

Primjena fuzzy logike prilikom procjene troška i planiranja izvedbe projekata izrade softvera

Polonijo, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:560454>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

IVANA POLONIJO

**PRIMJENA FUZZY LOGIKE PRILIKOM PROCJENE TROŠKA I
PLANIRANJA IZVEDBE PROJEKATA IZRADE SOFTVERA**

Diplomski rad

Pula, srpanj, 2022. godine.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet informatike u Puli

IVANA POLONIJO

**PRIMJENA FUZZY LOGIKE PRILIKOM PROCJENE TROŠKA I
PLANIRANJA IZVEDBE PROJEKATA IZRADE SOFTVERA**

Diplomski rad

JMBAG: 0145006296 (17055), izvanredni student

Studijski smjer: Informatika

Predmet: Upravljanje projektima

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Informacijske i komunikacijske znanosti

Znanstvena grana: Informacijski sustavi i informatologija

Mentor: izv. prof. dr. sc. Darko Etinger

Pula, srpanj, 2022. godine.



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana **Ivana Polonijo**, kandidat za magistra informatike ovime izjavljujem da je ovaj Diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

U Puli, 28.06.2022. godine



IZJAVA
o korištenju autorskog djela

Ja, **Ivana Polonijo** dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrileu Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom **Primjena fuzzy logike prilikom procjene troška i planiranja izvedbe projekata izrade softvera** koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Student

U Puli, 28.06.2022. godine

PRIMJENA FUZZY LOGIKE PRILIKOM PROCJENE TROŠKA I PLANIRANJA IZVEDBE PROJEKATA IZRADE SOFTVERA

Ivana Polonijo

Sažetak: Teorija i praksa vođenja informatičkih projekata ukazuje da procjena troška odnosno vremena trajanja projekta je varijabla koja učestalo uzrokuje neuspješnost projekata. Cilj ovog rada jest na dva projekta iz realnog sektora usporediti uspješnost procjene trajanja projekta na temelju spontanijih procjena izvođača koje su korištene u Critical Path Method (CPM) oblikovanju projekta te kompleksnijeg modela procjene korištenog za Program (or project) evaluation and review technique (PERT). Spontane procjene dobivene u sklopu CPM-a su zatim korigirane pomoću fuzzy modela te je ocijenjena uspješnost takvog načina oblikovanja procjena trajanja odnosno troška projekta izrade softvera.

Ključne riječi: Upravljanje projektima, Critical Path Method (CPM), Program (or project) evaluation and review technique (PERT), Fuzzy logika, Fuzzy model

USE OF FUZZY LOGIC FOR SOFTWARE PROJECT COST ESTIMATES AND PLANNING TECHNIQUES

Ivana Polonijo

Abstract: IT project management in theory and practice has shown that estimating cost i.e. time needed to complete a project is a variable that is often the main cause of a project being described as not successful. The goal of this paper is to compare the success of time/cost estimates of two different real-life IT projects. First, by using off-the-cuff estimates within the Critical Path Method (CPM) and second, a more complex type of estimate is used for the Program (or project) evaluation and review technique (PERT). Off-the-cuff estimates recorded for the CPM are then adjusted by a fuzzy logic model. These values were then used to evaluate if this type of time/cost evaluation is successful in estimating project duration and cost.

Keywords: Project management, Critical Path Method (CPM), Program (or project) evaluation and review technique (PERT), Fuzzy logic, Fuzzy model

Sadržaj

Uvod	1
Metodologije projektnog menedžmenta	3
2.1. Work breakdown structure (WBS) - Strukturna raščlamba poslova	3
2.1. Gantogram	4
2.2. Critical Path Method (CPM)	4
2.3. Program (or project) evaluation and review technique (PERT)	6
Procjene vremena	8
3.1. Procjene eksperta	9
Fuzzy logika	11
4.1. Osnove fuzzy logike	11
4.2. Fuzzy logika kod procjene trajanja projekta	13
Oblikovanje CPM i PERT modela na projektima u realnom sektoru	14
5.1. Opis projekata	14
5.2. Metodologija	15
5.3. Work breakdown struktura	16
5.4. CPM i PERT modeli - procjene	19
5.4.1. Projekt Novi Web	19
5.4.2. Projekt Novi CRM	21
5.4.3. Uspješnost CPM i PERT procjene	24
Korekcije CPM-a pomoću fuzzy logike	25
6.1. Ulazne fuzzy varijable	25
6.2. Izlazna varijabla	28
6.3. Kolekcije pravila	29
6.5. Uspješnost korekcija putem fuzzy modela	32
Zaključak	35
—	
Prilozi	37
8.1. CPM tablica za projekt Novi Web	37
8.2. PERT tablica za projekt Novi Web	38
8.3. CPM tablica za projekt Novi CRM	40
8.4. PERT tablica za projekt Novi CRM	41
8.5. Komparacija podataka za projekt Novi Web	43
8.6. Komparacija vrijednosti za projekt Novi CRM	45
8.7. Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi Web	47

8.8. Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi CRM	48
8.9. Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi Web	50
8.10. Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi CRM	52
Literatura	54
Popis tablica	56
Popis slika	57

1. Uvod

Već s pojavom prvih civilizacija, vođenje projekata se nametnulo kao *conditio sine qua non*. Gotovo svaki ljudski pothvat koji zahtijeva više od jednog čovjeka, više od jednog koraka i/ili više od jednog resursa, može se opisati kao projekt. Izrada jednog stola, kuhanje ručka, izgradnja kuće ili vojna bitka - svaki od ovih pothvata može se sagledati kao projekt.

Vođenje projekata u suvremenom svijetu jest grana managementa s vrlo širokom primjenom, no u ovom radu od posebnog interesa nam je vođenje projekata izrade softverskih rješenja te IT projekata općenito. Naime, upravo je razvoj informatičke tehnologije omogućio razvoj niza alata i metodologija koje imaju za cilj preciznije i uspješnije voditi projekte. Ipak, projekti (bez obzira na granu privrede) su usprkos razvoju metodologija u velikom broju ocijenjeni kao neuspješni (Nelson, 2007), gdje je jedan od ključnih razloga za neuspješnost prekoračenje roka izvedbe, odnosno trošak izvedbe u radnim satima je veći od planiranog. Samim time, uspješnije procjenjivanje potrebnog vremena za izvršenje projekta bi rezultiralo uspješnijim projektima.

Kroz povijest razvijen je niz metoda koje pokušavaju osigurati uspješnije procjenjivanje potrebnog vremena, a jedna od teza koje se javljaju u znanstvenim radovima je koncept implementacije fuzzy logike kako bi se procjene eksperata modelirale i tako rezultirale uspješnijim vrijednostima. Naime, procjene koje se dobivaju od strane eksperata su redovito popraćene komentarima tipa “mislim da je to tako” ili “nisam baš siguran, ali...”. Isto tako, i sami sudionici projekata (developeri, manageri, klijenti...) često imaju neke stavove vezane uz očekivanu uspješnost procjena. Neki će reći da junior developeri nikad ne donose dobre procjene ili pak da samouvjereni developeri zapravo i nisu najbolji procjenitelji. Izjave ovog tipa su svojim oblikom i obuhvatom nerazumljive mašinama, a ljudi s druge strane nisu objektivno u stanju naći uzorak ili neko pravilo u tim izjavama koje bi eventualno moglo oblikovati model koji bi korigirao te procjene.

Stoga ovaj rad polazi s hipotezom da fuzzy logika ima sposobnost uzeti takve setove podataka te temeljem iskustva sudionika oblikovati setove pravila koji će na kraju rezultirati kvalitetnom korekcijom procjena eksperata. Kako bi se ta hipoteza validirala, obrađena su dva projekta manjeg obima, izvedena od istog tima s ključnom razlikom u svom

determinizmu. Kako bi se dodatno apstrahirali drugi utjecaji na projekte, odabrani su internog karaktera te samim time nema utjecaja klijenta na iste.

Ovaj diplomski rad u svom drugom poglavlju predstavlja relevantne metode i metodologije vođenja projekata s naglaskom na Critical Path Method (CPM) i Program (or project) evaluation and review technique (PERT) koji su korišteni kod procjena samih projekata. Kao ključan element kod bilo kojeg tipa vođenja projekta, u trećem poglavlju se detaljnije opisuje procjenjivanje vremena te koliki značaj isto ima u uspješnosti projekta. Četvrto poglavlje daje pregled osnovnih pojmova fuzzy logike te kraći pregled prijašnjih akademskih pokušaja implementacije istoga kod procjene trajanja projekata. U petom poglavlju detaljno sagledavamo projekte koji su obrađeni u ovom radu te vrijednosti koje su dobivene kroz CPM i PERT modele. U šestom poglavlju opisuje se oblikovanje fuzzy modela koji ima za cilj korigirati vrijednosti dobivene kroz CPM te usporediti krajnje uspješnosti korištenih modela.

2. Metodologije projektnog menedžmenta

Prema PMBOK-u ("PMBOK® guide", 2022) projekt je privremeni pothvat koji je pokrenut kako bi se kreirao jedinstven proizvod, servis ili rezultat. Upravo privremenost razlikuje projekt od sličnih procesa (npr. vođenje tvornice), a jedinstvenost rezultata od drugih projekata. Projektni menedžment u svojoj biti ima za cilj stvoriti okruženje u kojem ljudi mogu kroz zajednički rad ostvariti zajednički cilj kako bi projekt realizirali na vrijeme i unutar budžeta (Seymour and Hussein, 2014, p. 233).

Stoga ne začuđuje da su se kroz povijest razvile raznolike metodologije vođenja projekata. Nažalost, ne postoje brojni niti kvalitetni zapisi iz antike ili srednjeg vijeka koji bi nam dali uvid u metodologiju projektnog menadžmenta pa se stoga Henry Gantt, a u nekim scenarijima i Henri Fayol spominju kao začetnicima suvremenog projektnog menadžmenta (Chiu, 2010).

Kako nas u ovom radu prije svega interesiraju procesi donošenja procjena trajanja pojedinih zadataka projekata, za isto je odabran Critical Path Method (nadalje CPM) te Program evaluation and review technique (nadalje PERT). Navedene metodologije, kako će biti detaljnije opisano u poglavljima 2.2. i 2.3., imaju bitno drugačiju namjenu, no i mnogo preklapanja u samim postupcima evaluacije i definiranja projektnih zadataka.

2.1. Work breakdown structure (WBS) - Strukturna raščlamba poslova

Work breakdown structure (WBS) ili strukturna raščlamba poslova se često spominje kao prvi korak prilikom implementacije PERT ili CPM metodologija vođenja projekta. PMBOK guide ga navodi kao jedan od ključnih alata za planiranje projekta u smislu definiranja obuhvata samog projekta. Za cilj ima prepoznati i definirati sve isporučive elemente projekta ili sve faze izvedbe projekta, no ne uzima u obzir element kao vrijeme trajanja pojedinog prepoznatog zadatka ili definiranog isporučivog elementa projekta ili pak dostupnost tima.

Ipak, ovako sagledavanje projekta je zapravo kritično za moderne metodologije vođenja projekta te je samim time postalo i prvi korak dobrog dijela metoda vođenja projekata.

2.1. Gantogram

Gantogram je vizualni prikaz projekta to jest svih njegovih komponenti kroz vrijeme.

Iako je ideja vizualiziranja i vođenja projekata na ovaj način vjerojatno bila već prisutna u raznim granama privrede (npr. harmonogram osmišljen od strane Karola Adamieckija), upravo se rješenje Henry Gantta (1861 - 1919) smatra početkom suvremenog projektnog menadžmenta. Adamieckijevo rješenje je naime bilo poznato prije svega u istočnoeuropskim zemljama pa je Ganttu pripala ta titula začetnika (Seymour and Hussein, 2014, p. 233).

Cilj Gantta je bila definirati procese u projektu te im dati vremensku komponentu i vizualni identitet. Koraci oblikovanja gantograma su sljedeći:

- Definirati obuhvat (scope) projekta
- Prepoznati/definirati sve aktivnosti potrebne kako bi se projekt završio
- Prepoznati/definirati ovisnosti između aktivnosti; trebaju li neke aktivnosti započeti i/ili završiti u isto vrijeme, je li početak neke aktivnosti ovisan o početku ili završetku neke druge aktivnosti
- Prepoznati dostupnost resursa te potrebno vrijeme kako bi se aktivnosti završile
- Izraditi raspored to jest gantogram

Gantogram samim time postaje efikasan i efektivan alat za planiranje i praćenje projekta, no kao i većina, a svakako sve metodologije koje ovaj rad obuhvaća, uvelike ovisi o procjenama trajanja i ovisnosti samih radnih zadataka.

2.2. Critical Path Method (CPM)

Critical Path Method (CPM) je razvijen kasnih 1950. od strane Morgan R. Walkera iz DuPonta and James E. Kelleya Jr. iz Remington Randa. Naime, okupljen je tim koji je imao za cilj naći poboljšanja u Du Pontovim inženjerskim procesima te su prepoznata dva ključna područja:

- Spremanje informacija i njihovo dohvaćanje
- Planiranje, estimacije i rasporedi.

Upravo su planiranje, estimacije i rasporedi preokupirali Walkera i Kellya te temeljem opservacija i nalaza na tom polju oblikovali Critical Path Metodu. Zanimljivosti je da je svoje ime zapravo dobila po sasvim drugoj metodi (PERT - Project Evaluation and Review Technique) koja je razvijena gotovo u paraleli no od strane drugog time.

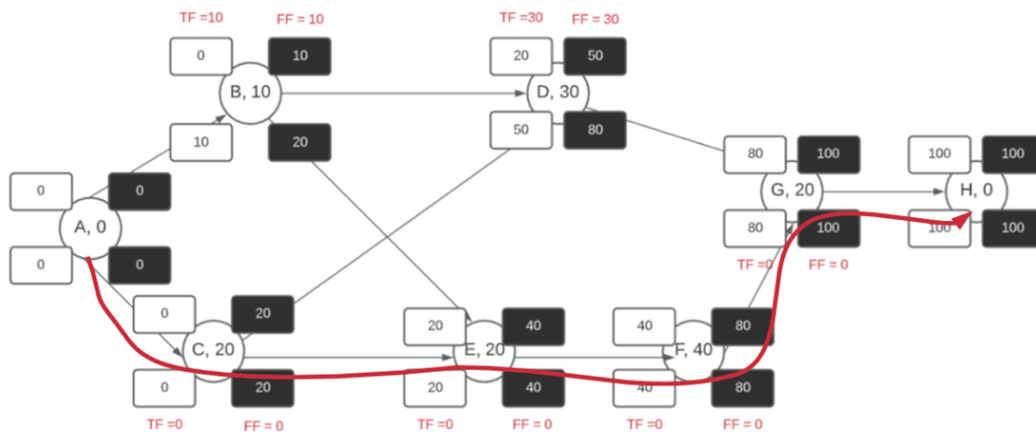
CPM se oblikuje temeljem sljedećih elemenata:

- Prepoznavanje i definiranje zadataka potrebnih da bi se projekt uspješno dovršio (*što čini i WBS u svojoj osnovi*)
- Estimacija vremena potrebnog da bi se navedeni zadaci odradili
- Prepoznavanje i definiranje međuovisnosti između zadataka

Sami autori metode su prepoznali da je definiranje redoslijeda aktivnosti ključno prilikom planiranja, no zanimljivo je da isto do tog trenutka zapravo nije bio standard. CPM je isto promijenio i ovi koraci su postali obavezni.

