Matematička karakterizacija dijagrama poslovnih procesa u svrhu poboljšanja upravljanja operacijskim rizicima

Munđar, Dušan

Professional thesis / Završni specijalistički

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:987438

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN

Repository / Repozitorij:

Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
Poslijediplomski specijalistički studij
Menadžment poslovnih sustava

MATEMATIČKA KARAKTERIZACIJA DIJAGRAMA POSLOVNIH PROCESA U SVRHU POBOLJŠANJA UPRAVLJANJA OPERACIJSKIM RIZICIMA

SPECIJALISTIČKI ZAVRŠNI RAD

Dušan Munđar

Varaždin, 2015.

Sadržaj

1 UVOD **6**

1.1 Opis problema 6
1.2 Ciljevi rada 7
1.2.1 Matematička karakterizacija dijagrama posl. procesa . 8
1.2.2 Mjere kompleksnosti grafa poslovnih procesa 9
1.2.3 Identificiranje i opis operacijskih rizika 10
1.2.4 Prikaz metodologije na primjeru 10
1.3 Metodologija istraživanja 10
1.4 Doprinos rada 11

2 UPRAVLJANJE RIZICIMA U ORGANIZACIJI **12**

2.1 Pristup upravljanju rizicima u instituciji 12
2.2 Standardi upravljanja rizicima 13
2.2.1 ISO standard 13
2.2.2 NIST $800-30$ 15
2.2.3 COSO ERM 16
2.3 Oblici upravljanja rizicima 16
2.3.1 Izbjegavanje rizika 16
2.3.2 Prijenos rizika 17
2.3.3 Smanjenje rizika 17
2.3.4 Prihvaćanje rizika 17
2.4 Faze upravljanja rizicima 17

3 MODELIRANJE POSLOVNIH PROCESA **19**

3.1 Organizacije za standardizaciju modeliranja 20
3.2 Standardi modeliranja poslovnih procesa 21
3.2.1 YAWL 22
3.2.2 UML AD 22

3.2.3 XPDL 23
3.2.4 Petrijeve mreže 23
3.2.5 Grafički standard modeliranja poslovnih procesa: BPMN 24

4 MATEMATIČKA KARAKTERIZACIJA DIJAGRAMA POSLOVNIH PROCESA 25
4.1 Analiziranje ponašanja poslovnih procesa 26
4.2 Formiranje strukturno ispravnog modela poslovnog procesa . . 27
4.3 Simulacije izvršenja procesa 27
4.4 Preslikavanje dijagrama poslovnih procesa u matematički graf 28

5 OPIS KOMPLEKSNOSTI GRAFA I ANALIZA RIZIKA 30
5.1 Analiza grafa poslovnih procesa 30
5.1.1 Pokazatelji složenosti grafa 31
5.1.2 Pokazatelji centraliziranosti grafa i čvorova 31
5.2 Prikazi izračuna pokazatelja na grafovima 33
5.3 Metodologija matematičke karakterizacije poslovnih procesa . 35

6 PRIMJER 1: ANALIZA PROCESA ODOBRAVANJE KREDITA 37
6.1 Opis procesa *Odobravanje kredita* 37
6.2 Dijagram poslovnog procesa odobravanja kredita u financijskoj instituciji 38
6.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf 38
6.4 Analiza matematičkog grafa procesa 39
6.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika 40

7 PRIMJER 2: ANALIZA PROCESA JAVNA NABAVA 41
7.1 Opis procesa *Javna nabava* 41
7.2 Dijagram poslovnog procesa *Javna nabava* u organizaciji . . . 42
7.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf 45
7.4 Analiza matematičkog grafa procesa 46
7.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika 48

8 PRIMJER 3: ANALIZA PROCESA PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE 50

8.1 Opis procesa *Prijava teme doktorske disertacije* 50
8.2 Dijagram poslovnog procesa *Prijava teme doktorske disertacije* 51
8.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf 53
8.4 Analiza matematičkog grafa procesa 54
8.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika 59

9 ZAKLJUČAK **61**

10 SAŽETAK **62**

11 SUMMARY **64**

BIBLIOGRAFIJA **66**

ŽIVOTOPIS **68**

Popis slika

2.1 Odnos između načela upravljanja rizikom, okvira i procesa kod norme ISO 31 000, Izvor: Hrvatski zavod za norme 15

3.1 Prikaz osnovnih BPMN elemenata (izvor [5]) 24

5.1 *Primjeri izračuna*: matematički grafovi procesa 33

6.1 *Odobravanje kredita*: BPMN Model 38
6.2 *Odobravanje kredita*: matematički graf poslovnog procesa . . . 39
6.3 *Odobravanje kredita*: centralitet čvorova grafa procesa odobravanja kredita 40

7.1 *Javna nabava*: BPMN Model - opći prikaz 43
7.2 *Javna nabava*: BPMN Model - direktna nabava 44
7.3 *Javna nabava*: BPMN Model - pozivni tip nabave 44
7.4 *Javna nabava*: BPMN Model - prema Zakonu o javnoj nabavi 44
7.5 *Javna nabava*: matematički graf poslovnog procesa 45

8.1 *Prijava teme*: BPMN Model - opći prikaz 52
8.2 *Prijava teme*: matematički graf poslovnog procesa 54

Popis tablica

5.1 *Primjeri izračuna*: aktivnosti procesa 33
5.2 *Primjeri izračuna*: složenost i centralitet grafova 34
5.3 *Primjeri izračuna*: centralitet čvorova 34

6.1 *Odobravanje kredita*: aktivnosti procesa 38
6.2 *Odobravanje kredita*: mjere složenosti i centraliteta grafa . . . 39
6.3 *Odobravanje kredita*: mjere centraliteta čvorova grafa 39

7.1 *Javna nabava*: aktivnosti procesa 45
7.2 *Javna nabava*: mjere složenost i centraliteta grafa 46
7.3 *Javna nabava*: mjere centraliteta čvorova grafa 46
7.4 *Javna nabava*: mjere složenosti aktivnosti 48

8.1 *Prijava teme*: aktivnosti procesa 53
8.2 *Prijava teme*: mjere složenost i centraliteta grafa 55
8.3 *Prijava teme*: distribucija stupnjeva čvorova grafa 56
8.4 *Prijava teme*: mjere centraliteta čvorova grafa 57
8.5 *Prijava teme*: mjere složenosti aktivnosti 58

Poglavlje 1

UVOD

1.1 Opis problema

Obradom teme pod nazivom *Matematička karakterizacija dijagrama poslovnih procesa u svrhu poboljšanja upravljanja operacijskim rizicima* opisuje se dodatna mogućnost upravljanja rizicima temeljena na informacijama dobivenim modeliranjem poslovnih procesa prema BPMN metodologiji s naglaskom na dijagram poslovnih procesa koji je jedan od temeljnih ishoda postupka modeliranja.

Prema ISO definiciji [10, 7] upravljanje rizicima (eng. *Risk Management*) je proces kojim organizacija metodološki pristupa rizicima vezanima uz aktivnosti s ciljem ostvarenja održivih koristi kako za pojedinu aktivnost tako i za koristi skupa aktivnosti. Proces upravljanja rizicima (eng. *Risk Management Process*) kreće od strateških ciljeva organizacije, a sastoji se od ocjene rizika, izvještavanja o rizicima, donošenja odluke, postupanja s rizicima, izvještavanja o zadržanim rizicima i nadzorom zadržanih rizika. Ocjena rizika sastoji se od analize rizika i vrednovanja rizika, gdje se analiza rizika detaljnije razlaže na identificiranje, opis i procjenu rizika.

Prema ISO standardu, u odnosu na okolinu (eng. *context*) iz koje potječu, rizici mogu biti vanjski (npr. kulturni, socijalni, politički, regulatorni i dr.) ili unutarnji (organizacijska struktura, organizacijske politike, kapaciteti, informacijski sustavi, organizacijska kultura i dr.) [10]. Standard

upravljanja rizicima, prema prirodi rizika (eng. *Nature of Risk*), navodi da se rizici mogu kategorizirati u tipove rizika kao što su strateški, financijski, operacijski, hazard i sl. [7]. Rad je prvenstveno usmjeren na ocjenu rizika (identifikacija, opis, procjenu i vrednovanje rizika) koji potječu iz unutrašnjosti organizacije te su vezani uz organizacijsku strukturu i kapacitete, a prema tipu prvenstveno su operacijski.

Business Process Management Initiative (BPMI) pokrenula je inicijativu nazvanu Upravljanje poslovnim procesima (eng. *Business Process Management*) u sklopu koje je stvoren standard *Business Process Modeling Notation* (BPMN). U sklopu BPMN-a izrađuje se Dijagram poslovnih procesa (eng. *Business Proces Diagram*) kojim je moguće modeliranje kompleksnih organizacijskih sustava i njihovih poslovnih procesa [9].

Namjera rada je primijeniti analizu kompleksnosti grafova na dijagram dobiven korištenjem BPMN standarda. Sličan pristup analize proveden je u [3]. Struktura mreže poslovnih procesa na kojoj je prikazana analiza kompleksnosti ne zadovoljava karakteristike BPMN dijagrama poslovnih procesa. Da bi se mogla primijeniti prikazana metodologija potrebno je provesti pretvaranje dijagrama procesa u prikladni oblik, tj. matematički graf. Analiza procesnog dijagrama omogućila bi identificiranje potencijalnih rizika u ostvarenju organizacijske misije preko analize mreže poslovnih procesa čime bi se bolje opisali rizici i time unaprijedile metode upravljanja rizicima.

1.2 Ciljevi rada

Obradom teme pod nazivom Matematička karakterizacija dijagrama poslovnih procesa u svrhu poboljšanja upravljanja operacijskim rizicima prikazuje se mogućnost korištenja BPMN dijagrama poslovnih procesa kao jedne od metoda u postupku ukupne analize rizika.

Ciljeve ovog rada možemo sistematizirati kako slijedi:

1. **MATEMATIČKA KARAKTERIZACIJA DIJAGRAMA POSLOVNIH PROCESA.**
   Definiranje preslikavanja događaja, zadataka (aktivnosti) i grananja u čvorove i veze među njima u lukove u grafu. U sklopu ostvarenja cilja

bit će opisani elementi dijagrama poslovnih procesa i opisani najprikladniji pristupi preslikavanja u čvorove ili lukove grafa.

2. **MJERE KOMPLEKSNOSTI GRAFA POSLOVNIH PROCESA.**
   Definiranje mjera kompleksnosti grafa i njegovih dijelova omogućit će identificiranje kritičnih točaka u grafu te prepoznavanje potencijalnih rizika u provođenju aktivnosti organizacije.

3. **IDENTIFICIRANJE I OPIS OPERACIJSKIH RIZIKA.**
   Na temelju mjera kompleksnosti bit će omogućeno identificiranje kritičnih dijelova u protoku poslovnih aktivnosti u organizaciji. Identificiranje tih dijelova omogućit će prepoznavanje rizika i opis potencijalnih rizika te na temelju analize grafa i promjenama u strukturi grafa pokušat će se predložiti mjera za uklanjanje ili smanjenje rizika.

4. **PRIKAZ METODOLOGIJE NA PRIMJERU.**
   Na temelju tri dijagrama poslovnih procesa napravit će se matematički graf, provesti izračuni kompleksnosti grafa te rezultati prevesti u domenu poslovnih procesa, navesti i opisati identificirani rizici. U nastavku su detaljnije razrađeni ciljevi rada.

1.2.1 Matematička karakterizacija dijagrama posl. procesa

Jedna od bitnih uloga reinženjeringa poslovnih procesa je izgradnja logičkog koncepta organizacije, što uključuje koordinaciju i upravljanje svim tokovima materijala i informacija u organizaciji [3]. Izgradnja dijagrama poslovnih aktivnosti te dodatna dekompozicija na dijagram aktivnosti omogućuje dobar pregled rada organizacije. Određivanje osnovne strukture protoka informacija robe i usluga moguće je dobiti prebacivanjem dijagrama u matematički graf.

U domeni upravljanja poslovnim procesima postoji nekoliko standarda, a u radu se baziramo na modeliranje temeljno na Dijagramu poslovnih procesa dobivenog temeljem BPMN standarda. Od ostalih standarda svakako treba spomenuti WS-CDL, WSCI, BPML, YAWL, BPEL, WLANG, WSFL. U poglavlju *The scenic tour of process theory* knjige [6] autor Havey izlaže osnovne karakteristike pojedinog standarda i povezuje ih s teorijskim osnovama mo-

deliranja složenih sustava temeljenima na Pi-računu i obojenim Petrijevim mrežama.

U dijagramu poslovnih procesa rezultat jedne aktivnosti ulaz je u drugu aktivnost. Navedeno svojstvo omogućuje primjenu teorije grafova na dijagram dobiven modeliranjem poslovnih procesa. Osnovni koncept teorije grafova je prikaz strukture u obliku grafa $G = (V, E)$ koji se sastoji od skupa čvorova $V(G)$ i skupa lukova $E(G)$. Modeliranjem aktivnosti i njihovih veza pomoću čvorova i lukova koji ih povezuju dolazimo do strukturiranog problema u domeni teorije grafova. Teorija grafova na temelju indikatora kojima se opisuju svojstva grafa pruža nam nove informacije koje mogu biti korisne u domeni modeliranja poslovnih procesa, specijalno u identificiranju aktivnosti s povećanim rizicima.

1.2.2 Mjere kompleksnosti grafa poslovnih procesa

Za definiranje složenosti grafa postoji više mjera [3], a od mnogih koje postoje detaljnije prolazimo kroz indikatore složenosti grafova: *povezanost grafa*, *dijametar grafa*, *raznolikost grafa*, *kompozitni indeks složenosti grafa* te kroz mjere *centralitata grafa* i centraliteta čvorova: *stupnjevi čvorova*, *blizina čvorova*, *međupoloženost čvorova*.

U poglavlju *Opis kompleksnosti grafa i analiza rizika* detaljnije prolazimo kroz svaki pokazatelj i prikazujemo izračune pokazatelja na primjerima.

Postoje i drugi alternativni pokazatelji složenosti grafa. Među njima su procjena restrikcije grafa, indikator koji uzima u obzir postojanje veze između neka dva čvora i maksimalnog broja veza, izračun broja stabla u grafu i drugi. Pošto te mjere ne daju jasne interpretacije u domeni modeliranja poslovnih procesa ne analiziramo ih dodatno u ovom radu.

Detaljni aspekti grafova i mreža sa dokazanim tvrdnjama u formi teorema dostupni su primjerice u knjigama [2, 4, 11].

1.2.3 Identificiranje i opis operacijskih rizika

Analizom kompleksnosti grafa identificirat će se čvorovi u kojima je složenost grafa najveća. Samim time navedena mjesta postaju središta aktivnosti te protoka informacija i roba u instituciji te na taj način postaju potencijalna mjesta nastanka rizika koji mogu produžiti vrijeme provođenja procesa ili narušiti ostvarenje ciljeva organizacije.

