekoliko elemenata: kontekst (raznolike situacije u kojima se donosi odluka, npr. panična, stabilna, pod pritiskom itd.), potreba (koliko je odluka potrebna i koliko je odgodiva), raspoloživo vrijeme (kada treba donijeti odluku i kada će rezultati biti vidljivi) i vrsta odluke (intenzitet promjena koje odluka donosi).

Prema Bahtijarević-Šiber i sur. (1994) svaka odluka mora sadržavati 6 elemenata:

1. subjekt, objekt, strukturu ili sustav na koji se odluka odnosi
2. aktivnosti koje treba izvršiti radi izvršenja odluke
3. sustav ciljeva koji treba ostvariti kroz realizaciju konkretnih zadataka
4. skup ograničenja
5. termini, rokovi, prostorni, vremenski i ostali resursi za realizaciju zadataka
6. sustav materijalno-tehničkog, financijskog i drugog osiguranja realizacije odluke.

Isti autor navodi kako svaka odluka mora biti pravovremena, svrsishodna, jasna, ostvariva, zapisana i zaštićena od zloupotrebe. Također napominje i činjenicu da su okolnosti u kojima se donose odluke različite od situacije do situacije te da se često nailazi na mnoge poteškoće. (npr. vremensko ograničenje, nedostatak informacija i druge)

Nakon definicije odluke i osvrta na elemente odluke, možemo definirati proces u kojem dolazimo do odluke. Taj proces možemo jednostavnije nazvati - odlučivanje.

2.2. Odlučivanje

"Odlučivanje - proces izbora između dviju ili više mogućnosti odn. opcija rješavanja problema koji završava donošenjem odluke. Dok je relativno jednostavno izabrati jednu opciju, teže je izabrati pravu opciju, tj. donijeti pravu odluku." (LZMK, 2011, str. 602)

"Donošenje odluke je predanost djelovanju koje će donijeti zadovoljavajuće stanje stvari za određenu stranu, nazvanu korisnik djelovanja." (Yates, 2003, str. 23)

Zanimljivu definiciju procesa odlučivanja ima autor Z. Baračkaija koji (kako navode Sikavica i sur.) odlučivanje jest proces rješavanja problema, što znači da onaj koji odlučuje mora moći vidjeti probleme.

Isti autor dijeli donositelje odluka na 4 vrste:

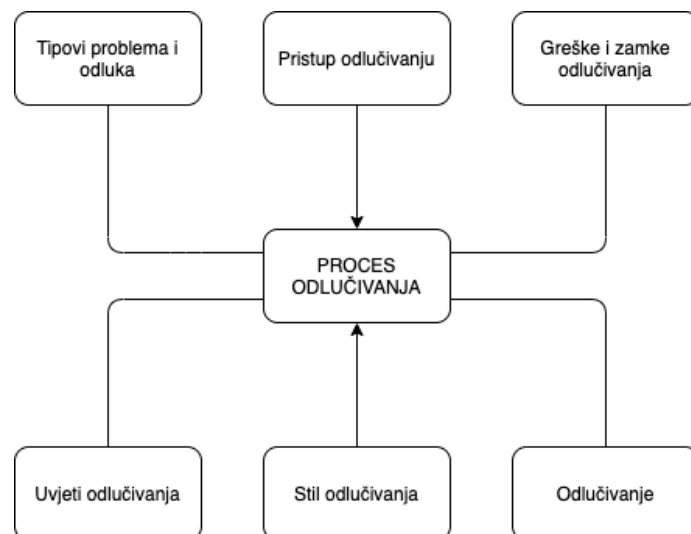
1. tip koji "ne zna da ne zna"

2. tip koji "zna da ne zna"
3. tip koji "ne zna da zna"
4. tip koji "zna da zna"

Ovdje je važno napomenuti kako je prvi tip ljudi najopasniji kod donošenja odluke jer nije svjestan svih ograničenja, svih mogućih rješenja, načina kako doći do rješenja i koje posljedice odluka može imati, drugi nešto manje opasan, treći je nesiguran u odlučivanju dok je četvrti tip najpoželjniji u ulozi donositelja odluke jer je svjestan svih ograničenja i uzima u obzir sve moguće posljedice koje odluka može izazvati.

Odlučivanje je vremenski ograničeni proces u kojem pomoću određenih mehanizama uz različite dionike određujemo koje akcije ćemo poduzeti ili strategije koje ćemo primijeniti s obzirom na cilj. S odlučivanjem se susrećemo svaki dan u privatnom i poslovnom životu. Neke jednostavnije, rutinske odluke možemo donijeti u vrlo kratkom vremenu ali postoje i one kompleksne za koje nam treba mnogo više vremena i pripreme te se uz takve odluke javlja određeni rizik. Možemo reći i da je odlučivanje generički proces koji obuhvaća izbor između više akcija te provedbu odabrane akcije kako bi se postigao unaprijed definirani cilj. Nadalje, to je kognitivni proces koji se sastoji od prepoznavanja problema i biranja mogućih rješenja koja vode do nekog željenog stanja.

Prema Sikavica i sur. (2014) proces odlučivanja je višedimenzionalan te obuhvaća više različitih gledišta.



Slika 1. Opseg procesa odlučivanja prema Sikavica i sur. (2014)

"Na temelju slike može se zaključiti da proces odlučivanja podrazumijeva različite pristupe odlučivanju; različite uvjete odlučivanja; različite stilove odlučivanja; različite tipove problema i odluka kojima se ti problemi rješavaju; različite faze u procesu odlučivanja te moguće greške i zamke koje se mogu pojaviti u procesu odlučivanja." (Sikavica i sur., 2014, str. 22)

Prema Sikavica i suradnici (2014) proces odlučivanja vezan je uz 10 ključnih pitanja:

1. Potreba - zbog čega odlučujemo?
2. Način - tko će donijeti odluku i kako će pristupiti zadatku?
3. Investicija - koje će se vrste resursa i u kojoj količini investirati u proces donošenja odluka?
4. Opcije - koje je radnje još moguće poduzeti kako bi se riješio problem koji imamo?
5. Mogućnosti - što se može dogoditi, a da je važno ljudima, ako poduzimamo tu radnju?
6. Prosudba - što bi se od onoga što je ljudima važno moglo dogoditi ako poduzimamo tu radnju?
7. Vrijednost - koliko bi ljudima zaista bilo stalo ili bi ih pogodilo kad bi se to zaista dogodilo?
8. Ustupci - svaka od naših radnji ima dobre i loše strane. Što dati zauzvrat ljudima da pristanu na radnju koju ćemo poduzeti?
9. Prihvatljivost - kako pridobiti ljude da se slože s odlukom i s postupkom donošenja odluke?
10. Provedba - ovo smo odlučili i kako to sad možemo, tj. možemo li uopće provesti u djelo?

Odlučivanje je proces koji se odvija u fazama, no kod različitih autora možemo uočiti različite klasifikacije po fazama i aktivnostima kao i varijacije u broju istih.

Simon i suradnici, kako navodi Hruška (2011) uz proces donošenja odluke vežu pet glavnih aktivnosti:

1. odabir predmeta na koje se usmjerava pozornost
2. postavljanje ciljeva
3. pronalaženje i dizajniranje smjera djelovanja
4. evaluacija
5. odabir među akcijama.

Babić (2017) ovaj proces dijeli u 6 koraka

1. Jasno definirati problem

2. Razmotriti moguće alternative
3. Identificirati moguće ishode
4. Razmotriti isplate ili profit svake od kombinacija alternativa i mogućih ishoda
5. Izabrati jedan od modela teorije odlučivanja
6. Primijeniti model i donijeti svoju odluku.

Od posebnog značaja su koraci 2. i 3. Ovdje je otvoren veliki prostor za pogrešku što znatno narušava učinkovitost odluke. Vrlo česte pogreška koje prave donositelji odluke u ovim koracima su: izostavljanje neke od važnih i mogućih alternativa, zaboravljanje nekog od mogućih ishoda, odbacivanje povoljnih ishoda, donošenje nelogične i neispravne odluke zbog zanemarivanja nekih mogućnosti i činjenica.

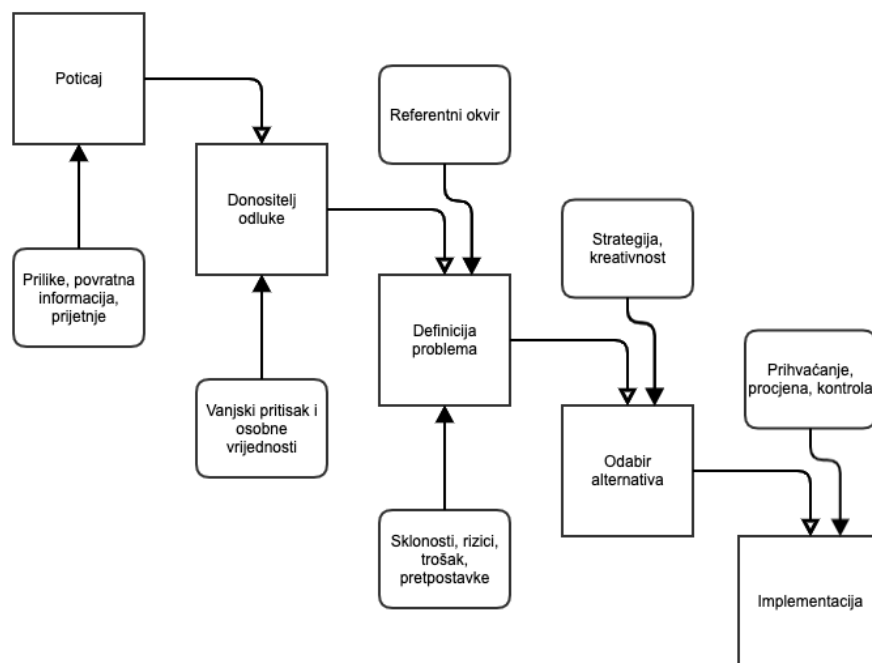
Prema Hammond i sur. (1998) proces donošenja odluka možemo podijeliti na 6 koraka.

1. Klasifikacija problema - je li problem generički ili jedinstven?
2. Definicija problema - što moramo riješiti?
3. Specifikacija rješenja problema - koji su rubni slučajevi?
4. Definirati što je ispravno (ne ono što je prihvatljivo) - što će u potpunosti odgovarati specifikacijama da bi odluka bila valjana
5. U proces uključiti ključnu akciju - koje akcije treba poduzeti? Tko treba znati za njih?
6. Testirati učinkovitost akcije i usporediti s pretpostavkama donesenim na početku - na koji način je odluka izvedena? Jesu li pretpostavke definirane na početku prikladne?

Prema (LZMK, 2011) odlučivanje se može podijeliti u 4 osnovne faze:

1. priprema
2. donošenje odluke
3. provođenje odluke
4. kontrola.

Marakas (2003) u procesu donošenja odluka nalazi pet elemenata prikazanih na slici 2. U nastavku je opisan svaki element pojedinačno.



Slika 2. Faze procesa donošenja odluke prema Marakas (2003)

Poticaj - prvi korak u procesu donošenja odluke se javlja ukoliko donositelj odluke utvrdi da postoji jedan ili više problema koji zahtijevaju donošenje jedne ili više odluka. Problem se jednostavno prepoznaje kao razlika trenutnog i željenog stanja. Ono što jedna osoba vidi kao problem, druga možda i ne mora prepoznati kao isti. Ove razlike mogu varirati kod različitih donositelja odluka, tj. percepcija jednog donositelja odluke može znatno odudarati od percepcije drugih ljudi čak i u istoj organizaciji. Različite percepcije mogu uzrokovati probleme na tri načina:

1. ukoliko ključna osoba krivo interpretira postojeće činjenice
2. ukoliko donositelji odluka vide problem gdje ga nema
3. ukoliko donositelji odluka ne primijete problem, a on postoji

Problem koji zahtijeva akciju se ne pojavljuje u cijelosti kao takav, nego se manifestira pomoću više manjih "simptoma" koji služe kao okidač procesa odlučivanja.

Donositelj odluke – slika 2. prikazuje donositelja odluke kao jedan element u procesu odluke, ali donositelj odluke je zapravo osoba koja sudjeluje u cijelom procesu.

Definicija problema - kao što je već spomenuto, problem se često manifestira kao niz "simptoma" koji vode prema stvarnom problemu. Zadaća donositelja odluka je ta da pravilno definira problem koji treba riješiti i kako bi se primijenilo odgovarajuće rješenje. Ukoliko je problem pravilno definiran onda će se i pravi problem rješavati. Ukoliko je problem krivo

definiran i početne pretpostavke su krive dolazi do toga da primjenjujemo neodgovarajuće rješenje. Ova faza je ključna u cijelom procesu odlučivanja.

Odabir alternativa - središnji element donošenja odluke, gdje su često korišteni sustavi za potporu u odlučivanju. Odabir jedne od primjenjivih alternativa. Sustav za potporu u odlučivanju može pomoći donositelju odluke u odabiru najboljeg rješenja.

Implementacija - kada se odabere jedna od alternativa, posao tek počinje. Pokretanjem procesa odlučivanja organizacija se koncentrira na implementaciju rješenja u obliku provođenja određenih akcija i događaja. Te akcije uključuju pregovore, konsenzus i prihvaćanje rješenja, donošenje strategije i intenzivno planiranje. Čak i najbolje rješenje je bezvrijedno ukoliko nije učinkovito realizirano. Uspjeh ove faze tj. uspješna implementacija rješenja najviše ovisi o donositelju odluka.

Dakle, možemo reći da je odlučivanje zapravo složeni, dinamični i sekvencijalni proces koji se ne može svesti samo na odabir između više alternativa nego i pravilno modeliranje samog problema u kojem moramo dobro definirati što je problem koji trebamo riješiti, koje nas akcije mogu dovesti do cilja te koja ja od tih akcija je najbolja.

Odlukama se služimo kao sredstvom za rješavanje problema koji su pred nama te odlučivanje odražava namjenu određenog djelovanja. Kad donositelj odluke odlučuje on to radi svrhovito s ciljem zadovoljiti određene interese.

Važno je razlikovati odlučivanje u osobnom životu od poslovnog odlučivanja na koje će biti naglasak u ovom radu. Poslovno odlučivanje možemo definirati slično kao i sami pojam odlučivanja ali u kontekstu poslovanja.

Donošenje odluka je danas sveprisutno u poslovnom svijetu, stoga je donošenje odluka usko vezano uz svaku organizaciju te posebno mjesto pripada poslovnom odlučivanju. Donositelji odluka dolaze do odluka kroz proces poslovnog odlučivanja i vlastitim odnosom prema ključnim elementima. Ključnu ulogu u poslovnom odlučivanju imaju menadžeri koje možemo okarakterizirati kao osobe koje kreiraju odluke te oni svojim odlukama imaju utjecaj na sebe ali i na druge koji su na neki način povezani uz akcije ili cilj odluke. Važno je napomenuti kako u poslovnom odlučivanju ne sudjeluje samo jedan nego više menadžera koji svojim odlukama utječu na veliki skup ljudi među kojima su kupci, dioničari, zaposleni i šira javnost. Neizbježna činjenica je da svaka odluka ima svoje pozitivne i negativne posljedice, stoga se uvijek teži odlukama koje imaju veći broj pozitivnih.

Na odluku tj. proces odlučivanja može utjecati mnogo faktora. Jedan od najčešćih loših faktora su emocije. Donositelj odluke bi trebao odluku donijeti objektivno isključujući sve emocije (raspoloženje, simpatije, sklonosti, namjere itd.). Ovo je teško izbjeći čak i kod iskusnih donositelja odluka. Ovo je moguće tolerirati ukoliko je odluka unutar normalnih granica te ukoliko odluka nema utjecaj ni na koga od uključenih. Ukoliko nije u stanju isključiti emocije, donositelj odluke bi tu odgovornost trebao prepustiti nekoj drugoj osobi ili barem odgoditi donošenje odluke.