Na temelju istog može se tada oblikovati graf te pripadajući algoritam koji će nam “otkriti” najkraći put odnosno Critical Path te niz drugih obilježja pojedinih radnih zadataka kao najraniji mogući početak, ili pak maksimalno kašnjenje .

Najdulji put je ujedno i put koji nam kaže koje je najmanje vrijeme u kojem se neki projekt može završiti! Na najduljem putu (Slika 1) se nalaze kritične aktivnosti bez slacka pa samim agregirano vrijeme potrebno za obavljanje aktivnosti na najduljem putu zapravo jest i ukupno najkraće vrijeme projekta.



Slika 1: Grafički prikaz CPM-a sa definiranim kritičnim putem

Na kompleksnim primjerima možemo se čak susresti sa scenarijem gdje se kritični put grana. Ova metodologija ima i definirane načine za rješavanje kašnjenja projekta (Fastracking i Crashing) pa samim time uistinu predstavlja alat voditeljima projekata.

Razvoj CPM-a je usko vezano i uz razvoj računalne tehnologije jer je upravo ista omogućila oblikovanje ovako kompleksnih modela, no vjerodostojnost i kvaliteta istog će uvelike ovisiti o samim procjenama trajanja i povezanosti zadataka.

2.3. Program (or project) evaluation and review technique (PERT)

Program (ili Project) evaluation and review technique (PERT) javila se kao metodologija vođenja projekta gotovo paralelno s CPM-om. Walker i Kelly, oblikovatelji CPM-a i sami ukazuju na sličnost između navedenim metoda (Sayer *et al.*, 1989, pp. 7–22). I prilikom korištenja PERT-a kao prvi korak ćemo prepoznati i definirati zadatke potrebne za izvršenje projekta te njihove međuovisnosti. Prilikom procjene duljine trajanja zadatka prepoznat će se tri moguća vremena:

- Optimistično vrijeme (t_0): minimalno moguće potrebno vrijeme kako bi zadatak bio izvršen. Pretpostavlja da su svi uvjeti izvršenja idealni

- Pesimistično vrijeme (t_p): maksimalno moguće vrijeme potrebni kako b zadatak bio izvršen. Pretpostavlja da sve što može poći krivo, hoće poći krivo (Murphy's law no bez katastrofalnih scenarija)
- Najvjerojatnije vrijeme (m): očekivano i najrealnije vrijeme potrebno da bi se zadatak izvršio. Pretpostavlja da nema neočekivanih prepreka.

Temeljem navedenih procjena dobiva se očekivano vrijeme t_e

$$t_e = (t_o + 4m + t_p) / 6$$

koje pak koristimo u samom modelu.

Temeljem dobivenih vrijednosti očekivanog vremena oblikuje se ili gantogram ili graf gdje istom logikom kao i kod CPM grafa prikazujemo planirano gibanje projekta te nam isto omogućava i praćenje te korekcije projekta u izvedbi.

PERT i CPM se često poistovjećuju i u svojoj osnovi oboje predstavljaju metodologiju gdje se aktivnosti povezuju u neke sekvence i ovisnosti, no njihov inicijalni razvoj i svrha imaju u svojoj biti drugačije ciljeve. PERT je u svojoj biti oblikovan kako bi se planirali projekti sa značajnom neizvjesnosti kao na primjer istraživački projekti. CPM je pak inicijalno oblikovan kako bi se kvalitetno vodila održavanja u velikim sustavima, pa je samim time CPM namijenjen za projekte s manjom neizvjesnosti.

3. Procjene vremena

Projekt ćemo smatrati uspješnim ako je izveden u planiranom vremenu, unutar budžeta i u skladu sa zadanim karakteristikama finalnog produkta projekta.

Stoga, ključan element formiranja bilo kojeg projektnog plana koristeći bilo koju od dostupnih metodologija jest procjena vremena odnosno troška potrebnog da bi se projekt doveo do uspješnog završetka. Treba imati na umu da se u literaturi termini *effort* (uloženi trud) i *cost* (trošak) koriste međusobno zamjenjivo, te da je utrošeno vrijeme rezultat uloženog truda odnosno definira trošak zadatka to jest projekta. Stoga će se i u ovom radu navedeni termini koristiti međusobno zamjenjivo.

Kako smo ustvrdili, vođenje projekata nije novitet te se provodi u raznim formama još od ranih civilizacija, a ipak značajan broj projekata ne zadovoljava kriterije da bi ih se klasificiralo kao uspješne. Primjerice, ako se sagledaju samo IT projekti, 1994. procjena troška je premašena u prosjeku 180% da bi taj postotak do 2003. pao na 43%. S druge strane je prekoračenje procijenjenog roka izvršenja porasla sa 63% na 82% (Nelson, 2007, p. 6(2)).

Dalo bi se zaključiti da je uvođenje Agilne metodologije u vođenje IT projekata pridonijelo poboljšanju uspješnosti projekata u zadnjih 10 godina iako se još uvijek mali broj projekata smatra apsolutno uspješnima (vidi Tablicu 1).

MODERN RESOLUTION FOR ALL PROJECTS					
	2011	2012	2013	2014	2015
SUCCESSFUL	29%	27%	31%	28%	29%
CHALLENGED	49%	56%	50%	55%	52%
FAILED	22%	17%	19%	17%	19%

The Modern Resolution (OnTime, OnBudget, with a satisfactory result) of all software projects from FY2011-2015 within the new CHAOS database. Please note that for the rest of this report CHAOS Resolution will refer to the Modern Resolution definition not the Traditional Resolution definition.

Tablica 1: Uspješnost projekata kroz godine 2011.-2015. (Wojewoda and Hastie, 2015)

Prilikom analize uzroka neuspješnosti IT projekata provedeno na 99 IT projekata u sklopu Master of Science studija na MIT-u, zanimljivo je uočiti da tehnologija kao niti *scope creep* (izlazak iz okvira inicijalno dogovorenih okvira funkcija projekta) nije u top 10 razloga neuspješnosti projekta. S druge strane, top tri uzroka neuspješnosti projekata (Tablica 2) se javljaju u polovici neuspješnih projekata (Nelson, 2007, p. 6(2)).

Figure 2: Ranking of Classic Mistakes

Classic Mistakes (descending order of occurrence)	Category	No. of Projects	% of Projects
1. Poor estimation and/or scheduling	Process	51	54%
2. Ineffective stakeholder management	People	48	51%
3. Insufficient risk management	Process	45	47%
4. Insufficient planning	Process	37	39%
5. Shortchanged quality assurance	Process	35	37%
6. Weak personnel and/or team issues	People	35	37%
7. Insufficient project sponsorship	People	34	36%
8. Poor requirements determination	Process	29	31%
9. Inattention to politics	People	28	29%
10. Lack of user involvement	People	28	29%

Tablica 2: Učestalost razloga neuspješnosti projekta (Nelson, 2007, p. 6(2))

Iz ovog je vidljivo je upravo procjenjivanje vremena trajanja pojedinog zadatka projekta pa posljedično tome i planiranje rasporeda predstavlja kritični element projektnog planiranja i izvršenja.

3.1. Procjene eksperta

Procjene eksperta jesu najučestaliji oblik procjenjivanja troška IT projekata (McConnell, 2006, p. 77). Pod ekspertom tu de facto smatramo programera ili neku drugu osobu koja sudjeluje na projektu, koja ima prijašnje iskustvo s istim i sličnim zadacima ili tehnologijom.

Procjenu može vršiti jedan ekspert ili grupa. Grupno procjenjivanje osobito je prikladno kada se radi o velikim projektima i/ili projektima vezanim uz nove tehnologije te se primjenjuje primjerice Wideband Delphi tehnika kako bi se postigao konsenzus.

Ono što je bitno primijetiti kod procjena eksperata, iako čini se najzastupljeniji oblik procjenjivanja, zapravo jest najmanje uspješan (McConnell, 2006, p. 68). Upravo tu

problematiku ovaj rad pokušava minimizirati korištenjem fuzzy logike (više na tu temu u poglavlju 6).

Isto tako valja uočiti da je upravo procjena eksperta najzastupljenija u industriji, sami znanstveni radovi se nesrazmjerno malo bave istom. U svojem pregledu studija na tu temu Jorgensen i Shepperd (2007, pp. 33–53) uočavaju da se svega 15% bavi upravo ovim načinom procjenjivanja. S druge strane, iako postoje načini da se procjene eksperta unaprijede, odnosno postanu točnije, u realnom sektoru se isto rijetko implementira. Spontane (*off the cuff*) procjene koriste se prilikom planiranja, umjesto dostupnih metodologija. PERT primjerice daje vrlo interesantno rješenje gdje se za svaki zadatak projekta uzimaju tri procjene temeljem kojih se računa projektna vrijednost.

Analizom krajnjih realiziranih vremena zadataka i projekta te usporedbom istih sa spontanim inicijalnim procjenama možemo prepoznati još jedan element neprikladnosti korištenja procjena eksperata - sklonost podcjenjivanju. Čini se da je ljudska karakteristika da pretjerano optimistično kreće u nove projekte, pa samim time i developeri to čine u 20-30% slučajeva (McConnell, 2006, p. 40). Već sama ta činjenica ukazuje na razloge kašnjenja projekata te kako ih korigirati kako bi se isto minimiziralo.

4. Fuzzy logika

Fuzzy logika nije novina u znanstvenim krugovima. Klasična logika prepoznaje dva stanja - istinu i laž odnosno da i ne, 1 i 0. Takav ustroj savršeno je u skladu sa sustavima programiranja i računalstva, no ne i s načinom promišljanja ljudi.

Ljudski mozak ima sposobnost donošenja odluka u uvjetima neizvjesnosti, nejasnosti ili čak manjku informacija. Stoga Dr. Lotfi A. Zadeh 1965. predlaže sustav fuzzy setova koji bi opisali ili bolje rečeno omogućili sistematiziranje upravo takvog oblika razmišljanja gdje vrijednosti nisu čista jedinica ili nula već se nalaze negdje u rasponu između nule i jedinice.

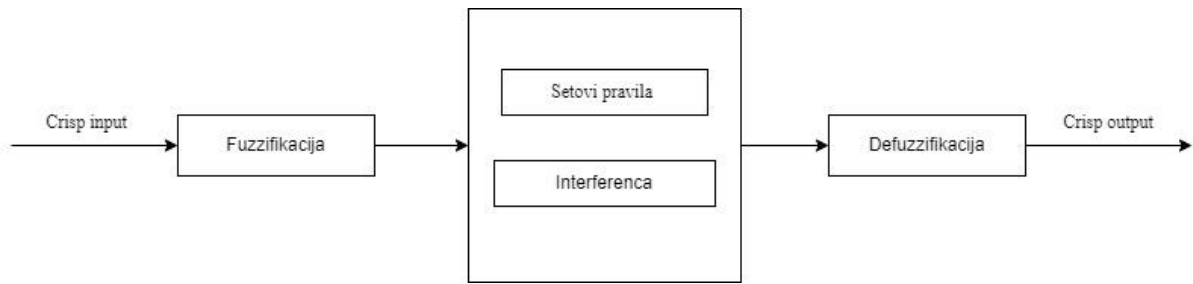
4.1. Osnove fuzzy logike

Fuzzy logiku se često krivo interpretira kao logiku koja je nejasna. No fuzzy logika ima upravo suprotan cilj - pomoću fuzzy logike imamo za cilj nejasnoće i neizvjesnosti u informacijama apstrahirati odnosno minimizirati. Fuzzy logika omogućava oblikovanje fuzzy interferencija pomoću kojih možemo povezati setove informacija koje su inače razumljive ljudima, ali ne i mašinama te ih kvalitetno mašinski procesuirati.

Najjednostavnije opisano, fuzzy logika uzima setove podataka koje pomoću fuzzy interferencije oblikuje u output koji je moguće mašinski interpretirati odnosno imaju format klasično logičnih podataka odnosno 1 i 0 vrijednosti.

Specifičnost rada fuzzy interferencije jest da je primjenjiva i na sistemima koje ne razumijemo u potpunosti te nemamo model za slijediti. Neka razina iskustva i razumijevanja problematike bit će dovoljna kako bi se implementirao fuzzy model odnosno. Upravo stoga je i interesantan u ovom radu kao način korigiranja procjena developera i ostalih članova tima od strane voditelja projekta.

Obično se proces primjene fuzzy logike opisuje kroz diagram kao na slici 1.



Slika 2: Grafički prikaz tijeka fuzy logike

gdje se

1. Crisp inputs iliti klasično logične vrijednosti unose
2. Fuzzificiraju (fuzzifier) u fuzzy setove temeljem funkcije pripadnosti fuzzy setova
3. Rules ili kolekcija “pravila” IF-THEN koja definira stručnjak na tom polju
4. Fuzzy inference gdje se temeljem kolekcije pravila simulira ljudski način procesuirana podataka da bi se dobili novi fuzzy setovi
5. Koje onda defuzzificiramo kako bismo dobili podatke u klasično logičnom formatu.

Osobitu pažnju treba obratiti na funkcije pripadnosti koje svakoj ulaznoj vrijednosti dodjeljuju pripadnost na spektru vrijednosti od 0 do 1. Upravo to se naziva stupnjem pripadnosti fuzzy vrijednosti. Funkcije pripadnosti su u pravilu jednostavne budući da upotreba kompleksnijih oblika ne pridonosi preciznosti.

Upravo stoga je upotreba fuzzy logike jednostavna - matematika potrebna za njezino razumijevanje i oblikovanje nije kompleksna. Iz istog razloga fuzzy sisteme je lagano prilagođavati dodavanjem i oduzimanjem pravila koji vode interferenciju, a isto nam omogućava da ih primijenimo na bilo koje tehnološko rješenje gdje baratamo s nepreciznim ili na neki drugi način nejasnim podacima.

Upravo radi tih prednosti, fuzzy logiku danas nalazimo u raznim komercijalnim rješenjima. Uvelike se koristi za upravljače sklopove - od auto-moto sistema, svemirske tehnologije do kućnih i uredskih klima uređaja. Sve češće je nalazimo u upotrebi u medicini, poslovnom odlučivanju te prilikom obrade jezika (Natural Language Processing) tj. u svim onim sustavima kada se pokušava donijeti odluke temeljem na neki način nejasnih ulaznih podataka.

Procjena trajanja zadatka u IT projektima je upravo taj tip odlučivanja!

4.2. Fuzzy logika kod procjene trajanja projekta

Kako smo već prepoznali, procjena trajanja pojedinog zadatka unutar projekta, pa samim time i trajanje te organizacija samog projekta uvelike ovisi (najčešće ovisi) upravo o procjenama eksperata, a navedene procjene su često neuspješne. Stoga se postavlja pitanje može li implementacija fuzzy logike na postojeće modele vođenja projekta osigurati da takvi modeli iznesu pouzdanije podatke trajanja zadataka i samog projekta.