Na temelju informacija o složenosti grafa u pojedinim čvorovima, definirat će se kritičnost pojedinog čvora putem kompozitnog indeksa i više mjera složenosti matematičkog grafa u pojedinom čvoru.

U [1], autori navode mjeru za promjenu u poslovnim procesima nastalu reinženjeringom poslovnih procesa. Njihov model sadrži 19 faktora promjene i 44 indikatora kojima se mjere promjene. U radu se dodatno analiziraju aspekti koji nastaju promjenama u modelima poslovnih procesa te se time stvara mogućnost uspješnijeg identificiranja i analiziranja potencijalnih rizika.

1.2.4 Prikaz metodologije na primjeru

U ovom dijelu prikazuje se način prebacivanja dijagrama poslovnih procesa u matematički graf. Opisani procesi modelirani su pomoću BPMN metodologije te je prikazan način prebacivanja u formu matematičkog grafa. Konstruirana su tri matematička grafa poslovnih procesa: (1) Proces *Odobravanje kredita* za pristigli zahtjev za odobrenjem kredita, (2) Proces *Javna nabava* za organizacije koje su obveznici provođenja postupaka javne nabave na temelju Zakona o javnoj nabavi i (3) Proces *Prijava teme doktorske disertacije* koji se provodi na fakultetima koji organiziraju doktorski studij.

1.3 Metodologija istraživanja

Na osnovi postavljenih ciljeva istraživanja koriste se različite metodologije istraživanja u ovisnosti o potrebama ciljeva rada. Metode koje su korištene u procesu istraživanja i izrade rada su:

- **pregled postojećih studija/istraživanja** - pregled postojećih metoda za analizu poslovnih procesa u svrhu analize rizika,
- **analiza grafova** - opisati metode opisa grafova te izdvojiti korisne iz aspekta analize poslovnih procesa u svrhu boljeg upravljanja rizicima,
- **izrada alternativnih scenarija/simulacija** - za procjenu koristi analize grafova bit će prikazana primjena na tri dijagrama poslovnih procesa te prikazani rezultati analize s identificiranim i opisanim rizicima.

1.4 Doprinos rada

Rad ima više znanstvenih i stručnih doprinosa. Kao prvo, doprinos rada je u sistematizaciji istraživanja/metodologija vezanih uz upravljanja rizicima korištenjem informacija dobivenih modeliranjem poslovnih procesa. Drugo, doprinos rada je u izradi metodologije za prebacivanje dijagrama poslovnih procesa u matematički graf. Treće, doprinos rada je u definiranju mjera složenosti grafa u svrhu analize rizika u provođenju poslovnih procesa.

Poglavlje 2

UPRAVLJANJE RIZICIMA U ORGANIZACIJI

2.1 Pristup upravljanju rizicima u instituciji

Upravljanje rizicima je proces koji ima za cilj identificirati događaje koji mogu utjecati na ostvarenje ciljeva organizacije (rizike), upravljati tim rizicima da budu u granicama prihvatljivosti kako bi organizacija uspješno ostvarila svoje ciljeve. U proces upravljanja rizicima uključena je cijela organizacija kroz provođenje strategije upravljanja rizicima.

Upravljanje rizicima kreće od određivanja karakteristika organizacije za koju se razmatraju procesi. Organizacija treba razmotriti svoja načela odnosa prema rizicima, odrediti razinu rizika koja je prihvatljiva. Da bi to bilo moguće potrebno je razmotriti unutarnje vrijednosti organizacije (integritet, etičke karakteristike, predanost kompetencijama i dr.), strukturu, način određivanja odgovornosti i zaduženja.

Za uspješno određivanje i analiziranje rizika potrebno je imati jasno definirane ciljeve, pošto se rizik obično definira kao utjecaj nesigurnosti na ostvarenje ciljeva. Nakon jasno definiranih ciljeva, jedan od pristupa identificiranja rizika je određivanje unutarnjih slabosti i snaga organizacije te određivanje vanjskih prijetnji i prilika koje mogu utjecati na ostvarenje ciljeva, poznat kao SWOT analiza.

Pri određivanju potencijalnih događaja, koji ukoliko nastanu bi utjecali na organizaciju, dobro se voditi ciljevima organizacije i pri tome je moguće koristiti razne tehnike. Nakon određivanja tih događaja vezanih uz pojedini cilj preporučljivo je napraviti listu rizika te je kasnije kategorizirati u grupe kako bi se uočio cjelokupni utjecaj na uspješnost organizacije. Inicijalna podjela može biti vezana uz izvor rizika: vanjski i unutarnji. Vanjski se nadalje mogu dijeliti na: ekonomske, prirode okoline, političke, društvene, tehnološke. Unutarnji se dalje mogu dijeliti na: infrastrukturne, vezane uz osoblje, vezane uz procese, tehnološke.

Pošto pri modeliranju poslovnih procesa imamo jasno određene ciljeve i aktivnosti koje se trebaju provoditi i kojim redosljedom, određen je kontekst određivanja rizika. Za potrebe rada potrebno je odrediti koje opasnosti za ostvarenje ciljeva nastaju prilikom izvršenja aktivnosti. Pri tome je potrebno odrediti aktivnosti čije ispunjenje najviše utječe na mogućnosti izvršenja ostalih aktivnosti, složenost aktivnosti kroz broj različitih ulaza, stupanj inovativnosti aktivnosti (učestalost provođenja i broj kompetentnih osoba za provođenje aktivnosti).

2.2 Standardi upravljanja rizicima

Postoji nekoliko standarda i u praksi ustaljenih pristupa upravljanju rizicima. Među najpoznatijima su ISO 31000 Međunarodne organizacije za standardizaciju te NIST $800-30$ američkog nacionalnog instituta za standardizaciju, COSO Frameworks. U području upravljanja informacijskim rizicima u organizaciji usmjereni su i drugi standardi kao što su COBIT, ITIL, McCuber Cube, Risk Watch.

2.2.1 ISO standard

Prema ISO definiciji, [10, 7],upravljanje rizicima (eng. *Risk Management*) je proces kojim organizacija metodološki pristupa rizicima vezanima uz aktivnosti s ciljem ostvarenja održivih koristi kako za pojedinu aktivnost tako i za koristi skupa aktivnosti. Proces upravljanja rizicima (eng. *Risk Management Process*) kreće od strateških ciljeva organizacije, a sastoji se od ocjene rizika, izvještavanja o rizicima, donošenja odluka, postupanja s rizicima, izvještava-

nja o zadržanim rizicima i nadzorom zadržanih rizika. Ocjena rizika sastoji se od analize rizika i vrednovanja rizika, gdje se analiza rizika detaljnije razlaže na identificiranje, opis i procjenu rizika.

Prema ISO standardu, u odnosu na okolinu (eng. context) iz koje potječu, rizici mogu biti vanjski (npr. kulturni, socijalni, politički, regulatorni i dr.) ili unutarnji (organizacijska struktura, organizacijske politike, kapaciteti, informacijski sustavi, organizacijska kultura i dr.).[10] Standard upravljanja rizicima, prema prirodi rizika (eng. *Nature of Risk*), navodi da se rizici mogu kategorizirati u tipove rizika kao što su strateški, financijski, operacijski, hazard i sl. Rad je prvenstveno usmjeren na ocjenu rizika (identifikaciju, opis, procjenu i vrednovanje rizika) koji potječu iz unutrašnjosti organizacije te su vezani uz organizacijsku strukturu i kapacitete, a prema tipu prvenstveno su operacijski.

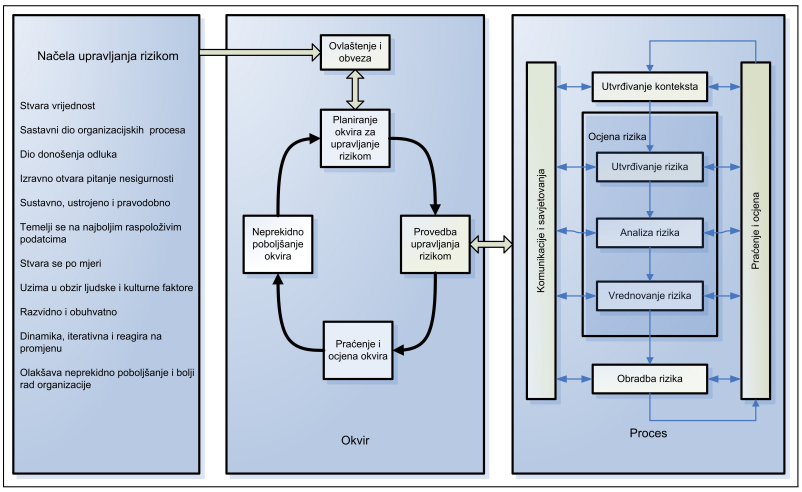
Realizacija operacijskih rizika obično se veže uz neuspjeh u nadzoru procesa.

Definicija operacijskog rizika, prema Basel Commitee (Financial Risk Management Handbook), je *rizik od gubitka koji nastaje uslijed neprikradnog ili neuspjelog internog procesa, ljudi i sustava ili uslijed vanjskih događaja.*

ISO 31000 je međunarodna norma za upravljanje rizikom kojom su utvrđena načela i dane upute za uspješno sučeljavanje s rizicima. Može se koristiti u svim vrstama poduzeća. Standard je nastao 2009. godine i usmjeren je na ostvarenje ciljeva uzimajući u obzir nesigurnost. Prema standardu, rizik može imati pozitivne i negativne posljedice. Za uspješno provođenje strategije iznimno je važno dobro *utvrđivanje konteksta* bez obzira na pozitivne ili negativne aspekte rizika te njihovu prirodu. Neke od koristi koje organizacije imaju od upravljanja rizikom prema smjernicama iz norme ISO 31000 su:

- povećanje vjerojatnosti ostvarenja ciljeva,
- lakše utvrđivanje mogućnosti, prilika i opasnosti,
- postavljanje čvrstih temelja za odlučivanje i planiranje,
- poboljšanje radne učinkovitosti i
- smanjenje gubitaka i poboljšanje elastičnosti poslovanja.

Slika 2.1 prikazuje odnos između načela upravljanja rizikom, okvira i procesa kod norme ISO 31 000.



Slika 2.1: Odnos između načela upravljanja rizikom, okvira i procesa kod norme ISO 31 000, Izvor: Hrvatski zavod za norme

2.2.2 NIST 800 – 30

Američki nacionalni institut za standarde i tehnologiju - NIST -(eng. *National Institute of Standards and Technology*), u publikaciji Guide for Conducting Risk Assessments preporučuje provođenje tri koraka u upravljanju rizicima: 1) Procjena rizika, 2) Smanjenje rizika i 3) Praćenje i ocjenjivanje.

Ovim standardom daje se preporuka za procjenu rizika u organizaciji s naglaskom na informacijskim sustavima. Glavni koraci procjene rizika su priprema za ocjenu rizika, provođenje ocjene rizika, komuniciranje rezultata ocjene i održavanje ocjene rizika.

NIST standard namijenjen je osobama zaduženima za upravljanje rizicima, osobama zaduženima za ostvarenje misije i ciljeva organizacije, osobama zaduženima za nabavu informacijske tehnologije, usluga ili sustava, osobama uključenima u dizajn, razvoj i implementaciju informacijskih sustava i drugim osobama vezanima uz nadzor sigurnosti i raspodjelu odgovornosti u organizaciji.

2.2.3 COSO ERM

Komisija (The Commitee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commision) je u rujnu 2004. objavila tehnike za integrirano upravljanje rizicima. U standardu se govori o unutarnjoj okolini organizacije, postavljanju ciljeva, identificiranju opasnih događaja, ocjeni rizika, načinu reagiranja na rizik, aktivnostima kontrole, informiranju i komuniciranju, nadzoru i ulogama te odgovornostima.

U radu se prikazuju praktične tehnike koji se mogu koristiti na različitim razinama u organizaciji u svrhu boljeg upravljanja rizicima.

2.3 Oblici upravljanja rizicima

Cilj upravljanja rizicima je stvaranje okruženja u kojem se mogu donositi poslovne odluke koje uvažavaju posljedice koje rizik može izazvati. Nakon identifikacije rizika vrši se odabir odgovarajuće akcije:

- izbjegavanje rizika (eng. *avoidance*),
- prijenos rizika (eng. *sharing*),
- smanjenje rizika (eng. *reduction*) i
- prihvaćanje rizika (eng. *acceptance*).

2.3.1 Izbjegavanje rizika

Izbjegavanje izlaganja organizacije pojedinom riziku promjenom načina ostvarenja cilja. Ova metoda više je negativna nego pozitivna jer preučestalo izbjegavanje rizika slabi razvoj organizacije.

2.3.2 Prijenos rizika

Prijenos rizika moguć je na razne načine: kupnjom osiguranja od nastanka značajnog neočekivanog rizika, ostvarenje cilja u zajednici s drugom organizacijom, ugovornim prijenosom provođenja određenih aktivnosti na druge organizacije (eng. *outsourcing*), podjelom rizika s dobavljačima, kupcima i drugim poslovnim partnerima.

2.3.3 Smanjenje rizika

Diverzifikacija proizvoda, postavljanje organizacijskih granica, uspostavljanje djelotvornih poslovnih procesa, realokacija kapitala samo su neki od načina kojima organizacija može utjecati na smanjenje rizika kojem je izložena.

2.3.4 Prihvaćanje rizika

Prihvaćanje rizika čije su posljedice i rizik u granicama prihvatljivosti. Takvo prihvaćanje rizika može biti svjesno ili nesvjesno, kada organizacija nije upoznata s rizikom koji joj prijeti. Nadalje, prihvaćanje može biti dobrovoljno i nedobrovoljno, gdje se pod nedobrovoljnim smatra nepostojanje boljih alternativa utjecaja na rizik.

2.4 Faze upravljanja rizicima

Upravljanje rizikom može se smatrati prevođenjem upravljanja organizacijom iz stanja nepoznatog i neizvjesnog u područje sigurnosti i određene predvidljivosti. Prema[14] razlikujemo šest faza upravljanja rizikom:

1. Utvrđivanje ciljeva
2. Identifikacija rizika
3. Procjena rizika

4. Razmatranje alternativa i odabir instrumenta za upravljanje rizikom

5. Primjena odluke

6. Procjena i ponovno ispitivanje

Pod utvrđivanjem ciljeva smatra se utvrđivanje željenih ishoda upravljanja rizicima. Ciljevi upravljanja iznimno su bitni jer služe kao vodič onima kojima je povjeren zadatak upravljanja rizicima.

Identificiranje rizika je korak u kojem organizacija postaje svjesna opasnosti i prilika u kojima ostvaruje svoje ciljeve, a za to se koriste razne tehnike i alati.