2.3. Međusobni odnos odlučivanja i sličnih pojmova

Sikavica i suradnici (2014) navode kako je pojam odlučivanja u najužoj vezi sa sljedećim pojmovima:

- Upravljanje
- Rukovođenje
- Menadžment.

Autor A. Dragičević (prema Sikavica i suradnici, 2014) tvrdi da je menadžment odlučivanja temelj upravljanja. Isti autor navodi kako se kod većine autora može pronaći izjednačavanje upravljanja i odlučivanja. Ukoliko promatramo sami proces upravljanja čije su faze postavljanje ciljeva, planiranje, organiziranje, vođenje i kontrola, možemo doći do zaključka kako je odlučivanje zapravo samo jedna faza u procesu upravljanja. Pojam upravljanja je prema tome širi od samog pojma odlučivanja. No postoje i drugačije teze koje ova dva pojma izjednačavaju. Takve teze temelje se na činjenici da je odlučivanje dominantna faza u cijelom procesu upravljanja te se proces upravljanja u svakom svom segmentu oslanja na odlučivanje. Rezultat funkcije upravljanja su odluke koje obuhvaćaju i menadžment i izvršne radnike pa tako sve odluke na tim razinama zapravo proizlaze iz upravljačkih odluka.

Slično tako, rukovođenje i odlučivanje su srodni pojmovi, ali rukovođenje je određeno upravljanjem. To znači da odluke koje proizlaze iz upravljanja direktno utječu na odluke rukovođenja. U ovom smislu rukovođenje se smatra užim pojmom od odlučivanja. Rukovođenje je samo dio funkcije upravljanja, ali samo na razini rukovođenja, ne kao sveukupan proces odlučivanja u organizaciji koji obuhvaća upravljačke, rukovoditeljske i izvršne odluke. Važno je napomenuti kako je rukovođenje najveći i najvažniji dio odlučivanja u organizaciji s obzirom na kvalitativne i kvantitativne mjere. Ovo je posebno vidljivo kod velikih organizacije gdje se većina strateških odluka donosi na razini rukovođenja.

Odnos menadžmenta i odlučivanja je sličan kao i u prethodna dva slučaja. Iako se pojmovi čine istovjetni, dubljom analizom možemo ipak zaključiti kako to nije u potpunosti istina. Autori Sikavica i sur. (2014) na str. 8 navode kako razni autori pišu da je zapravo odnos takav da je odlučivanje najvažnija funkcija menadžmenta. Menadžment ostvaruje svoju funkciju preko procesa donošenja odluka.

"Menadžment, proces koordinacije ljudskih, materijalnih, financ. i informacijskih resursa radi postizanja organizacijskih ciljeva. M. se temelji na radu s ljudima i s pomoću ljudi u svrhu zadovoljenja organizacijskih ciljeva, uz efikasnu i efektivnu uporabu raspoloživih resursa...Osnovne su funkcije menadžmenta planiranje, organiziranje, vođenje, upravljanje ljudskim potencijalima i kontrola."
LZMK (2011, str. 502)

Prema ovoj definiciji možemo vidjeti kako unutar definicije menadžmenta ima elemenata koji mogu upućivati na donošenje odluke i odlučivanje čime potvrđujemo gornju tezu kako je odlučivanje zapravo najvažnija funkcija menadžmenta koji donošenjem raznih odluka raspolaže i upravlja resursima.

3. Tipovi i vrste odluka

3.1. Tipovi i vrste odluka

Yates (2003) na str 26. predstavlja 4 tipa odluke. U nastavku će biti objašnjena sva 4 tipa.

Odluke izbora - donositelj je suočen s dvije ili više mogućnosti te mora odabrati podskup iz tog skupa. (npr. hoće li se nova tvornica otvoriti u Madridu ili Berlinu?)

Odluke prihvatanja/odbijanja - postoji samo jedna mogućnost koja se mora prihvatiti ili odbiti. (npr. hoćemo li uložiti u novo postrojenje?)

Odluke procjene - donositelj odluke mora slijediti zacrtani plan temeljen na procjeni vrijednosti nečega. (npr. hoću li radnika ocijeniti sa 8 na ljestvici do 10?)

Odluke izgradnje - uz dane resurse treba doći do idealnog rješenja uz dana ograničenja. (npr. raspolažemo sredstvima od 10 milijuna dolara. Predloženi proračun je 3 milijuna za novo skladište, 4 milijuna za modernizaciju pogona te 3 milijuna za unapređenje promocije tvrtke. Je li to proračun koji treba prihvatiti?)

U literaturi možemo pronaći nekoliko podjela vrsti odluka.

H.A.Simon kako navodi Sikavica (2014) ističe da postoje dvije vrste odluka:

- programirane
- neprogramirane.

"Odluke koje se rabe za rješavanje rutinskih problema, i to u situacijama koje se ponavljaju. Programirane se odluke temelje na ustaljenim kriterijima odlučivanja. Kod programiranih odluka postupak, tj. koraci u odlučivanju poznati su, s obzirom na ranija iskustva u donošenju istovrsnih odluka." (Sikavica, 2014, str. 58)

Ova vrsta odluka se još može nazvati rutinske ili generičke odluke. Pošto su to strukturirane odluke, s definiranom procedurom donošenja, pravilima i konceptima, koje se donose na temelju prethodnih iskustava ove odluke donose menadžeri nižih razina u organizacijskoj hijerarhijskoj strukturi.

"Programirano odlučivanje, način donošenja odluka koji se primjenjuje u rješavanju rutinskih problema, na temelju ustaljenih kriterija odlučivanja. Postupci odlučivanja poznati su iz prijašnjih iskustava u odlučivanju. P. o. primjenjuje se za rješavanje strukturiranih problema, koji su poznati i jasni i ne predstavljaju teškoću donositelju odluka. P. o. odvija se u uvjetima sigurnosti. Kako je riječ o jednostavnijim lako rješivim problemima potrebno je generirati manji broj mogućnosti za njihovo rješavanje." (LZMK, 2011, str. 757)

Neprogramirane odluke su inovativne, jedinstvene, prosudbene te se donose u novim situacijama koje se ne ponavljaju. To su uglavnom strateške odluke koje donose menadžeri u samom vrhu organizacijske hijerarhijske strukture. One su nestrukturirane i ne postoji gotova i isprobana metoda za pristup odlučivanju. Zasnovane su na prosudbi, intuiciji i kreativnosti donositelja odluka.

"Primjenjuju se u situacijama koje nisu redovne i koje se ponavljaju. Dakle, u novim situacijama, koje se javljaju prvi put, koristimo se neprogramiranim odlukama. U procesu donošenja neprogramiranih odluka nema poznatih postupaka i modela donošenja odluka, već je svaka situacija slučaj za sebe i treba je riješiti individualno." (Sikavica i suradnici, 2014, str. 58). "Neprogramirano odlučivanje, odlučivanje u izvanrednim i neuobičajenim situacijama pri kojem nema poznatih pravila postupaka, procedura, metoda i modela, nego se svaki problem rješava pojedinačno, što je za donositelja odluka teži način. N. o. bavi se nestrukturiranim problemima koji su novi, nejasni, slabo definirani. To je najčešći način odlučivanja na višim

upravljačkim razinama, a osobito na razini vrhovnog menadžmenta. N. o. neizvjesno je i puno nepoznanica, jer se temelji na ograničenim informacijama, subjektivnoj racionalnosti, intuiciji, iskustvu i znanju donositelja odluke." (LZMK, 2011, str. 573)

Na slici 3. možemo vidjeti odnos između vrsta odluka i razina menadžmenta.



Slika 3. Odnos između vrsta odluke i razina menadžmenta prema Tipurić (2009)

Sikavica i suradnici (2014) prema drugim izvorima navode još nekoliko klasifikacija odluka.

Tako spominju da D. Hellriegel i J.W. Slocum Jr. razlikuju dvije vrste odluka:

- Rutinske odluke
- Inovativne odluke

Također, M. J. Hatch prema Sikavica i sur. (2014) navodi 3 vrste odluka:

1. Institucijske odluke
2. Organizacijske odluke
3. Operativne odluke

R. A. Dahl i C. E. Lindblom prema Sikavica i sur. (2014) dijele odluke na:

- Strukturirane odluke
- Nestrukturirane odluke

Isto tako, S. Marjanović prema Sikavica i sur. (2014) dijeli odluke prema različitim osnovama.

- Prema cilju - investicijske, kadrovske, komercijalne itd.

- Prema donositelju - individualne i grupne
- Prema funkcijama u poduzeću - upravljačke, organizacijske, rukovoditeljske, izvršne
- Prema načinu donošenja - programirane, rutinske, inicijativne, istraživačke
- Prema načinu izvršenja - strateške, operativne, uopćene, načelne, hitne, uvjetne

"S obzirom na kriterij klasifikacije razlikuju se: programirano i neprogramirano o., intuitivno, o. na temelju prosudbe i racionalno o., o. u uvjetima sigurnosti, rizika i nesigurnosti, te individualno i grupno odlučivanje. Odlučivanje na temelju prosuđivanja, način je odlučivanja koji se primjenjuje u situacijama koje se ponavljaju. Odlučuje se na temelju prijašnjih iskustava i znanja u istim ili vrlo sličnim situacijama. Vrijednije od intuitivnog, a manje vrijednom od racionalnog odlučivanja i bliže intuitivnom nego racionalnom odlučivanju. Mogućnost odlučivanja na temelju prosuđivanja ovisi o tome donosi li se ponovljena odluka u istim ili barem približno istim uvjetima. Ono je relativno jeftino i brzo, ali ograničenog je dometa, jer se odnosi samo na situacije koje se ponavljaju. Najpogodniji je način odlučivanja za veliki broj repetitivnih odluka. Odlučivanje u uvjetima nesigurnosti, odlučivanje je pri kojem se ne može odrediti vjerojatnost nastupanja pojedine inačice, dok je odlučivanje u uvjetima sigurnosti, odlučivanje pri kojem se unaprijed zna koje su posljedice odabira neke inačice. Odlučivanje u uvjetima rizika, odlučivanje je pak pri kojem se može odrediti vjerojatnost nastupanja inačica, ali ne i vjerojatnost događaja koji ih uvjetuju. Naziva se i odlučivanjem u uvjetima mjerljive nesigurnosti." (LZMK, 2011, str. 602)

U knjizi autora Bahtijarević-Šiber i sur. (1991) možemo pronaći široki spektar raznih podjela prema vrstama odluka.

Tako se navodi početna podjela na dvije velike klase: strukturirane odluke i nestrukturirane odluke. Strukturirane se mogu podijeliti prema mnogo kriterija.

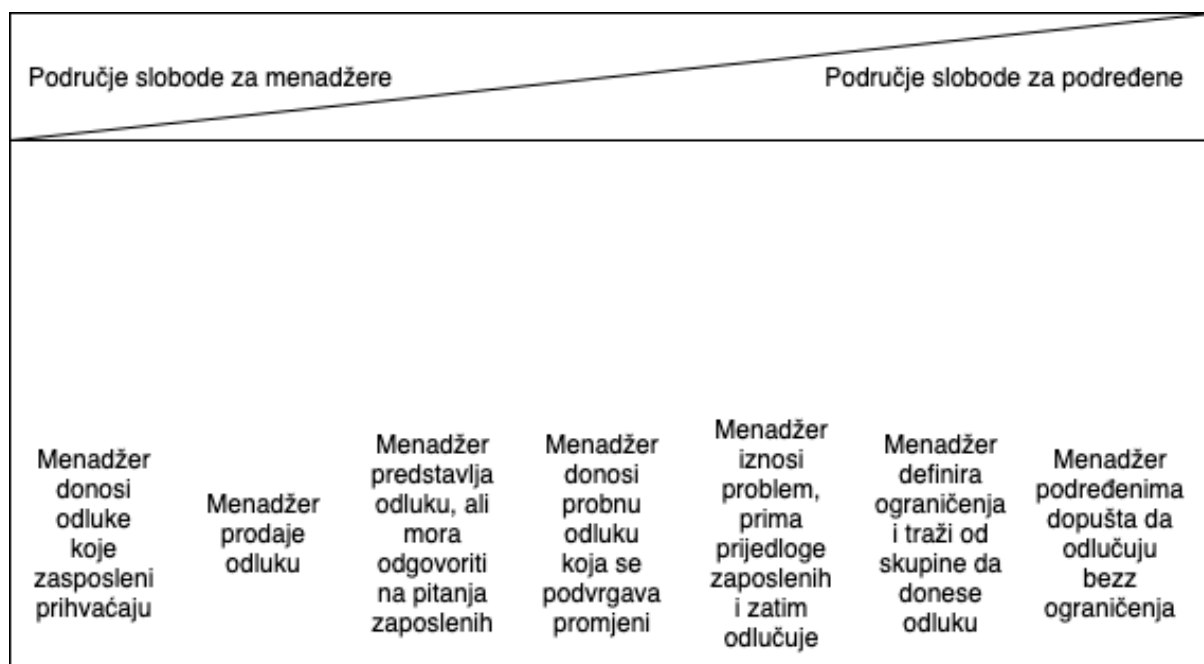
A obzirom na važnost realizacije zadataka u okviru postavljenih ciljeva možemo razlikovati osnovne, dopunske i operativne odluke. Prema razini, hijerarhiji i ukupnom utjecaju na stanje sustava odluke mogu biti strateške, taktičke i operativne. Prema sudionicima u donošenju odluke mogu biti individualne, grupne i kolektivne. S obzirom na stupanj kreativnosti razlikujemo rutinske i inovativne odluke. S obzirom na vremensku dimenziju odluke mogu biti statičkog ili dinamičkog karaktera. Nadalje, prema mogućnosti modeliranja, kvantifikacije i primjene matematičkog aparata postoje odluke za koje se postupci donošenja odluka mogu programirati i one za koje se postupci donošenja odluka ne mogu programirati. Prema veličini

utjecaja slučajnih faktora odluke mogu biti determinističke i stohastičke. S obzirom na donositelja odluke i okruženja postoje nekonfliktne i konfliktne te se naposljetku navodi podjela prema pouzdanosti (vjerodostojnosti) informacija i vjerojatnosti poznavanja nastajanja budućih stanja gdje razlikujemo:

- odlučivanje pri sigurnosti - situacije u kojima donositelj odluke zna sa sigurnošću stanje u vremenu za koje donosi odluke
- odlučivanje pri riziku - situacije u kojima postoji više relevantnih stanja čija je vjerodostojnost nastupanja na neki način poznat donositelju odluke
- odlučivanje pri neodređenosti - situacije u kojima su buduća stanja poznata ali nedostaju informacije na temelju kojih bi se mogla odrediti vjerojatnost nastanka svakog od njih

3.2. Stilovi odlučivanja

Nakon mnogo brojnih podjela vrsta odluka, važno je spomenuti kako je i stil odlučivanja donositelja odluka bitan segment u odlučivanju. Stil odlučivanja govori o tome kako se donositelj odluke postavlja prilikom donošenja odluke tj. koliko utjecaja na odluku dopušta ostalim sudionicima u odlučivanju. Stilovi odlučivanja usko su povezani sa stilovima vodstva. Menadžeri, kao osobe čiji je posao donošenje odluka, svoj stil vodstva mogu poistovjetiti sa stilom odlučivanja koji se kreće između dvije krajnosti - autokratskog i demokratskog. S obzirom da je u praksi teško postići krajnost najčešći slučajevi se nalaze upravo negdje između. Odabir stila odlučivanja ovisi o karakteristikama menadžera, sposobnostima i karakteristikama njegovih suradnika, ali i specifičnosti situacije. Autokratski stil odlučivanja karakterizira neograničena vlast jedne osobe u odlučivanju. Ovakav stil odlučivanja je prihvatljiv ukoliko samo menadžer posjeduje sve potrebne informacije i znanja vezana uz predmet odluke, dok ostali ne posjeduju potrebna znanja i informacije. Takvim stilom odlučivanja glavni direktori ili uprava preuzimaju cjelokupnu odgovornost i ovlast u odlučivanju. U ovom slučaju dolazi do izostavljanja utjecaja srednjeg i nižeg menadžmenta, što može biti djelotvorno u manjim organizacijama. Ukoliko se ovaj stil primjenjuje u velikim organizacijama dolazi do preopterećenja glavne osobe pitanjima operativnih i rutinskih odluka (koje su inače odgovornost srednjeg i nižeg menadžmenta). Posljedica ovakvog pristupa je nedovoljan fokus na strateške odluke što izravno utjecati na uspješnost dugoročnog poslovanja. Problem ovog pristupa se može se riješiti delegiranjem ovlasti i odgovornosti na niže razine menadžmenta. Sikavica i suradnici (2014) navode model R. Tannenbauma i W. H. Schmidta u kojem između ovih krajnosti postoji još pet stilova odlučivanja koji se nalaze na slici 4.