Primjere takve implementacija se može naći u nizu znanstvenih radova. Chen i Hsueh (2008) iskušavaju upotrebu fuzzy logike upravo na CPM-u kako bi riješili problem nejasnih vrijednosti trajanja projektnih aktivnosti. Jedan od takvih modela iskušavaju Maslum i Güneri (2015) na internet projektu. Prikupljene projektne aktivnosti obrađuju (evaluiraju) kako bi dobili odgovarajuće CPM, PERT, fuzzy CPM i fuzzy PERT modele te se uspješnost odnosno točnost istih uspoređuje. Kao krajnji rezultat, autori i nisu iznašli neke značajne razlike između navedenih modela. Isto tako je ustvrđeno da se radi o relativno jednostavnom primjeru projekta pa se postavlja pitanje ponašanja navedenih tehnika u kompleksnijim uvjetima. S druge strane, Habibi i grupa autora (2018) je uspješno implementirala fuzzy logiku na PERT vođeni projekt (s CPM varijacijom) te poboljšala procjenu vremena trajanja projekta pa samim time i troška gradnje peterokatnice u Teheranu.

Ono što je važno za primijetiti jest da usprkos znanstvenim pokušajima implementacije fuzzy logike na tehnike vođenja projekata koji su ipak u većem broju bili uspješni, daljnje implementacije u realnom sektoru nisu zaživjele.

5. Oblikovanje CPM i PERT modela na projektima u realnom sektoru

Kako bi usporedili učinkovitost implementacije fuzzy logike na projektima realnog sektora odnosno procjenama trajanja pojedinih projektnih zadataka, u ovom radu ćemo analizirati procjene trajanja projektnih zadataka unutar determinističkog i nedeterminističkog projekta i to putem CPM-a i PERT-a. Oba projekta evaluira i izvodi isti tim (uz iznimku oblikovanja teksta).

Za CPM procjene koriste se procjene člana tima koji je zadužen za dati zadatak, dok za PERT procjene se donose konsenzusom tima koji sudjeluje na samom projektu. Nakon toga se CPM procjene obrađuju kroz fuzzy model kako bi se ustvrdilo je li na taj način moguće dobiti uspješnije procjene.

5.1. Opis projekata

Prvi projekt koji ćemo analizirati, naziva Novi Web, jest izrada WordPress web stranice. Radi se o redizajnu postojeće web stranice kako bi se isti implementirao na najrecentnijem izdanju Wordpressa u kombinaciji s Elementor page builderom. Uz to bit će posluživan s novog servera te se uz osvježeni dizajn očekuje i osvježeni sadržaj (slike i tekst).

Radi se o prilično determinističkom projektu, a sam tim predodređen za isto ima ekstenzivno znanje i iskustvo u implementaciji upravo ovakvih rješenja. Za očekivati jest da su svi članovi tima u mogućnosti dati prilično točne procjene trajanja pojedinih projektnih zadataka.

Kao nedeterministički projekt obradit ćemo implementaciju novog CRM sustava što uključuje i migraciju kontakata te uspostavljanje potrebnih integracija i automatizacija. Naime, do sad je poduzeće koristilo Agile CRM u svom radu, no radi limita koje dati ima po pitanju broja kontakata i funkcija koje se može imati odnosno implementirati, odlučeno jest da se implementira Mautic. Mautic je open source marketing automation alat kojeg interni development tim kompanije planira adaptirati kako bi koristili kao CRM sustav. Isti bi se

integrirao i s osTicketing alatom koji je isto tako open source te nizom drugih alata i platformi koje kompanija koristi. Ono što je bitno naglasiti je da se radi o netipičnom, nedeterminističkom projektu pa se samim time očekuje da će članovi tima prilikom procjena davati prilično nejasne ili fuzzy procjene trajanja pojedinih projektnih zadataka.

5.2. Metodologija

Oba opisana projekta izvodi isti tim pod vodstvom istog project managera. Radi se o projektima koji imaju za cilj zadovoljiti interne potrebe kompanije pa je element scope creepa i eksternih utjecaja minimiziran. Ključno je imati na umu, kako je već napomenuto da se navedeni projekti uvelike razlikuju upravo u očekivanoj točnosti procjena trajanja zadataka budući da je izrada Wordpress web stranica prilično standardiziran projekt, dok je izrada novog CRM-a projekt pun neizvjesnosti.

Članovi tima su u radu navedeni inicijalima te su njihove uloge kako slijedi:

- JM - Senior developer s preko deset godina iskustva
- NT - Medior developer s pet godina iskustva
- AJ - Junior developer s jednom godinom iskustva
- ID - Marketing manager s 6 godina iskustva
- PF - Web admin s 3 godine iskustva

Tu još treba spomenuti i Copy studio kao eksterni tim koji nudi usluge pisanja sadržaja web sadržaja.

Za oba projekta se izradila work breakdown struktura s međusobnim ovisnostima te zatražene procjene trajanja svakog definiranog zadatka:

- Za oblikovanje CPM-a procjene su dane od strane samog člana tima koji je zadužen za dati zadatak. Na te procjene je i project manager minimalno utjecao kako bi se dobile spontane procjene. Ovakvo procjenjivanje zahtijevalo je malo vremena sudionika - svaki član bi na 30-minutnom do jednosatnom sastanku iskomunicirao svoje procjene.
- Za oblikovanje PERT procjena organizirani su sastanci svih članova internog tima. Za developerske zadatke su sudjelovali troje developera, a za admin i marketing zadatke

su sudjelovali su dvoje članova marketing tima te senior developer JM. Na sastancima su konsenzusom tima definirani minimalno, maksimalno i najvjerojatnije vrijeme.

Procjene Copy studija su de facto isključene iz navedenih procjena i analiza kako bi se dodatno umanjio utjecaj eksternih utjecaja na cjelokupan tijek projekata odnosno na totale procjena potrebnog vremena.

Budući da je cilj usporediti originalne procjene s početka projekta s konačnim rezultatima, na navedene projekte nisu primjenjivane nikakve metode korekcija bez obzira na odstupanje od planiranog. Isto je bilo moguće budući da se radio o relativno manjim internim projektima koji u svojoj biti nisu imali predefinjirani datum završetka te su izvršavani od strane internog tima za interne potrebe. Na taj način je bilo moguće izolirati varijablu potrebnog vremena od ostalih odrednica projekata.

5.3. Work breakdown struktura

Za oba projekta, Work breakdown strukturu je formulirao projekt manager u suradnji sa senior developerom. Prilikom raščlambe zadataka odmah je definirana i međuovisnost zadataka. Kod definiranja ovisnosti o prethodniku u oba projekta uziman je u obzir logički slijed podataka, tehnički zahtjevi te prikladnost i dostupnost članova tima. Na taj način je i element dostupnost resursa obuhvaćen bez konkretnog kvantificiranja.

Tablica 3: WBS zadataka potrebih za project Novi Web

		Ovisi o prethodnom ispunjenju:
1. Server setup		-
2. WordPress instalacija		1
3. Design System	3.1. Definiranje Design Systema	2
	3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	2
	3.3. Implementacija Design Systema na temu	3.1. i 3.2

4. Plugin	4.1. Odabir pluginova I (Updraft,)	2
	4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	4.1
	4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	4.2.
	4.4. Instalacija i podešavanje pluginova II	4.3.
	4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	5.5., 5.6. i 4.4.
	4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	4.5.
5. Sadržaj	5.1. Probir postojećih tekstova i slika	1
	5.2. Definiranje nove strukture web sajta	5.1
	5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	5.2 i 3.3.
	5.4. Novi copy (outsourced)	5.2
	5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	5.3. i 4.4.
	5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	5.4, 5.3
6. Funkcionalnosti	6.1. Integracija s Mauticom	4.6.
	6.2. Integracija s ChargeBeejem	6.1
	6.3. Integracija s osTicketingom	6.2
	6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	6.3
	6.5. Integracija s chatom	5.6
	6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem (Geotargeting)	6.4 i 6.5.
7. Going Live	7.1. Finalna testiranja i pregledi	6.6
	7.2. SEO podešavanja	7.1
	7.3. Optimizacija weba i stranica	7.2
	7.4. Deployment	7.3.

U ovom pregledu planiranih zadataka treba posebno izdvojiti zadatak 5.4. *Novi copy (outsourced)* koji je jedini kojeg obavlja eksterni tim. Radi se o zadatku gdje procjenu trajanja nisu davali članovi tima pa će biti isključen kod davanja ocjene uspješnosti procjenjivanja. Ipak, kako je primjetno u poglavlju 5.4. upravo taj zadatak uvelike definira kritični put projekta i njegovo ukupno trajanje, pa će se data okvirna vrijednost držati kao konstanta kroz daljnje analize.

Tablica 4: WBS zadataka potrebnih za projekt Novi CRM

		Ovisi o prethodnom ispunjenju:
1. Server setup		-
2. Instalacija Mautica		1
3. Definiranje elemenata kontakta u Mauticu	3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s poljima u Agile CRM	2
	3.2. Manualne prilagodbe polja kontakta u Mauticu	3.1.
	3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	3.2.
	3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	3.3.
4. Integracija s osTicketingom	4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	3.4.
	4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	4.1.
	4.3. Testiranje rješenja	4.2.
5. Integracija s ChargeBee platformom	5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	4.1.
	5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	4.2. i 5.1.
	5.3. Testiranje rješenja	5.2.
6. Integracija s novim Webom	6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s novim webom)	4.3. i 5.3.
7. Migracija kontakta iz Agile CRMa	7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	6.1.
	7.2. Import kontakta u Mautic	7.1.
	7.3. Rješavanje grešaka importa	7.2.
	7.4. Kontrola i testiranje	7.3.
8. Lead kampanja	8.1. Definiranje workflowa kampanje	6.1.
	8.2. Izrada email predloška	8.1.
	8.3. Izrada landing stranice	8.2.
	8.4. Testiranje	8.3.
9. Retention kampanja	9.1. Definiranje tijeka kampanje	8.4.
	9.2. Izrada email predloška	9.1.
	9.3. Izrada landing stranice	9.2.
	9.4. Testiranje	9.3.

10. Deployment	10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakta u Agile CRMu	7.4. i 9.4.
	10.2. Going live	10.1.

Raščlanjivanje opisanih zadataka i utvrđivanje međuovisnosti je za projekt Novi CRM trajalo značajnije duže - naime cijela raščlamba zadataka za projekt Novi Web jest definirana na jednom jednosatnom sastanku dok je za projekt Novi CRM isto izvedeno kroz tri sastanka ukupnog trajanja tri sata.

5.4. CPM i PERT modeli - procjene

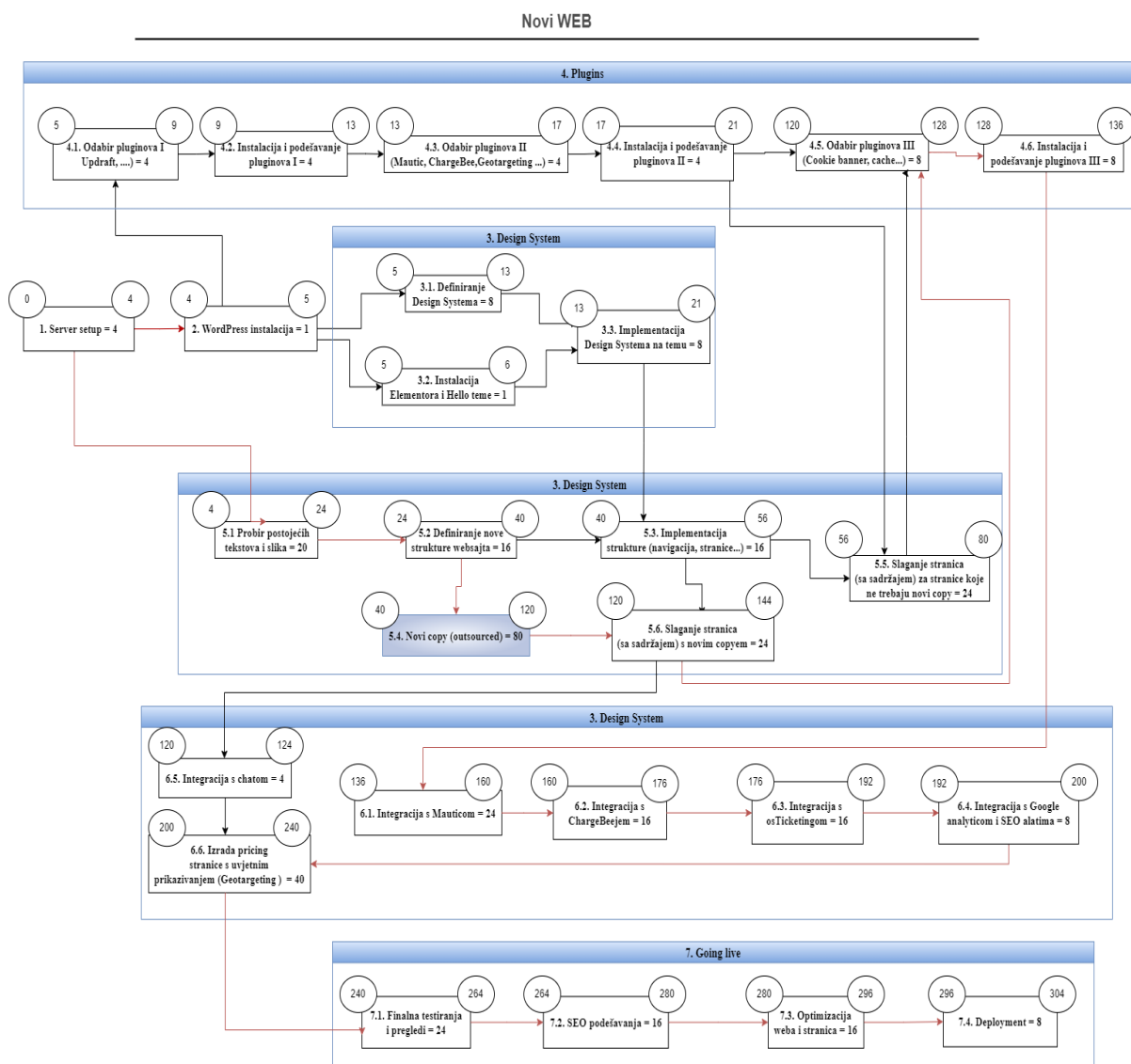
Kako bi se oblikovali CPM i PERT modeli korištene su procjene stručnjaka s ključnom razlikom da su za CPM korištene maksimalno spontane procjene članova tima kojima je dati zadatak dodijeljen, dok se za PERT kroz tim sastanke dobile maksimalne, minimalne i najvjerojatnije vrijednosti kroz konsenzus cijelog tima.