Procjena rizika znači mjerenje potencijalne veličine gubitka i vjerojatnost njegova nastanka. Nakon procjene rizici se obično grupiraju u skupine kao što su: kritični, važni i nevažni rizici.

Razmatranje alternativa i odabir instrumenta za upravljanje rizikom uključuje odabir načina postupanja s rizikom. Postoje dvije glavne strategije koje organizacija može poduzeti. To su, kao prvo, kontrola rizika pri kojoj se žele umanjiti štete koje mogu nastati aktiviranjem rizika ili vjerojatnost nastanka štete te , kao drugo, financiranje rizika, odnosno upravljanje novčanim sredstvima da bi se što efikasnije sankcionirale negativne posljedice rizika.

Pod primjenom odluke smatra se operativno provođenje odluke koja je odabrana kao najprikladnija za upravljanje rizikom.

Procjena i ponovno ispitivanje iznimno je važno jer se okolina i rizici stalno mijenjaju, neki rizici nestanu, a neki novi rizici nastaju. Nadalje, neke metode upravljanja možda više nisu prikladne pa ih treba prilagoditi novim okolnostima.

Poglavlje 3

MODELIRANJE POSLOVNIH PROCESA

Područje modeliranja poslovnih procesa je s vremenom postalo standardizirano. U ovom poglavlju prikazujemo trenutno stanje standardiziranosti područja modeliranja poslovnih procesa i osnovne karakteristike odabranih standarda.

Modeliranje poslovnih procesa je disciplina koja se intenzivno razvijala u protekla tri desetljeća i karakterizira je izrazita interdisciplinarnost. Tijekom razvoja nastalo je nekoliko organizacija i standarda. U razvoju standarda svoj udio pridonijele su akademska i stručna zajednica (praksa). Među najznačajnijim stručnim standardima su BPEL standard OASIS grupe, BPMN i BPML standardi organizacije BPMI, razni standardi koreografije W3C grupe, WfMC-ov referentni model, OMG-ove MDA specifikacije, BPSS jezik OASIS grupe, a od razvijenih u akademskim krugovima najznačajniji su Petrijeve mreže, Pi-račun te YAWL. U nastavku detaljnije opisujemo neke od najutjecajnijih organizacija i standarda.[6]

Prije detaljnijeg opisa organizacija i udruženja koja su stvorila standarde i samih standarda posvetit ćemo se osnovnim pojmovima vezanima uz modeliranje kao što su poslovni proces (eng. business process) te odrediti razliku između srodnih pojmova: tok rada (eng. *workflow*), upravljanje tokom rada (eng. *workflow management* - WfM), reinženjering poslovnih procesa (eng. *business process reengineering* - BPR).

Poslovni proces je skup aktivnosti koji ostvaruje rezultat sa vrijednošću za korisnika (vanjskog ili unutarnjeg). Opisuje način odvijanja rada u organizaciji. Poslovni procesi su izgrađeni na poslovnim pravilima, koja nam govore zašto se rad odvija baš na određeni način [8].

Rad u organizaciji podijeljen je na manje cjeline, a ljudi koji obavljaju rad u odjele. Prilikom takve podjele potrebno je imati kontrolu nad organizacijom, protokom informacija u organizaciji te troškovima. Takva podjela dovodi do smanjene povezanosti u organizaciji, usitnjenih ciljeva kojima se ostvaruje sub-optimalan rezultat, nejasna odgovornost te prijenos posla među organizacijskim jedinicama [13].

Reinženjering poslovnih procesa služi za određivanje načina na koji se poslovna vrijednost stvara. Prilikom provedbe propituju se poslovna pravila. Promjene koje nastaju reinženjeringom odražavaju se prvenstveno u promjenama poslovnih procesa, a mogu biti i u automatizaciji starih procesa. [13] Reinženjering poslovnih procesa usmjeren je na rezultate procesa, a ne na aktivnosti/zadatke, identificiranje stvaratelja i korisnika rezultata procesa, uvođenje kontrola u proces te identificiranje izvora informacija. [13] Nakon provedenog reinženjeringa poslovnih procesa potencijalno nastaju dodatni poslovi: prilagođavanje vanjskih partnera (dobavljači i klijenti), definiranje novih ili prilagođenih načina vrednovanja, promjene u organizacijskim strukturama, potreba za poticanjem provedbe preporuka analize reinženjeringa. [13]

3.1 Organizacije za standardizaciju modeliranja

Među najutjecajnijim organizacijama u području modeliranja poslovnih procesa su:

- **Object Management Group** - OMG (www.omg.org)
  OMG je razvila dva vrlo značajna standarda: Business Process Modeling Notation (BPMN) i Business Process Definition Metamodel (BPDM).
- **Workflow Management Coalition** (www.wfmc.org)
  Najvažniji rezultat organizacije je stvaranje standarda: XML Process

Definition Language (XPDL), u sklopu kojeg je objavljeni dodani povezani referentni dokumenti:

- **OASIS** (www.oasis-open.org)
  Vodeća je organizacija za prihvaćanje standarda u elektroničkom poslovanju. Najvažniji rezultat je standard: ebXMLBusiness Process Execution Language (BPEL)

- **W3C** (www.w3c.org)
  Organizacija je s otvorenim procesom suradnje i recenzije, a među najvažnijim rezultatima su SOAP, WSDL, izrada XML specifikacija te u području modeliranja poslovnih procesa Web Services Choreography Description Language (WS-CDL).

- **WS-I** (www.ws-i.org)
  Organizacija radi na operabilnosti WS tehnologija i standarda. Rezultat: WS-I Basic Profile.

Među najznačajnijim akademskim rezultatima vezanima uz modeliranje poslovnih procesa mogu se odvojiti rezultati: Petrijeve mreže, Pi-račun i YAWL. U nastavku se više govori o Petrijevim mrežama i YAWL standardu. Pi-račun je model za izračune vezane uz paralelne procese. Sintaksa omogućava reprezentaciju procesa, paralelnu kompoziciju procesa, sinkronu komunikaciju procesa kroz kanale komunikacije, stvaranje novih kanala, stvaranje obnavljajućih procesa i nedeterminizam.

3.2 Standardi modeliranja poslovnih procesa

Neki od najpoznatijih standarda modeliranja poslovnih procesa su EPCs, BPMN, dijagram toka, ULM dijagram aktivnosti, Petrijeve mreže i dr.

Standardi se u pravilu mogu podijeliti u dvije veće skupine: standardi za grafičko reprezentiranje poslovnih procesa i standardi bazirani na XML definiciji procesa predviđeni za izvršavanje. Od baziranih na XML definiciji procesa, najpopularniji su Business Process Execution Language for Web Services (BPEL ili BPEL4WS) i Business Process Modeling Langugae (BPML). U tekstu više ćemo se osvrnuti na standarde za grafičko reprezentiranje poslovnih procesa, Yet Another Workflow Language (YAWL), UML Activity

Diagram (UML AD), XML Process Definition Language (XPDL), Petrijeve mreže, a posebno poglavlje posvetit ćemo standardu Business Process Modeling Notation (BPMN) koji je polazišni standard za izradu metodologije ovog rada.

3.2.1 YAWL

YAWL (Yet Another Workflow Language) je standard za modeliranje poslovnih procesa razvijen od dvoje autora (W.M.P van der Aalst i A.H.M. ter Horstede). Autori su uočili niz problema u modeliranju procesa te su odlučili prezentirati novu mogućnost. Svoj standard uspoređuju sa drugim standardima, prvenstveno s unaprijeđenim Petrijevim mrežama (eng. high-level Petri nets) pošto potječe od istih temelja - klasične Petrijeve mreže, na čijim temeljima je stvoren YAWL. Mogućnosti YAWL-a uspoređuju s nizom komercijalnih rješenja za modeliranje poslovnih procesa čime pokazuju nadmoć njihovog standarda. [4]

YAWL je definiran proširenom mrežom slijeda izvođenja (eng. an extended workflow net - EWF) te se zapravo radi o proširenoj uređenoj trojci uvjeta, zadataka i protoka(C,T,F) iz klasičnih Petrijevih mreža.

3.2.2 UML AD

UML dijagram aktivnosti (UML AD) je jedna od grafičkih mogućnosti prikaza sustava. Osim dijagrama aktivnosti, koji je zapravo dijagram protoka, postoji i UML dijagram stanja. U ovom radu više se baziramo na dijagram aktivnosti jer je prikladniji za prikazivanje u obliku grafa.

Elementi dijagrama su aktivnosti (eng. activities), prikazane kao zaokružene kutije (eng. rounded boxes), točke odlučivanja (eng. decision points) prikazane kao dijamanti (eng. diamants), prijelazi (eng. transitions) prikazani pomoću strelica (eng. arrow), početno stanje (eng. start state) prikazano kao ispunjen krug (eng. solid ball), stanja zaustavljanja (eng. stop states) prikazana kao ispunjeni krug sa vanjskim krugom, grananje (eng. fork) prikazano kao horizontalna linija (eng. solid horizontal line) i primatelj signala (eng. solid receiver) prikazan kao pravokutnik s desnim rubom u obliku slova V (eng. rectagle with V-shaped tail). [1]

3.2.3 XPDL

XML Process Definition Language (XPDL) je standard koji je razvilo udruženje Workflow Management Coalition 2002. godine da bi standardiziralo područje modeliranja poslovnih procesa na kojem postoji mnoštvo jezika i koncepata baziranih na različitim paradigmama.

Namijenjen je za razmjenu definicija poslovnih procesa (eng. business process definition interchange) te obuhvaća grafički i semantički pristup modeliranju. Prvenstveno se radi o modelu poslovnih procesa temeljenom na XML-u koji se može izvršavati, spremati i razmjenjivati.

3.2.4 Petrijeve mreže

Petrijeve mreže su grafički i matematički model za paralelne sustave. Dizajniran je da bi se prikazao i analizirao protok objekata ili informacija kroz sustav. [5]

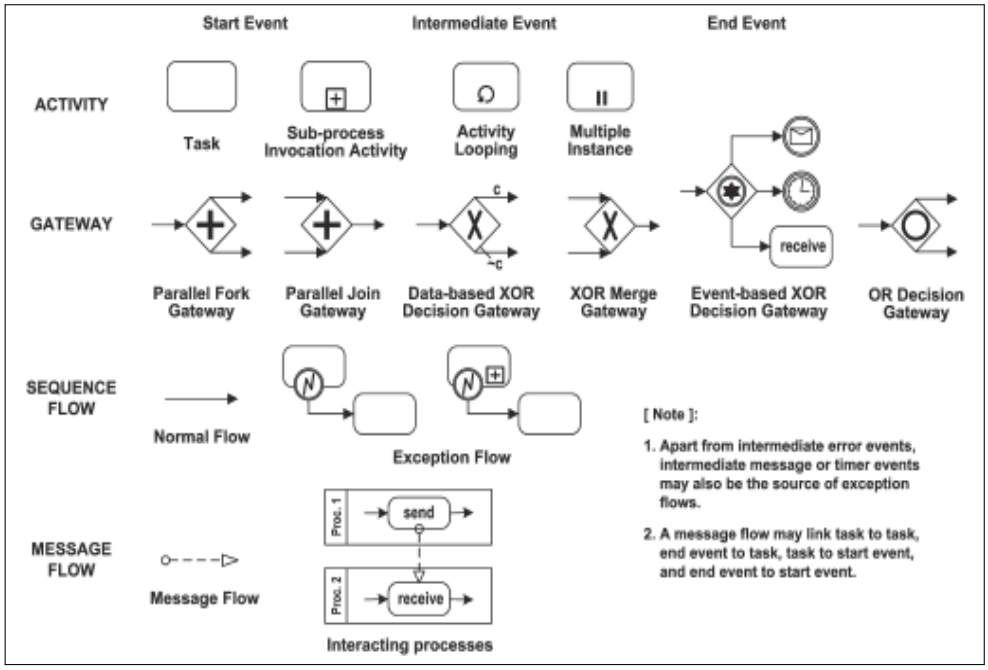
Koncept Petrijevih mreža proizašao je iz doktorske disertacije početkom šestdesetih godina prošlog stoljeća i značajno se razvija kroz naredna desetljeća. [6]

Petrijeva mreža je usmjeren graf koji se sastoji od dva tipa čvorova: mjesta (eng. places) i prijelaza (eng. transition). Mjesta se prikazuju kao krugovi, a prijelazi kao pravokutnici.[5] Petrijeva mreža je bipartitni graf, tj. postoje samo veze od mjesta prema prijelazima i od prijelaza prema mjestima, ali mjesto ne može biti povezano s drugim mjestom, kao ni prijelaz s drugim prijelazom. Svaki prijelaz može imati više ulaznih i više izlaznih mjesta. Mjesta su spremišta za istancu (eng. token). Instanca predstavlja objekt ili informaciju koja prolazi kroz sustav. U bilo kojem trenutku izvođenja Petrijeve mreže svako mjesto može imati nijednu, jednu ili više istanci. Broj instanci u pojedinom mjestu određuje u kojem se stanju nalazi Perijeva mreža. Funkcija koja pridružuje broj istanci pojedinom mjestu naziva se markiranje (eng. marking). Prijelaz je omogućen (eng. enabled) ako je ispunjen uvjet prijelaza (npr. bar jedna istanca je pred ulazom u prijelaz) i tada je moguće prelaženje (eng. fire).[5]

3.2.5 Grafički standard modeliranja poslovnih procesa: BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) je standard modeliranja poslovnih procesa razvijen od strane organizacije Business Process Modeling Initiative (BPMI) kao standard sofisticiranog grafičkog označavanja za procese. BPMI razvio je uz navedeni standard i drugi standard, Business Process Modeling Language (BPML) koji je standard baziran na XML definiciji procesa. [1]

BPMN proces sastoji se od standardom definiranih elemenata. BPMN elementi dijele se na objekte (eng. objects), tokove (eng. sequence flows) i informacije (eng. message flows). Objekti mogu biti događaji (eng. events), aktivnosti (eng. activities) ili vrata (eng. gateways). Tokovi povezuju dva objekta u procesu dijagrama i određuju odnose i slijed u procesu. Poruke služe za prikaz interakcije među procesima. Slika 3.1 pokazuje do sada opisane projekte. Osim navedenih elemenata postoje i semantike kontrole protoka, kao što su traka (eng. lane), artifakti (eng. artifacts), grupe (eng. groups) i pridruživanja (eng. associations). [5]



Slika 3.1: Prikaz osnovnih BPMN elemenata (izvor [5])

Poglavlje 4

MATEMATIČKA KARAKTERIZACIJA DIJAGRAMA POSLOVNIH PROCESA

U [3], autor Modrak u poglavlju *Business process improvement through optimization of its structural properties* prikazuje mogućnosti poboljšanja poslovnih procesa kroz optimizaciju strukturnih svojstava. U radu se klasifikacija mreža poslovnih procesa dijeli na elementarne procese, integrirane procese i unificirani proces organizacije. Mreže poslovnih procesa prevode se u teoriju grafova, pretvarajući poslovne aktivnosti u vrhove, a veze između aktivnosti u lukove te se prikazuje jedan aspekt analize procesa na temelju dobivenog grafa.