Slika 4. Stilovi vodstva prema Sikavica i suradnici (2014)

Redom od krajnje lijevog do krajnje desnog su:

- Autokratski
- Patrijarhalni
- Savjetodavni
- Konzultantski
- Participativni
- Delegirajući
- Demokratski.

3.3. Dobra i učinkovita odluka

Svaka odluka bez obzira na vrstu te stil odlučivanja ima samo jedan krajnji ishod. Donesena odluka je učinkovita (valjana) ili neučinkovita. Intuitivno je jasno da je svaka odluka koja donese pozitivan ishod dobra. Ona odluka koja donese negativan ishod ima propust. Razloga za negativan ishod može biti više (subjektivnost donositelja odluke, ne uzimanje svih bitnih kriterija u obzir, promjene u kontekstu donošenja odluke itd.). Kvalifikacije dobre/loše odluke je proces koji također podrazumijeva objektivnost i ispitivanje postignutih ciljeva s obzirom na postavljene ciljeve. No, valja biti oprezan jer neki autori smatraju da i dobra i učinkovita odluka može donijeti do neželjenih ciljeva i nepovoljnih rezultata.

Prema Sikavica i suradnici (2014) učinkovita poslovna odluka u pravo vrijeme diferencira uspješne od neuspješnih. Ukoliko govorimo o kvaliteti odluke preciznije i točnije je reći "učinkovita odluka" nego "dobra odluka" zbog višeznačnosti i nedefiniranosti potonje. Pojam učinkovit je prikladniji zbog toga što podrazumijeva postizanje svrhe naznačene u definiciji odluke. Menadžeri kao donositelji poslovnih odluka moraju biti sposobni srediti stanje nakon donošenja loše odluke te uvježbavati nove ili zamijeniti loše donositelje odluka. No, koje su karakteristike i pokazatelji učinkovitih odluka?

Kako bi odluka bila valjana i kako bi mogla djelotvorno riješiti problem ona mora biti dobro definirana. To znači da mora biti precizna, jasna, nedvosmislena i realna te donesena na vrijeme.

Pojam učinkovite odluke definiran je na više načina od kojih su neki navedeni u nastavku.

"Učinkovita je odluka ona odluka koja rezultira zadovoljstvom stanjem stvari od strane ciljanih korisnika."

(Yates, 2003, str. 32)

"Učinkovita odluka je dobro oblikovana odluka s obzirom na cilj, potrebe, rezultat, druge opcije i troškovni kriterij." (Yates, 2003, str. 32)

"Dobra odluka zasniva se na logici i razmatra sve raspoložive podatke i moguće alternative i izabire najbolju opciju." (Babić, 2017, str. 1)

Isto tako Babić (2017) napominje kako dobra odluka može dovesti i do neočekivanih i nepovoljnih rezultata, no i dalje ona ostaje dobra odluka.

S obzirom na ove definicije možemo primijetiti da je potrebno zadovoljiti nekolicinu kriterija kako bi odluku mogli okarakterizirati kao učinkovitu.

Kriterij cilja

"Donositelji odluka odlučuju kako bi postigli određene stvari, odnosno ciljeve i te bez obzira jesu li ili nisu ti ciljevi jasno predloženi drugima." (Yates, 2003, str. 32)

Možemo reći da je odluka učinkovita ukoliko postiže postavljene ciljeve.

Kriterij potrebe

Prema Yates (2003) tvrtka može imati dvije vrste potreba. Jedne su one usmjerene na smanjenje rizika, a druge na iskorištavanje mogućnosti. Ukoliko se radi o izbjegavanju rizika, to znači da nastavak trenutne akcije vodi k ozbiljnim problemima za tvrtku. Ukoliko se pak radi o potrebi za iskorištavanjem mogućnosti to znači da postoje određeni uvjeti koji ukoliko su pravilno iskorišteni mogu biti korisni za tvrtku i njeno poslovanje. Odluka je učinkovita s obzirom na ovaj kriterij u onoj količini u kojoj zadovoljava stvarne potrebe tvrtke. Donositelji odluke bi u pravilu trebali pokušati uskladiti ciljeve i potrebe tvrtke te shodno tome početi s odlukama koje teže ostvarivanju identificiranih potreba.

Kriterij rezultata

Nakon donošenja odluke dogodi se mnoštvo ishoda koji su važni za korisnike. Neki od tih ishoda zadovoljavaju interese korisnika, dok im drugi štete. Kriterij rezultata promatra neto učinak svih, pozitivnih i negativnih posljedica odluka. Odluka je dobra ukoliko su korisnici jako zadovoljni svim rezultatima neke odluke promatranim kao cjelina.

Kriterij opcija

"Kriterij opcija kaže da je odluka dobra ako je pozicija za svakog korisnika toliko povoljna koliko bi bila i kod odabira bilo koje druge dostupne opcije." (Yates, 2003, str. 35)

Ovo možemo preslikati na jednostavan primjer potpisivanja ugovora. Ukoliko potpišemo ugovor s tvrtkom A, a nakon toga nam se otvori i opcija potpisivanja ugovora s tvrtkom B ali po 10% nižoj cijeni naše zadovoljstvo ugovorenim poslom opada, iako objektivno gledajući ugovor koji smo potpisali s tvrtkom A nije izgubio na vrijednosti.

Kriterij troškova

U kontekstu kriterija troškova moramo razlikovati dvije vrste troškova kako bismo mogli definirati dobru odluku.

- Troškovi procesa odlučivanja
- Troškovi provedbe odluke

Prvo predstavljaju troškovi koji se javljaju u procesu od definiranja ciljeva do donošenja odluke dok su drugo navedeno troškovi koji se javljaju u slučaju odabira neke od alternativa i njene provedbe.

Odluka je dobra u kontekstu ovog kriterija ako proces odlučivanja troši minimalnu količinu resursa poput novca, vremena i kapaciteta donositelja odluka za nadzor nad stresom. Ukoliko

odluka A i odluka B imaju isti ishod, ali odluka A traži manje resursa, jasno je da je odluka A ona ispravnija u kontekstu kriterija troškova.

Za učinkovito upravljanje odlukama važno je razumjeti osobine učinkovitosti odluka, ali i držati na umu da je kakvoća primjene procesa donošenja odluke bitan faktor. Na svaki ključni proces ili aktivnost u poslovanju je potrebno gledati kao nešto što je potrebno što učinkovitije unaprjeđivati.

"Proces je odlučivanja dobar u onom omjeru u kojem teži postići učinkovite odluke, odnosno kada je dobar s obzirom na cilj, potrebe, rezultat, opcije i troškove procesa odlučivanja." (Yates, 2003, str. 37)

"Loša odluka je ona koja se ne zasniva na logici, ne koristi dovoljno raspoložive informacije, ne razmatra sve alternative i ne koristi prikladne kvantitativne tehnike. Ako donesemo lošu odluku, ali smo sretni, i dogodi se povoljan rezultat, mi smo i dalje donijeli lošu odluku." (Babić, 2017, str. 1)

Sad kada smo naveli mnogo primjera definicije dobre odluke možemo zaključiti da odluka nije nužno ili dobra ili loša. Sami termin "dobra odluka" može se zamijeniti terminom "učinkovita odluka". Do kvalifikacije kakva je odluka u nekom slučaju nije ni jednostavno doći. Potrebno je uzeti u obzir definirane ciljeve i postignute ciljeve, te zapravo moramo sami definirati odgovaraju li postignuti ciljevi u većoj ili manjoj mjeri definirane ciljeve te koliko je to zadovoljavajuće po nas.

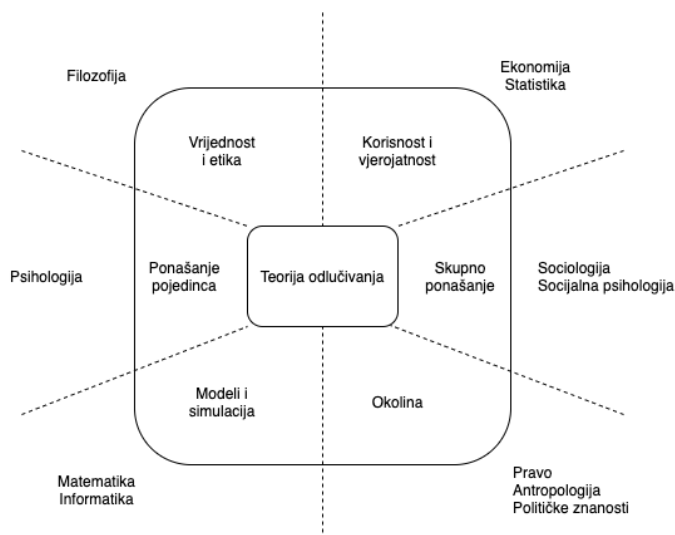
4. Teorija odlučivanja

4.1. Uvod u teoriju odlučivanja

"Teorija odlučivanja je analitički i sistemski pristup proučavanju procesa donošenja odluka." (Babić, 2017, str. 1)

Teorija odlučivanja se bavi proučavanjem odabira pojedinaca. Autori Ove Hansson (2005) te Sikavica i suradnici (2014) naglašavaju kako teorija odlučivanja nema unificiranu strukturu, te ne postoji konsenzus oko istraživačkih paradigmi, teorijskih koncepata i metodoloških pristupa odlučivanju. Postoji mnogo različitih načina kako pristupiti proučavanju

što proizlazi iz interdisciplinarnosti područja odlučivanja. Problemom odlučivanja bave se znanstvenici iz različitih područja kao što su ekonomija, politika, psihologija, sociologija, filozofija, statistika, matematika i informatika.



Slika 5. Interdisciplinarni okvir teorije odlučivanja prema Sikavica i sur. (2015)

Unatoč razlikama i velikom broju pristupa proučavanju možemo ipak pronaći zajedničke koncepte i primjeni istih statističkih i ekonomskih metoda u teoriji odlučivanja, ali i interes za istu vrstu problema tj. predmet analize su isti ili slični subjekti i objekti odlučivanja.

Teorija odlučivanja s obzirom na pristup može se podijeliti na tri različite grane:

1. Normativna teorija odlučivanja
2. Preskriptivna teorija odlučivanja
3. Deskriptivna teorija odlučivanja

4.1.1. Normativna teorija odlučivanja

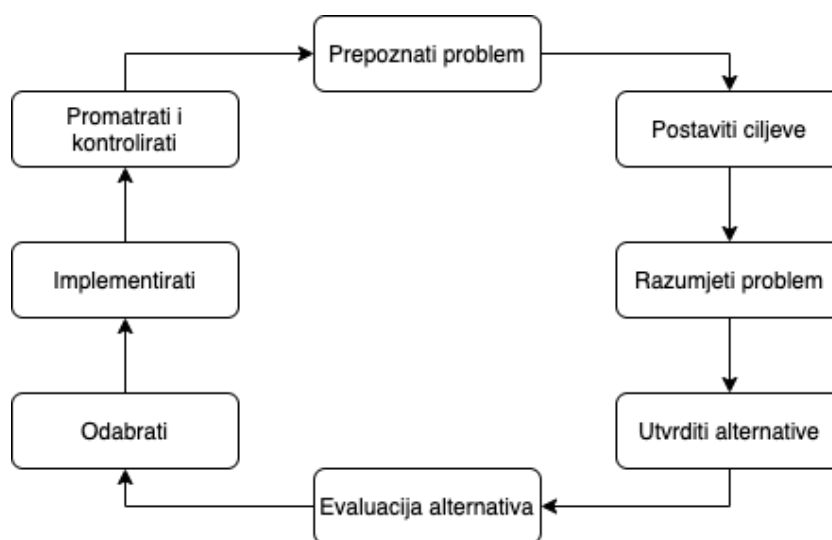
Normativna teorija odlučivanja temelji se na racionalnim odlukama i normativnim modelima temeljenim na pretpostavkama (ili aksiomima) koje bi donositelji odluka trebali uzeti u obzir, kao logične smjernice, prilikom procesa donošenja odluke. Bavi se optimalnim odlukama gdje je “optimalno” često određeno kao idealni donositelj odluke koji je sposoban potpuno racionalno donijeti odluku uzimajući u obzir sve čimbenike koji utječu na odluku. Namjera ovog modela je davanje detaljnih uputa po kojima bi donositelji odluke trebali djelovati.

Primjena ovog pristupa se temelji na pitanju kako će netko doći do čim bolje i racionalnije odluke tj. kako bi trebalo modelirati problem i donijeti odluku da bude čim racionalnija. S tim su usko vezani i razni alati, metodologije i računalni software (sustavi za potporu u odlučivanju) koji se koriste kao sredstvo na temelju kojeg se donosi odluka, a svi su bazirani na matematičkim modelima.

Cilj ovog pristupa svodi se na pronalaženje preduvjeta racionalnog donošenja odluka tj. provedba procesa donošenja odluke na način da ona bude racionalna.

Kako Teale i sur. (2003) navode, jednostavni normativni model (prikazan na slici 6.) pretpostavlja da svi donositelji odluka:

- imaju ogromno znanje o domeni i na taj način mogu prepoznati široki raspon mogućih alternativa i uspješno prepoznati moguće ishode
- imaju odličnu sposobnost procjene te na taj način mogu rangirati sve moguće ishode prema vrijednosti
- logički, objektivno i racionalno donose odluke.



Slika 6. Normativni model prema Teale i sur. (2003)

Kod normativnog pristupa važno je imati na umu mnoga ograničenja te da je jasno definirani problem i potpuno objektivni i informirani te racionalni donositelj odluke gotovo nemoguć u praksi.

4.1.2. Preskriptivna teorija odlučivanja

“Preskriptivna teorija odlučivanja promatra donositelja odluke kroz maksimiranje očekivane vrijednosti.” (Hruška, 2011, str. 17)

Prema Begičević Ređep (2017) preskriptivna teorija odlučivanja fokusira se na pomoć donositeljima odluke u primjeni normativnih modela, ali pri tom vodi računa o ograničenjima sposobnosti ljudske procjene i praktične implementacije racionalnog problema u složenim uvjetima. Zbog toga se često izjednačava s normativnom teorijom odlučivanja iako je njen cilj savladati jaz između teorije u odlučivanju i stvarnog ponašanje prilikom donošenja odluke. Bez obzira na navedena ograničenja, preskriptivna teorija odlučivanja pokušava predstaviti donositelju odluke jednostavan problem lišen predrasuda i grešaka koje mogu proizaći iz deskriptivnog pristupa pomoću raznih alata i edukacije donositelja odluke tj. Ovaj pristup daje preporuke za odluke koje su moguće i primjenjive u danim uvjetima. Ward i sur. (2007) navode kako je za implementaciju racionalnog problema u kompleksnom okruženju potrebo pojednostaviti složenu strukturu konteksta odluke na veličinu koju je moguće analizirati.

Na temelju ovih činjenica možemo lako utvrditi kako je preskriptivni pristup definitivno učinkovitiji za svakodnevne praktične odluke ali moramo utvrditi koja i kolika odstupanja od normativnog modela možemo i želimo dozvoliti.