5.4.1. Projekt Novi Web

Pregledom procjena članova tima danih za projekt Novi Web odmah treba primijetiti da su spontane procjene date za CPM u totalu više nego procjena skupina danih kroz PERT model (prilozi 8.1. i 8.2. s detaljnijim podacima). Ukupna količina očekivanih radnih sati za projekt Novi Web kroz CPM jest 406 radnih sati, dok za PERT ocijenjeno jest da će isti projekt iziskivati ukupno 392,75 radnih sati. Članovi tima prilikom davanja procjena su bili prilično sigurni u svoje procjene navodeći prijašnje projekte na kojima su sudjelovali kao primjere.

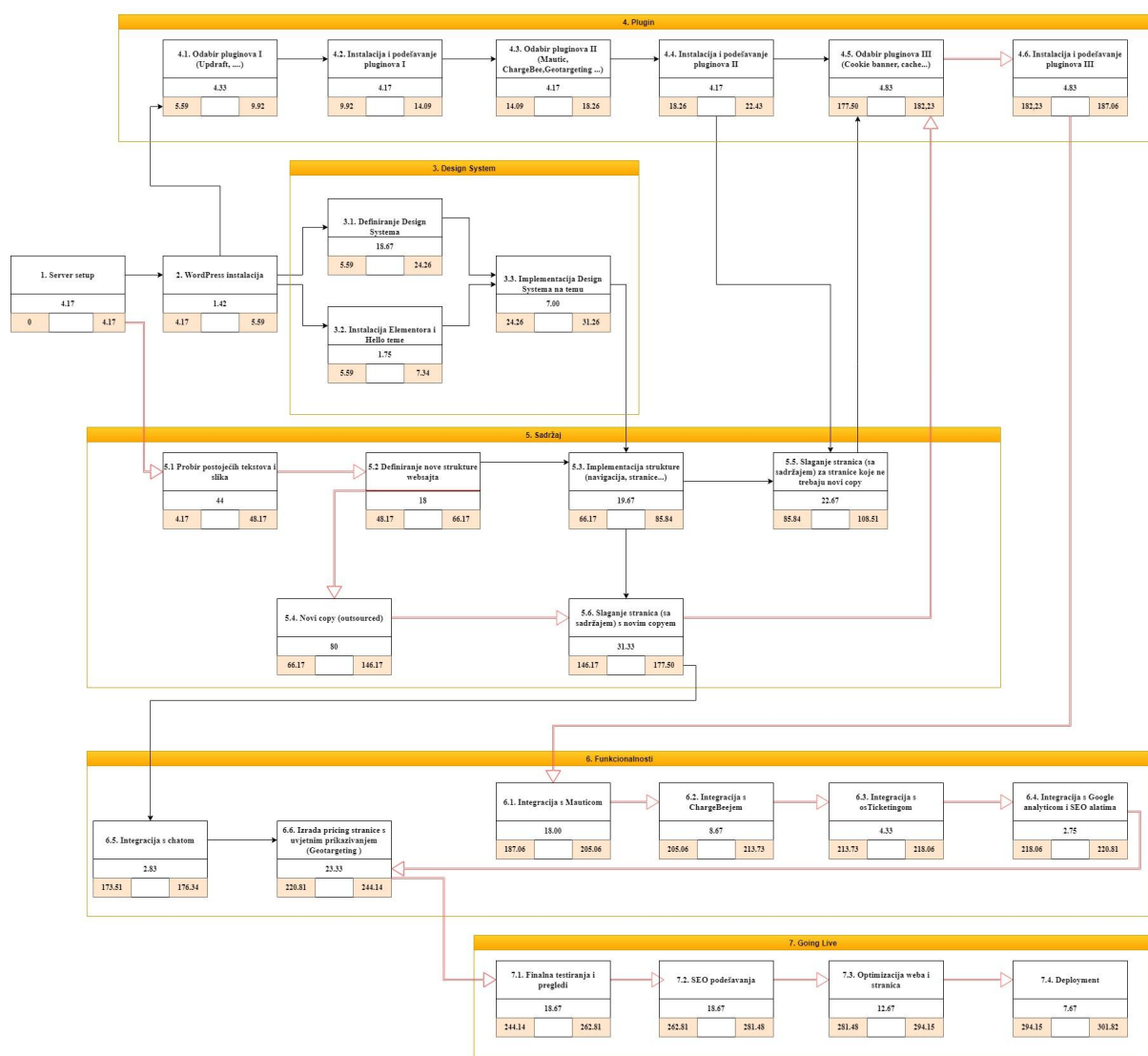
U navedene vrijednosti je ubrojeno 80 radnih sati očekivanih za izradu novih tekstualnih sadržaja za novi website. Kako je jedino ta procjena isključena iz analize ovog rada, a ključna je vrijednost prilikom oblikovanja kritičnog puta, ista je definirana kao konstanta kroz sve modele u vrijednosti 80 radnih sati.

Samo minimalno trajanje (kritični put) projekta Novi Web kroz CPM jest 304 sati (Slika 3) dok za PERT trajanje kritičnog puta jest 301.82 sata (Slika 4).



Slika 3: CPM vrijednosti Novi Web projekta

Zanimljivo je primijetiti da je razlika u ukupnim radnim satima između dvije procjene 13.25 sati (406 sati CPM - 392,25 sati PERT) odnosno 3,26% manje radnih sati, dok je razlika u trajanju samog projekta odnosno njegovog kritičnog puta svega 2,18 sati (304 sati CPM - 301,82 sati PERT) odnosno 0.72%. Dakle obje procjene su u apsolutnom i relativnom odnosu zapravo jako slične.

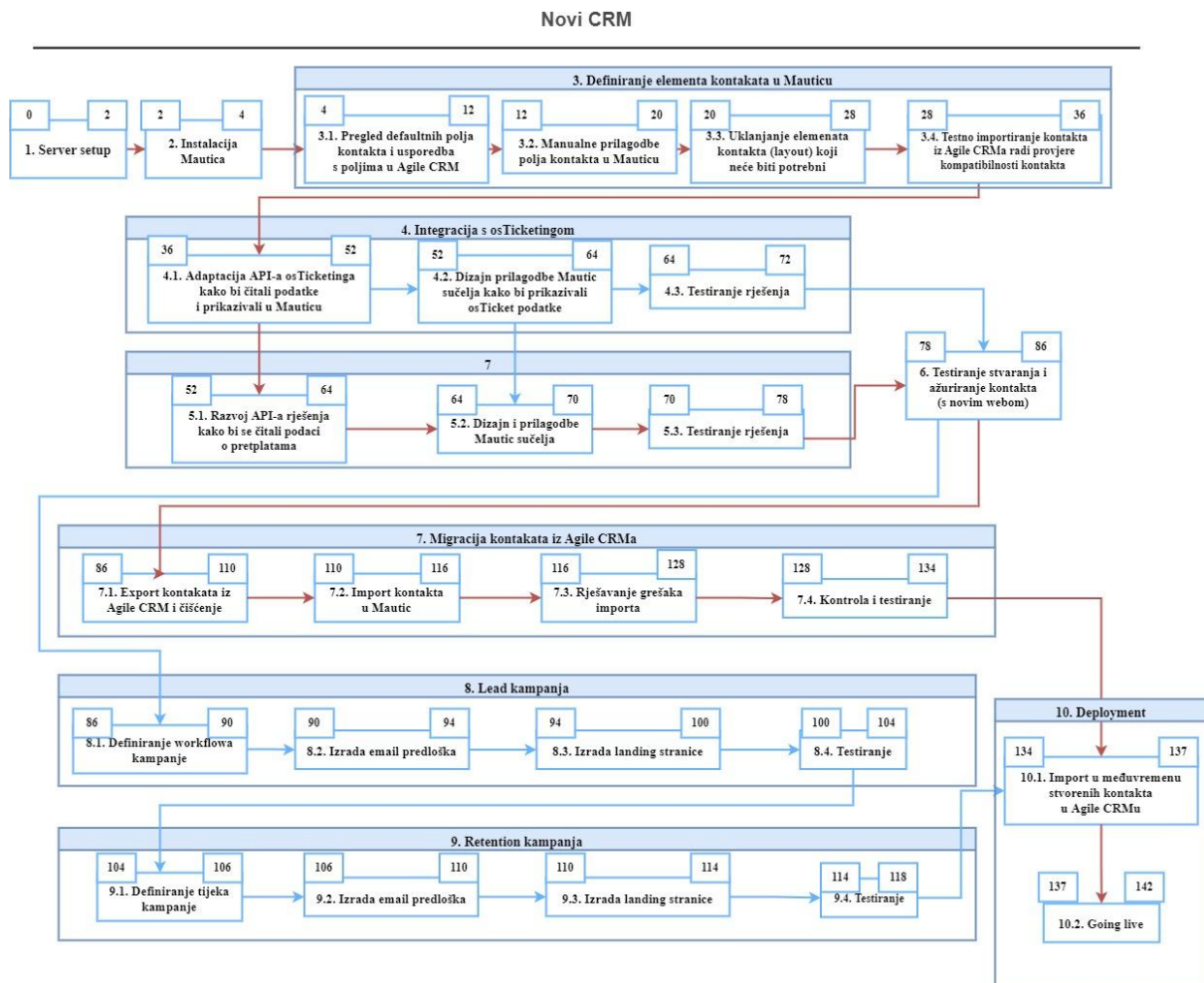


Slika 4: PERT vrijednosti Novi Web projekta

5.4.2. Projekt Novi CRM

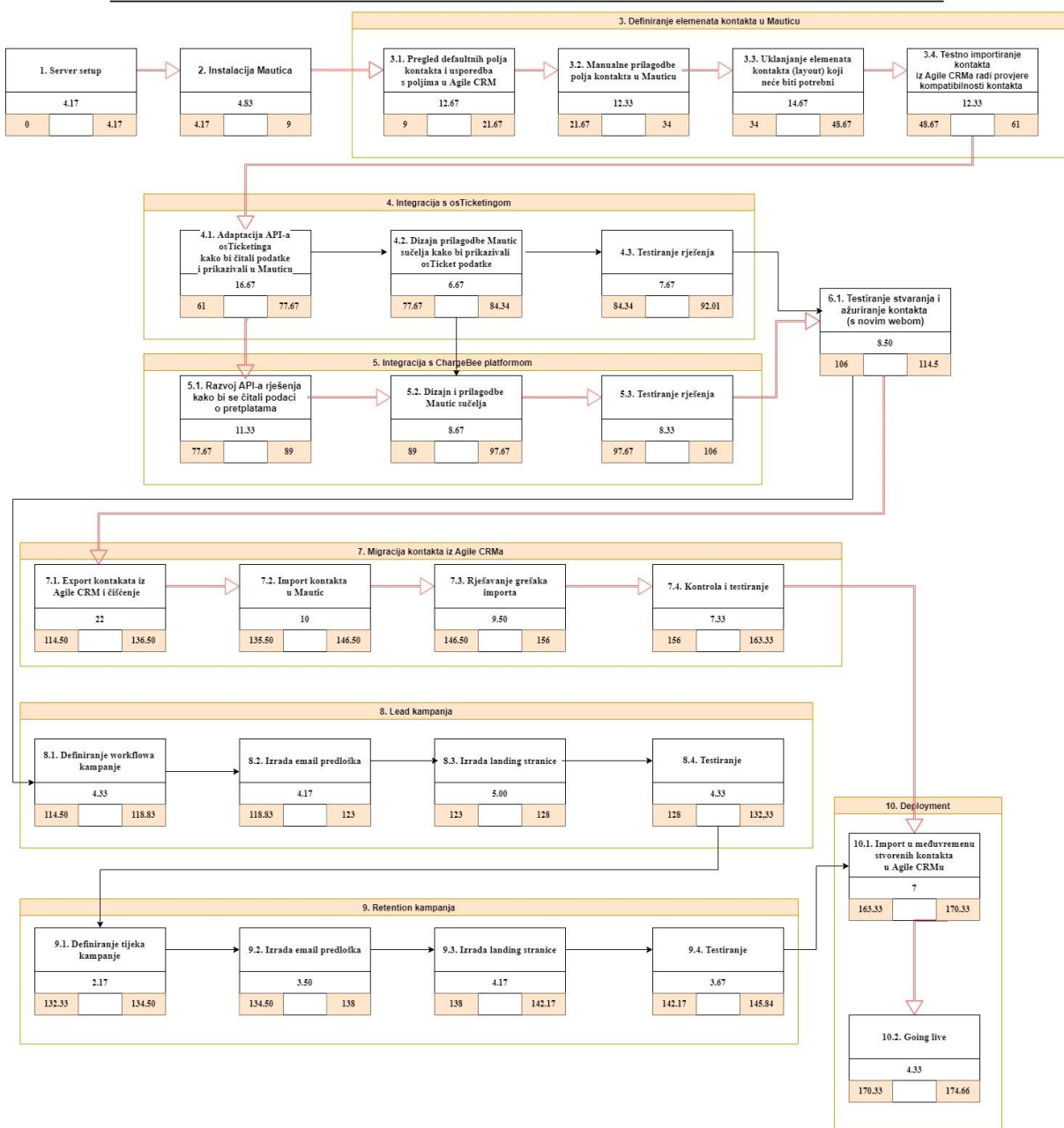
Za projekt Novi CRM prikupljene su procjene pojedinaca zaduženih za zadatke za oblikovanje CPM-a te konsenzusne procjene za PERT modele. U oba slučaja, članovi tima su prilikom davanja procjena bili značajno oprezniji prilikom davanja procjena, ali isto tako i zainteresiraniji za projekt.

Ukupan broj radnih sati procijenjen za CPM jest 194 dok za PERT 220,33 (Prilog 8.3. CPM tablica za projekt Novi CRM i prilog 8.4. PERT tablica za projekt Novi CRM) i već tu se može uočiti značajna razlika u procjeni gdje u sklopu PERT-a se očekuje 13,57% više radnih sati odnosno 26,33 radna sata u totalu. Isto se reflektira i u kritičnom putu oba tipa procjeni gdje nam je kritični put CRM-a 142 sati (Slika 5), a PERT-a 174.66 (Slika 6). Kritični put PERT-a je za 23% duži odnosno zahtijeva 32,66 sati više.



Slika 5: CPM vrijednosti Novi CRM projekta

Novi CRM - PERT



Slika 6: PERT vrijednosti Novi CRM projekta

5.4.3. Uspješnost CPM i PERT procjene

Prema očekivanjima, procjene za projekt Novi Web su zapravo vrlo blizu realiziranom vremenu. Eventualno iznenađenje jest činjenica da su u obje metodologije procjene precijenile zadatke. Naime, uvidom u podatke iz priloga 8.5. *Komparacija podataka za projekt Novi Web* uočavamo da je ukupan broj sati potreban za realizaciju projekta bio 377 radnih sati što je za 7,14% manje od očekivanog vremena procijenjenog u sklopu CPM-a te samo 4,01% manje od procjene dobivene PERT-om. Navedene procjene su samim time zapravo prilično točne (*definiranje točnosti unutar kompanije će detaljnije pokriti poglavlje 6.*). Kako se radi o prilično standardiziranom projektu determinističkih karakteristika ta razina točnosti je zapravo i očekivana!