U [12], autori navode primjere upotrebe reinženjeringa poslovnih procesa u financijskim organizacijama s ciljem stvaranja efikasnije organizacije. Za poboljšanje uspješnosti provedbe tog postupka predlažu otkrivanje slabosti u mreži poslovnih procesa. U radu napominju da metodologija koju su primijenili za analizu može biti uz prilagodbe primijenjena i na druge metodologije/standarde prikaza poslovnih procesa.

4.1 Analiziranje ponašanja poslovnih procesa

Ponašanjem poslovnog modela može se smatrati skup svih mogućih načina izvršenja procesa. Promatraju se svi mogući načini izvršenja, koji su rezultat niza nastalih događaja i provedenih aktivnosti. U analizi tog tipa, zainteresirani smo prvenstveno za redoslijed izvođenja aktivnosti, a ne za same aktivnosti.

Strukturnu ispravnost modela modelirao je Win van der Aalst koristeći Petrijeve mreže. Za naše potrebe prikazat ćemo način korištenja te metode za modele izrađene prema BPMN standardu.

Sistemska ispravnost modela osigurava da su elementi modela organizirani na način da je zadovoljena apstraktna sintaksa jezika modeliranja. Semantika poslovnih modela definira sistemsku ispravnost poslovnih modela, tj. ponašanje modela na željeni način (npr. redoslijed izvršenja aktivnosti). Sistemska ispravnost modela osigurava ispravno izvršavanje i završavanje procesa. Analiza sistemske ispravnosti procesnog modela treba upozoriti na anomalije u ponašanju procesa, ukoliko one postoje.

Prema definiciji, model procesa je strukturno ispravan ako:

- ima jedan početni događaj ('ulaz' u process)
- ima jedan završni događaj ('izlaz' iz procesa)
- svaki je čvor na putu od početnog do završnog događaja.

Strukturna ispravnost modela je nužan uvjet da bi model dobro funkcionirao, ali nije i dovoljan. Ako nije ispunjena strukturna ispravnost modela, model ne može dobro funkcionirati. Modeli koji nisu strukturno ispravni, a dobro funkcioniraju mogu se prevesti u strukturno ispravne modele. Matematički graf poslovnog procesa formirat ćemo na strukturno ispravnom modelu.

4.2 Formiranje strukturno ispravnog modela poslovnog procesa

Uz prepostavku da su svi završni događaji isključivi, tj. ne postoji mogućnost da u jednoj inačici proces završi na dva moguća načina, moguće je proces pretvoriti u strukturno ispravan model. Strukturno ispravan model tada se može stvoriti brisanjem završnih čvorova i uvođenjem isključivih vrata (eng. *exclusive gateway*) koja spajaju razne grane koje su vodile do završnih događaja te uvođenjem jedinstvenog završnog događaja.

Promjene su također potrebne ukoliko proces ima više početnih događaja (eng. *start events*). U ovom slučaju uvodimo novi početni događaj i isključiva vrata te ih povežemo sa postojećim početnim događajem i oni tada postaju unutarnji događaji procesa. Novonastali unutarnji čvorovi nisu nositelji aktivnosti te se njihovi pokazatelji ne razmatraju u analizi složenosti čvorova, ali utječu na analizu složenosti procesa pošto proces može biti pokrenut s više događaja.

Matematički graf poslovnog procesa gradit ćemo na stukturno ispravnom modelu za koji vrijedi da ima jedinstven početni događaj, jedinstven završni događaj i pri kojem je svaki čvor na putu o početnog do završnog događaja.

Da bi analiza bila razumna, potreban nam je matematički graf pri kojem proces kad je jednom pokrenut, bez obzira kojim od mogućih nizova aktivnosti se izvršava u jednom trenutku, završi u završnom čvoru. Pri dolasku u završni čvor proces potpuno završava, tj. nije moguće aktiviranje dodatnih aktivnosti. Nadalje, aktivnosti koje se pojavljuju u grafu moraju biti na barem jednom putu od početnog do završnog čvora.

4.3 Simulacije izvršenja procesa

Jedna od standardnih mogućnosti analize procesa je provedba simulacija različitih inačica izvedbe procesa. Izrada simulacija omogućuje pomoć kod modeliranja, specijalno kod određivanja razlike između provedbe modela i realnog poslovnog procesa.

Na temelju simulacija moguće je utjecati na izradu bolje dokumentacije

procesa, predvidjeti rezultate promjena procesa i time poboljšati realni proces. Reinženjeringom poslovnih procesa moguće je neke aktivnosti automatizirati uvođenjem IT tehnologije u njihovo izvršenje.

Simulacije se mogu provoditi na razne načine:

- *kvalitativne simulacije* - koje proučavanjem svih mogućih puteva određuju moguća ponašanja procesa. Obično se provode prilikom dizajniranja procesa, kako bi se modelirale sve moguće inačice provedbe procesa.
- *kvantitativne simulacije* - koje pridruživanjem cijene i trajanja izvršenja aktivnostima prikazuju trošak i trajanje pojedine inačice provedbe procesa ili prosječni trošak i trajanje procesa. Obično se provode nakon što je proces ispravno modeliran da bi se dobilo početno stanje procesa, a nakon toga testiraju se modifikacije procesa da bi se odredilo koliko promjene utječu na prosječno trajanje i trošak procesa.

Nevedena metodologija ima nedostatak što ne može predvidjeti složenost provedbe neke aktivnosti u provođenju procesa. Rezultati ne prikazuju primjerice koliko je složeno provođenje neke aktivnosti, u smislu koliko različitih ulaza aktivnost može primiti, koliko različitih varijanti izlaza aktivnost može proizvesti, koliko osoba ima poslovnih znanja za provedbu aktivnosti. Analiza utjecaja takvih karakteristika aktivnosti na uspješnost provedbe procesa cilj je ovog rada. Posljedice složenosti aktivnosti koje nisu razmatrane u simulacijama smatraju se potencijalnim rizicima.

4.4 Preslikavanje dijagrama poslovnih procesa u matematički graf

U dijagramu poslovnih procesa rezultat jedne aktivnosti ulaz je u drugu aktivnost. Navedeno svojstvo omogućuje primjenu teorije grafova na dijagram dobiven modeliranjem poslovnih procesa. Osnovni koncept teorije grafova je prikaz strukture u obliku grafa $G = (V, E)$ koji se sastoji od skupa čvorova $V(G)$ i skupa lukova $E(G)$. Broj čvorova se označava s n, a broj lukova oznakom m. Grafovi koji su potrebni za analizu su usmjereni tj. elementi skupa lukova su uređeni parovi čvorova, tj. lukovi u grafu povezuju početni čvor s odredišnim čvorom.

Početni pristup topološke analize grafa je prijelaz u matrični prikaz grafa, definiranjem matrice susjedstva. Matrica susjedstva A je $n \times n$ matrica u kojoj je element $a_{ij} = 1$ ukoliko postoji luk koji izlazi iz čvora i te ima odredište u čvoru j, a inače je vrijednost $a_{ij} = 0$. Struktura grafa je prilagođena prikazu aktivnosti u čvoru. Dvije aktivnosti (dva čvora) su povezane ukoliko je rezultat jedne aktivnosti direktni ulaz za drugu aktivnost.

Formiranju matematičkog grafa na temelju dijagrama pristupamo formiranjem strukturno ispravnog grafa. Za potrebu dobivanja strukturno ispravnog grafa potrebno je definirati jedan polazni čvor koji predstavlja početak procesa. Ukoliko proces ima samo jedan početni događaj onda on postaje početni čvor inače se početni događaji objedine u jedan početni čvor. Slično vrijedi i za završni čvor koji objedinjuje sve moguće varijante provedbe procesa jednim završnim događajem. Svaka aktivnost u čvoru postaje jedan čvor u matematičkom grafu, a povezana je s počenim čvorom ako je prva u nekoj varijanti izvođenja procesa, sa završnim čvorom ako je posljednja u nekoj varijanti izvođenja procesa i sa svim drugim aktivnostima od kojih prima rezultate aktivnosti (dolazni lukovi iz čvorova) i sa svim aktivnostima kojima prosljeđuje svoje rezultate aktivnosti (izlazni lukovi prema čvorovima).

Poglavlje 5

OPIS KOMPLEKSNOSTI GRAFA I ANALIZA RIZIKA

5.1 Analiza grafa poslovnih procesa

Složenost grafa moguće je opisati raznim mjerama [3], a od mnogih navodimo sljedeće: povezanost grafa, dijametar grafa, raznolikost strukture grafa. Navedeni pokazatelji mogu se kombinirati u zajednički kompozitni indeks složenosti grafa. U [1] autori predlažu niz strukturalnih mjera na temelju kojih se mogu usporediti dizajni dijagrama poslovnih procesa s ciljem odabira strukture koja je najprikladnija ciljevima organizacije. Neke od tih mjera koristimo pri definiranju mjera koje će se koristiti pri definiranju metodologije upotrebe grafova za identificiranje operativnih rizika.

Osim navedenih pokazatelja uvodimo još i mjere centraliteta grafa i čvorova kojima ćemo identificirati aktivnosti koje su značajnije vazane uz druge aktivnosti. Veća povezanost s drugim aktivnostima povlači i veći broj raznih ulaza i izlaza te time aktivnost stvara povećani operativni rizik za organizaciju.

Navedeni pokazatelji bit će sastavni dijelovi metodologije određivanja aktivnosti koje mogu imati negativne posljedice na izvršenje procesa.

5.1.1 Pokazatelji složenosti grafa

U nastavku definiramo pokazatelje složenosti grafa te centraliteta grafa i čvorova.

- **Povezanost grafa** - P - jedno od osnovnih indikatora kompleksnosti grafa. Uzima u odnos broj veza i minimalni broj veza u povezanom grafu, koji iznosi $n-1$.

$$P = \frac{m}{n-1} - 1 \tag{5.1}$$

- **Dijametar grafa** - L - najdulji najkraći put u mreži, tj. ako je $L_{(i,j)}$ najmanji broj lukova između čvorova i i j, onda je

$$L = \max_{(i,j)}(L_{(i,j)}) \tag{5.2}$$

- **Raznolikost strukture grafa** - D - uzima u obzir broj različitih putova od polaznih čvorova do završnih čvorova.

$$D = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} c_{ij} - 1 \tag{5.3}$$

  gdje su n_1, n_2 brojevi početnih i završnih čvorova, a c_{ij} predstavlja broj putova od polaznog čvora i do završnog čvora j. Pošto, prema našoj metodologiji, dobiveni graf ima jedan početak s i jedan kraj f, pokazatelj D jednak je broju putova od polaznog čvora do završnog čvora umanjenom za jedan, $D = c_{sf} - 1$

- **Kompozitni indeks složenosti grafa** - K - objedinjuje prethodna tri indikatora.

$$K = \log\left(\frac{P + L + D}{3}\right) \tag{5.4}$$

5.1.2 Pokazatelji centraliziranosti grafa i čvorova

Stupanj centraliziranosti grafa definiran je formulom:

$$\alpha = \frac{1}{(n-1)(V(k)-1)} \sum_{i=1;i\neq k}^{n} (V(k) - V(i))$$

gdje je $V(i) = v_i + v^i$ broj izlaznih i ulaznih lukova iz čvora i, a $V(k) = \max_i V(i)$.

Centralitet čvora u mreži je mjera strukturne važnosti čvora. Razmatraju se tri aspekta centraliteta: stupanj (eng. *degree*), blizina (eng. *closeness*), međupoloženost (eng. *betweenness*).

- **Stupanj** - S - broj čvorova s kojima je dani čvor povezan. Što je veći stupanj centraliteta čvora veća je kompleksnost čvora i obrnuto.
- **Blizina** - C - je ukupna udaljenost čvora u grafu od svih ostalih čvorova u grafu. Što je taj broj veći kritičnost aktivnosti za provođenje procesa je manja jer ima manji direktni utjecaj na izvršenje ostalih aktivnosti. Što je taj broj manji aktivnost brže prima rezultate ostalih aktivnosti.
- **Međupoloženost** - B - je definirana kao broj najkraćih putova koji prolazi kroz čvor, tj. broj najkraćih putova na kojima se nalazi čvor prilikom razmatranja svih najkraćih putova između dva čvora. Preciznije, ako je g_{ij} najkraći put od čvora i do čvora j koji prolaze čvorom k, tada je g_{ikj}/g_{ij} udio najkraćih putova od vrha i do vrha j koji prolaze kroz k. Suma brojeva g_{ikj}/g_{ij} za sve i,j parove je centralnost međupoloženosti. U procesu, čvor koji ima veliku međupoloženost značajno utječe na uspješno izvršenje svih aktivnosti u poslovnom procesu. Pomoću međupoloženosti se mjeri koliko je čvor u mogućnosti stvoriti strukturnu rupu i time povećati rizik izvršenja poslovnog procesa.

Postoje i drugi alternativni pokazatelji složenosti mreže, kao primjerice procjena restrikcije grafa. Procjena restrikcije grafa mjeri se indikatorom koji uzima u obzir postojanje veze između neka dva čvora i maksimalnog broja veza. Dodatni pokazatelji su vezani uz broj stabala u grafu. Takve analize nemaju jasnu upotrebu u identificiranju operacijskih rizika pa ih nećemo dodatno razmatrati.

Detaljni aspekti grafova i mreža sa dokazanim tvrdnjama u formi teorema dostupni su primjerice u knjigama [2, 4, 11].

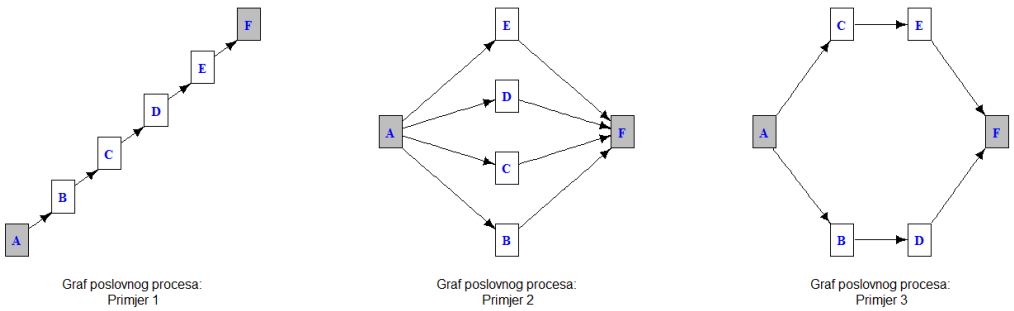
5.2 Prikazi izračuna pokazatelja na grafovima

Navest ćemo tri primjera grafova i izračune pokazatelja složenosti. Slika 5.1 prikazuje tri mogućnosti izvršenja poslovnog procesa koji se sastoji od četiri aktivnosti. U Tablici 5.1 prikazana je reprezentacija događaja i aktivnosti procesa.