4.1.3. Deskriptivna teorija odlučivanja

Deskriptivna teorija odlučivanja bavi se proučavanjem kako ljudi u realnim situacijama donose odluke i kreira čak i matematičke modele stvarnog ponašanja koji se ocjenjuju u kojem opsegu njihova predviđanja odgovaraju stvarnim procjenama i odlukama. Jedan takav poznati model pod nazivom "*Prospect theory model*" razvili su Kahneman i Tversky 1979. godine. Taj model su dodatno doradili 1992. godine. Model opisuje mnogo načina na koje ljudi odstupaju od normativnih ideala očekivanog modela korisnosti tj. vrijednosnih sudova o kvaliteti odluke. Ovaj model prema Sikavica i sur. (2014) odgovara na pitanje: Na koji način razmišljamo? Teoretičari, najčešće psiholozi i sociolozi, nastoje eksperimentalno utvrditi kako su odluke donesene na način da proučavaju kako su se ljudi ponašali prilikom donošenja odluke te u skladu s tim pokušavaju objasniti utjecaj kognitivnih, psiholoških i drugih čimbenika na ponašanje donositelja odluke.

5. Sustavi za potporu odlučivanju

5.1. Uvod u sustave za potporu odlučivanju

Nakon što smo se upoznali s pojmovima odluke, procesom odlučivanja te samom granom znanosti koja proučava odlučivanje - teorijom odlučivanja, posebno deskriptivnim pristupom kod kojeg je spomenut pojam sustava za potporu u odlučivanju, vrijeme je da malo opširnije opišemo potonje što i je glavna tema ovog rada.

Potreba za sustavima za potporu u odlučivanju pojavila se zbog nesigurnosti u poslovnom odlučivanju ali i sve veće vrijednosti brze, pravovremene i precizne odluke na tržištu s ogromnom konkurencijom, pa su zbog toga kroz vrijeme ovakvi sustavi postali sve važniji te su prihvaćeni kao novi koncept u analizi i donošenju poslovnih odluka.

Zanimljiva je činjenica kako su nam za opisati kvalitetnu informaciju potrebni isti atributi koji su navedeni uz pojam odluke iz prošle rečenice. Autori Panian i sur. (2010) definiraju kvalitetnu informaciju kao:

- točnu (korektno opisuje stanje stvari),
- potpunu (u cijelosti i objektivno opisuje stanje stvari),
- primjerenu (odgovara problemu koji zahtijeva odlučivanje i donositelju odluke)
- pravovremenu (dobivenu na vrijeme).

Velika prednost ovih sustava je mogućnost donošenja odluka u kontekstu strukturiranih, polu strukturiranih i nestrukturiranih problema, kao i u uklanjanju veće ili manje razine nesigurnosti, ali i zbog mogućnosti da dobro funkcionira u dinamičnim i promjenjivim uvjetima poslovanja. Točnije, snaga sustava za potporu u odlučivanju i jest upravo u činjenici da oni pomažu menadžerima u nekonvencionalnim situacijama što "obični" informacijski sustavi nisu u mogućnosti. Naravno, važno je napomenuti kako sustav za podršku kao takav nije zamjena za samog donositelja odluke niti treba u potpunosti zamijeniti prosudbu donositelja odluke (najčešće menadžera) nego treba služiti kao dodatak na temelju kojeg donositelji odluka mogu donijeti optimalnu odluku na temelju dostupnih informacija. U tom aspektu možemo reći da je uloga sustava za potporu u odlučivanju pribavljanje, čišćenje, vrednovanje i prezentiranje relevantnih podataka.

Sustavi za potporu u odlučivanju javili su se kao dio informacijskih sustava sedamdesetih godina 20. stoljeća te se ubrzano razvijaju i šire svoju domenu sve do danas. Temeljni koncept je primjena metoda operacijskih istraživanja, sustavske analize, teorije odlučivanja i psihologije na neobrađene podatke iz vanjskih i unutarnjih izvora i dokumente čime se stvaraju informacije

potrebne za identifikaciju i rješavanje problema i donošenje odluka. Možemo primijetiti da nije slučajnost što smo sustave za potporu spomenuli ranije baš u kontekstu normativnog pristupa teorije odlučivanja jer se isti temelji na primjeni raznih racionalnih modela što je jedna od odlika sustava za odlučivanje.

Sustav za potporu u odlučivanju možemo definirati kao računalni program koji daje informacije o određenoj domeni primjene u smislu analitičkog modeliranja odluke i pristupa bazama podataka s ciljem potpore u donošenju odluke u složenim i loše strukturiranim problemima.

Od donositelja odluke se u procesu donošenja odluke očekuje da zadatak donošenja odluke podijeli na više pod zadataka kao što su:

1. Prepoznavanje problema
2. Strukturiranje problema
3. Modeliranje problema i generiranje alternativa
4. Odabir između alternativa
5. Analiza odluke.

Funkcija sustava za potporu u odlučivanju je podrška u navedenim pod zadacima:

1. Pristup informacijama i rudarenje podataka
2. Izvještavanje
3. Strukturiranje i modeliranje problema
4. Odabir kriterija za odluku
5. Analiza odluke
6. Komunikacija.

5.2. Informacijski sustav

Da bismo razumjeli kako zapravo funkcionira i koji su temelji sustava za potporu u odlučivanju potrebno je krenuti od osnova. Već ranije je spomenuto da je sustav za potporu u odlučivanju dio informacijskog sustava, točnije poslovnog informacijskog sustava.

“Informacijski sustav je uređeni skup uređenih elemenata, odnosno komponenata koje u interakciji obavljaju funkcije prikupljanja, obrade, pohranjivanja i diseminacije (izdavanja na korištenje) informacija. “ (Panian, Ćurko, 2010, str. 3)

Glavni dijelovi informacijskih sustava su:

- Hardware - fizički dio IS-a

- Software - programska rješenja unutar IS-a
- Lifeware - svi ljudi koji se koriste IS-om
- Dataware - podatkovni dio IS-a
- Netware - komunikacijski i mrežni dio IS-a koji sve komponente IS-a povezuje u jednu cjelinu
- Orgware - organizacijski dio IS-a.

Informacijski sustav nam služi za prikupljanje, pohranu i obradu podataka. Primjenom raznih postupaka transformira podatke u informacije. Naime, velika je razlika između pojmova podatak i informacija. Podatak možemo definirati kao jednostavnu, neobrađenu činjenicu koja ima neko značenje, dok je informacija rezultat obrade, organizacije i manipulacije podataka. Informacija je zapravo podatak koji smo smjestili u određeni kontekst i ona nas može tjerati na određenu akciju.

Prema izvoru s interneta „Informacijski sustavi“ (bez dat.) razvoj informacijskih sustava doveo je do podjele različitih sustava u četiri vrste prema načinu potpore poslovanja:

1. Sustav za obradu transakcija - koristi se na operativnoj razini poslovnog sustava (vođenje evidencije, izvještavanje, izdavanje dokumentacije)
2. Upravljački izvještajni sustav - služi srednjem menadžmentu kojem pruža djelomično strukturirane i agregirane podatke koji se koriste za praćenje trendova u poslovanju kako bi se shodno tome moglo na vrijeme reagirati tj. donijeti odgovarajuću odluku
3. Sustav za potporu odlučivanju - obuhvaća elemente umjetne inteligencije koristeći baze znanja i mehanizme zaključivanja. Služi kao potpora odlučivanju u uvjetima slabo strukturiranih i nestrukturiranih problema, ali i kao podrška za donošenje rutinskih odluka. Mora biti fleksibilan kako bi se prilagodio različitim načinima odlučivanja ili određenom problemu, ali pritom dovoljno jednostavan kako bi korisniku bio čim pristupačniji.
4. Sustav uredskog poslovanja - element koji daje podršku u uredskom poslovanju u smislu manipulacije dokumentima, podacima, odlučivanju, komunikaciji te arhiviranju.

Ukoliko govorimo o poslovnom kontekstu onda govorimo o poslovnom informacijskom sustavu koji služi kao potpora u poslovanju (npr. proizvodnja, nabava, financijske transakcije itd.). Njegove dvije najvažnije zadaće su priprema podataka za odlučivanje i dokumentiranje. Informacijski sustav s poslovnim sustavom dijeli neke (ali ne i sve) elemente, funkcije i tokove informacija što ga čini podsustavom poslovnog sustava. Informacijski sustav se uvijek oslanja

na poslovni sustav u čijem kontekstu se koristi jer sam po sebi nema svrhu niti primjenu tj. uvijek mora postojati neki (poslovni) sustav kojem je informacijski sustav podrška.

Prethodno navedene uloge informacijskih sustava su izrazito važne za sustave za potporu odlučivanju jer u moru podataka sustav treba moći znati prepoznati bitne podatke te ih pretvoriti u informacije potrebne za poslovanje. Uloga sustava za potporu u odlučivanju sve više raste zbog vrlo dinamičnog poslovnog okruženja u kojem do izražaja dolazi fleksibilnost ovakvih sustava što ih razlikuje od npr. informacijskih sustava za izvještavanje.

Najvažnije značajke sustava za potporu u odlučivanju su:

1. Podržavaju donošenje slabo strukturiranih i nestrukturiranih odluka
2. Fleksibilnost
3. Mogućnost brze reakcije na tražene upite
4. Fokus na srednju i višu razinu menadžmenta
5. Interaktivna prezentacijska tehnologija
6. Sadrži modele
7. Usmjereni su na efektivnost.

5.3. Razvoj sustava za potporu u odlučivanju

Razvoj sustava za potporu u odlučivanju temelji se na primjeni 2 standardne strategije:

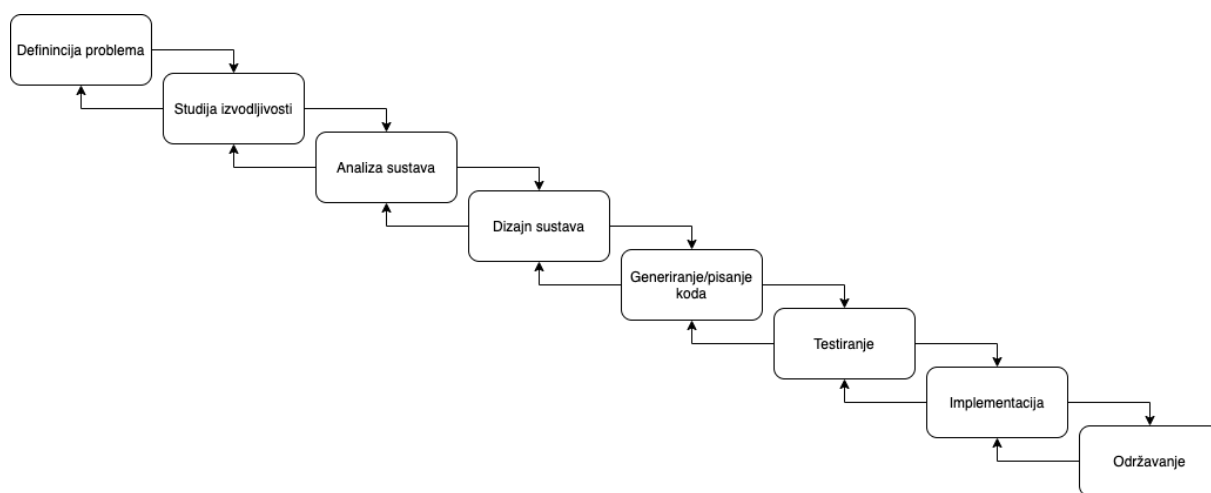
1. Razvoj prilagođenog/specifičnog sustava za potporu u odlučivanju
2. Primjena generatora za razvoj sustava za potporu u odlučivanju

Odabir strategije ovisi o organizacijskoj strukturi ili kontekstu samog problema. Pošto je svaki od pristupa jedinstven, potrebno je pažljivo odabrati jednu, drugu ili kombinaciju ovih dviju strategija u različitim fazama razvoja.

Prilikom odabira razvoja prilagođenog sustava za potporu u odlučivanju koristi se neki od programskih jezika opće svrhe. U početku su se u tu svrhu koristili programski jezici poput PASCAL-a, COBOL-a dok se u današnje vrijeme javlja razvoj u programskim jezicima kao što su C#, Java, JavaScript, Python, PHP i slični, ovisno o primjeni i platformi. Ovaj pristup omogućuje razvojnom inženjeru razvoj jedinstvenih računalnih proizvoda koji se povezuju na postojeći sustav organizacije.

Primjena generatora za razvoj sustava za potporu u odlučivanju zamjenjuje razvoj i programiranje od samog početka mnoštva pojedinih instrukcija razvoju sustava za potporu u odlučivanju. Jedna od najpoznatijih platformi koja može poslužiti kao generator sustava za potporu u odlučivanju je Excel, zatim Lotus 1-2-3 ili Quatro Pro. Uz različite dodatke (eng. *add-on*), sustav možemo podići na višu razinu funkcionalnosti. Tako npr. dodatak @Risk služi kao sofisticirani alat za procjenu vjerojatnosti.

Kao i svaki informacijski sustav, proces razvoja sustava za potporu u odlučivanju ima određeni broj faza koje su prikazane na slici 7.



Slika 7. Životni ciklus razvoja sustava za potporu u odlučivanju prema Marakas (2003)

Ovaj proces je niz rekurzivnih faza, od kojih svaka ima određeni skup ulaznih varijabli, aktivnosti i izlaznih varijabli. U fazi definicije problema analitičar radi procjenu problema u organizaciji te dokumentira kontekst problema unutar organizacijske strukture. Faza studije izvodljivosti se provodi kako bi se utvrdilo može li se identificiran problem iz prijašnje faze uspješno modelirati i može li se na njega primijeniti neka od aplikacija integriranih u informacijski sustav organizacije. U ovoj fazi karakteristična je aktivnost pretvorba postojećeg modela problema u niz logičkih cjelina kako bi gledali na ugrađene procese u organizaciji neovisno o načinu implementacije. Tijekom faze analize sustava analitičar je usredotočen na sakupljanje i dokumentiranje zahtjeva za novi sustav. Prema definiranim zahtjevima u fazi dizajna sustava kreće se s razvojem detaljnog modela dijelova sustava, procesa, podatka i njihove međusobne povezanosti i interakcije. U fazi generiranja koda (programiranja) logički model se pretvara u fizički model novog sustava primjenom software-a i hardware-a kako bi se ispunile potrebe korisnika tj. razvile sve funkcionalnosti novog sustava prema specifikaciji iz ranijih faza. Sljedeća je faza testiranja u kojoj se konačni proizvod podvrgava nizu testova kako bi se ustvrdilo zadovoljavaju li njegove performanse zahtjeve te jesu li sve funkcionalnosti definirane u specifikaciji implementirane i jesu li implementirane na ispravan način. Nakon

uspješno provedene faze testiranja i nakon što su uspješno uklonjene eventualne greške može počinje instalacija sustava tj. Implementacija i spajanje s postojećim sustavom. Nakon što sustav postane operativan, ulazimo u fazu održavanja koju karakteriziraju redovita poboljšanja sustava kako bismo postigli što bolje performanse i zadovoljili funkcionalne zahtjeve sustava koji se koristi.

6. Metoda ekvivalentnih zamjena

6.1. Uvod u metodu ekvivalentnih zamjena

Metoda ekvivalentnih zamjena nam olakšava donošenje odluke u situaciji u kojoj naš cilj ovisi o više od jednog kriterija što ga čini tkz. višekriterijskom metodom za donošenje odluke o čemu će biti riječi kasnije. Ova metoda nudi mehanizam kompenzacije tj. korekcije vrijednosti jednog kriterija s obzirom na druge kriterije jer je potrebno razmišljati o vrijednosti jednog kriterija s obzirom na drugi. Točnije, pitamo se koliko nam se vrijednost nekog kriterija poveća ili smanji ukoliko se promjeni vrijednost nekog drugog kriterija. Također, kako bi uspješno mogli primijeniti metodu ekvivalentnih zamjena potrebno je čim bolje strukturirati problem.