S druge strane, za projekt Novi CPM situacija je ponešto drugačija. Procjene dobivene u sklopu CPM-a su podcijenile realni rezultat za 20,62%, dok su PERT procjene svega 6,20% podcijenile ukupno vrijeme (*Prilog 8.6. Komparacija vrijednosti za projekt Novi CRM*). Naime, ukupan fond sati utrošen na navedeni projekt jest 234 radnih sati. Budući da se radi o projektu nedeterminističkih karakteristika očekivano je bilo veće odstupanje te veća uspješnost PERT procjena.

Ipak, zanimljivo je kako su za projekt koji je bio manje izazovan te vrlo poznat (Novi Web) procjene, iako vrlo točne, zapravo precijenjene. S druge strane, vrlo izazovan projekt Novi CRM koji je bio pun neizvjesnosti je na kraju rezultirao podcjenjivanjem zadataka.

6. Korekcije CPM-a pomoću fuzzy logike

Cilj ovog rada jest ustvrditi je li moguće procjene dobivene od pojedinaca zaduženih na nekom zadatku na neki način korigirati kako bi se njihova točnost povećala. Naime, u realnom sektoru, članovi tima kad daju svoje procjene vrlo često uz sam broj sati koji očekuju da će im biti potreban za pojedini zadatak, daju izjave tipa “najvjerojatnije”, “nadam se” ili pak “vrlo lako moguće”. Isto tako, i sami članovi tima priznaju da su im neki zadaci zanimljiviji od drugih i imaju tendenciju tražiti da rade baš na njima.

Upravo stoga su ova dva projekta bila optimalna za ovakvo testiranje. Naime, na oba projekta radio je isti tim - dakle isto iskustvo i okruženje. Oba projekta su interna te pritisci od krajnjih korisnika ili naručitelja ne postoje. Isto tako scope creep je kompletno isključen iz oba projekta. Kako su oba projekta izvođena s “ekstra” vremenom koje članovi tima imaju, niti krajnji datum završetka nije bio definiran te nikakve metode korekcije projektnog plana nisu implementirane. Samim time krajnje vrijednosti odnosno utrošeni sati su realni i vrlo usporedivi s originalno donesenim procjenama.

Kako bi se oblikovale varijable odnosno njihove funkcije pripadnosti, interferencija te sam fuzzy model korišten je Mathworksov Fuzzy Logic Toolbox.

6.1. Ulazne fuzzy varijable

Ulazne varijable našeg fuzzy modela definirane su na osnovu znanja i iskustva četvero projekt managera. Dvoje koje imaju iskustva s navedenim timom (jedan je i vodio opisane projekte) te dvoje koje nemaju iskustva s navedenim timom. Na taj način je oblikovanje varijabli i setova pravila jednako definirano iskustvom osobama koje su upoznate s timom pa možda nose jednu dozu subjektivnosti te osobama koje imaju višegodišnje iskustvo u vođenju projekata, ali su vrlo objektivne po pitanju opisanih projekata i tima.

Originalno su prepoznali pet ulaznih varijabli:

- Radno iskustvo osobe koja daje procjenu

- Iskustvo s datom tehnologijom osobe koja daje procjenu
- Osobna ocjena točnosti i sposobnosti osobe koja daje procjenu
- Project manager ocjena točnosti i sposobnosti osobe koja daje procjenu
- Motivacija osobe koja daje procjenu

Inicijalnom analizom podataka, prvo je isključena varijabla *Project manager ocjena točnosti i sposobnosti osobe koja daje procjenu* budući je cilj vidjeti je li moguće čistu procjenu pojedinca uspješno korigirati bez drugih utjecaja. Valja napomenuti i da su same kolekcije pravila u fuzzy modelu zapravo definirane od strane navedenih projekt managera pa bi samim time korištenje takve ulazne varijable značilo dvostruku korekciju te bi se dovelo u pitanje validnost takovog modela.

Daljnijim analizama je i varijabla *Iskustvo s datom tehnologijom osobe koja daje procjenu* maknuta iz modela. Naime, postojala je očita korelacija s varijablom *Radno iskustvo osobe koja daje procjenu*, pa je samim time i oblikovanje kolekcija pravila bilo ili otežano ili čak besmisleno te pretjerano komplicirano.

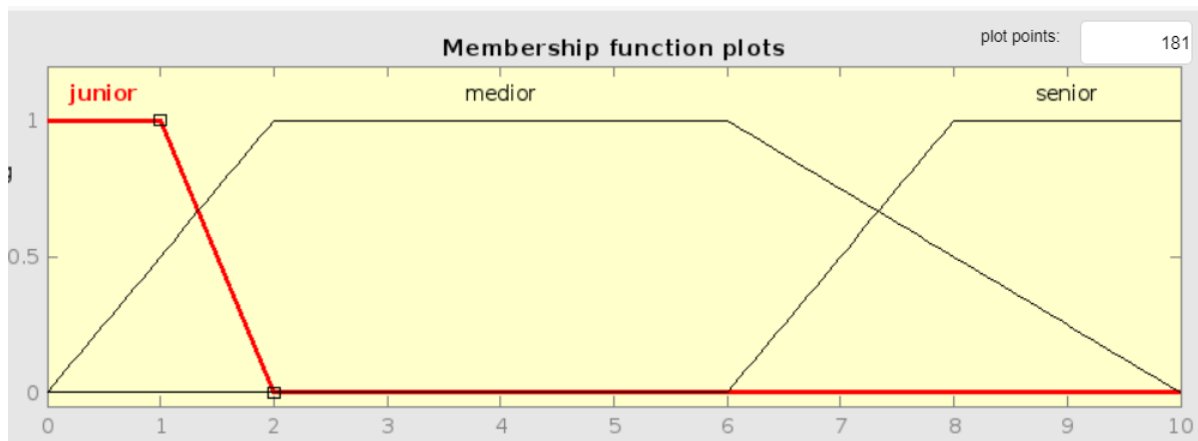
Stoga su ulazne varijable na kraju definirane kao u tablici 5.

Tablica 5: Ulazne varijable fuzzy modela

Radno iskustvo osobe	Osobna ocjena točnosti i sposobnosti	Motivacija
Junior	Pojma nemam	Ne da mi se
Medior	Možda znam	Standard
Senior	Mislím da znam	Zanimljivo
	Jako siguran	Hiper

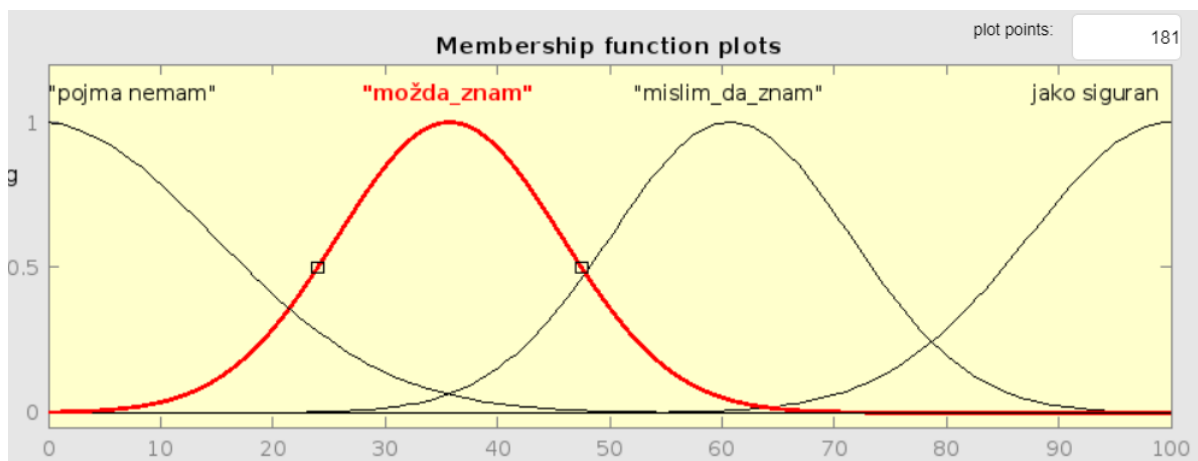
Daljnjom analizom oblikovane su i funkcije pripadnosti koje u fuzzy modelu definiraju opisane varijable. Za isto je korišten Matlab sofver, Fuzzy Logic Designer modul.

Funkcije pripadnosti pojedine varijable oblikovane su temeljem stavova četiriju projekt managera te članova tima projekta. Kako bi se opisala varijabla *Radno iskustvo osobe*, uzete su godine iskustva te su funkcije pripadnosti definirane kako je prikazano na slici 7.



Slika 7: Funkcije pripadnosti za varijablu Radno iskustvo osobe

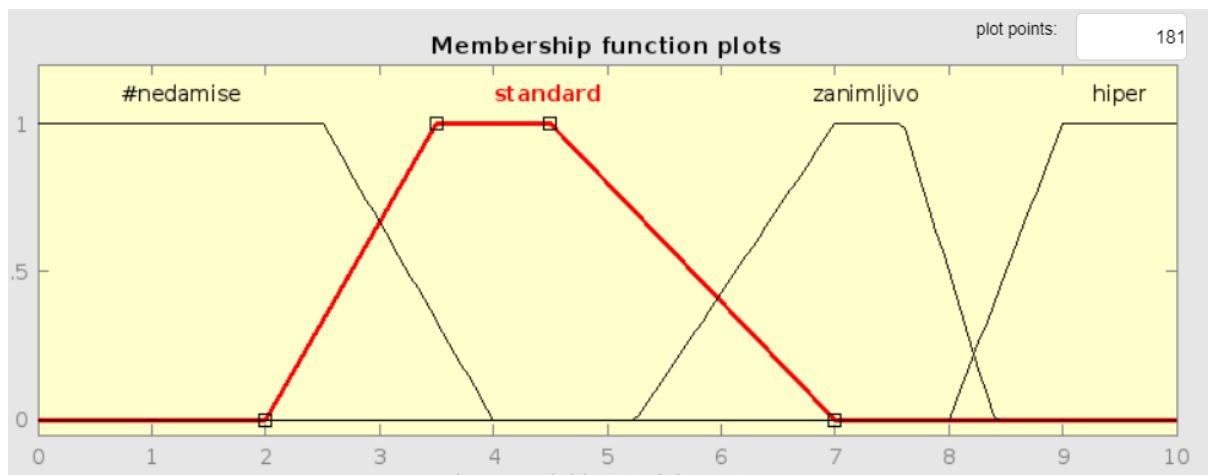
Ulazna varijabla *Osobna ocjena točnosti i sposobnosti* je zapravo savršen primjer fuzzy variable budući su vrijednosti koje je opisuju vrlo “ljudske”, neodređene i podložne raznim interpretacijama. Kako bi ih ipak nekako kategorizirali za ove potrebe svrstane su u četiri kategorije koje do neke mjere odgovaraju postotnoj sigurnosti u točnost procjene. Funkcije pripadnosti su oblikovane kako je prikazano na slici 8: *Funkcije pripadnosti za varijablu Osobna ocjena točnosti i sposobnosti*.



Slika 8: Funkcije pripadnosti za varijablu Osobna ocjena točnosti i sposobnosti

Motiviranost osobe koja izvršava zadatak je isto tako vrlo “čovječna” s kategorijama vrlo otvorenim interpretaciji. Kako bi se dobila čim točnija vrijednost ove varijable, članovi tima su morali biti otvoreni i iskreni. Takve podatke je teško prikupiti radi dinamike između članova tima i nadređenog im projekt managera. Anonimna predaja podataka nije imala

smisla budući su bili potrebni podaci po definiranom zadatku te njemu vezanom članu tima. Na kraju su članovi tima se ipak osjećali dovoljno sigurno da iskreno izraze svoje stavove u vezi zadataka i njihove motiviranosti. I u ovom slučaju su ti isti članovi tima sudjelovali u oblikovanju funkcija pripadnosti zajedno s četiri projekt managera te su same funkcije prikazane na slici 9: *Funkcije pripadnosti ulazne varijable Motivacija*.



Slika 9: *Funkcije pripadnosti ulazne varijable Motivacija*

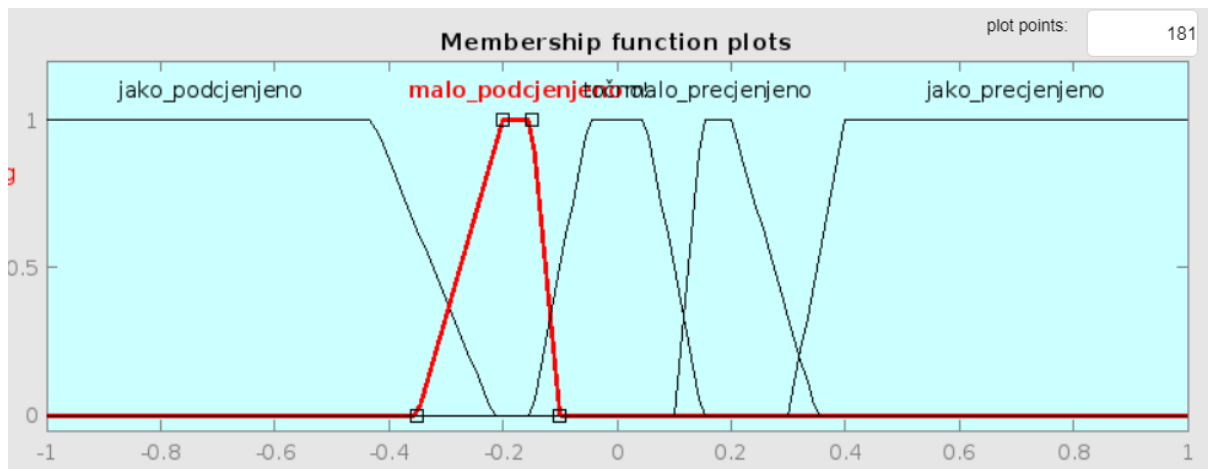
Prilikom davanja procjena pojedinaca zaduženih za opisane zadatke prikupljne su i vrijednosti opisanih varijabli. Iste se nalaze u prilogu 8.7. *Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi Web* i 8.8. *Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi CRM*.

6.2. Izlazna varijabla

Bit ovog rada je uvidjeti do koje mjere se može korigirati spontane procjene pojedinaca pomoću fuzzy modela kako bi te procjene bile bliže u svojoj vrijednosti krajnjem rezultatu. Stoga je za ove potrebe oblikovana samo jedna izlazna varijabla *Odstupanje od realiziranog*. Ista zapravo opisuje u kojem postotku odstupanje smatramo jakim (precjenjeno ili podcjenjeno), slabim (precjenjeno ili podcjenjeno) te točnim.

Funkcije pripadnosti za datu varijablu oblikovali su četiri projekt managera temeljem vlastite percepcije, godina iskustva te povratnih informacija koje su dobivali od dionika projekta.

Temeljem toga su oblikovane funkcije pripadnosti kako je opisano na slici 10: *Funkcije pripadnosti izlazne varijable Odstupanje od realiziranog.*



Slika 10: *Funkcije pripadnosti izlazne varijable Odstupanje od realiziranog.*

Iz priloženog prikaza funkcija pripadnosti izlazne varijable da se uočiti da se radi o prilično strogo definiranoj varijabli sa strmim krivuljama pa samim time granicama između pojedinih vrijednosti.