Oznaka	Naziv aktivnosti
A	Početak procesa
B	Aktivnost 1
C	Aktivnost 2
D	Aktivnost 3
E	Aktivnost 4
F	Kraj procesa

Tablica 5.1: *Primjeri izračuna*: aktivnosti procesa

Čvorovi u grafu predstavljaju aktivnosti, a veze protok rezultata aktivnosti među njima. Po prirodi, dijagram poslovnih procesa prikazuje se pomoću usmjerenih grafova, gdje se prepoznaje pozicija prethodnika i sljedbenika. Za izračun nekih pokazatelja nije potrebna usmjerenost grafa, tj. dovoljno je promatrati lukove u kojem položaj u uređenom paru ne predstavlja dodatnu informaciju. Dakle, ne postoji prethodnik i sljedbenik. Graf u kojem je ispuštena usmjerenost grafa naziva se neusmjereni grafovi. Pri grafičkom prikazu usmjerenih grafova, odnosno dijagrama lukovi se uglavnom prikazuju sa strelicom, gdje se vrh strelice nalazi kod sljedbenika.



Slika 5.1: *Primjeri izračuna*: matematički grafovi procesa

Tablica 5.2 pokazuje izračune povezanosti grafa P, dijametra grafa L, raz-

nolikosti strukture D i kompozitnog indeksa složenosti grafa K za navedena tri primjera izvođenja poslovnog procesa sa četiri aktivnosti.

Pokazatelj	Graf 1	Graf 2	Graf 3
Povezanost grafa - P	0.00	0.60	0.20
Dijametar grafa - L	5.00	2.00	3.00
Raznolikost strukture - D	0.00	3.00	1.00
Kompozitni indeks složenosti - K	0.51	0.62	0.34
Centralitet grafa α	0.40	0.53	0.00

Tablica 5.2: *Primjeri izračuna*: složenost i centralitet grafova

U Tablici 5.3 prikazujemo izračune pokazatelja centraliteta čvorova grafa. Izračun se provodi za sve čvorove, ali interpretacija je važna samo za čvorove koji predstavljaju aktivnosti u Dijagramu poslovnih procesa.

Stupnjevi			
Aktivnost-Čvor	Primj. 1	Primj. 2	Primj. 3
Aktivnost 1 - B	2.00	2.00	2.00
Aktivnost 2 - C	2.00	2.00	2.00
Aktivnost 3 - D	2.00	2.00	2.00
Aktivnost 4 - E	2.00	2.00	2.00
Blizina			
Aktivnost-Čvor	Primj. 1	Primj. 2	Primj. 3
Aktivnost 1 - B	0.45	0.62	0.56
Aktivnost 2 - C	0.56	0.62	0.56
Aktivnost 3 - D	0.56	0.62	0.56
Aktivnost 4 - E	0.45	0.62	0.56
Međupoloženost			
Aktivnost-Čvor	Primj. 1	Primj. 2	Primj. 3
Aktivnost 1 - B	4.00	0.25	1.50
Aktivnost 2 - C	6.00	0.25	1.50
Aktivnost 3 - D	6.00	0.25	1.50
Aktivnost 4 - E	4.00	0.25	1.50

Tablica 5.3: *Primjeri izračuna*: centralitet čvorova

5.3 Metodologija matematičke karakterizacije poslovnih procesa

U ovom dijelu opisujemo korake koje je potrebno provesti da bi uspješno iskoristili rezultate analize poslovnih procesa. Prije navedeni pokazatelji omogućavaju analizu poslovnog procesa iz dva aspekta: 1) analize složenosti poslovnog procesa u cjelini i 2) analize složenosti aktivnosti poslovnog procesa. Prvi dio analize služi za usporedbu dviju varijanti procesa. Drugi dio analize upućuje na aktivnosti koje je potrebno dodatno razmotriti kako bi se izbjegli potencijalni operativni rizici u provođenju procesa.

Koraci provođenja metodologije matematičke karakterizacije poslovnih procesa i njihovi rezultati:

K1 `Modeliranje poslovnog procesa putem BPMN metodologije`

- R11 Dijagram poslovnog procesa

K2 `Pretvaranje Dijagrama poslovnog procesa u matematički graf poslovnog procesa`

- R21 Matematički graf poslovnog procesa

K3 `Izračun pokazatelja složenosti matematičkog grafa poslovnih procesa`

- R31 Pokazatelj: Povezanost grafa - P
- R32 Pokazatelj: Dijametar grafa - L
- R33 Pokazatelj: Raznolikost strukture grafa - D
- R34 Pokazatelj: Kompozitni indeks složenosti grafa - C

K4 `Izračun pokazatelja centralnosti grafa i čvorova(aktivnosti) poslovnog procesa`

- R41 Pokazatelj: Centralitet grafa - α
- R42 Pokazatelj: Centralitet - Stupnjevi čvorova - S
- R43 Pokazatelj: Centralitet - Blizina čvorova - C
- R44 Pokazatelj: Centralitet - Međupoloženost cvorova - B

K5 `Interpretiranje složenosti matematičkog grafa`

R51 Ocjena složenosti grafa i prijedlog pojednostavljenja ukoliko prikladno

K6 `Interpretiranje centralnosti grafa i čvorova`

R61 Ocjena centraliteta grafa i prijedlog promjena ukoliko je prikladno

R62 Identificiranje čvorova koji s povećanim stupnjem centraliteta kao potencijalnim izvorima operativnih rizika.

Poglavlje 6

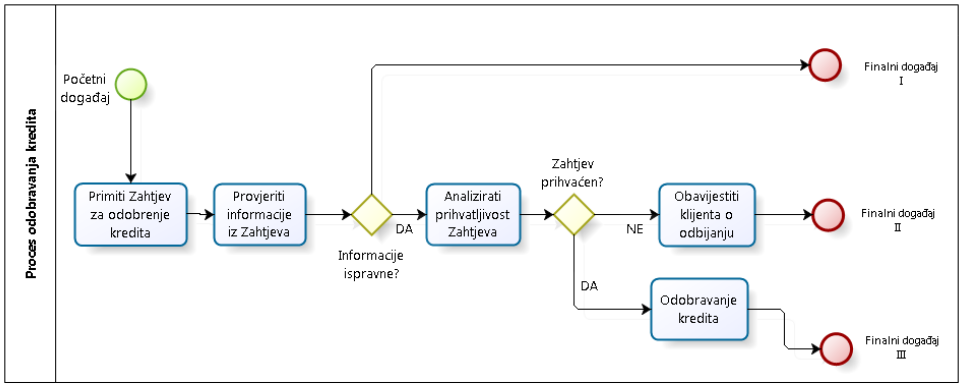
PRIMJER 1: ANALIZA PROCESA ODOBRAVANJE KREDITA

6.1 Opis procesa *Odobravanje kredita*

Proces odobravanja kredita ima nekoliko zadataka i podprocesa koje treba izvršiti. Nakon primitka zahtjeva za dobivanje kredita, kreditor treba provjeriti informacije u zahtjevu te na temelju analize podataka provjeriti zadovoljava li potencijalni klijent nužne uvjete za dobivanje kredita. Ukoliko podatci navedeni u prijavi ne zadovoljavaju nužne uvjete za dobivanje kredita, podnositelju zahtjeva šalje se odbijenica. Ako podatci zadovoljavaju nužne uvjete, oni su detaljnije analizirani i izrađuje se kreditna ponuda te se klijent informira o mogućnosti kreditiranja te ovisno o odluci klijenta sklapa se ugovor o kreditiranju.

6.2 Dijagram poslovnog procesa odobravanja kredita u financijskoj instituciji

Slika 6.1 prikazuje model procesa odobravanja kredita u financijskoj instituciji.

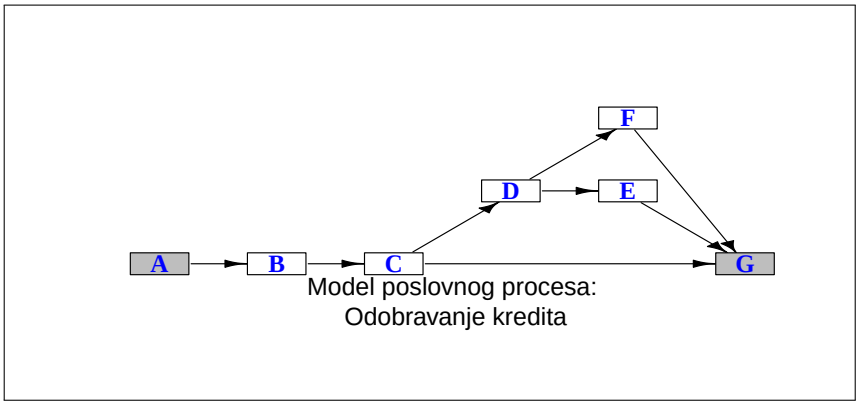


Slika 6.1: *Odobravanje kredita*: BPMN Model

6.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf

Oznaka	Naziv aktivnosti
A	Početak procesa
B	Primiti Zahtjev za odobrenje kredita
C	Provjeriti informacije iz Zahtjeva
D	Analizirati prihvatljivost Zahtjeva
E	Obavijestiti klijenta o odbijanju
F	Odobriti kredit
G	Kraj procesa

Tablica 6.1: *Odobravanje kredita*: aktivnosti procesa



Slika 6.2: *Odobravanje kredita*: matematički graf poslovnog procesa

6.4 Analiza matematičkog grafa procesa

U ovom dijelu prikazujemo izračune vezane uz analizu grafa poslovnog procesa. Prvo analiziramo mjere složenosti i centraliteta grafa. Tablica 6.2 prikazuje rezultate pokazatelja za graf poslovnih procesa.

Pokazatelj	Vrijednost pokazatelja
Povezanost grafa - P	0.33
Dijametar grafa - L	4.00
Raznolikost strukture - D	2.00
Kompozitni indeks složenosti - K	0.89
Centralitet grafa α	0.42

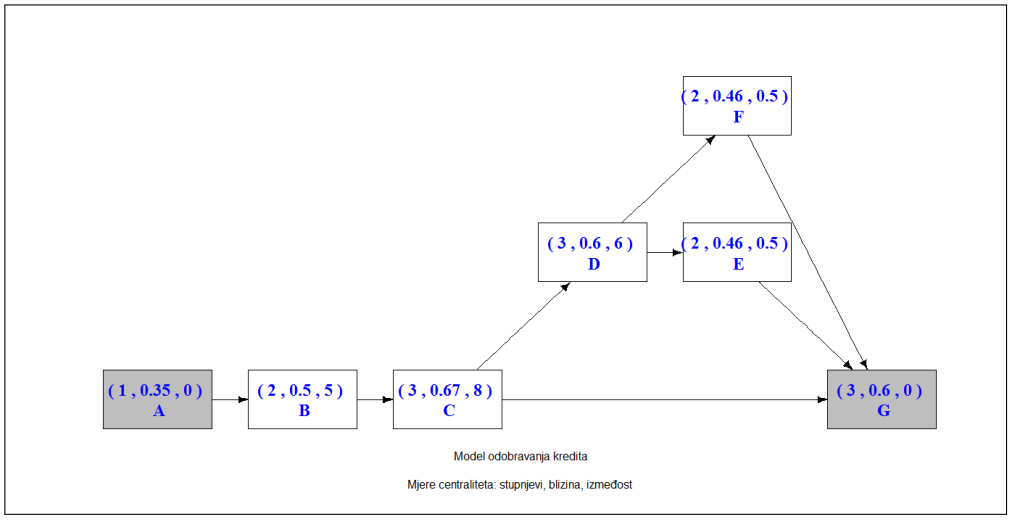
Tablica 6.2: *Odobravanje kredita*: mjere složenosti i centraliteta grafa

Tablica 6.3 prikazuje rezultate pokazatelja centraliteta čvorova za graf poslovnog procesa.

Aktivnost - Čvor	Stupanj	Blizina	Međupoloženost
Primiti Zahtjev za odobrenje kredita -B	2.00	0.50	5.00
Provjeriti informacije iz Zahtjeva -C	3.00	0.67	8.00
Analizirati prihvatljivost Zahtjeva -D	3.00	0.60	6.00
Obavijestiti klijenta o odbijanju -E	2.00	0.46	0.50
Odobriti kredit F	2.00	0.46	0.50

Tablica 6.3: *Odobravanje kredita*: mjere centraliteta čvorova grafa

Slika 6.3 prikazuje graf poslovnog procesa sa informacijama o stupnjevima, blizini i međupoloženosti čvorova.



Slika 6.3: *Odobravanje kredita*: centralitet čvorova grafa procesa odobravanja kredita

6.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika

Pokazatelji složenosti grafa upućuju da se radi o strukturi u kojoj je redoslijed aktivnosti isprepleten. Pošto je povezanost grafa veća od nule i dijametar 4, u provođenju procesa ne prolazi se svim granama. Na temelju raznolikosti strukture može se zaključiti da postoji više inačica provedbe projekta. Postojanje više inačica provedbe projekta povećava rizik problema u realizaciji procesa.

Na temelju rezultata analize centraliteta čvorova grafa uočavamo da su aktivnosti C i D najjače povezane s drugim aktivnostima. Posebnu pažnju potrebno je posvetiti realizaciji tih aktivnosti.

Poglavlje 7

PRIMJER 2: ANALIZA PROCESA JAVNA NABAVA

7.1 Opis procesa *Javna nabava*

Proces nabave za obveznike javne nabave propisan je Zakonom o javnoj nabavi. Da bi se složenost procesa smanjila odlučeno je da je od primjene zakona o javnoj nabavi javni naručitelj oslobođen ukoliko se radi o iznosima manjima od 200.000 kn za robu i usluge te 500.000 ukoliko se radi o radovima.

Za nabave ispod napisanih vrijednosti naručitelj propisuje postupak nabave internim aktom. Internim aktom (npr. Odlukom o provedbi postupaka javne nabave bagatelne vrijednosti) javni naručitelj opisuje proces nabave za takve nabave. Nabava ispod zakonskih iznosa može biti regulirana na način da postoje različiti koraci provođenja (procesi) za različite iznose. Primjerice, za iznose manje od 20.000 kn primjenjuje se najjednostavniji poslovni proces, iznose od 20.000,00 do zakonskih pragova složeniji, ali još uvijek jednostavniji od onih propisanih Zakonom o javnoj nabavi.

Proces nabave sastoji se od nekoliko glavnih podprocesa: 1) objavljivanje, 2) prikupljanja ponuda, 3) određivanja najbolje ponude, 4) ugovaranja. Svaki od tih podprocesa malo se razlikuje u ovisnosti o kojoj se vrijednosti,

postupku i vrsti predmeta nabave radi.