Pretpostavimo da se naša tvrtka nalazi u uvjetima ograničenih ljudskih resursa i ima nekoliko ponuda za razvoj aplikacije za različite klijente. Ova odluka bi bila vrlo jednostavna ukoliko se odluka temelji na samo jednom kriteriju, npr. cijeni. No, u praksi to gotovo nikada nije slučaj nego imamo mnogo više kriterija kao što su cijena, broj ljudi koje moramo alocirati na projekt, trajanje projekta, mogućnost dugotrajne suradnje, stupanj definiranosti projekta itd. U ovom slučaju nije jednostavno donijeti odluku jer imamo mnoštvo faktora za uzeti u obzir.

Ekvivalentna zamjena bi značila da razmišljamo na način koliko smo spremni naplatiti klijentu ukoliko bi suradnja bila dugotrajnija. Također, kako na cijenu utječe broj ljudi koji bi radili na tome projektu. Možemo razmišljati i koliko smo spremni alocirati ljudi na projekt ukoliko je projekt dobro specificiran. Ovaj uzorak možemo primijeniti na sve kombinacije atributa. Metoda ekvivalentnih zamjena neće dati rješenje složenog problema na vrlo jednostavan način zato što je u svakom slučaju teško donijeti najteži odabir – postaviti konkretne vrijednosti atributa te vrijednosti na temelju kojih se provode zamjene.

Ciljevi metode ekvivalentnih zamjena su:

- izjednačiti vrijednosti nekog kriterija za sve ponuđene opcije kako on ne bi imao utjecaja na odluku te taj kriterij eliminirati iz procesa a odluku temeljiti na vrijednostima nekih drugih kriterija.
- dobiti irelevantan atribut koji se zatim eliminira iz daljnjeg procesa
- dobiti potpuno dominiranu ili praktično dominiranu alternativu koja se zatim eliminira iz daljnjeg procesa.

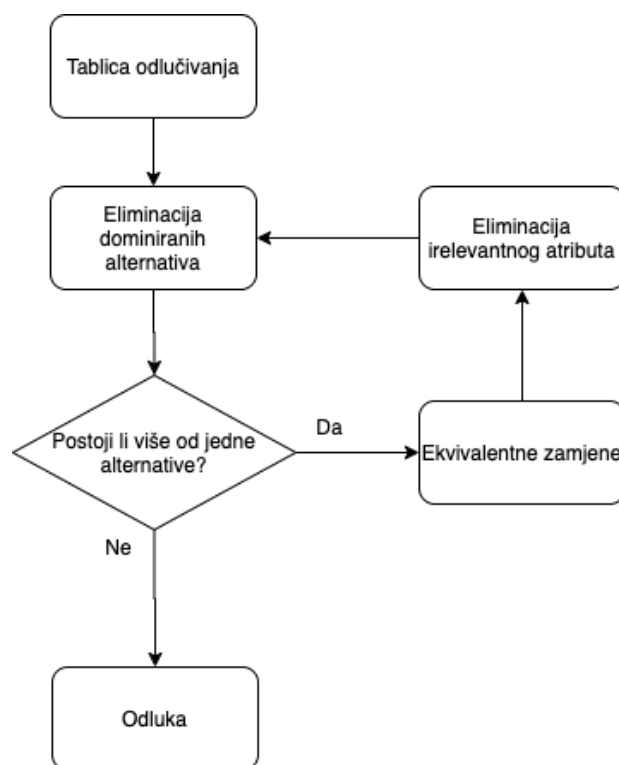
Pojmovi irelevantnog atributa, praktične i potpune dominacije će biti objašnjeni u nastavku.

Wachowicz (2007) u svom radu Even Swaps Method for Developing Assessment Capabilities of E-Negotiation System kao prednost metode ekvivalentnih zamjena je u tome što se ne oslanja na apstraktne vrijednosti (npr. želja, preferencija) nego evaluira konkretne, mjerljive vrijednosti kriterija što analizu odluke svodi na intuitivnu, jednostavnu razinu.

Autori Mustajoki i Hamalainen (2004) naglašavaju kako ova metoda ne zahtijeva predznanja ili posebne matematičke vještine te iskustvo u donošenju odluka kako bi se uspješno mogla provoditi.

Naravno, to ne znači da je ova metoda jednostavna jer priprema zahtijeva od donositelja odluke dobro definirane ciljeve, dobro strukturirane kriterije i njihove vrijednosti, ali i da metoda neće odlučiti umjesto donositelja odluke jer upravo on taj koji postavlja vrijednosti i kriterije.

Prema Sikavica i sur. (2014) algoritam metode ekvivalentnih zamjena funkcionira prema sljedećem dijagramu.



Slika 8. Dijagram toka metode ekvivalentnih zamjena

Iz dijagrama možemo vidjeti kako inicijalno radimo spomenuti proces eliminacije dominiranih alternativa (praktična ili potpuna dominacija). Ukoliko nakon eliminacije ostane više od jedne alternative radimo ekvivalentne zamjene kako bismo stvorili irelevantan atribut koji također eliminiramo iz procesa. Nakon toga ponovno radimo provjeru postoji li dominirana alternativa na temelju preostalih atributa. Ovaj proces biti će još detaljno po koracima pojašnjen prilikom opisa razvoja aplikacije bazirane na metodi ekvivalentnih zamjena koju je trebalo razviti u sklopu ovog rada.

6.2. Višekriterijsko odlučivanje

Prije nego što detaljno analiziramo algoritam metode ekvivalentnih zamjena, važno je objasniti pojam višekriterijskog odlučivanja. Ovaj pojam označuje odlučivanje u uvjetima u kojim se uz cilj veže više atributa (kriterija) na temelju čijih vrijednosti je potrebno donijeti odluku. Prema Vlah (2008) ti kriteriji su često konfliktni, a konačna odluka predstavlja kompromis između kriterija. Donositelj odluke određuje vrijednost pojedinog kriterija s obzirom na ostale, stoga se javlja i problem međusobne usporedbe važnosti kriterija.

Zamislmo sljedeću situaciju - našu tvrtku kontaktiraju tri različita potencijalna klijenta koji traže uslugu razvoja aplikacije. Naš izbor bio bi vrlo jednostavan ukoliko bi npr. cijena bila

jedini kriterij na kojem bi temeljili odluku. Naravno, uzeli bi onog klijenta koji je spreman ponuditi najviše novaca.

No u stvarnosti odluke nisu tako jednostavne. Postoji mnogo kriterija po kojima možemo (moramo) pristupiti odluci. Neki od važnih kriterija koje bi trebali svakako uzeti u obzir su:

- Cijena koju nudi klijent
- Krajnji rok
- Broj ljudi koji rade na projektu
- Kompleksnost aplikacije
- Rizik
- Itd.

U ovom slučaju moramo odabrati projekt koji nam optimalno odgovara prema svim kriterijima. Potrebno je pronaći projekt koji maksimizira dobit ali u isto vrijeme nudi pogodnosti unutar granica koje si tvrtka može dozvoliti. Tj. želimo se odlučiti za projekt koji nam donosi dovoljno profita, ali da na njemu radi broj ljudi koji si tvrtka može dozvoliti uz čim manji rizik od neuspjeha projekta.

6.3. ProACT pristup odlučivanju

Metoda ekvivalentnih zamjena zahtjeva da problem bude dobro strukturiran pa zbog toga koristimo ProACT pristup kao mehanizam kojim raščlanjujemo složeni problem na jednostavnije elemente prilikom čega možemo identificirati ključne, važne elemente za rješavanje tog problema. ProACT pristup pojedincu daje smjernice kako postavljati prava pitanja i kakav odgovor tražiti te dosljedno vrednovati potencijalne inačice uzimajući u obzir važne kriterije.

Elementi ProACT pristupa prema Sikavica i sur. (2014) su:

- Problem (engl. Problem)
- Ciljevi (engl. Objectives)
- Alternative (engl. Alternatives)
- Posljedice (engl. Consequences)
- Zamjene (engl. Trade-offs)
- Nesigurnost (engl. Uncertainty)
- Tolerancija rizika (engl. Risk tolerance)
- Povezane odluke (engl. Linked decisions).

Autor Wachowicz (2007) u svom radu PrOACT pristup odlučivanju svaki proces donošenja odluke dijeli u 5 elemenata.

1. Problem
2. Ciljevi
3. Alternative
4. Posljedice
5. Zamjene.

U literaturi Hammond et al. (2002) gore navedene elementi definiraju kao pet glavnih elemenata PrOACT pristupa, dok su nesigurnost, tolerancija rizika i povezane odluke sporedni elementi.

Važno je napomenuti, PrOACT pristup je samo vodič koji pomaže u donošenju odluka i olakšava pristup strukturiranju problema, ali sam po sebi nije dovoljan za donošenje odluke.

6.4. Osnovni pojmovi metode ekvivalentnih zamjena

Kako bi bilo lakše objasniti sam algoritam na kojem se temelji metoda ekvivalentnih zamjena potrebno je prvo spomenuti i objasniti sve pojmove koji su vezani uz istu. Uz svaki pojam dati ću i konkretan primjer. Kontekst primjera biti će odluka odabira projekta od više različitih klijenata koji će tvrtka razvijati pošto se s takvim odlukama susrećem vrlo često u praksi. Često se događa da u isto vrijeme tvrtka primi više ponuda za razvoj projekta ali zbog raznih ograničenja kao što je manjak u ljudskim resursima, ili maksimizacija profita mora odabrati najbolju opciju za sebe.

Alternativa (mogućnost) predstavlja moguće rješenje problema opisano pomoću skupa atributa. Ukoliko imamo izbor između 3 projekta, svaki od njih je jedna od alternativa. (npr. projekt A, projekt B, projekt C)

Prema Sikavica i sur. (2014) atribut (kriterij) je izabrana karakteristika, kvalitativna ili kvantitativna, po kojoj se alternative međusobno razlikuju. Prilikom određivanja atributa moramo se zapitati prema kojim točno elementima želimo vrednovati odabrane alternative pa tako možemo imati situaciju da za isti problem različiti donositelji odluke imaju drugačije attribute i njihove vrijednosti.

Atributi u primjeru odabira projekta mogu biti npr. :

- Cijena za čovjek/sat koju klijent placa
- Broj ljudi koji će raditi na projektu
- Vremensko trajanje projekta

- Mogućnost dugotrajne suradnje s klijentom
- Specifikacija projekta
- Kompleksnost projekta
- Rizik.

Atribute možemo razvrstati na kvantitativne i kvalitativne.

Kvantitativni atributi se izražavaju pomoću numeričkih vrijednosti. Pritom te atribute možemo podijeliti na dva tipa:

1. "Više je bolje" (max)
2. "Manje je bolje" (min).

Od gore navedenih atributa u kvantitativne možemo svrstati sljedeće:

- Cijena (npr. 40€...80€)
- Broj ljudi koji će raditi na projektu (2 zaposlenika...10 zaposlenika)
- Vremensko trajanje projekta u mjesecima (3 mjeseca...12 mjeseci).

Ovisno o preferencijama sve atribute kategoriziramo u min ili max. Atribute kao što je cijena možemo svrstati kao max jer naravno, zdrav razum nalaže da želimo dobiti čim više novaca. Neki od atributa su vrlo subjektivne prirode i kategorizacija ovisi o samom donositelju odluke, pa tako atribut broj ljudi koji radi na projektu i vremensko trajanje projekta uvelike ovise o samom donositelju odluke i strategiji tvrtke i oba mogu biti ili min ili max ovisno što je u interesu tvrtke.

Kvalitativni se atributi izražavaju riječima, ali da bi ih mogli koristiti u metodi ekvivalentnih zamjena, moramo ih pretvoriti u kvantitativne. To znači numerički odrediti tj. Rangirati prema želji. Iz prethodnog primjera kao kvalitativne možemo izdvojiti sljedeće atribute:

- Intenzitet suradnje s klijentima
- Stupanj definiranosti projekta
- Kompleksnost projekta
- Rizik.

Prilikom transformacije kvalitativnih u kvantitativne atribute, prema Sikavica i sur. (2014) potrebno je napraviti ljestvicu vrijednosti te atribute poredati po važnosti od najželjenije prema najneželjenijim vrijednostima. Pritom je dobra praksa da najpoželjniji atributi poprime manje vrijednosti, a najnepoželjniji veće vrijednosti.

Kako bismo kvantificirali atribut intenzitet suradnje s klijentom moramo razmisliti koje su nam sve opcije otvorene. Tako možemo imati:

- Suradnja slabog intenziteta (završava nakon isporuke proizvoda)
- Suradnja srednjeg intenziteta (isporuka proizvoda i održavanje istog kroz određeni period)
- Suradnja visokog intenziteta (isporuka proizvoda i razvoj novih funkcionalnosti a potencijalno i novih proizvoda).

Kao što je navedeno, potrebno je numerički označiti svaku vrijednost, rangirano od najpoželjnije do najnepoželjnije brojevima od manjeg do većeg.

- Suradnja slabog intenziteta - 3
- Suradnja srednje intenziteta - 2
- Suradnja visokog intenziteta - 1.

Uzmimo kao primjer atribut stupanj definiranosti projekta. Moguće vrijednosti su sljedeće:

- Projekt nije definiran
- Projekt je slabo definiran
- Projekt je srednje definiran
- Projekt je dobro definiran
- Projekt je detaljno definiran.

Atribut stupanj definiranosti projekta mogli bi kvantificirati na sljedeći način

- Projekt nije definiran - 5
- Projekt je slabo definiran - 4
- Projekt je srednje definiran - 3
- Projekt je dobro definiran - 2
- Projekt je detaljno definiran - 1.

Vrijednosti su dodijeljene pod pretpostavkom da donositelj odluke preferira da je projekt čim bolje definiran. Kvantificiranom atributu moramo dodijeliti tip min jer preferiramo manju vrijednost kao onu poželjniju.

Atribut rizik možemo na sličan način podijeliti u 3 kategorije.

1. Visoki rizik
2. Srednji rizik
3. Maleni rizik.

Ovim kategorijama pridjeljujemo vrijednosti na sličan način kao i u prethodnim slučajevima:

- Visoki rizik - 3
- Srednji rizik - 2
- Maleni rizik - 1.

Ovom atributu dajemo tip min.

Atribut kompleksnost projekta možemo definirati u 3 kategorije, i uz njih vrijednosti kako bi kvantificirali vrijednosti.

- Nije kompleksan - 3
- Srednje kompleksan - 2
- Vrlo kompleksan - 1.

Vrijednosti su postavljene tako da tvrtka želi uzimati kompleksne projekte kako bi se poticao napredak u znanju i iskustvu zaposlenika.

Bitno je napomenuti kako definicija vrijednosti atributa ovisi o donositelju odluke, tj. o osobi koja modelira sami problem pa je tako svaki atribut mogao biti podijeljen u više ili manje kategorija i imati drugačiji tip.

Sad kada smo upoznati s alternativama i atributima, sljedeći pojam koji je važno spomenuti vezan uz metodu ekvivalentnih zamjena jest matrica vrijednosti (tablica odlučivanja). Jednostavno rečeno, to je matrični prikaz atributa i alternativa. Primjer iste biti će prikazan na temelju prethodno opisanih atributa i alternativa vezanih uz odabir projekta a razvoj ali za primjer biti će u reduciranom obliku sa četiri atributa vezanih uz 3 alternative.

Tablica 1. Matrica odlučivanja

	Projekt A	Projekt B	Projekt C
Cijena	45,00	55,00	50,00
Broj ljudi	3	6	4
Trajanje projekta	8	5	12
Rizik	1	1	3

Uz matricu vrijednosti spomenuti ćemo i matricu zamjena. Matrica zamjena nam služi da bi definirali kako promjena vrijednosti nekog atributa utječe na promjenu ostalih atributa. Ova matrica je subjektivna za pojedinog donositelja odluke jer različitim donositeljima odluke promjena vrijednosti jednog atributa drugačije utječe na promjenu vrijednosti drugih atributa. Na primjeru tablice 2. je prikazana matrica zamjene. Možemo vidjeti kako funkcionira na način da se donositelj odluke mora zapitati ukoliko se npr. atribut broj ljudi promijeni za 1, kakav će to utjecaj imati na cijenu?