6.3. Kolekcije pravila

Kolekcije pravila su oblikovali projekt manageri na temelju svog prijašnjeg iskustva s vođenjem projekta i procjenama koje su dobivali na prijašnjim projektima. Dvoje od četvero projekt managera imaju i dodatno iskustvo s radom ovim projektним timom te mogu i kroz to iskustvo definirati pravila.

Pravila koja su oblikovali su:

1. If (Iskustvo is senior) and (Motiviranost is hiper) then (odstupanje_od_planiranog is točno!) (1)
2. If (Iskustvo is senior) and (Motiviranost is zanimljivo) then (odstupanje_od_planiranog is točno!) (1)
3. If (Iskustvo is senior) and (Motiviranost is #nedamisse) then (odstupanje_od_planiranog is jako_precjenjeno) (1)

4. If (Dev_iskustvo is medior) and (Motiviranost is standard) then (odstupanje_od_planiranog is malo_precjenjeno) (1)
5. If (Iskustvo is junior) then (odstupanje_od_planiranog is jako_podecjenjeno) (1)
6. If (Osobna_ocjena is not "pojma nemam") and (Motiviranost is #nedamise) then (odstupanje_od_planiranog is malo_precjenjeno) (1)
7. If (Iskustvo is medior) and (Osobna_ocjena is jako siguran) and (Motiviranost is hiper) then (odstupanje_od_planiranog is točno!) (1),

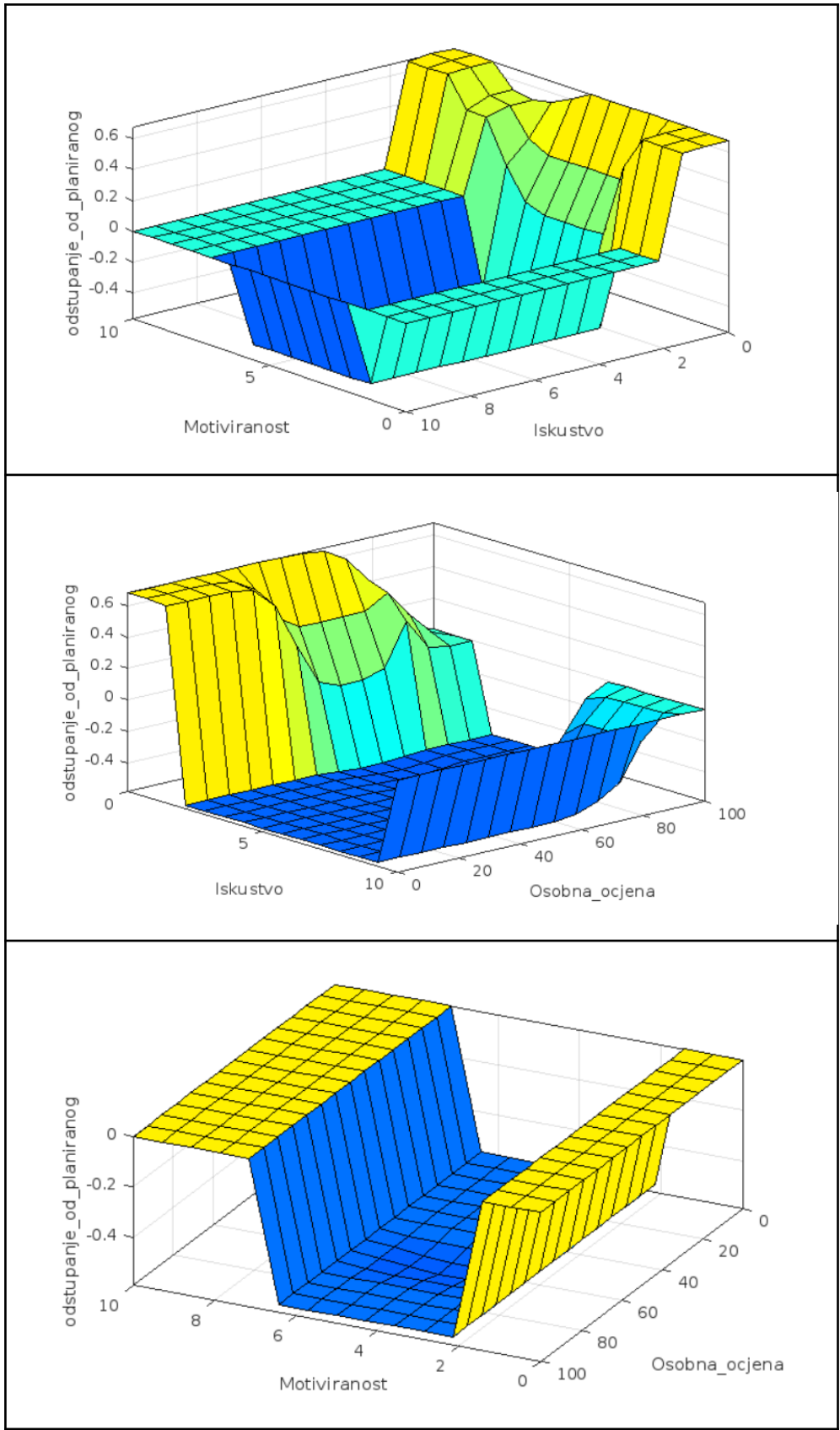
gdje je (1) težina pravila to jest sva pravila imaju istu težinu.

Zanimljivo je uočiti da se varijabla Osobna_ocjena javlja u samo jednom pravilu iako su originalno projekt manageri ocjenili da se radi o vrlo važnoj varijabli.

U ovoj varijanti modela ostali parametri modela su definirani kako slijedi:

- I (*eng. and*) pravila koriste min metodu
- Ili (*eng. or*) pravila koriste max metodu
- Metoda implikacija (koja je zapravo irelevantna sad kada su sve težine varijabli 1) jest minimum
- Metoda agregacije pravila je maksimum
- Metoda defuzifikacije jest centroidna.

Načelno se radi o najučestalije korištenim metodama unutar fuzzy modela koji onda rezultiraju fuzzy odnosima kao na slici 11: *Fuzzy varijable - rezultati*. Tijekom oblikovanja modela dodavanje većeg broja pravila te mijenjanje parametara modela, no takove promjene nisu značajno utjecale na promjenu samog ponašanja modela.

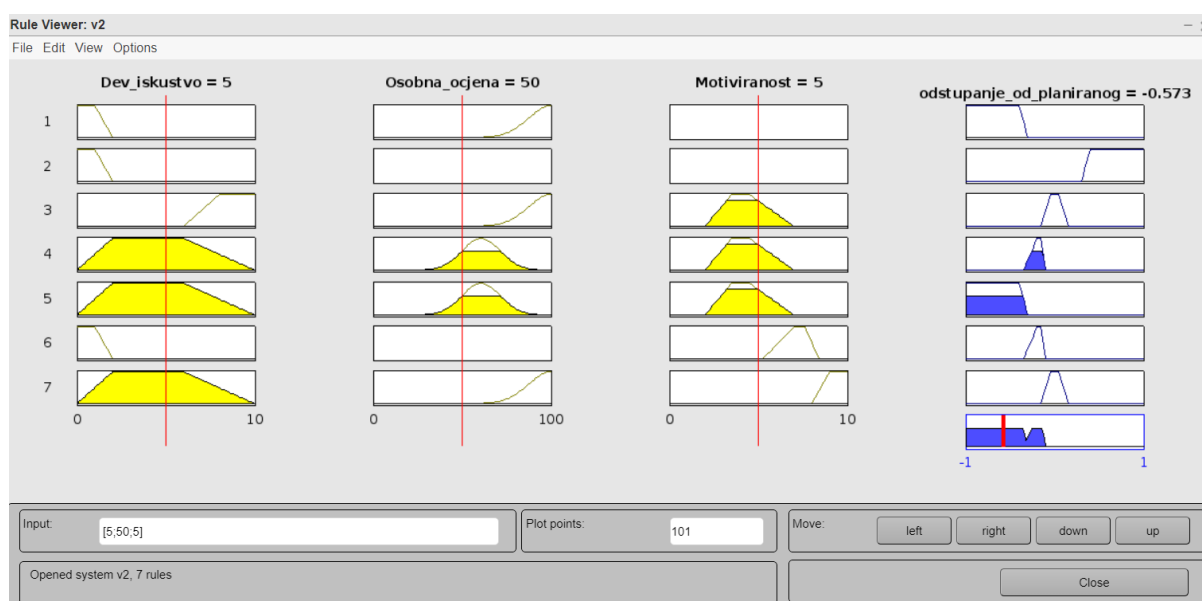


Slika 11: Fuzzy varijable - rezultati

6.5. Uspješnost korekcija putem fuzzy modela

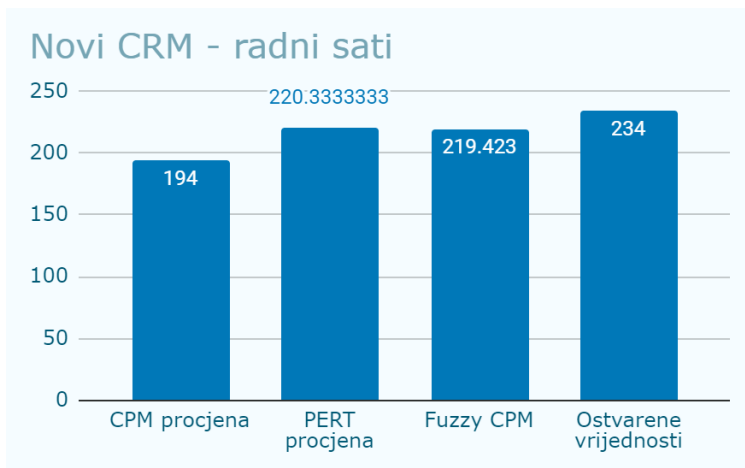
U slučaju da model dobro predviđa odstupanje datih procjena od realiziranog vremena, očekivana odstupanja dobivena putem fuzzy modela bi se trebala poklapati s odstupanjima koja su realno nastupila. U ovom radu isto je definirano kroz fuzzy output varijablu.

Pomoću Matlab oblikovanog modela dobivamo izlazne vrijednosti s obzirom na ulazne varijable (primjer *Slika 12: Rule Viewer Matlaba na srednjim vrijednostima ulaznih varijabli*).



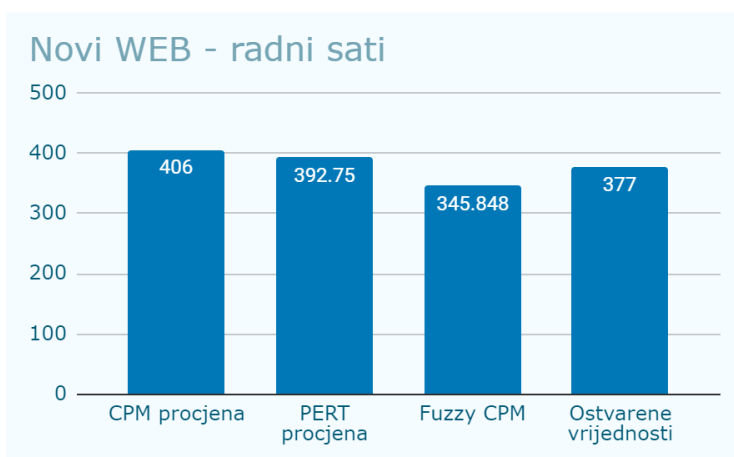
Slika 12: Rule Viewer Matlaba na srednjim vrijednostima ulaznih varijabli

Obradom ulaznih varijabli oba projekta dobili smo izlazne fuzzy varijable odnosno koliko je model ocijenio da će spontane varijable odstupati od realiziranih. Tako korigirane procjene predstavljene u priložima 8.9. *Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi Web* i 8.10. *Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi CRM*. Na slici 13. i 14. predstavljeni su ukupni radni sati s obzirom na korištenu metodologiju procjene.



Slika 13: Ukupni radni sati prema korištenoj metodologiji u projektu Novi CRM

Analizom dobivenih izlaznih fuzzy korekcija CPM vrijednosti prvo uočavamo da su puno učinkovitije, odnosno rezultiraju puno uspješnijom korekcijom na projektu Novi CRM. Projekt Novi CRM je imao značajnije (20.62%) prekoračenje planiranih sati rada pa je korekcija istog bila značajna.



Slika 14: Ukupni radni sati prema korištenoj metodologiji u projektu Novi Web

Naime, projekt Novi Web je za CPM imao ukupno precijenjeno vrijeme za 7,14%, odnosno model je planirao 406 radnih sati, a sam projekt je realiziran u 377 što je 29 radnih sati manje. Zanimljivo je da je putem fuzzy modela ukupan procijenjeni broj sati 345,85 što je 31,15 sati manje nego je uistinu trebalo. Samim time fuzzy model je neuspješan u korekciji procjene budući su originalno date procjene bliže realiziranim satima (iako neznatno). Imajmo na umu

da je PERT procjena bila iznimno točna na ovom projektu, ali da je isto tako dobivanje procjena trajalo puno dulje i bilo radno intenzivno.

S druge strane, projekt Novi CRM koji je predstavljao puno veći izazov budući da nije bio tipski te je i rezultirao prekoračenjem planiranih sati za 40 u totalu, dakle umjesto planiranih 194 sati, realiziran je u 234 radnih sati primjenom CPM-a. Primjenom istog fuzzy modela došli smo do korigiranog broja sati procjene od 219,41 što je svega 14,58 sati manje nego realizirano. Radi se vrijednosti koja je vrlo bliska PERT-ovoj procjeni od 220,33 radnih sati. I za ovaj projekt treba imati na umu da je sam proces procjenjivanja PERT vrijednosti bio značajnije kompleksan, duži i radno intenzivniji od CPM-a, iako ti sati rada nisu uključeni u same sate projekta.

7. Zaključak

Cilj ovog rada bilo je usporediti procjene vremena radnih sati potrebnih za izvršenje projektnih zadataka te ocijeniti njihovu uspješnost to jest koliko su točno predvidjeli realizirano trajanje istih. Kako bi se izbjegli ostali utjecaji na procjenu, ali i realizaciju zadataka odabrani su projekti koji su interni za dato poduzeće te samim time je apstrahiran utjecaj klijenta.

Analiza je izvršena na dva projekta različiti karakteristika, ali izvođenih od istog tima. Prvi projekt, Novi Web imao je obilježja determinističkog projekta budući da i svi članovi tima već radili na vrlo sličnim projektima te im zadani zadaci nisu predstavljali novitete. S druge strane, projekt Novi CRM imao je upravo suprotna obilježja - veći dio rješenja predstavljao je nešto novo i nepoznato svim članovima tima.