Pri *objavljivanju* naručitelj priprema nužnu dokumentaciju za poziv na dostavu ponuda i objavljuje dokumentaciju na odgovarajućem mjestu.

Pri *prikupljanju ponuda*, zainteresirani gospodarski subjekti dostavljaju svoje ponude prije isteka roka. Naručitelj za to vrijeme može pružiti dodatne informacije ili mijenjati dokumentaciju uz adekvatno produženje rokova.

Pri *određivanju najbolje ponude*, naručitelj razmatra pristigle ponude i radi pregled i ocjenu ponuda. Na temelju rezultata pregleda i ocjene ponuda donosi odluku o odabiru i objavljuje je na odgovarajućem mjestu.

Pri *ugovaranju* javni naručitelj i odabrani ponuditelj sklapaju ugovor (ili okvirni sporazum).

7.2 Dijagram poslovnog procesa *Javna nabava* u organizaciji

Model procesa javne nabave prikazan je na slikama 7.1, 7.2, 7.3 i 7.4. Svaka od slika dodatno je objašnjena u nastavku.

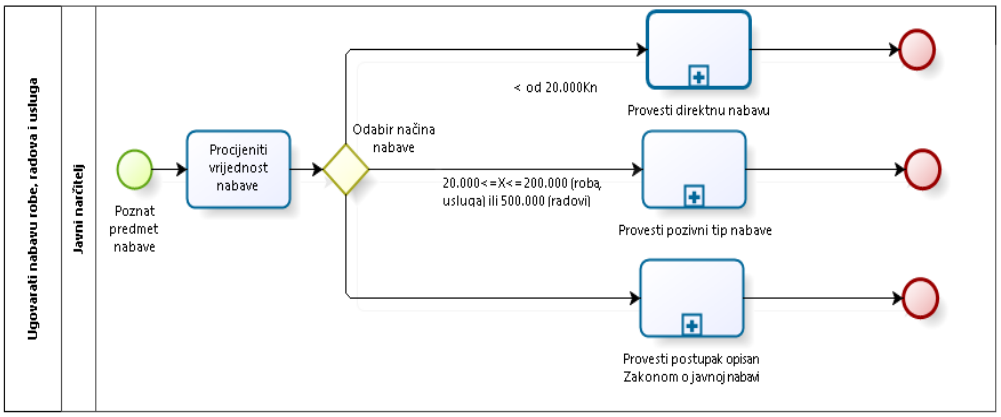
Slika 7.1 prikazuje opći pristup nabavi. Prilikom određivanja potrebe za određenim predmetom nabave prvi korak je procijeniti vrijednost nabave. U ovisnosti o procijenjenoj vrijednosti nabave odlučujemo se za jedan od tri tipa nabave: direktna nabava, pozivni tip ili postupak opisan Zakonom o javnoj nabavi. Svaki od tri tipa nabave prikazan je kao podproces i strukture su im prikazane u narednim slikama.

Slika 7.2 prikazuje postupak direktne nabave. Naručitelj provodi istraživanje i pronalazi najpovoljnijeg ponuditelja te se njemu direktno obraća da dostavi ponudu. Ponuditelj priprema i šalje ponudu naručitelju koji je zaprima i ocjenjuje. Ukoliko ponuda zadovoljava sklapa se ugovor o nabavi predmeta nabave. Ukoliko ponuda ne zadovoljava vraća se na korak određivanja najpovoljnijeg ponuditelja kojemu će se slati poziv na dostavu ponude.

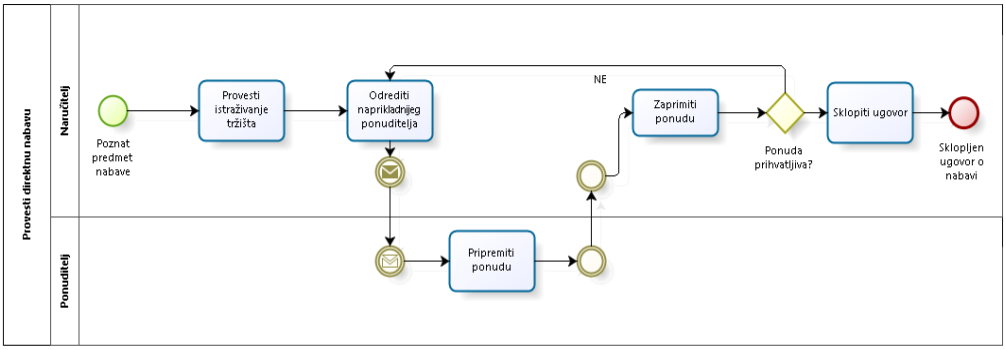
Slika 7.3 prikazuje postupak nabave opisan internim aktom naručitelja.

Naručitelj preuzima podatke o predmetu nabave (preuzimanje i opis predmeta nabave može stvoriti provoditelj javne nabave u organizaciji ili može biti dobiven od drugih osoba u organizaciji ili van organizacije). Nakon dobrog opisa nabave, potrebno je pripremiti poziv na dostavu ponude koja se šalje na propisani minimalni broj adresa i javno se objavljuje na stranicama organizacije. Po primitku poziva zainteresirani gospodarski subjekti pripremaju i dostavljaju ponude. Naručitelj ih zaprima i otvara, napravi pregled i ocjenu ponuda te donosi odluku o odabiru na temelju koje se sklapa ugovor o nabavi.

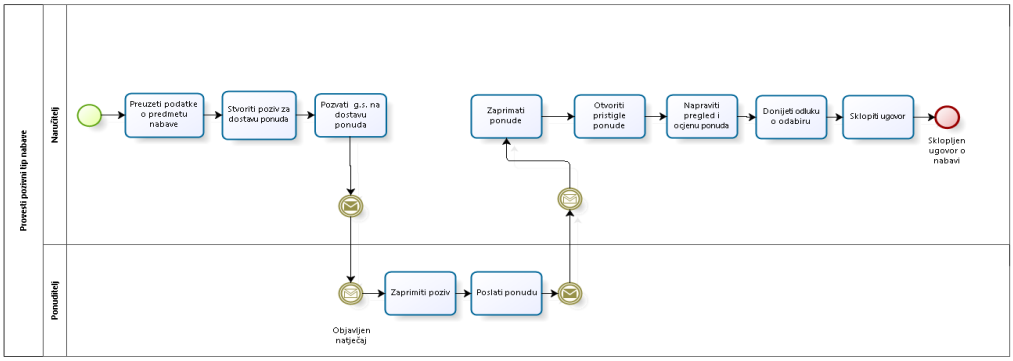
Slika 7.4 prikazuje postupak nabave opisan Zakonom o javnoj nabavi. Kao i u prethodnom podprocesu, naručitelj preuzima podatke o predmetu nabave (preuzimanje i opis predmeta nabave može stvoriti provoditelj javne nabave u organizaciji ili može biti dobiven od drugih osoba u organizaciji ili van organizacije). Nakon dobrog opisa nabave, potrebno je pripremiti poziv na nadmetanje i dokumentaciju za nadmetanje koja se objavljuje u elektroničkom oglasniku javne nabave. Zainteresirani gospodarski subjekti na temelju pročitanog poziva mogu se odlučiti za preuzimanje dokumentacije, pripremu i dostavu ponude. Naručitelj ih zaprima i otvara, napravi pregled i ocjenu ponuda te donosi odluku o odabiru na temelju koje se sklapa ugovor o nabavi.



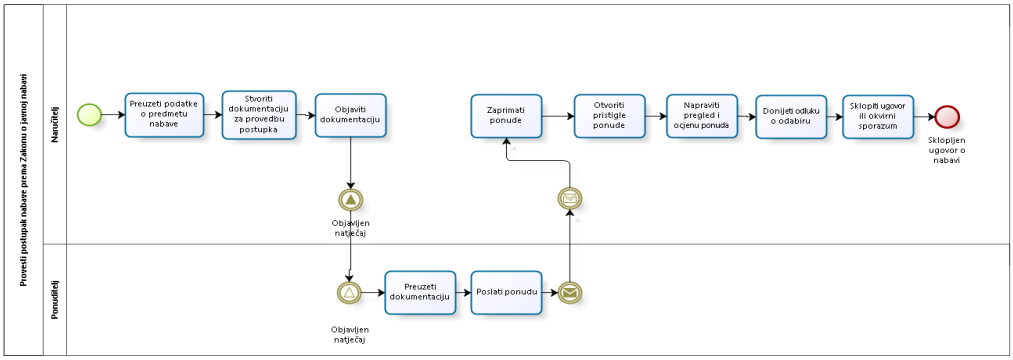
Slika 7.1: *Javna nabava*: BPMN Model - opći prikaz



Slika 7.2: *Javna nabava*: BPMN Model - direktna nabava



Slika 7.3: *Javna nabava*: BPMN Model - pozivni tip nabave

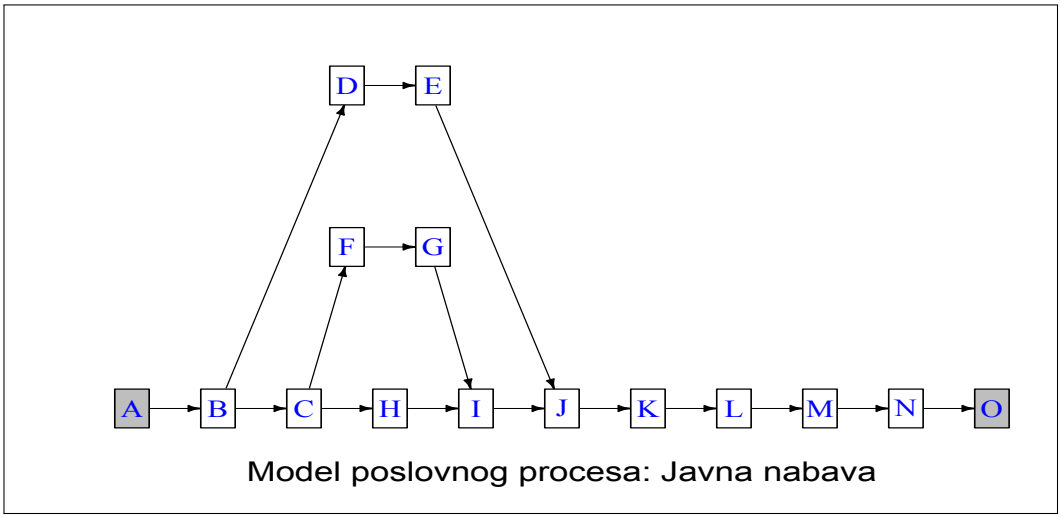


Slika 7.4: *Javna nabava*: BPMN Model - prema Zakonu o javnoj nabavi

7.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf

Oznaka	Naziv aktivnosti
A	Početak procesa
B	Procijeniti vrijednost nabave
C	Preuzeti podatke o predmetu nabave
D	Provesti istraživanje tržišta
E	Odrediti najpovoljnijeg ponuditelja
F	Stvoriti poziv na dostavu ponuda
G	Pozvati gospodarske subjekte na dostavu ponuda
H	Stvoriti dokumentaciju za nadmetanje
I	Objaviti dokumentaciju za nadmetanje u EOJN
J	Zaprimati ponude
K	Otvoriti pristigle ponude
L	Napraviti pregled i ocjenu ponuda
M	Donijeti odluku o odabiru
N	Sklopiti ugovor o nabavi
O	Kraj procesa

Tablica 7.1: *Javna nabava*: aktivnosti procesa



Slika 7.5: *Javna nabava*: matematički graf poslovnog procesa

7.4 Analiza matematičkog grafa procesa

U ovom dijelu prikazujemo izračune vezane uz analizu grafa poslovnog procesa. Prvo analiziramo mjere složenosti i centraliteta grafa. Tablica 7.2 prikazuje rezultate pokazatelja za graf poslovnih procesa.

Pokazatelj	Vrijednost pokazatelja
Povezanost grafa - P	0.14
Dijametar grafa - L	9.00
Raznolikost strukture - D	2.00
Kompozitni indeks složenosti - K	1.08
Centralitet grafa α	0.50

Tablica 7.2: *Javna nabava*: mjere složenost i centraliteta grafa

Tablica 7.3 prikazuje rezultate pokazatelja centraliteta čvorova za graf poslovnih procesa.

- Čvor: Aktivnost	Stupanj	Blizina	Međupoloženost
B: Procjena vrijednosti	3.00	0.29	13.00
C: Preuzimanje podataka	3.00	0.30	8.00
D: Istraživanje tržišta	2.00	0.30	14.00
E: Određivanje najpovoljnijeg ponuditelja	2.00	0.33	18.00
F: Stvaranje poziva	2.00	0.27	3.00
G: Pozivanje gospodarskih subjekata	2.00	0.30	7.00
H: Stvaranje dokumentacije	2.00	0.32	9.00
I: Objava dokumentacije u EOJN	3.00	0.36	24.00
J: Zaprimanje	3.00	0.39	45.00
K: Otvaranje	2.00	0.34	40.00
L: Pregled i ocjena ponuda	2.00	0.29	33.00
M: Odluka	2.00	0.25	24.00
N: Ugovor	2.00	0.21	13.00

Tablica 7.3: *Javna nabava*: mjere centraliteta čvorova grafa

Daljnju analizu provodimo unošenjem mjera složenosti aktivnosti. Za svaku aktivnost određujemo:

- relativan broj osoba u organizaciji koji može izvršiti aktivnost, $c_a \in [0,1]$. $c_a = 1$ u slučaju kad svi mogu odraditi aktivnost (aktivnost je jednostavna), a $c_a = 0$ u slučaju kad nema osobe koje može obaviti aktivnost i potreban je angažman vanjskog izvoditelja.

- relativno očekivano trajanje aktivnosti $t_a \in [0,1]$, gdje je

$$t_a = \frac{\max_{akt} t - t}{\max_{akt} t - \min_{akt} t},$$

  gdje je t trajanje aktivnosti. $t_a = 1$ ukoliko je trajanje aktivnosti najkraće, a $t_a = 0$, ukoliko se radi o aktivnosti najduljeg trajanja.

- relativna složenost aktivnosti naspram broja mogućih različitih ulaza (informacija ili materijala) $i_a \in [0,1]$, gdje je

$$i_a = \frac{\max_{akt} i - i}{\max_{akt} i - \min_{akt} i}$$

  gdje je i broj različitih ulaza (inputa). $i_a = 1$ ukoliko je broj ulaza aktivnosti najmanji, a $i_a = 0$, ukoliko se radi o aktivnosti najvećeg mogućeg broja različitih ulaza.