Tablica 2. Matrica zamjene

	Cijena	Broj ljudi	Trajanje	Rizik
Cijena (+1)		0.33	0.06	0.2
Broj ljudi (+1)	3		-2	-0.6
Trajanje (+1)	-1.5	0.5		0.3
Rizik (+1)	5	-1.6	3.3	

Gornju tablicu (za primjer samo 1. stupac) možemo interpretirati na sljedeći način - Ukoliko broj ljudi na projektu poraste za 1, cijena koju želimo naplatiti klijentu se promijeni (poraste) za 3 €.

Ukoliko se trajanje projekta produži za 1 mjesec, cijena koju želimo naplatiti klijentu se promijeni (smanji) za 1.5 €.

Ukoliko se rizik promijeni za 1 kategoriju, cijena koju želimo naplatiti klijentu se promijeni (poraste) za 5€.

Preostalo nam je objasniti još tri pojma koji su vezani uz metodu ekvivalentnih zamjena koja će nam poslužiti prilikom objašnjenja algoritma:

1. **Irelevantan atribut** - atribut koji ima istu vrijednost za sve alternative. Ukoliko neki atribut ima iste vrijednosti kod svih alternativa, njega možemo eliminirati iz procesa odlučivanja. Npr. ukoliko svi projekti koje nas zanimaju, kako je prikazano u tablici 3. imaju trajanje od 12 mjeseci, onda atribut trajanje ni na koji način ne utječe na odluku te ga možemo zanemariti prilikom procesa donošenja odluke jer će se odluka donijeti na temelju ostalih atributa.

Tablica 3. Irelevantan atribut – trajanje projekta

	Projekt A	Projekt B	Projekt C
Cijena	45,00	55,00	50,00
Broj ljudi	3	6	4
Trajanje projekta	12	12	12
Rizik	1	1	3

2. **Potpuna dominacija** - vrsta dominacije alternative A nad alternativom B na način da je alternativa A bolja na nekom skupu atributima od alternative B i nije lošija od alternative B na preostalim atributima. Ukoliko je alternativa A po većini kriterija bolja od alternative B, a po preostalim atributima nije lošija od alternative B, kažemo da je alternativa B dominirana alternativa od strane alternative A, što znači da alternativu B možemo eliminirati kao mogući odabir. Tablice 4 prikazuje kako je projekt B dominantan nad projektom A jer je bolji na skupu atributa cijena i trajanje projekta a nije lošiji na skupu atributa broj ljudi i rizik.

Tablica 4. Potpuna dominacija

	Projekt A	Projekt B	Projekt C
Cijena	45,00	55,00	50,00
Broj ljudi	3	3	4
Trajanje projekta	8	10	12
Rizik	1	1	3

3. **Praktična dominacija** - Sikavica i sur. (2014) navode da je to vrsta dominacije gdje je alternativa B bolja u samo jednom, ili manjem broju atributa od alternative A, ali na skupu preostalih atributa alternativa A nadvisuje alternativu B. Na primjeru tablice 5. možemo vidjeti kako je projekt B bolji samo po kriteriju cijene, dok je projekt A bolji na temelju svih ostalih atributa.

4.

Tablica 5. Praktična dominacija

	Projekt A	Projekt B	Projekt C
Cijena	45,00	55,00	50,00
Broj ljudi	3	5	4
Trajanje projekta	8	6	12
Rizik	1	2	3

7. Sustav za potporu temeljen na metodi ekvivalentnih zamjena

7.1. Uvod

Motiv za razvoj aplikacije koja se temelji na metodi ekvivalentnih zamjena pojavio se tijekom pohađanja kolegija Teorija odlučivanja na Fakultetu organizacije i informatike. Kroz sam kolegij upoznali smo se s više metoda odlučivanja. Problem je bio što osim na temelju primjera s nastave ili na konzultacijama s nastavnicima nije na koji način moguće provjeriti točnost rješenja zadataka za vježbu. Uz svaku od naučenih metoda autor rada provjeravao je postoji li neka aplikacija koja bi mogla poslužiti kao podrška, ali za metodu ekvivalentnih zamjena nije bilo iste, osim Java appleta "Smart Swaps" kojeg možemo pronaći na sljedećoj poveznici - <http://smart-swaps.aalto.fi>

Međutim, postoji nekoliko problema koji otežavaju korištenje aplikacije „Smart swaps“. Pošto je aplikacija razvijena kao Java applet, potrebno je instalirati Javu te u pregledniku omogućiti pokretanje Java appleta.

Sljedeći problem koji je uočen bilo je drugačije korištenje algoritma metode ekvivalentnih zamjena. Naime, kod spomenute aplikacije "Smart Swaps" se vrijednost svakog od atributa mora unositi nakon svakog koraka/iteracije algoritma, dok je na nastavi korištena matrica zamjene.

Ideja je razviti aplikaciju koja u potpunosti algoritamski odgovara pristupu koji se koristio i na nastavi, ali isto tako da bude neovisna o platformi, pristupačna, modernog izgleda te korisna nastavnicima i studentima na kolegiju Teorija odlučivanja.

Kao pokazni primjer korištenja aplikacije korišteni su već razrađeni primjeri alternativa i atributa iz poglavlja 6.4. gdje je predstavljen problem odabira najboljeg projekta za tvrtku s ograničenim resursima i nalazi se u situaciji da mora evaluirati projekte te odlučiti koji od njih najbolje odgovara ograničenjima.

Lista korištenih atributa:

- Cijena po satu
- Broj ljudi
- Vremensko trajanje projekta
- Intenzitet suradnje
- Stupanj definiranosti projekta
- Rizik
- Kompleksnost projekta.

Ovi atributi pridijeljeni su sljedećim alternativama:

- ProjektA
- ProjektB
- ProjektC.

7.2. Razvojna tehnologija

S obzirom da je cilj bio razviti aplikaciju neovisnu o platformi, jednostavnu za pristup i korištenje, odlučeno je razviti web aplikaciju. Aplikacija je razvijena u programskom jeziku JavaScript koji pruža razne knjižnice (eng. *library*) koje olakšavaju razvoj i otvaraju mogućnost da se više vremena koristi na implementaciju rješenja problema te pruža izvrsnu korisničku podršku. Pošto se aplikacija temelji na prikazu svih koraka algoritma i unosu podataka na korisničkoj strani bez potrebe za spremanjem u bazu, u radu je korišten razvojni okvir React. To je knjižnica (eng. *library*) otvorenog koda (eng. *open-source*) programskog jezika JavaScript koja olakšava razvoj korisničkog sučelja za web aplikacije. Razvojno okruženje koje je korišteno je PhpStorm koji je razvila tvrtka JetBrains, a za studente nudi obnovljivu jednogodišnju licencu za korištenje razvojnih alata.

Nakon što sam definirao što je sve potrebno za cijeli proces strukturirao sam aplikaciju prema sljedećim modulima:

- Atributi

- Alternative
- Evaluacija atributa i algoritam ekvivalentnih zamjena.

7.3. Definiranje sustava

Kako bih započeo izgradnju aplikacije držao sam se procesa navedenog ranije te strukturirao cijeli proces u faze definirane ranije u radu.

Strukturirao sam problem - izraditi aplikaciju koja podržava odlučivanje uz pomoć metode ekvivalentnih zamjena. Pritom treba moći unijeti attribute i alternative koje će se zatim koristiti u algoritmu temeljenom na primjermi navedene metode. Pošto slična rješenja postoje ali su zastarjela i nisu jednostavno dostupna ili su ograničena platformom, držao sam se cilja modernizirati dizajn te učiniti aplikaciju dostupnom i intuitivnom za korištenje, te kroz dodavanje atributa i alternativa provesti kroz proces strukturiranja problema kako bi bio spreman za provođenje kroz metodu ekvivalentnih zamjena. Upravo iz tog razloga odlučio sam se za web aplikaciju koja će biti neovisna o korištenom uređaju, operacijskom sustavu, internet pregledniku i za koju neće biti potrebno instalirati dodatke. Nakon toga definirao sam sve funkcionalnosti koje želim implementirati te ih povezao u cjelinu. Sljedeći korak bila je implementacija u ranije navedenim alatima i tehnologijama. Po završetku razvoja, potrebno je testirati aplikaciju te validirati rješenje tj. provjeriti radi li aplikacija ono što treba i radi li to dobro. Testiranje sam proveo na konkretnom primjeru te analizirao rezultat. Ova faza traje dok se ne isprave svi uočeni nedostaci.

Aplikacija je zamišljena kao sustav koji pruža podršku u modeliranju problema temeljno na PrOACT pristupu i zatim ga kroz algoritam ekvivalentnih zamjena rješava. Kako bismo razumjeli sve funkcionalnosti i što zapravo aplikacija radi i na temelju čega radi potrebno je usvojiti temeljne koncepte i pojmove koji su obrađeni ranije u radu.

Ranije u radu spomenute su značajke sustava za potporu u odlučivanju u kontekstu informacijskog sustava i sustava za potporu odlučivanju. Cilj aplikacije koja je razvijena u sklopu ovog rada je podržati navedene značajke. Veliki fokus stavljen je na modeliranje i strukturiranje problema. Primjenom PrOACT principa aplikacija podržava unos alternativa kao i pripadajućih atributa. Korisnik će trebati promisliti kako strukturirati problem jer ga aplikacija vodi kroz vrednovanje svakog od atributa ukoliko je kvantitativni, ali i pretvorbu kvalitativnog u kvantitativni. Aplikacija treba biti fleksibilna te odgovarati na promjene koje se događaju tijekom rada te dati brzi i direktan pristup unesenim podacima. Još jedna od značajki je interaktivna prezentacijska tehnologija koja se postiže modernim, jednostavnim i intuitivnim web sučeljem koje omogućuje efektivan i neometan rad sa svim podacima u realnom vremenu. U svakom

trenutku moguće je dodati nove attribute i alternative koje se zatim propagiraju kroz sustav, te se prema tome može raditi nova iteracija metode ekvivalentnih zamjena. Aplikacija je razvijena kao specifičan sustav koji podupire primjenu metode ekvivalentnih zamjena.

U nastavku će biti opisane sve funkcionalnosti koje su implementirane unutar aplikacije koje su zamišljene tako da bi korisnika što intuitivnije vodile kroz proces dodavanja alternativa, atributa, matrice zamjene te u konačnici sam algoritam korak po korak objašnjava što se događa u kojoj iteraciji.

7.4. Definiranje funkcionalnosti aplikacije

Kako bih obuhvatio sve potrebne i željene funkcionalnosti potrebno je granulirati aplikaciju na funkcionalne dijelove koji podupiru sve elemente algoritma metode ekvivalentnih zamjena. Aplikacija stoga treba imati određeni skup funkcionalnosti koje su podijeljene u 3 modula.

1. Atributi
2. Alternative
3. Metoda ekvivalentnih zamjena.

Prilikom pokretanja aplikacije korisnik je pozicioniran na početnu stranicu. U izborniku s lijeve strane nalaze se navedeni moduli.

Odabirom na "Attributes" korisnik je preusmjeren na stranicu modula "Atributi".

Odabirom na "Alternatives" korisnik je preusmjeren na stranicu modula "Alternative".

Odabirom na "Even swaps" korisnik je preusmjeren na stranicu modula "Metoda ekvivalentnih zamjena".

Kao preduvjet za provedbu metode ekvivalentnih zamjena potrebno je unijeti više od jednog atributa te više od jedne alternative. Nakon unosa atributa i alternativa, biti će potrebno popuniti matricu zamjene, nakon čega se može pokrenuti algoritam metode ekvivalentnih zamjena koji će biti prikazan korak po korak te objašnjavati što se događa u svakom od njih.

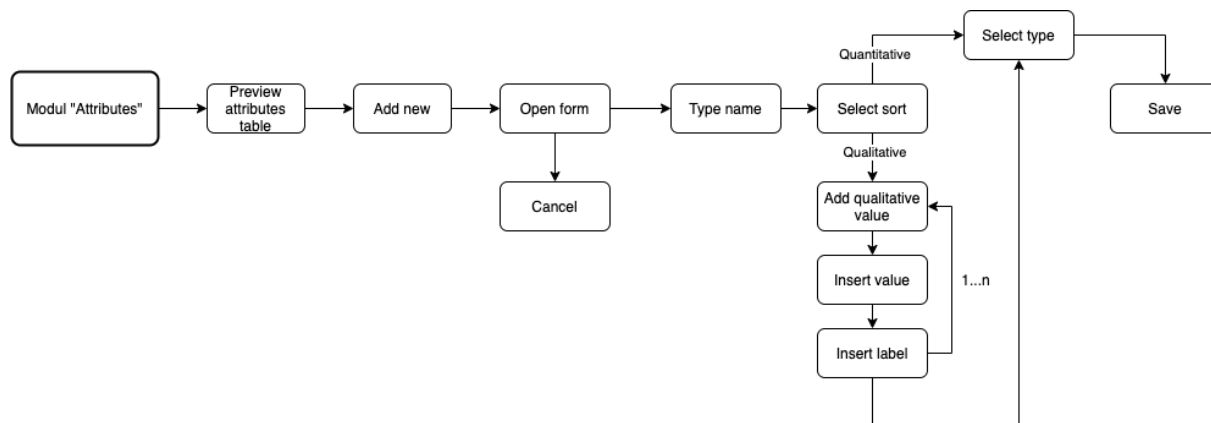
Kroz aplikaciju ću se poslužiti ranije navedenim primjerom odluke koji projekt uzeti i navedenim skupom atributa te ću dodati 3 alternative i zatim nad njima provesti metodu ekvivalentnih zamjena.

7.4.1. Modul “Attributes”

U ovom modulu implementirane su sljedeće funkcionalnosti:

1. Unos atributa
 - a) Unos naziva atributa
 - b) Odabir vrste atributa
 - i. Kvalitativni
 1. Unos oznake i numeričke vrijednosti atributa
 2. Brisanje pojedine stavke kvalitativnog atributa
 - ii. Kvantitativni
 - c) Odabir tipa atributa
 - i. Min
 - ii. Max
2. Brisanje atributa
3. Izmjena atributa
4. Pregled svih unesenih atributa
5. Pregled pojedinog atributa
6. Pretraga atributa po ključnoj riječi

U nastavku se nalazi dijagram aktivnosti za funkcionalnost “Unos atributa” pošto smatram da je to jedna od funkcionalnosti koju je potrebno prikazati i opisati detaljnije.



Slika 9. Dijagram aktivnosti za funkcionalnost unosa atributa

Kad je korisnik pozicioniran na stranicu modula “Attributes”, prikazan mu je tablični prikaz svih unesenih atributa koje će kasnije koristiti za evaluaciju alternativa te opcije za dodavanje novog atributa, uređivanje postojećeg, brisanje postojećeg te prikaz informacija o postojećem.

Home
Attributes
Alternatives
Even swaps

Attributes

Add new

Name	Sort	Search		
Cijena po satu	quantitative	Edit	Show	Delete
Broj ljudi	quantitative	Edit	Show	Delete
Vremensko trajanje projekta	quantitative	Edit	Show	Delete
Intenzitet suradnje	qualitative	Edit	Show	Delete
Stupanj definiranosti projekta	qualitative	Edit	Show	Delete
Rizik	qualitative	Edit	Show	Delete
Kompleksnost projekta	qualitative	Edit	Show	Delete

< 1 >

Slika 10. Tablični prikaz atributa

Pritiskom na gumb “Add new” otvara se forma za unos novog atributa. Nakon unosa naziva atributa, potrebno je odabrati vrstu istog (kvalitativni/kvantitativni).

Ukoliko se odabere kvantitativni, potrebno je unijeti naziv i tip (min/max) te pritiskom na gumb “Save” spremamo atribut. [Slika 11.]

Attribute

Name :

Cijena po satu

Attribute sort :

Quantitative

Attribute type :

Max

Cancel

Save

Slika 11. Dodavanje kvantitativnog atributa

Ukoliko se odabere kvalitativni, pojavljuje se opcija “Add qualitative value”. Ova opcija nam omogućuje da kvalitativnom atributu dodijelimo numeričke opcije tj. Izvršimo transformaciju u kvantitativni. Ovaj proces prikazan je na slici 12.