Za oba projekta uzete su procjene od samih pojedinaca koji će raditi na zadacima (kako bi se oblikovao CPM) te skupne procjene (kako bi se oblikovao PERT model). Prilično očekivano procjene date za PERT modele bile su uspješnije odnosno bliže vrijednosti stvarnih realiziranih sati. Za projekt Novi Web koji je imao deterministička obilježja obje procjene su bile ispod 10% razlike (CPM 7,14%, a PERT čak 4,01%), no razlika za projekt Novi CPM je uistinu značajna. Naime, CPM je podcijenio vrijeme za 20,62% dok PERT za svega 6,20% (Tablica 6: Postoci odstupanja procjena od realiziranih vrijednosti)

Novi WEB - postotak odstupanja		
CPM procjena	PERT procjena	Fuzzy CPM
-7.14%	-4.01%	9.01%
Novi CRM - postotak odstupanja		
CPM procjena	PERT procjena	Fuzzy CPM
20.62%	6.20%	6.64%

Tablica 6: Postoci odstupanja procjena od realiziranih vrijednosti

Ovime je zapravo dokazano da je PERT način procjene i vođenja projekta značajno uspješniji kada se radi o projektu s mnogo neizvjesnosti i nepoznanica, ali i u determinističkom projektu Novi Web je bio uspješniji u procjenama.

No, kako bi se oblikovao takav PERT model, inicijalne procjene zahtijevaju značajno više vremena. U komercijalnim uvjetima gdje se procjena često daje i prije ugovaranja projekta, ulaganje radnih sati tima kako bi se dala sama procjena može biti kritično za ukupne troškove tima i poduzeća. S druge strane, vrijednosti dobivene za CPM su dobivene značajno brže i jednostavnije, ali su isto tako u oba projekta više odstupali od realiziranih vrijednosti.

Stoga su te procjene u drugoj fazi projekta korigirane koristeći fuzzy model. Na ovaj način dobili smo nove procjene te ih usporedili s realiziranim satima. Za projekt Novi Web da se ustvrditi da je fuzzy model bio neuspješan ili najboljem slučaju irelevantan budući je procjena bila jednako (ne)uspješna kao i spontane procjene CPM-a. PERT je čak bio uspješniji, no imajmo na umu da inicijalno davanje procjena PERT-a predstavlja i značajno veći trošak timu.

Kod projekta Novi CRM fuzzy model je vrlo uspješno korigirao spontane procjene smanjivši grešku u procjeni s 40 na 14,58 radnih sati. PERT model je imao grešku u procjeni od 13,67 radnih sati što zapravo predstavlja zanemarivu razliku u uspoređivanju s fuzzy modelom.

Na ovaj način smo zapravo prilično rudimentarnim modelom s minimalnim brojem pravila (svega 7) i varijabli (3 ulazne i jedna izlazna) ostvarili značajno poboljšanje u davanju spontanih procjeni. Implementacijom fuzzy modela na spontane procjene može se ostvariti značajna ušteda u ukupnim troškovima poduzeća koje daje procjene trajanja projekata i njihovog troška. Kako je već navedeno, procjene komercijalnih projekata redovito se daju u fazi ponude prema klijentu pa dobivanje istih u minimalnom vremenu, s minimalnim brojem radnih sati procjenitelja mogu rezultirati značajnim rezom u ukupnim troškovima poslovanja.

Ono što valja imati na umu jest da se analiza vršila na malim projektima koji su izvođeni u kontroliranim uvjetima (nisu bili komercijalno uvjetovani već se radilo o internim projektima). Iako su dobivene vrijednosti indikativne, bilo bi interesantno model dalje testirati na zahtjevnijim i većim projektima, a osobita vrijednost bi se mogla realizirati samim učenjem modela i daljnjim razvojem setova pravila, ulaznih, ali i izlaznih varijabli.

8. Prilozi

8.1. CPM tablica za projekt Novi Web

		Ovisno o	Trajanje	Procjenu dao
1. Server setup		-	4	NT
2. WordPress instalacija		1	1	NT
3. Design System	3.1. Definiranje Design Systema	2	8	ID
	3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	2	1	PF
	3.3. Implementacija Design Systema na temu	3.1. i 3.2.	8	ID
4. Plugin	4.1. Odabir pluginova I (Updraft,)	2	4	AJ
	4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	4.1.	4	AJ
	4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	4.2.	4	NT
	4.4. Instalacija i podešavanje pluginova II	4.3.	4	NT
	4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	5.5., 5.6. i 4.4.	8	AJ
	4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	4.5.	8	AJ
5. Sadržaj	5.1. Probir postojećih tekstova i slika	1	20	ID
	5.2. Definiranje nove strukture websajta	5.1.	16	ID
	5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	5.2 i 3.3.	16	PF

	5.4. Novi copy (outsourced)	5.2	80	Copy studio
	5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	5.3. i 4.4.	24	PF
	5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	5.4, 5.3	24	PF
6. Funkcionalnosti	6.1. Integracija s Mauticom	4.6.	24	AJ
	6.2. Integracija s ChargeBeejem	6.1	16	AJ
	6.3. Integracija s osTicketingom	6.2	16	AJ
	6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	6.3	8	PF
	6.5. Integracija s chatom	5.6	4	PF
	6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem (Geotargeting)	6.4 i 6.5.	40	NT
7. Going Live	7.1. Finalna testiranja i pregledi	6.6	24	JM
	7.2. SEO podešavanja	7.1	16	IP
	7.3. Optimizacija weba i stranica	7.2	16	JM
	7.4. Deployment	7.3.	8	NT
			406	

8.2. PERT tablica za projekt Novi Web

		Ovisno o	Optimistično vrijeme	Pesimistično vrijeme	Najvjerojatije vrijeme	Očekivano vrijeme
1. Server setup		-	1	8	4	4.17
2. WordPress instalacija		1	0.5	4	1	1.42
3. Design System	3.1. Definiranje Design	2	8	40	16	18.67

	Systema					
	3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	2	0.5	6	1	1.75
	3.3. Implementacija Design Systema na temu	3.1. i 3.2.	2	16	6	7.00
4. Plugin	4.1. Odabir pluginova I (Updraft,)	2	2	8	4	4.33
	4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	4.1	1	8	4	4.17
	4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	4.2.	1	8	4	4.17
	4.4. Instalacija i podešavanje pluginova II	4.3.	1	8	4	4.17
	4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	5.5., 5.6. i 4.4.	1	12	4	4.83
	4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	4.5.	1	12	4	4.83
5. Sadržaj	5.1. Probir postojećih tekstova i slika	1	24	80	40	44.00
	5.2. Definiranje nove strukture web sajta	5.1	4	40	16	18.00
	5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	5.2 i 3.3.	8	30	20	19.67
	5.4. Novi copy (outsourced)	5.2	80	80	80	80.00
	5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	5.3. i 4.4.	16	40	20	22.67
	5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	5.4, 5.3	16	60	28	31.33
6. Funkcionalnosti	6.1. Integracija s Mauticom	4.6.	4	40	16	18.00
	6.2. Integracija s ChargeBeejem	6.1	4	16	8	8.67
	6.3. Integracija s osTicketingom	6.2	2	8	4	4.33
	6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	6.3	0.5	8	2	2.75
	6.5. Integracija s chatom	5.6	1	8	2	2.83
	6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem	6.4 i 6.5.	4	40	24	23.33

	(Geotargeting)					
7. Going Live	7.1. Finalna testiranja i pregledi	6.6	8	40	16	18.67
	7.2. SEO podešavanja	7.1	8	40	16	18.67
	7.3. Optimizacija weba i stranica	7.2	4	40	8	12.67
	7.4. Deployment	7.3.	2	12	8	7.67
			204.5	712	360	392.75

8.3. CPM tablica za projekt Novi CRM

		Ovisno o	Trajanje	Procjena
1. Server setup		-	2	NT
2. Instalacija Mautica		1	2	NT
3. Definiranje elemenata kontakta u Mauticu	3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s poljima u Agile CRM	2	8	ID
	3.2. Manualne prilagodbe polja kontakta u Mauticu	3.1.	8	ID
	3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	3.2.	8	AJ
	3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	3.3.	8	AJ
4. Integracija s osTicketingom	4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	3.4.	16	NT
	4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	4.1.	12	AJ
	4.3. Testiranje rješenja	4.2.	8	AJ
5. Integracija s ChargeBee platformom	5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	4.1.	12	AJ
	5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	4.2. i 5.1.	6	AJ
	5.3. Testiranje rješenja	5.2.	8	AJ
6. Integracija s novim	6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s	4.3. i	8	NT

Webom	novim webom)	5.3.		
7. Migracija kontakta iz Agile CRMa	7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	6.1.	24	JM
	7.2. Import kontakta u Mautic	7.1.	6	JM
	7.3. Rješavanje grešaka importa	7.2.	12	JM
	7.4. Kontrola i testiranje	7.3.	6	AJ
8. Lead kampanja	8.1. Definiranje workflowa kampanje	6.1.	4	ID
	8.2. Izrada email predložka	8.1.	4	ID
	8.3. Izrada landing stranice	8.2.	6	ID
	8.4. Testiranje	8.3.	4	ID
9. Retention kampanja	9.1. Definiranje tijeka kampanje	8.4.	2	ID
	9.2. Izrada email predložka	9.1.	4	ID
	9.3. Izrada landing stranice	9.2.	4	ID
	9.4. Testiranje	9.3.	4	ID
10. Deployment	10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakata u Agile CRMu	7.4. i 9.4.	3	AJ
	10.2. Going live	10.1.	5	NT
			194	

8.4. PERT tablica za projekt Novi CRM

		Ovisno o	Optimistično vrijeme	Pesimistično vrijeme	Najvjerojatije vrijeme	Očekivano vrijeme
1. Server setup		-	1	8	4	4.17
2. Instalacija Mautica		1	1	12	4	4.83
3. Definiranje elemenata kontakta u Mauticu	3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s poljima u Agile CRM	2	4	24	12	12.67
	3.2. Manualne prilagodbe	3.1.	2	24	12	12.33

	polja kontakta u Mauticu					
	3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	3.2.	0	24	16	14.67
	3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	3.3.	2	24	12	12.33
4. Integracija s osTicketingom	4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	3.4.	4	32	16	16.67
	4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	4.1.	4	12	6	6.67
	4.3. Testiranje rješenja	4.2.	2	12	8	7.67
5. Integracija s ChargeBee platformom	5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	4.1.	4	16	12	11.33
	5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	4.2. i 5.1.	4	16	8	8.67
	5.3. Testiranje rješenja	5.2.	2	16	8	8.33
6. Integracija s novim Webom	6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s novim webom)	4.3. i 5.3.	3	16	8	8.50
7. Migracija kontakta iz Agile CRMa	7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	6.1.	4	32	24	22.00
	7.2. Import kontakta u Mautic	7.1.	4	16	10	10.00
	7.3. Rješavanje grešaka importa	7.2.	1	24	8	9.50
	7.4. Kontrola i testiranje	7.3.	4	16	6	7.33
8. Lead kampanja	8.1. Definiranje workflowa kampanje	6.1.	2	8	4	4.33
	8.2. Izrada email predložka	8.1.	1	8	4	4.17
	8.3. Izrada landing stranice	8.2.	2	12	4	5.00
	8.4. Testiranje	8.3.	2	8	4	4.33

9. Retention kampanja	9.1. Definiranje tijeka kampanje	8.4.	1	4	2	2.17
	9.2. Izrada email predložka	9.1.	1	8	3	3.50
	9.3. Izrada landing stranice	9.2.	1	8	4	4.17
	9.4. Testiranje	9.3.	2	8	3	3.67
10. Deployment	10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakta u Agile CRMu	7.4. i 9.4.	2	16	6	7.00
	10.2. Going live	10.1.	2	8	4	4.33
			62	412	212	220.33

8.5. Komparacija podataka za projekt Novi Web

		Novi WEB CPM	Novi WEB PERT	Realizirano	CPM % miss	PERT % miss
1. Server setup		4	4.17	3.5	-12.50%	-16.00%
2. WordPress instalacija		1	1.42	2	100.00%	41.18%
3. Design System	3.1. Definiranje Design Systema	8	18.67	21	162.50%	12.50%
	3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	1	1.75	1	0.00%	-42.86%
	3.3. Implementacija Design Systema na temu	8	7.00	6	-25.00%	-14.29%
4. Plugin	4.1. Odabir pluginova I (Updraft, ...)	4	4.33	4	0.00%	-7.69%
	4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	4	4.17	4	0.00%	-4.00%
	4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	4	4.17	4.5	12.50%	8.00%
	4.4. Instalacija i	4	4.17	4	0.00%	-4.00%

	podešavanje pluginova II					
	4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	8	4.83	4	-50.00%	-17.24%
	4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	8	4.83	6	-25.00%	24.14%
5. Sadržaj	5.1. Probir postojećih tekstova i slika	20	44.00	40	100.00%	-9.09%
	5.2. Definiranje nove strukture websajta	16	18.00	20	25.00%	11.11%
	5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	16	19.67	16	0.00%	-18.64%
	5.4. Novi copy (outsourced)	80	80.00	80	0.00%	0.00%
	5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	24	22.67	20	-16.67%	-11.76%
	5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	24	31.33	35	45.83%	11.70%
6. Funkcionalnosti	6.1. Integracija s Mauticom	24	18.00	16	-33.33%	-11.11%
	6.2. Integracija s ChargeBeejem	16	8.67	8	-50.00%	-7.69%
	6.3. Integracija s osTicketingom	16	4.33	4	-75.00%	-7.69%
	6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	8	2.75	1	-87.50%	-63.64%
	6.5. Integracija s chatom	4	2.83	3	-25.00%	5.88%
	6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem (Geotargeting)	40	23.33	24	-40.00%	2.86%
7. Going Live	7.1. Finalna testiranja i pregledi	24	18.67	24	0.00%	28.57%
	7.2. SEO podešavanja	16	18.67	16	0.00%	-14.29%
	7.3. Optimizacija weba i stranica	16	12.67	6	-62.50%	-52.63%

	7.4. Deployment	8	7.67	4	-50.00%	-47.83%
		406	392.75	377	-7.14%	-4.01%

8.6. Komparacija vrijednosti za projekt Novi CRM

		CPM	PERT	Realizirano	CPM % miss	PERT % miss
1. Server setup		2	4.17	4	100.00%	-4.00%
2. Instalacija Mautica		2	4.83	6	200.00%	24.14%
3. Definiranje elemenata kontakta u Mauticu	3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s poljima u Agile CRM	8	12.67	16	100.00%	26.32%
	3.2. Manualne prilagodbe polja kontakta u Mauticu	8	12.33	12	50.00%	-2.70%
	3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	8	14.67	8	0.00%	-45.45%
	3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	8	12.33	12	50.00%	-2.70%
4. Integracija s osTicketingom	4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	16	16.67	16	0.00%	-4.00%
	4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	12	6.67	8	-33.33%	20.00%
	4.3. Testiranje rješenja	8	7.67	8	0.00%	4.35%
5. Integracija s ChargeBee platformom	5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	12	11.33	11	-8.33%	-2.94%
	5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	6	8.67	6	0.00%	-30.77%
	5.3. Testiranje rješenja	8	8.33	9	12.50%	8.00%
6. Integracija s novim Webom	6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s novim webom)	8	8.50	12	50.00%	41.18%