- relativna složenost aktivnosti naspram broja mogućih različitih izlaza (informacija ili materijala) $o_a \in [0,1]$, gdje je

$$o_a = \frac{\max_{akt} o - o}{\max_{akt} o - \min_{akt} o}$$

  gdje je o broj različitih izlaza (outputa). $o_a = 1$ ukoliko je broj izlaza aktivnosti najmanji, a $o_a = 0$, ukoliko se radi o aktivnosti najvećeg mogućeg broja različitih izlaza.

- stupanj inovativnosti (učestalost izvršavanja aktivnosti) $n_a \in [0,1]$.

$$n_a = \frac{n}{52}$$

  gdje je n broj tjedana u zadnjih 52 tjedna u kojima se provodila aktivnost. $n_a = 1$ ukoliko se aktivnost redovno provodi iz tjedna u tjedan, a $n_a = 0$ ukoliko ne postoji iskustvo provođenja aktivnosti u posljednjih godinu dana.

Na temelju svih definiranih informacija o aktivnostima definiramo kompozitni indeks r_a, kao harmonijsku sredinu navedenih pokazatelja. Kompozitni indeks kompleksnosti aktivnosti iznosi:

$$r_a = \frac{5}{\frac{1}{c_a} + \frac{1}{t_a} + \frac{1}{i_a} + \frac{1}{o_a} + \frac{1}{n_a}}.$$

- Čvor	c_a	t_a	i_a	o_a	n_a	r_a
B	1,00	1,00	0,92	0,78	0,38	0,72
C	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	RIZIK
D	0,50	0,61	0,00	0,78	0,19	RIZIK
E	0,75	0,92	0,83	1,00	0,19	0,51
F	0,60	0,96	0,63	1,00	0,38	0,63
G	0,80	1,00	0,96	0,56	0,38	0,65
H	0,40	0,41	0,21	0,89	0,10	0,24
I	0,50	0,92	0,96	1,00	0,10	0,32
J	0,90	0,61	1,00	1,00	0,38	0,68
K	0,50	0,98	0,92	0,78	0,38	0,63
L	0,50	0,94	0,83	0,67	0,38	0,60
M	0,40	0,98	0,96	0,89	0,19	0,46
N	0,40	1,00	0,96	0,89	0,19	0,46

Tablica 7.4: *Javna nabava*: mjere složenosti aktivnosti

7.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika

Opisani proces javne nabave ima puno aktivnosti koje se međusobno barem malo razlikuju. Iz tog razloga proces nabave uključuje tri posebna modela potprocesa. Svaki od potprocesa prikazuje provedbu procesa u jednoj od okolnosti u ovisnosti o vrijednosti nabave: direktna nabava, pozivni tip nabave i nabava opisana Zakonom o javnoj nabavi.

Pri mapiranju modela poslovnog procesa uvedena su dva dodatna čvora, Početak procesa i Kraj procesa, kako bi dobili strukturno ispravan graf na kojem provodimo analizu. Aktivnosti koje su slične, a razlikuju se u okolnosti provođenja nabave spojene su u jedan čvor, na primjer: Otvarati pristigle

ponude. U analizi navedena činjenica uzima se u obzir kroz broj različitih ulaza i izlaza koje aktivnost može poprimiti.

Matematički graf ima ukupno 15 čvorova i 16 lukova. Povezanost grafa je 0.14 što upućuje na linearnost procesa uz postojanje nekoliko inačica provedbe procesa. Dijametar grafa ukazuje da najveći niza aktivnosti potrebnih za provođenje procesa iznosi 9. Raznolikost strukture ukazuje na postojenje alternativnih putova, ali i da ih nema puno. Kompozitni indeks složenosti od 1.08 ukazuje na blagu složenost procesa s obzirom na redoslijed izvođenja aktivnosti.

U analizi čvorova matematičkog grafa dolazimo do zaključka da su aktivnosti vezane s dvije ili tri druge aktivnosti. Blizina čvorova je manja od 0.5 što ukazuje da aktivnosti nisu jako vezane pa time postoji značajan rizik od kašnjenja svih sljedbenih aktivnosti ako u nekoj od aktivnosti nastane zastoj. Međupoloženost čvorova koji su pri kraju procesa imaju veliku vrijednost pa se isplati ulagati u formalizaciju i standardizaciju tih aktivnosti.

Dodatna analiza iz aspekta educiranosti osoblja, relativnog trajanja aktivnosti, složenosti s obzirom na broj različitih ulaza i izlaza aktivnosti te stupnja standardiziranosti usmjerava pažnju na aktivnosti C i D. Aktivnost C - Preuzeti podatke - kod koje se radi o stvaranju tehničkog opisa predmeta nabave, službenik javne nabave u pravilu nije u mogućnosti sam odraditi. Također postoji dosta velik rizik od nepostojanja adekvatnog znanja u organizaciji i potrebom za angažmanom vanjskih suradnika. Aktivnost D - Istraživanje tržišta - također je rizično jer službenik nije u mogućnosti biti detaljno upoznat sa tržištem svih predmeta nabave što povećava rizik od neefikasne nabave. Aktivnost H - Stvaranje dokumentacije - zahtjeva pažnju zbog postojanja pravnih rizika uslijed potencijalne greške kod izrade dokumentacije.

Poglavlje 8

PRIMJER 3: ANALIZA PROCESA PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

8.1 Opis procesa *Prijava teme doktorske disertacije*

Proces prijave teme doktorske disertacije jedan je od rezultata projekta: *Procesni model Sveučilišta u Zagrebu*, koji je tijekom 2012. bio financiran od strane Sveučilišta u sklopu programa: Integracija Sveučilišta ("Zajedno"). Projekt je proveden u suradnji triju sastavnica Sveučilišta: Fakulteta organizacije i informatike, Ekonomskog fakulteta i Fakulteta elektrotehnike i računarstva pod voditeljem prof.dr.sc. Josipa Brumeca.

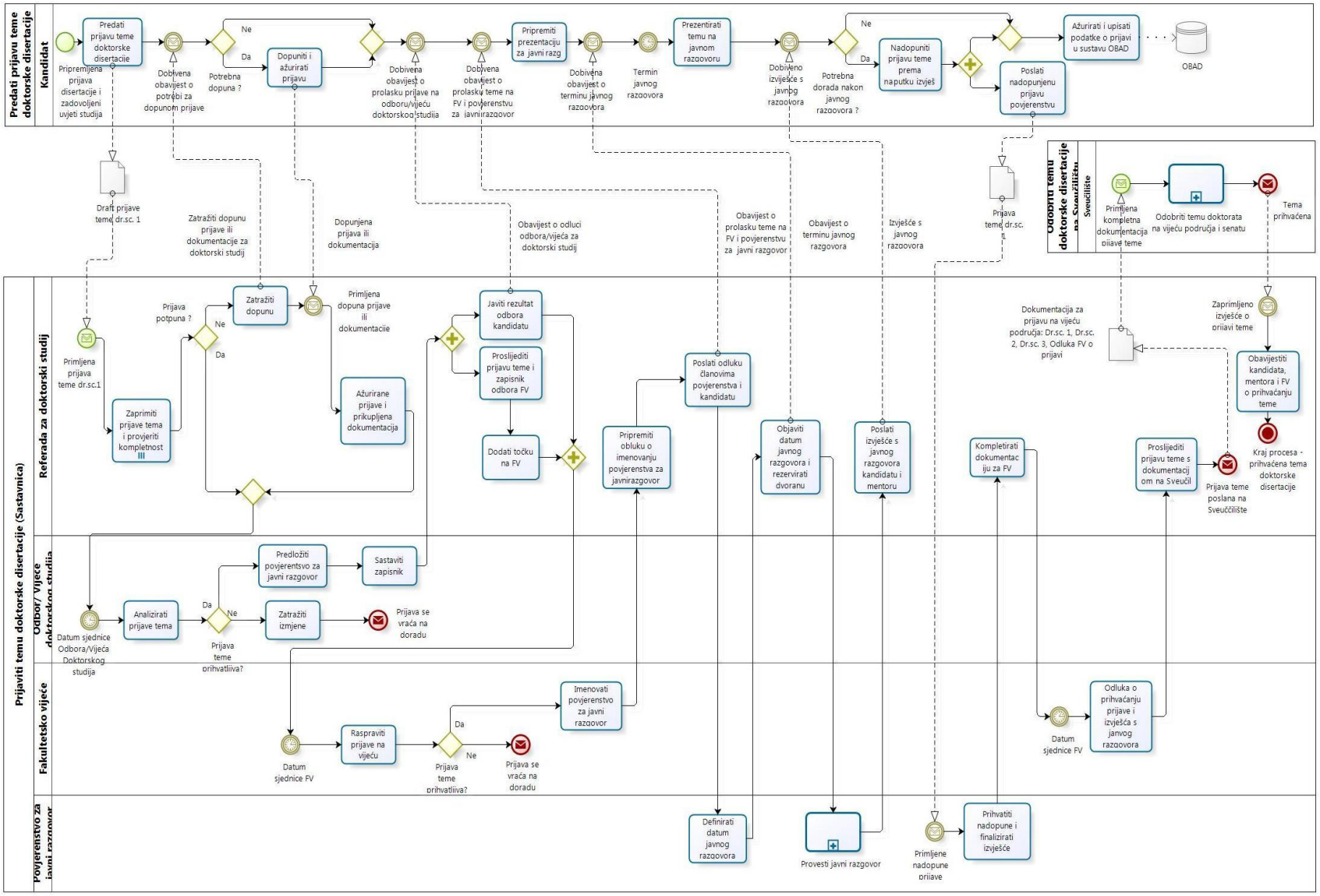
Prezentirani model poslovnog procesa izrađen je prema normi $BPMN2.0$ kao složeni dijagram poslovnog procesa. Ovaj proces izabran je jer prikazuje jedan složeni procesni dijagram, na kojem je vidljiva složena interakcija između procesa i različitih sudionika u različitim ulogama Kandidat, Sastavnica (fakultet na kojem se prijavljuje doktorat) te Sveučilište (Vijeće područja i Senat Sveučilišta u Zagrebu). Nakon kratkog opisa i prikaza preuzetog grafičkog prikaza složenog procesa slijedi tablični popis čvorova pomoću kojih

će se BPMN model prebaciti u teoriju grafova.

Proces pokreće student koji je ostvario uvjete za prijavu teme doktorske disertacije na način da pripremljenu prijavu predaje u referadu za poslijediplomski studij. Referent/ica provodi provjeru forme i potpunosti prijave te ukoliko ne zadovoljava uvjete potpunosti i forme vraća se na doradu studentu. Po predaji prijave i eventualne dorade prijave referent/ica u referadi kompletira prijavu te se prijava šalje odboru/vijeću za doktorski studij. Ovisno o mišljenju povjerenstva za doktorski studij, sastavlja se zapisnik i u konzultaciji s mentorom predlaže se sastav povjerenstva za javni razgovor. Kandidat se informira o rezultatima prijave, a zapisnik se upućuje na raspravu na fakultetsko vijeće kao nova točka fakultetskog vijeća. Ukoliko se tema prihvaća nakon sjednice fakultetskog vijeća sastavlja se i dostavlja odluka članovima formiranog povjerenstva za javni razgovor. O istom se informira kandidat. Članovi povjerenstva dogovaraju termin javnog razgovora koji se objavljuje te se za navedeni termin rezervira dvorana i termin se objavi na oglasnoj ploči te web stranicama fakulteta. Kandidat priprema prezentaciju za javni razgovor i provodi se javni ragovor. Nakon provedenog razgovora povjerenstvo donosi odluku o prihvatljivosti teme o čemu se sastavlja izvješće, obavještavaju kandidat, mentor i fakultetsko vijeće. Kandidat, po pozitivnom mišljenju, u računalni sustav OBAD unosi informacije o prijavi. Nakon prihvaćanja izvješća s javnog razgovora na fakultetskom vijeću referada za doktorski studij prema odluci vijeća šalje kompletnu dokumentaciju na odbor za doktorske studije pri Sveučilištu na daljnju provjeru i prihvaćanje. Odbor za doktorski studij razmatra prijavu i ukoliko se postupak pozitivno završio obavještava se kandidat, mentor i fakultetsko vijeće o prihvaćanju teme čime proces prijave teme doktorske disertacije završava.

8.2 Dijagram poslovnog procesa *Prijava teme doktorske disertacije*

Model procesa prijave teme doktorske disertacije, koji je detaljnije opisan u prethodnom odjeljku, prikazan je na slici 8.1. Primjetno je da je proces formiran na način da bude jasno tko je izvršitelj aktivnosti.