The screenshot shows a web form titled 'Attribute' with a close button (X) in the top right corner. The form contains the following elements:

- Name:** A text input field containing 'Stupanj definiranosti projekta' and a small icon button on the right.
- Attribute sort:** A dropdown menu currently showing 'Qualitative'.
- Add qualitative value:** A button located below the dropdown.
- Value/Label/Remove rows:** A list of five rows, each with a 'Value' input, a 'Label' input, and a 'Remove' button.

Value	Label	Remove
5	Nije definiran	Remove
4	Slabo definiran	Remove
3	Srednje definiran	Remove
2	Dobro definiran	Remove
1	Detaljno definiran	Remove
- Attribute type:** A dropdown menu currently showing 'Min'.
- Buttons:** 'Cancel' and 'Save' buttons at the bottom right.

Slika 12. Dodavanje kvalitativnog atributa

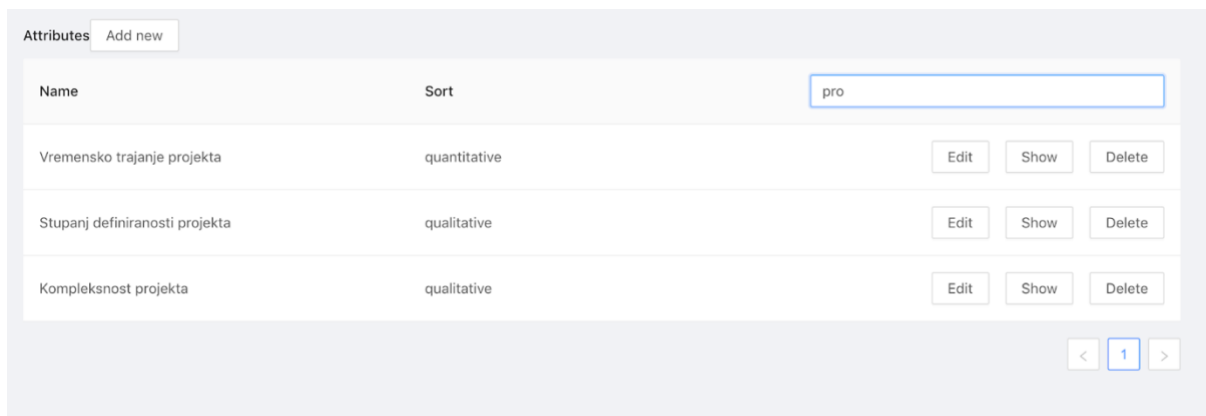
Nakon spremanja dodane attribute možemo vidjeti u tabličnom prikazu svih atributa.

Sljedeća funkcionalnost je izmjena postojećeg atributa. Pritiskom na gumb “Edit” otvara se forma sa svim podacima o atributu i njih se može izmijeniti. Nakon izmjene potrebno je spremiti promjene pritiskom na gumb “Save” ili poništiti izmjene pritiskom na gumb “Cancel” kojim se može u svakom trenutku prekinuti izmjena atributa.

Funkcionalnost prikaza pojedinih atributa se pokreće pritiskom na gumb “Show”. Nakon toga se otvara forma koja prikazuje detalje o atributu tj. njegov naziv, vrstu i tip.

Pritiskom na gumb “Delete” je implementirana funkcionalnost brisanja atributa koja željeni atribut briše iz popisa svih atributa i nije više dostupan unutar aplikacije.

Kao zadnja funkcionalnost je pretraživanje svih atributa. Postavljanjem kursora u polje “Search” i unosom ključne riječi ili nekoliko slova koje čine dio riječi u prikazu ostaju samo oni atributi koji sadrže uneseni tekst kao što je vidljivo na slici 13.



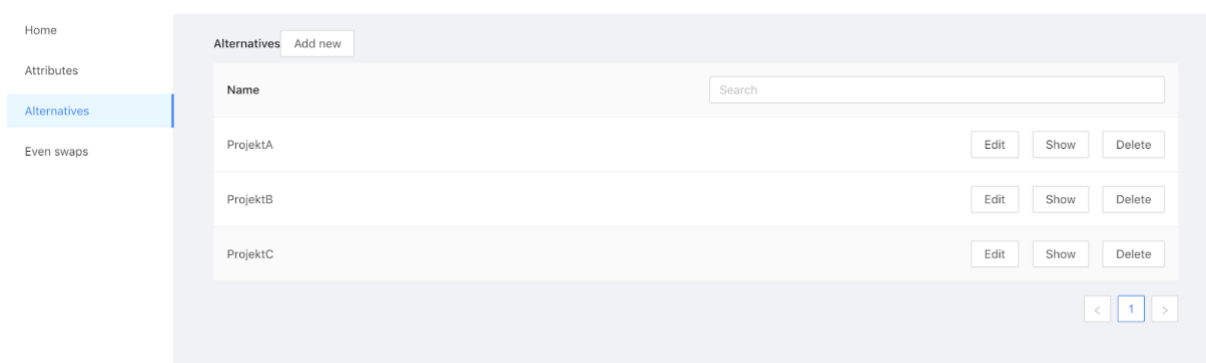
Slika 13. Pretraga atributa prema ključnoj riječi

7.4.2. Modul “Alternatives”

Modul alternative služi nam za unos mogućih alternativa te pridjeljivanje konkretnih vrijednosti pripadajućim atributima. Ovaj modul sadrži sljedeće funkcionalnosti:

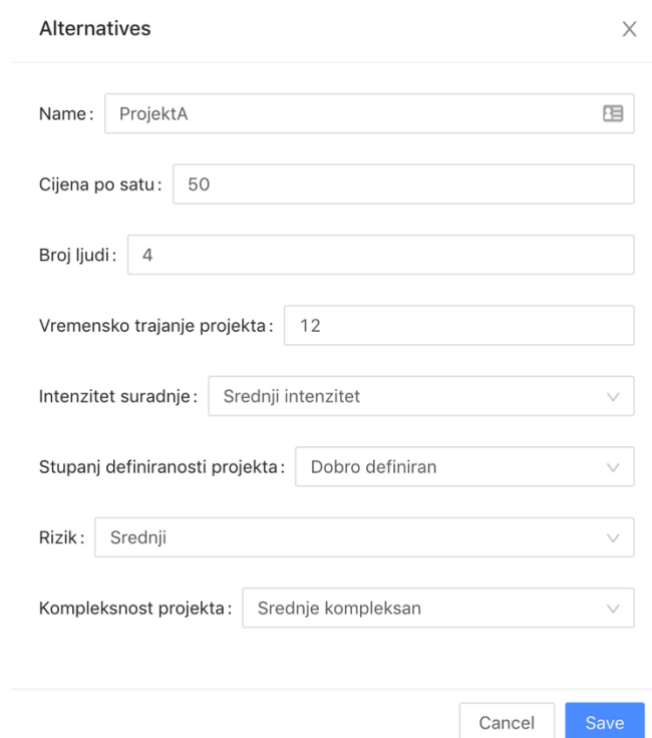
1. Unos alternative
 - a) Unos naziva alternative
 - b) Unos vrijednosti svih pripadajućih atributa
2. Brisanje alternative
3. Izmjena alternative
4. Pregled svih unesenih alternativa
5. Pregled pojedine alternative
6. Pretraga alternativa

Kad je korisnik pozicioniran na stranicu modula “Alternatives”, prikazan je tablični prikaz svih unesenih alternativa. [Slika 14.]



Slika 14. Tablični prikaz alternativa

Možemo vidjeti kako trenutno u aplikaciji imamo dvije alternative ProjektA i ProjektB. Ukoliko želimo dodati novu alternativu potrebno je kliknuti na gumb “Add new”. Ova funkcionalnost će zatim dohvatiti sve atribute iz modula “Attributes” te će se otvoriti forma za unos vrijednosti svih dohvaćenih atributa što je prikazano na slici 15.



Alternatives X

Name: ProjektA

Cijena po satu: 50

Broj ljudi: 4

Vremensko trajanje projekta: 12

Intenzitet suradnje: Srednji intenzitet

Stupanj definiranosti projekta: Dobro definiran

Rizik: Srednji

Kompleksnost projekta: Srednje kompleksan

Cancel Save

Slika 15. Dodavanje nove alternative

Pritiskom na gumb “Save” nova alternativa će biti spremljena i prikazana u tabličnom pregledu svih alternativa.

Kao i kod modula “Attributes” postoje opcije uređivanja, prikaza pojedine alternative, pretraživanja te brisanja alternative.

7.4.3. Modul “Even swaps”

Ovaj modul ima dvije glavne zadaće. Popunjavanje matrice zamjene te provedba samog algoritma metode ekvivalentnih zamjena po koracima. Obuhvaća sljedeće funkcionalnosti:

1. Odabir atributa koji će biti evaluirani pomoću matricu zamjene
2. Generiranje matrice zamjene prema odabranim atributima
3. Mogućnost unosa vrijednosti u matricu zamjena
4. Odabir alternativa koje će se evaluirati metodom ekvivalentnih zamjena
5. Prikaz iteracija algoritma metode ekvivalentnih zamjena

Kako bismo započeli rad u ovom modulu, potrebno je odabrati koje sve atribute i alternative želimo uključiti u metodu ekvivalentnih zamjena.

Dodavanje atributa vrši se preko izbornika kako je prikazano na slici 16.

The screenshot shows a web interface titled "Even swaps". At the top, there is a section "Select attribute for evaluation" with a dropdown menu. The dropdown is open, showing a list of attributes: "Cijena po satu", "Broj ljudi", "Vremensko trajanje projekta", "Intenzitet suradnje", "Stupanj definiranosti projekta", "Rizik", and "Kompleksnost projekta". Each attribute has a blue checkmark to its right. Below the dropdown, there is a table with 5 columns and 5 rows. The columns are labeled "Broj ljudi", "Vremensko trajanje projekta", "Intenzitet suradnje", "Stupanj definiranosti projekta", and "Rizik". The rows are labeled "Broj ljudi", "Vremensko trajanje projekta", "Intenzitet suradnje", "Stupanj definiranosti projekta", and "Rizik". Each cell in the table contains a text input field with the number "1".

Slika 16. Dodavanje atributa u matricu zamjene

Atributi će se dodavati redom kako ih odaberemo, te će se na temelju odabranih atributa generirati matrica zamjena u kojoj se nalaze inicijalne vrijednosti u iznosu od 1. Matricu zamjene se dobije tako da se konkretnim vrijednostima popuni samo 1. stupac, dok su ostala polja onemogućena za unos. Na temelju vrijednosti prvog stupca, aplikacija izračuna ostale vrijednosti ispod glavne dijagonale, te također popuni vrijednosti iznad dijagonale s recipročnim vrijednostima kako bi se zadržala konzistentnost. Na slici 17. možemo vidjeti kako izgleda popunjena matrica zamjena.

	Cijena po satu	Broj ljudi	Vremensko trajanje projekta	Intenzitet suradnje	Stupanj definiranosti projekta	Rizik	Kompleksnost projekta
Cijena po satu		-0,666666	-1	-0,5	0,33333333	0,25	0,5
Broj ljudi	-1,5		-1,5	-0,75	0,5	0,375	0,75
Vremensko trajanje projekta	-1	-0,666666		-0,5	0,33333333	0,25	0,5
Intenzitet suradnje	-2	-1,333333	-2		0,66666666	0,5	1
Stupanj definiranosti projekta	3	2	3	1,5		-0,75	-1,5
Rizik	4	2,666666	4	2	-1,33333333		-2
Kompleksnost projekta	2	1,333333	2	1	-0,66666666	-0,5	

Slika 17. Popunjena matrica zamjene

Kao što je ranije objašnjeno matrica zamjena se popunjava tako da se pitamo - koliko sam spreman sniziti/povećati cijenu po satu ukoliko se npr. atribut broj ljudi na projektu poveća za 1. U ovom slučaju ukoliko se broj ljudi poveća za 1, spremni smo prihvatiti cijenu za 1.5 € manju od početne.

Alternative dodajemo u sekciji ispod matrice zamjene kao što možemo vidjeti na slici 18. Redom kako dodajemo alternative one će biti složene u tablici za metodu ekvivalentnih zamjena.

Select alternatives

ProjektA ×
ProjektB ×
ProjektC ×

ProjektA ✓
ProjektB ✓
ProjektC ✓

Slika 18. Odabir alternativa za metodu ekvivalentnih zamjena

Nakon što smo prošli sve do sada navedene korake, možemo detaljno objasniti kako funkcionira metoda ekvivalentnih zamjena na primjeru odluke koji projekt uzeti čije smo atribute odredili u modulu “Attributes” te dodali 3 različite alternative u modul “Alternatives” s konkretnim vrijednostima atributa. Svi pojmovi koji su bitni za ovu metodu su objašnjeni ranije, kao i sami koncept provedbe metode koji se pokrene pritiskom na gumb “Resolve”.

Objasnimo sada kako funkcionira metoda ekvivalentnih zamjena na primjeru navedena 3 projekta A, B i C.

Kao što je ranije spomenuto algoritam metode ekvivalentnih zamjena je funkcionira tako da u matrici odlučivanja eliminiramo dominirane alternative. Ukoliko imamo više od jedne alternative provodi se korak ekvivalentnih zamjena uz pomoć matrice zamjena koji ima posljedicu da su bar za jedan od atributa sve vrijednosti jednake što ga čini irelevantnim atributom i možemo ga slobodno eliminirati. Ove korake ponavljamo dok nam u tablici ne ostane samo jedna alternativa. Aplikacija iznad tablice odluke sadrži tekstualni opis svakog od koraka čime korisniku olakšava snalaženje u koracima algoritma. [Slika 19.]

Initial data

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Cijena po satu	50	55	60
Broj ljudi	4	2	4
Vremensko trajanje projekta	12	7	10
Intenzitet suradnje	2	3	1
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 19. Tablica odlučivanja

Analizirajući svaki od stupaca možemo vidjeti da u ovom slučaju ne postoji niti jedna alternativa(projekt) koja je dominirana od neke druge tj. da ne postoji projekt koji je bolji ili jednak s obzirom na neki drugi po svim vrijednostima atributa. Sada prelazimo na korak ekvivalentne zamjene. Aplikacija radi tako da se sve vrijednosti u matrici korigiraju prema 1. stupcu (u ovom slučaju ProjektA) i to na način da se atribut koji je u prvom retku korigira na istu vrijednost čime će postati irelevantan, a atribut u retku ispod se uzima kao korektivni. [Slika 20.]

Doing equivalent change. Irrelevant: Cijena po satu, Corrective: Broj ljudi, Targeting by item: ProjektA

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Cijena po satu	50	55 + -5	60 + -10
Broj ljudi	4	2 + 3.33333	4 + 6.66667
Vremensko trajanje projekta	12	7	10
Intenzitet suradnje	2	3	1
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 20. Korekcija atributa "broj ljudi na projektu"

U ovom slučaju sve vrijednosti atributa "cijena po satu" korigirane su na 50, dok je korektivni atribut "broj ljudi". Vrijednosti na temelju kojih se korigiraju iznosi atributa uzimaju se iz matrice zamjene iz retka u kojem je atribut koji svodimo na irelevantni i stupca u kojem je korektivni atribut. [Slika 21.]

	Cijena po satu	Broj ljudi	Vremensko trajanje projekta	Intenzitet suradnje	Stupanj definiranosti projekta	Rizik	Kompleksnost projekta
Cijena po satu		-0,666666	-1	-0,5	0,33333333	0,25	0,5
Broj ljudi	-1,5		-1,5	-0,75	0,5	0,375	0,75
Vremensko trajanje projekta	-1	-0,666666		-0,5	0,33333333	0,25	0,5
Intenzitet suradnje	-2	-1,333333	-2		0,66666666	0,5	1

Slika 21. Korektivna vrijednosti cijena po satu-broj ljudi na projektu

Ta je vrijednost u matrici zamjene -0.66 što znači da se za promjenu atributa "cijena po satu" za 1 jedinicu atribut "broj ljudi" mijenja za -0.66. Pošto se atribut "cijena po satu" korigira za 5 jedinica na projektu B, znači da se atribut "broj ljudi" mijenja za $5 \times (-0.66)$ što iznosi 3.33. Ista se logika primjenjuje na alternativu Projekt C gdje se atribut "cijena po satu" korigira za 10 jedinica pa se atribut "broj ljudi" mijenja za $10 \times (-0.66)$ što iznosi 6.66. Nakon provede ekvivalentne zamjene sve vrijednosti atributa "cijena po satu" su 50 što znači da je taj atribut irelevantan i možemo ga ukloniti iz matrice odluke kao što se vidi na slici 22.