7. Migracija kontakta iz Agile CRMa	7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	24	22.00	22	-8.33 %	0.00 %
	7.2. Import kontakta u Mautic	6	10.00	10	66.67 %	0.00 %
	7.3. Rješavanje grešaka importa	12	9.50	10	-16.67 %	5.26 %
	7.4. Kontrola i testiranje	6	7.33	10	66.67 %	36.36 %
8. Lead kampanja	8.1. Definiranje workflowa kampanje	4	4.33	6	50.00 %	38.46 %
	8.2. Izrada email predloška	4	4.17	5	25.00 %	20.00 %
	8.3. Izrada landing stranice	6	5.00	5	-16.67 %	0.00 %
	8.4. Testiranje	4	4.33	5	25.00 %	15.38 %
9. Retention kampanja	9.1. Definiranje tijeka kampanje	2	2.17	1	-50.00 %	-53.85 %
	9.2. Izrada email predloška	4	3.50	4	0.00 %	14.29 %
	9.3. Izrada landing stranice	4	4.17	4	0.00 %	-4.00 %
	9.4. Testiranje	4	3.67	8	100.00 %	118.18 %
10. Deployment	10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakata u Agile CRMu	3	7.00	8	166.67 %	14.29 %
	10.2. Going live	5	4.33	8	60.00 %	84.62 %
		194	220.33	234	20.62 %	6.20 %

8.7. Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi Web

	Procjena u dao	Iskustvo	Osobna procjena	Motiviranost
1. Server setup	NT	Medior	Jako siguran	Standard
2. WordPress instalacija	NT	Medior	Jako siguran	Standard
3.1. Definiranje Design Systema	ID	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	PF	Medior	Jako siguran	Nedamise
3.3. Implementacija Design Systema na temu	ID	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
4.1. Odabir pluginova I (Updraft,)	AJ	Junior	Mislim da znam	Zanimljivo
4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	AJ	Junior	Mislim da znam	Zanimljivo
4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	NT	Medior	Jako siguran	Standard
4.4. Instalacija i podešavanje pluginova II	NT	Medior	Jako siguran	Standard
4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	AJ	Junior	Možda znam	Zanimljivo
4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	AJ	Junior	Možda znam	Zanimljivo
5.1. Probir postojećih tekstova i slika	ID	Medior	Mislim da znam	Standard
5.2. Definiranje nove strukture websajta	ID	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	PF	Medior	Mislim da znam	Hiper
5.4. Novi copy (outsourced)	Copy	-	-	-

	studio			
5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	PF	Medior	Jako siguran	Ne da mi se
5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	PF	Medior	Možda znam	Zanimljivo
6.1. Integracija s Mauticom	AJ	Junior	Možda znam	Hiper
6.2. Integracija s ChargeBeejem	AJ	Junior	Možda znam	Hiper
6.3. Integracija s osTicketingom	AJ	Junior	Možda znam	Hiper
6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	PF	Medior	Jako siguran	Ne da mi se
6.5. Integracija s chatom	PF	Medior	Jako siguran	Standard
6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem (Geotargeting)	NT	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
7.1. Finalna testiranja i pregledi	JM	Senior	Mislim da znam	Standard
7.2. SEO podešavanja	IP	Medior	Mislim da znam	Standard
7.3. Optimizacija weba i stranica	JM	Senior	Mislim da znam	Ne da mi se
7.4. Deployment	NT	Medior	Mislim da znam	Ne da mi se

8.8. Ulazne fuzzy varijable za projekt Novi CRM

	Procjena dao	Iskustvo	Osobna procjena	Motiviranost
1. Server setup	NT	Medior	Jako siguran	Standard
2. Instalacija Mautica	NT	Medior	Jako siguran	Standard
3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s	ID	Medior	Mislim da	Zanimljiv

poljima u Agile CRM			znam	o
3.2. Manualne prilagodbe polja kontakta u Mauticu	ID	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	AJ	Junior	Mislim da znam	Zanimljivo
3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	AJ	Junior	Mislim da znam	Hiper
4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	NT	Medior	Jako siguran	Zanimljivo
4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	AJ	Junior	Možda znam	Hiper
4.3. Testiranje rješenja	AJ	Junior	Mislim da znam	Zanimljivo
5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	AJ	Junior	Možda znam	Zanimljivo
5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	AJ	Junior	Mislim da znam	Zanimljivo
5.3. Testiranje rješenja	AJ	Junior	Mislim da znam	Hiper
6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s novim webom)	NT	Medior	Mislim da znam	Zanimljivo
7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	JM	Senior	Jako siguran	Zanimljivo
7.2. Import kontakta u Mautic	JM	Senior	Jako siguran	Standard
7.3. Rješavanje grešaka importa	JM	Senior	Jako siguran	Zanimljivo
7.4. Kontrola i testiranje	AJ	Junior	Mislim da znam	Hiper
8.1. Definiranje workflowa kampanje	ID	Medior	Jako siguran	Standard
8.2. Izrada email predložka	ID	Medior	Jako siguran	Standard

8.3. Izrada landing stranice	ID	Medior	Jako siguran	Standard
8.4. Testiranje	ID	Medior	Jako siguran	Standard
9.1. Definiranje tijeka kampanje	ID	Medior	Jako siguran	Standard
9.2. Izrada email predloška	ID	Medior	Jako siguran	Standard
9.3. Izrada landing stranice	ID	Medior	Jako siguran	Standard
9.4. Testiranje	ID	Medior	Jako siguran	Standard
10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakta u Agile CRMu	AJ	Junior	Mislim da znam	Hiper
10.2. Going live	NT	Medior	Jako siguran	Standard

8.9. Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi Web

	Procjena	Realizirano	CPM miss	Fuzzy output	Fuzzy vrijednost
1. Server setup	4	3.5	-12.50 %	-0.56	6.24
2. WordPress instalacija	1	2	100.00 %	-0.56	1.56
3.1. Definiranje Design Systema	8	21	162.50 %	0.00	8.00
3.2. Instalacija Elementora i Hello teme	1	1	0.00%	-0.56	1.56
3.3. Implementacija Design Systema na temu	8	6	-25.00 %	0.00	8.00

4.1. Odabir pluginova I (Updraft, ...)	4	4	0.00%	0.51	1.96
4.2. Instalacija i podešavanje pluginova I	4	4	0.00%	0.51	1.96
4.3. Odabir pluginova II (Mautic, ChargeBee, Geotargeting ...)	4	4.5	12.50%	-0.56	6.24
4.4. Instalacija i podešavanje pluginova II	4	4	0.00%	-0.56	6.24
4.5. Odabir pluginova III (Cookie banner, cache...)	8	4	-50.00%	0.52	3.87
4.6. Instalacija i podešavanje pluginova III	8	6	-25.00%	0.52	3.87
5.1. Probir postojećih tekstova i slika	20	40	100.00%	-0.59	31.88
5.2. Definiranje nove strukture websajta	16	20	25.00%	0.00	16.00
5.3. Implementacija strukture (navigacija, stranice...)	16	16	0.00%	-0.55	24.82
5.4. Novi copy (outsourced)	80	80	0.00%		
5.5. Slaganje stranica (sa sadržajem) za stranice koje ne trebaju novi copy	24	20	-16.67%	-0.56	37.44
5.6. Slaganje stranica (sa sadržajem) s novim copyem	24	35	45.83%	0.00	24.00
6.1. Integracija s Mauticom	24	16	-33.33%	0.68	7.70
6.2. Integracija s ChargeBeejem	16	8	-50.00%	0.68	5.14
6.3. Integracija s osTicketingom	16	4	-75.00%	0.68	5.14
6.4. Integracija s Google analyticom i SEO alatima	8	1	-87.50%	-0.56	12.48
6.5. Integracija s chatom	4	3	-25.00%	-0.56	6.24
6.6. Izrada pricing stranice s uvjetnim prikazivanjem (Geotargeting)	40	24	-40.00%	0.00	40.00
7.1. Finalna testiranja i pregledi	24	24	0.00%	-0.56	37.46
7.2. SEO podešavanja	16	16	0.00%	-0.59	25.50

7.3. Optimizacija weba i stranica	16	6	-62.50 %	0.00	16.00
7.4. Deployment	8	4	-50.00 %	0.18	6.54
	406	377	-7.14%		345.85

8.10. Fuzzy izlazne vrijednosti projekta Novi CRM

	Procjena	Realizirano	CPM miss	Fuzzy output	Fuzzy vrijednost
1. Server setup	2	4	100.00 %	0.21	1.588
2. Instalacija Mautica	2	6	200.00 %	0.21	1.588
3.1. Pregled defaultnih polja kontakta i usporedba s poljima u Agile CRM	8	16	100.00 %	0.00	8
3.2. Manualne prilagodbe polja kontakta u Mauticu	8	12	50.00 %	0.00	8
3.3. Uklanjanje elemenata kontakta (layout) koji neće biti potrebni	8	8	0.00%	-0.68	13.432
3.4. Testno importiranje kontakta iz Agile CRMa radi provjere kompatibilnosti kontakta	8	12	50.00 %	-0.68	13.432
4.1. Adaptacija API-a osTicketinga kako bi čitali podatke i prikazivali u Mauticu	16	16	0.00%	0.00	16
4.2. Dizajn prilagodbe Mautic sučelja kako bi prikazivali osTicket podatke	12	8	-33.33 %	-0.68	20.148
4.3. Testiranje rješenja	8	8	0.00%	-0.68	13.432
5.1. Razvoj API-a rješenja kako bi se čitali podaci o pretplatama	12	11	-8.33%	0.52	5.808
5.2. Dizajn i prilagodbe Mautic sučelja	6	6	0.00%	-0.68	10.074
5.3. Testiranje rješenja	8	9	12.50 %	-0.68	13.432

6.1. Testiranje stvaranja i ažuriranje kontakta (s novim webom)	8	12	50.00 %	0.00	8
7.1. Export kontakata iz Agile CRM i čišćenje	24	22	-8.33%	0.00	24
7.2. Import kontakta u Mautic	6	10	66.67 %	0.00	6
7.3. Rješavanje grešaka importa	12	10	-16.67 %	0.00	12
7.4. Kontrola i testiranje	6	10	66.67 %	-0.68	10.074
8.1. Definiranje workflowa kampanje	4	6	50.00 %	0.21	3.176
8.2. Izrada email predložka	4	5	25.00 %	0.21	3.176
8.3. Izrada landing stranice	6	5	-16.67 %	0.21	4.764
8.4. Testiranje	4	5	25.00 %	0.21	3.176
9.1. Definiranje tijeka kampanje	2	1	-50.00 %	0.21	1.588
9.2. Izrada email predložka	4	4	0.00%	0.21	3.176
9.3. Izrada landing stranice	4	4	0.00%	0.21	3.176
9.4. Testiranje	4	8	100.00 %	0.21	3.176
10.1. Import u međuvremenu stvorenih kontakata u Agile CRMu	3	8	166.67 %	-0.679	5.037
10.2. Going live	5	8	60.00 %	0.206	3.97
	194	234	20.62 %		219.42

Literatura

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition.

(2017), , Project Management Institute, available at: (accessed 31 January 2022).

Chen, S.-P. and Hsueh, Y.-J. (2008), “A simple approach to fuzzy critical path analysis in project networks”, *Applied Mathematical Modelling*, Vol. 32 No. 7, pp. 1289–1297.

Chiu, Y.C. (2010), *An Introduction to the History of Project Management: From the Earliest Times to A.D. 1900*, Eburon Uitgeverij B.V., available at: (accessed 23 January 2022).

“Fuzzy Inference Process

- MATLAB & Simulink”. (n.d.). , available at:

<https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-inference-process.html> (accessed 25 May 2022).

Habibi, F., Taghipour Birgani, O., Koppelaar, H. and Radenović, S. (2018), “Using fuzzy logic to improve the project time and cost estimation based on Project Evaluation and Review Technique (PERT)”, *Journal of Project Management*, pp. 183–196.

Jorgensen, M. and Shepperd, M. (2007), “A systematic review of software development cost estimation studies”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 33 No. 1, pp. 33–53.

Mazlum, M. and Güneri, A.F. (2015), “CPM, PERT and project management with fuzzy logic technique and implementation on a business”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 210, pp. 348–357.

McConnell, S. (2006), *Software Estimation: Demystifying the Black Art*, Microsoft Press, available at: (accessed 8 February 2022).

Nelson, R.R. (2007), “IT Project Management: Infamous Failures, Classic Mistakes, and Best

Practices”, *MIS Quarterly Executive*, Vol. 6 No. 2.

“PMBOK® guide”. (2022), *Project Management Institute*, available at:

<https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/PMBOK> (accessed 23 January 2022).

Sayer, J.S., Walker, M.R. and James E. , K. (1989), “The origins of CPM a personal history”, *PM Network*, Vol. 3 No. 2, pp. 7–22.

Seymour, T. and Hussein, S. (2014), “The history of project management”, *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, Vol. 18 No. 4, p. 233.

Siwani, M. and Capretz, M. (n.d.). “Application of fuzzy logic for improved software project management estimations”, *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering 2004 (IEEE Cat. No.04CH37513)*, IEEE, available at:
<http://dx.doi.org/10.1109/ccece.2004.1347582> (accessed 16 March 2022).

Wojewoda, S. and Hastie, S. (2015), “Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch”, *InfoQ*, 4 October, available at:
<https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015/> (accessed 8 February 2022).

Popis tablica

Tablica 1: Uspješnost projekata kroz godine 2011.-2015. (Wojewoda and Hastie, 2015)	9
Tablica 2: Učestalost razloga neuspješnosti projekta (Nelson, 2007, p. 6(2))	16
Tablica 3: WBS zadataka potrebnih za project Novi Web	16
Tablica 4: WBS zadataka potrebnih za projekt Novi CRM	17
Tablica 5: Ulazne varijable fuzzy modela	26
Tablica 6: Postoci odstupanja procjena od realiziranih vrijednosti	35

Popis slika

Slika 1: Grafički prikaz CPM-a sa definiranim kritičnim putem	6
Slika 2: Grafički prikaz tijeka fuzzy logike	12
Slika 3: CPM vrijednosti Novi Web projekta	20
Slika 4: PERT vrijednosti Novi Web projekta	21
Slika 5: CPM vrijednosti Novi CRM projekta	22
Slika 6: PERT vrijednosti Novi CRM projekta	23
Slika 7: Funkcije pripadnosti za varijablu Radno iskustvo osobe	27
Slika 8: Funkcije pripadnosti za varijablu Osobna ocjena točnosti i sposobnosti	27
Slika 9: Funkcije pripadnosti ulazne varijable Motivacija	28
Slika 10: Funkcije pripadnosti izlazne varijable Odstupanje od realiziranog.	29
Slika 11: Fuzzy varijable - rezultati	31
Slika 12: Rule Viewer Matlaba na srednjim vrijednostima ulaznih varijabli	32
Slika 13: Ukupni radni sati prema korištenoj metodologiji u projektu Novi CRM	33
Slika 14: Ukupni radni sati prema korištenoj metodologiji u projektu Novi Web	33