○ Clearing irrelevant attribute Cijena po satu

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Broj ljudi	4	5.33333	10.66667
Vremensko trajanje projekta	12	7	10
Intenzitet suradnje	2	3	1
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 22. Brisanje irelevantnog atributa "cijena po satu"

Sljedeći je korak opet provjeriti postoji li dominirana alternativa. Opet možemo primijetiti kako niti jedna alternativa nije dominirana od druge pa je potrebno još jednom raditi ekvivalentne zamjene. Sada je atribut "broj ljudi" atribut kojem se izjednačavaju vrijednosti kako bi postao irelevantan, dok je atribut "vremensko trajanje projekta" korektivni atribut. Vrijednosti po kojima se radi korekcija se iščitavaju iz matrice zamjena na način da se uzima vrijednost iz retka u kojem je atribut koji svodimo na irelevantni i stupca u kojem je korektivni atribut. [Slika 23.]

○ Doing equivalent change. Irrelevant: Broj ljudi, Corrective: Vremensko trajanje projekta, Targeting by item: ProjektA

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Broj ljudi	4	$5.33333 + -1.3333300000000001$	$10.66667 + -6.66667$
Vremensko trajanje projekta	12	$7 + 2$	$10 + 10.00001$
Intenzitet suradnje	2	3	1
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 23. Korekcija atributa "vremensko trajanje projekta"

Nakon provedene ekvivalentne zamjene sve vrijednosti atributa "broj ljudi" su jednake što ga čini irelevantnim atributom koji se može ukloniti iz matrice odluke.

Nakon što je irelevantni atribut uklonjen, provjera postoji li dominirana alternativa se ponavlja. [Slika 24.]

○ Clearing irrelevant attribute Broj ljudi

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Vremensko trajanje projekta	12	9	20.00001
Intenzitet suradnje	2	3	1
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 24. Tablica odlučivanja nakon brisanja irelevantnog atributa "broj ljudi"

Niti u ovom koraku ne postoji dominirana alternativa stoga je potrebno još jednom raditi ekvivalentne zamjene. Izjednačavaju se vrijednosti atributa "vremensko trajanje projekta" dok je korektivni atribut "intenzitet suradnje" što je vidljivo na slici 25.

○ Doing equivalent change. Irrelevant: Vremensko trajanje projekta, Corrective: Intenzitet suradnje, Targeting by item: ProjektA

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Vremensko trajanje projekta	12	$9 + 3$	$20.00001 + -8.00001$
Intenzitet suradnje	2	$3 + -1.5$	$1 + 4.00001$
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 25. Korekcija atributa "intenzitet suradnje"

Nakon ove ekvivalentne zamjene irelevantan atribut "vremensko trajanje projekta" se uklanja iz matrice odluke te se provjerava postoji li dominirana alternativa što je prikazano na slici 26.

○ Clearing irrelevant attribute Vremensko trajanje projekta

	ProjektA	ProjektB	ProjektC
Intenzitet suradnje	2	1.5	5.00001
Stupanj definiranosti projekta	2	3	3
Rizik	2	1	2
Kompleksnost projekta	2	1	2

Slika 26. Dominirana alternativa ProjektC

U ovom koraku postoji dominirana alternativa ProjektC od strane alternative ProjektA zbog toga što su vrijednosti na svim atributima alternative ProjektA jednake ili bolje od alternative ProjektC. Svi atributi koji se trenutno nalaze u matrici odluke su tip min što znači da je manja vrijednost bolja. Alternativa ProjektA ima manje vrijednosti na atributima “intenzitet suradnje” i “stupanj definiranosti projekta” te jednake vrijednosti na atributima “rizik” i “kompleksnost projekta” što znači da je alternativa ProjektC dominirana od strane alternative ProjektA te se uklanja iz matrice kako je prikazano na slici 27.

○ ProjektA is dominating ProjektC, removing ProjektC.

	ProjektA	ProjektB
Intenzitet suradnje	2	1.5
Stupanj definiranosti projekta	2	3
Rizik	2	1
Kompleksnost projekta	2	1

Slika 27. Brisanje alternative ProjektC

Preostale su dvije alternative i ne postoji dominirana alternativa pa se odluka još ne može donijeti. Ponavlja se korak ekvivalentnih zamjena. Kao irelevantni atribut se namješta “intenzitet suradnje” dok je atribut “stupanj definiranosti projekta” korektivni. Vrijednosti za korekciju uzimaju se iz matrice zamjena kao i u prethodnim koracima što je vidljivo na slici 28.

○ Doing equivalent change. Irrelevant: Intenzitet suradnje, Corrective: Stupanj definiranosti projekta, Targeting by item: ProjektA

	ProjektA	ProjektB
Intenzitet suradnje	2	$1.5 + 0.5$
Stupanj definiranosti projekta	2	$3 + 0.33333$
Rizik	2	1
Kompleksnost projekta	2	1

Slika 28. Korekcija atributa “stupanj definiranosti projekta”

Nakon provedenog koraka ekvivalentnih zamjena i brisanja irelevantnog atributa tablica odluke izgleda kao na slici 29.

○ Clearing irrelevant attribute Intenzitet suradnje

	ProjektA	ProjektB
Stupanj definiranosti projekta	2	3.33333
Rizik	2	1
Kompleksnost projekta	2	1

Slika 29. Korekcija atributa "rizik"

Potrebno je još jednom provesti korak ekvivalentnih zamjena jer ne postoji dominirana alternativa. Kao irelevantni atribut nameće se "stupanj definiranosti projekta" te kao korektivni atribut "rizik". Nakon brisanja irelevantnog atributa "stupanj definiranosti projekta" možemo primijetiti kako je alternativa ProjektA dominirana od alternative ProjektB. Alternativa ProjektB se uklanja iz matrice te preostaje samo alternativa ProjektB te on predstavlja najbolju odluku što je prikazano na slici 30.

○ Clearing irrelevant attribute Stupanj definiranosti projekta

	ProjektA	ProjektB
Rizik	2	2
Kompleksnost projekta	2	1

○ ProjektB is dominating ProjektA, removing ProjektA.

	ProjektB
Rizik	2
Kompleksnost projekta	1

Slika 30. Konačni rezultat - odluka

Ovakav ishod nije iznenađujući s obzirom da je alternativa ProjektB po inicijalnim vrijednostima atributa "cijena" pokazivala srednje vrijednosti između alternative ProjektA i ProjektB. Na nekolicini atributa ova alternativa je bila bolja ili jednaka od obje preostale alternative, dok je po nekim vrijednostima bila lošija od ostalih alternativa, ali prema rezultatima metode ekvivalentnih zamjena, možemo vidjeti kako to nije previše utjecalo na konačan odabir alternative B kao najbolje opcije temeljene na vrijednostima atributa te kompenzacije vrijednosti atributa temeljene na matrici zamjena.

8. Zaključak

Kroz ovaj rad vidjeli smo kako se odluka može definirati na mnogo različitih načina ali u većini slučajeva je definirana kao odabir između više alternativa s ciljem rješavanja nekog problema. Odluka kao takva je rezultat procesa donošenja odluke - odlučivanja. Odlučivanje je strukturirani proces koji se, kako smo vidjeli, može standardizirati u točno određeni broj koraka koji nas vode kroz cijeli proces donošenja odluke. Podjela odluka prema vrstama su mnogo brojne, s obzirom na kontekst u kojem se promatra. Isto tako, s obzirom na način na koji se donositelj odluke postavlja u procesu donošenja odluke postoji više stilova odlučivanja. U poslovnom kontekstu možemo naći stil u kojem menadžer odluke ima isključivu moć u donošenju odluke, do onog u kojem dopušta podređenima da slobodno donose odluke. U praksi je naravno teško postići bilo koji od oba navedena ekstrema pa se uglavnom stilovi odlučivanja kreću između. Teorija odlučivanja je grana znanosti koja se baci proučavanjem odabira pojedinca te objedinjava znanja i koncepte iz više različitih područja kao što su matematika, statistika, psihologija, sociologija, informatika i filozofija. S obzirom na pristup odlučivanju postoje normativna, deskriptivna i preskriptivna teorija odlučivanja. Normativni pristup odlučivanja bavi se proučavanjem matematičkih modela kojima se želi donijeti čim racionalnija odluka i usko je vezana uz alate, metodologije i računalne programe - sustave za potporu odlučivanju. Razvoj informacijskih sustava rezultirao je da se poslovanje potpuno oslonilo na primjenu istih pa je teško naći bilo kakav oblik poslovanja koji se ne oslanja na informacijski barem u nekom segmentu. Primjena informacijskih sustava dovela je do specijalizacije informacijskih sustava za svaki sloj poslovanja. Tako postoje informacijski sustavi za obradu transakcija, upravljačko izvještajni informacijski sustav, sustav uredskog poslovanja te sustav za potporu odlučivanju. Sustavi za potporu odlučivanju su kompleksni sustavi koji koriste velike količine podataka, strukturiraju ih, te pomoću mehanizma zaključivanja pomažu u donošenju odluke. U kontekstu donošenja odluke, sustavi za potporu odlučivanju, kako sam naziv kaže, služe primarno kao potpora odlučivanju što znači da odgovorna osoba donosi konačnu odluku. Cilj ovog rada bio je izgraditi aplikaciju koja služi kao sustav za potporu odlučivanju temeljen na metodi ekvivalentnih zamjena. Metoda ekvivalentnih zamjena temelji se na vrednovanju atributa svake od ponuđenih alternativa, te se algoritam sastoji od skaliranja vrijednosti atributa kako bi se postiglo načelo dominacije i irelevantnog atributa dok ne eliminiramo sve alternative osim jedne koja predstavlja najbolju opciju prema našim preferencijama. Aplikacija je dizajnirana tako da nas vodi kroz proces modeliranja problema, numeričkog vrjednovanja atributa kao i kroz svaki korak metode ekvivalentnih zamjena.

Popis literature

Babić, Z. (2017) *Modeli i metode poslovnog odlučivanja* (2. izdanje) Split: Ekonomski fakultet Split, Sveučilište u Splitu

Bahtijarević-Šiber, F., Borović, S., Buble, M., Dujanić, M., Kapustić, S. (1991) *Organizacijska teorija*. Zagreb: Informator

Edwards, W., Miles, Ralph F., jr., von Winterfeldt, D. (2007) *Advances in Decision Analysis, From Foundations to Applications*, New York: Cambridge University Press

Hammond, J. S., Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1998). *Even Swaps: A Rational Method for Making Trade-offs*. *Harvard Business Review*, 03/04. <https://hbr.org/1998/03/even-swaps-a-rational-method-for-making-trade-offs>

Hammond S. John, Keeney L. Ralph, Raiffa H. (2002) *Smart choices – Practical guide to making better life decisions*, Harvard Business School Press

Hruška, D. (2011) *Kognitivni pristup donošenju poslovnih odluka Teorija i praksa radikalnog odlučivanja*. Zagreb: Sinergija-nakladništvo

Informacijski sustavi. (bez dat.) Wikipedia. Preuzeto 10.07.2020 s https://hr.wikipedia.org/wiki/Informacijski_sustavi

Leksikografski zavod Miroslav Krleža [LZMK]. (2011) *Ekonomski leksikon*. Zagreb: MASMEDIA

Marakas, G.M. (2003) *Decision Support Systems In the 21st Century* (Second edition). New Jersey: Pearson Education

Mustajoki J., Hamalainen, Raimo P., (2004) *Making Even Swaps Even Easier*, Priručnik Helsinki University of Technology, System Analysis Laboratory

Ove Hansson S., (2005) *Decision Theory A Brief Introduction*. Stockholm: Royal Institute of Technology, pristupano 02.05.2020 na <https://people.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>.

Panian, Ž., Varga, M., Čurko, K. (ur.) (2010) *Poslovni informacijski sustavi*, Zagreb: Element

Sikavica, P., Hunjak T., Begičević Ređep, N., Hernaus, T. (2014) *Poslovno odlučivanje*. Zagreb: Školska knjiga.

Teale, M., Dispenza, V., Flynn, J., Currie D., (2003) *Management Decision-Making Towards an Integrative Approach*, Harlow: Pearson Education Limited

Tipurić, D. (2009) *Vrste odluka, stilovi odlučivanja i pristupi odlučivanju*, Predavanja sa Sveučilišta u Zagrebu, Ekonomski fakultet Zagreb

Vlah, Silvija (2008) *Modeli višekriterijskog odlučivanja i heuristike za njihovo rješavanje*, magistarski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb. Preuzeto s <https://bib.irb.hr/datoteka/407750.mag-rad-vlah-final.pdf>

Wachowicz, T. (2007). Even Swaps Method for Developing Assessment Capabilities of E-Negotiation System, *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, 597-606. Katowice: The Karol Adamiecki University of Economics, Department of Operations Research

Yates, J.F. (2003) *Poslovno odlučivanje - Inovativna rješenja za goruća poslovna pitanja*. Zagreb: MATE

Popis slika

Slika 1. Opseg procesa odlučivanja prema Sikavica i sur. (2014)	4
Slika 2. Faze procesa donošenja odluke prema Marakas (2003)	7
Slika 3. Odnos između vrsta odluke i razina menadžmenta prema Tipurić (2009)	12
Slika 4. Stilovi vodstva prema Sikavica i suradnici (2014)	15
Slika 5. Interdisciplinarni okvir teorije odlučivanja prema Sikavica i sur. (2015)	19
Slika 6. Normativni model prema Teale i sur. (2003)	20
Slika 7. Životni ciklus razvoja sustava za potporu u odlučivanju prema Marakas (2003)	26
Slika 8. Dijagram toka metode ekvivalentnih zamjena	29
Slika 9. Dijagram aktivnosti za funkcionalnost unosa atributa	41
Slika 10. Tablični prikaz atributa	42
Slika 11. Dodavanje kvantitativnog atributa	42
Slika 12. Dodavanje kvalitativnog atributa	43
Slika 13. Pretraga atributa prema ključnoj riječi	44
Slika 14. Tablični prikaz alternativa	44
Slika 15. Dodavanje nove alternative	45
Slika 16. Dodavanje atributa u matricu zamjene	46
Slika 17. Popunjena matrica zamjene	47
Slika 18. Odabir alternativa za metodu ekvivalentnih zamjena	47
Slika 19. Tablica odlučivanja	48
Slika 20. Korekcija atributa "broj ljudi na projektu"	49
Slika 21. Korektivna vrijednosti cijena po satu-broj ljudi na projektu	49
Slika 22. Brisanje irelevantnog atributa "cijena po satu"	50
Slika 23. Korekcija atributa "vremensko trajanje projekta"	50
Slika 24. Tablica odlučivanja nakon brisanja irelevantnog atributa "broj ljudi"	51
Slika 25. Korekcija atributa "intenzitet suradnje"	51
Slika 26. Dominirana alternativa ProjektC	51
Slika 27. Brisanje alternative ProjektC	52
Slika 28. Korekcija atributa "stupanj definiranosti projekta"	52
Slika 29. Korekcija atributa "rizik"	53
Slika 30. Konačni rezultat - odluka	53

Popis tablica

Tablica 1. Matrica odlučivanja.....	34
Tablica 2. Matrica zamjene	35
Tablica 3. Irelevantan atribut – trajanje projekta.....	36
Tablica 4. Potpuna dominacija	36
Tablica 5. Praktična dominacija	37