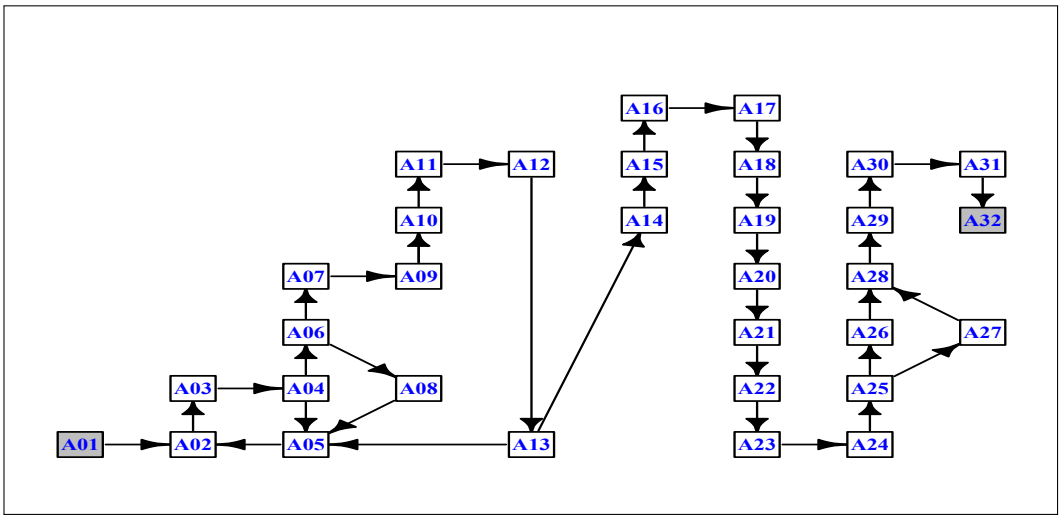

Predati prijavu teme doktorske disertacije
Kandidat
Predati prijavu teme doktorske disertacije
Pripremljena prijava disertacije i zadovoljeni uvjeti studija
Dobivena obavijest o potrebi za dopunom prijave
Potrebna dopuna ?
Ne
Da
Dopuniti i ažurirati prijavu
Dobivena obavijest o prolasku prijave na odboru/vijeću doktorskog studija
Dobivena obavijest o prolasku teme na FV i povjerenstvu za javni razgovor
Pripremiti prezentaciju za javni razg
Dobivena obavijest o terminu javnog razgovora
Termin javnog razgovora
Prezentirati temu na javnom razgovoru
Dobiveno izvješće s javnog razgovora
Potrebna dorada nakon javnog razgovora ?
Nadopuniti prijavu teme prema naputku izvješ
Poslati nadopunjenu prijavu povjerenstvu
Ažurirati i upisati podatke o prijavi u sustavu OBAD
OBAD
Draft prijave teme dr.sc. 1
Zatražiti dopunu prijave ili dokumentacije za doktorski studij
Dopunjena prijava ili dokumentacija
Obavijest o odluci odbora/vijeća za doktorski studij
Obavijest o prolasku teme na FV i povjerenstvu za javni razgovor
Obavijest o terminu javnog razgovora
Izvješće s javnog razgovora
Prijava teme dr.sc. 1
Odobriti temu doktorske disertacije na Sveučilištu
Sveučilište
Primljena kompletna dokumentacija prijave teme
Odobriti temu doktorata na vijeću područja i senatu
Tema prihvaćena
Prijaviti temu doktorske disertacije (Sastavnica)
Referada za doktorski studij
Primljena prijava teme dr.sc.1
Zaprimiti prijave tema i provjeriti kompletnost III
Prijava potpuna ?
Ne
Da
Zatražiti dopunu
Primljena dopuna prijave ili dokumentacije
Ažurirane prijave i prikupljena dokumentacija
Javiti rezultat odbora kandidatu
Proslijediti prijavu teme i zapisnik odbora FV
Dodati točku na FV
Pripremiti obluku o imenovanju povjerenstva za javnirazgovor
Poslati odluku članovima povjerenstva i kandidatu
Objaviti datum javnog razgovora i rezervirati dvoranu
Poslati izvješće s javnog razgovora kandidatu i mentoru
Kompletirati dokumentaciju za FV
Dokumentacija za prijavu na vijeću područja: Dr.sc. 1, Dr.sc. 2, Dr.sc. 3, Odluka FV o prijavi
Zaprimljeno izvješće o prijavi teme
Obavijestiti kandidata, mentora i FV o prihvaćanju teme
Kraj procesa - prihvaćena tema doktorske disertacije
Proslijediti prijavu teme s dokumentacijom na Sveučil
Prijava teme poslana na Sveuččilište
Odbor/ Vijeće doktorskog studija
Datum sjednice Odbora/Vijeća Doktorskog studija
Analizirati prijave tema
Da
Ne
Prijava teme prihvatljiva?
Predložiti povjerentsvo za javni razgovor
Sastaviti zapisnik
Zatražiti izmjene
Prijava se vraća na doradu
Fakultetsko vijeće
Datum sjednice FV
Raspraviti prijave na vijeću
Da
Ne
Prijava teme prihvatljiva?
Prijava se vraća na doradu
Imenovati povjerenstvo za javni razgovor
Datum sjednice FV
Odluka o prihvaćanju prijave i izvješća s janvog razgovora
Povjerenstvo za javni razgovor
Definirati datum javnog razgovora
Provesti javni razgovor
Primljene nadopune prijave
Prihvatiti nadopune i finalizirati izvješće

8.3 Mapiranje dijagrama procesa u matematički graf

Oznaka	Naziv aktivnosti
A01	Početak procesa
A02	Predati prijavu teme doktorske disertacije
A03	Zaprimiti prijavu teme i provjeriti kompletnost
A04	Zatražiti dopunu prijave
A05	Dopuniti i ažurirati prijavu
A06	Analizirati prijavu teme
A07	Predložiti povjerenstvo za javni razgovor
A08	Zatražiti izmjene
A09	Sastaviti zapisnik
A10	Javiti rezultat odbora kandidatu
A11	Proslijediti prijavu teme i zapisnik odbora FV
A12	Dodati točku na FV
A13	Raspraviti prijave na vijeću
A14	Imenovati povjerenstvo za javni razgovor
A15	Pripremiti odluku o imenovanju povjerenstva za javni razgovor
A16	Poslati odluku članovima povjerenstva i kandidatu
A17	Definirati datum javnog razgovora
A18	Objaviti datum javnog razgovora i rezervirati dvoranu
A19	Pripremiti prezentaciju za javni razgovor
A20	Prezentirati temu na javnom razgovoru
A21	Provesti javni razgovor
A22	Poslati izvješće s javnog razgovora kandidatu i mentoru
A23	Nadopuniti prijavu teme prema naputku izvješća
A24	Poslati nadopunjenu prijavu povjerenstvu
A25	Ažurirati i upisati podatke o prijavi u sustavu OBAD
A26	Prihvatiti nadopune i finalizirati izvješće
A27	Kompletirati dokumentaciju za FV
A28	Odluka o prihvaćanju prijave i izvješća s javnog razgovora
A29	Proslijediti prijavu teme s dokumentacijom na Sveučilište
A30	Odobriti temu doktoranda na vijeću područja i senatu
A31	Obavijestiti doktoranda, mentora i FV o prihvaćanju teme
A32	Kraj procesa

Tablica 8.1: *Prijava teme*: aktivnosti procesa

Tablica 8.1 prikazuje niz aktivnosti koje je potrebno pretvoriti u čvorove matematičkog grafa. Postojanje direktne veze između završetka jedne aktivnosti i početka druge aktivnosti u matematičkom će se grafu prikazati kao luk, usmjerenu vezu između dva čvora. Pošto neke aktivnosti imaju moguće ishode koji povlače provođenja prethodnih aktivnosti u matematičkom grafu procesa javljaju se petlje. Slika 8.2 prikazuje matematički graf procesa prijave teme doktorske disertacije.



Slika 8.2: *Prijava teme*: matematički graf poslovnog procesa

8.4 Analiza matematičkog grafa procesa

U ovom dijelu prikazujemo izračune vezane uz analizu grafa poslovnog procesa. Prvo analiziramo mjere složenosti i centraliteta grafa. Poslovni proces, u obliku grafa, analiziramo pomoću pokazatelja: povezanost grafa, dijametar grafa, raznolikost strukture te kompozitnog indeksa složenosti. Definicije pokazatelja navedene su u odjeljku 5.2. Tablica 8.2 prikazuje rezultate pokazatelja za graf poslovnih procesa.

Povezanost grafa u obzir uzima broj lukova i broj čvorova. Povezanost grafa P od 0.129 ukazuje da postoji približno 13% više lukova nego čvorova što upućuje na blago složeno strukturu i informira nas da se provedeni procesi mogu razlikovati u nizu aktivnosti koje su provedene, ali da razlika u tim nizovima nije izrazita. Ovaj pokazatelj olakšava usporedbu kompleksnosti

Pokazatelj	Vrijednost pokazatelja
Povezanost grafa - P	0.129
Dijametar grafa - L	28
Raznolikost strukture - D	18
Kompozitni indeks složenosti - K	1.187
Centralitet grafa α	0.4301

Tablica 8.2: *Prijava teme*: mjere složenost i centraliteta grafa

dva različita procesa, bez ulaženja u sam predmet procesa ili aktivnosti u procesu.

Dijametar procesa pokazuje koliki je najveći broj aktivnosti koji se treba provesti kako bi se projekt proveo do kraja, a da se ne aktiviraju petlje u grafu. Pošto graf sadrži 32 čvora, vrijednosti od 28 upućuje da većina aktivnosti nije ekskluzivna, tj. ne isključuje provođenje neke druge aktivnosti.

Raznolikost strukture D upućuje na broj različitih putova od početnog do završnog čvora. U konkretnom grafu složenost je 18 što upućuje na blagu raznolikost načina provođenja aktivnosti.

Kompozitni indeks složenosti zajednička je mjera složenosti za prethodna tri aspekta složenosti. Tako nam broj $K = 1.187$ ukazuje da se radi o kompliciranijem poslovnom procesu nego što su bila prethodna dva: odobravanje kredita i javna nabava. Dodatna složenost je izražena u broju i načinu izvođenja procesa različitim nizovima aktivnosti.

Centralitet grafa α je pokazatelj raspršenosti veza među aktivnostima, tj. upozorava nas postoji li u procesu aktivnost o čijem ishodu najviše ovisi niz aktivnosti koji će se provesti pri provođenju procesa. $\alpha = 0.4301$ za ovaj proces, najmanja je vrijednost u analiziranim primjerima te ukazuje da ne postoji neka ključna aktivnost u procesu koja će značajno određivati niz aktivnosti koji će se provoditi u procesu. Iz tog je aspekta ovaj proces jednostavniji od prethodna dva. S druge strane, veći brojevi u prethodnim aktivnostima ukazuju da bi bilo dobro identificirati te aktivnosti i više upravljačke energije usmjeriti na te aktivnosti kako bi se proces proveo željenim tokom.

Tablica 8.3 ukazuje sa koliko je aktivnosti pojedina aktivnost direktno povezana. Analiza ukazuje na aktivnosti koje imaju najveću vrijednost, jer u takve aktivnosti dovodi velik broj drugih aktivnosti ili njihov ishod može značajno odrediti daljnje izvođenje procesa. U našem primjeru to je aktivnost

A5:Dopuniti i ažurirati prijavu.

Stupanj čvora	1	2	3	4	5
Učestalost	0.00	0.09	0.66	0.22	0.03

Tablica 8.3: *Prijava teme*: distribucija stupnjeva čvorova grafa

Tablica 8.4 prikazuje rezultate pokazatelja centraliteta čvorova za graf poslovnih procesa. Komentari pokazatelja vezanih uz aktivnosti nalaze se u idućem odjeljku.

Daljnja analiza provodi se unošenjem mjera složenosti aktivnosti. Za svaku aktivnost određuje se relativan broj osoba u organizaciji koji može izvršiti aktivnost, $c_a \in [0,1]$; relativno očekivano trajanje aktivnosti $t_a \in [0,1]$; relativna složenost aktivnosti naspram broja mogućih različitih ulaza (informacija ili materijala) $i_a \in [0,1]$; relativna složenost aktivnosti naspram broja mogućih različitih izlaza (informacija ili materijala) $o_a \in [0,1]$ te stupanj inovativnosti (učestalost izvršavanja aktivnosti) $n_a \in [0,1]$, kako je to navedeno u primjeru javne nabave (prethodno poglavlje).

Na temelju svih definiranih informacija o aktivnostima definiramo kompozitni indeks r_a kao harmonijsku sredinu navedenih pokazatelja. Kompozitni indeks kompleksnosti aktivnosti iznosi:

$$r_a = \frac{5}{\frac{1}{c_a} + \frac{1}{t_a} + \frac{1}{i_a} + \frac{1}{o_a} + \frac{1}{n_a}}.$$

Vrijednosti pokazatelja navedene su u Tablici 8.5, a komentari rezultata analize nalaze se u idućem odjeljku.

- Čvor: Aktivnost	Stupanj	Blizina·100	Međupoloženost
A01	1.00	0.24	0.00
A02	3.00	0.24	123.00
A03	2.00	0.26	142.00
A04	3.00	0.27	161.00
A05	4.00	0.22	73.00
A06	3.00	0.29	173.00
A07	2.00	0.29	177.00
A08	2.00	0.21	4.00
A09	3.00	0.30	196.00
A10	1.00	0.10	0.00
A11	2.00	0.32	203.00
A12	2.00	0.34	222.00
A13	3.00	0.36	241.00
A14	2.00	0.17	216.00
A15	2.00	0.17	221.00
A16	2.00	0.16	224.00
A17	2.00	0.16	225.00
A18	2.00	0.16	224.00
A19	2.00	0.15	221.00
A20	2.00	0.15	216.00
A21	2.00	0.14	209.00
A22	2.00	0.14	200.00
A23	2.00	0.14	189.00
A24	2.00	0.13	176.00
A25	3.00	0.13	161.00
A26	2.00	0.12	60.00
A27	2.00	0.12	60.00
A28	3.00	0.11	104.00
A29	2.00	0.11	81.00
A30	2.00	0.11	56.00
A31	2.00	0.10	29.00
A32	1.00	0.10	0.00

Tablica 8.4: *Prijava teme*: mjere centraliteta čvorova grafa

- Čvor	c_a	t_a	i_a	o_a	n_a	r_a
A02	1.00	1.00	1.00	1.00	0.19	0.54
A03	0.80	0.86	0.69	0.89	0.77	0.80
A04	0.50	1.00	0.34	0.67	0.19	0.40
A05	0.20	0.69	-	-	0.04	rizik
A06	0.10	0.34	0.52	0.56	0.19	0.23
A07	0.80	0.93	0.86	1.00	0.23	0.57
A08	0.50	1.00	0.86	0.56	0.08	0.26
A09	0.40	0.93	0.93	0.78	0.08	0.26
A10	0.80	1.00	1.00	0.89	0.77	0.88
A11	0.80	1.00	1.00	1.00	0.77	0.90
A12	0.90	1.00	1.00	1.00	0.77	0.92
A13	0.50	0.93	0.93	0.89	0.77	0.76
A14	0.80	0.93	0.86	0.78	0.77	0.82
A15	0.90	0.90	1.00	1.00	0.77	0.90
A16	0.90	1.00	1.00	1.00	0.77	0.92
A17	0.90	1.00	1.00	1.00	0.77	0.92
A18	0.80	1.00	1.00	1.00	0.77	0.90
A19	0.30	-	0.69	-	0.19	rizik
A20	0.20	0.97	0.69	0.56	0.19	0.35
A21	0.30	0.97	0.69	-	0.02	rizik
A22	0.80	1.00	1.00	0.11	0.77	0.37
A23	0.30	0.34	0.34	0.56	0.10	0.23
A24	0.80	1.00	1.00	-	0.38	rizik
A25	0.80	1.00	1.00	1.00	0.77	0.90
A26	0.30	1.00	0.97	1.00	0.38	0.56
A27	0.60	0.97	0.97	0.89	0.77	0.81
A28	0.50	0.97	1.00	1.00	0.77	0.79
A29	0.40	0.97	1.00	1.00	0.58	0.69
A30	0.80	0.90	1.00	1.00	0.77	0.88
A31	0.90	1.00	1.00	1.00	0.77	0.92

Tablica 8.5: *Prijava teme*: mjere složenosti aktivnosti

8.5 Identificiranje potencijalnih organizacijskih rizika i predlaganje mjera za smanjenje rizika

Opisani proces ima 30 aktivnosti. Matematički graf procesa ima dodatna dva čvora koji predstavljaju početak i kraj procesa, a uvedeni su radi ostvarenja strukturne ispravnosti grafa.

Prvotna analiza grafa ukazala je da se radi o procesu koji je brojem aktivnosti složen, ali se analizom pokazuje da sama struktura procesa i nije značajno komplicirana. Iako postoji relativno velik broj putova kojima se može doći od početka do kraja procesa, ti putevi se značajno ne razlikuju. O tome su nam govorili pokazatelji složenosti grafa.

Kompozitni indeks i drugi indeksi složenosti omogućavaju vrlo brzi i jednostavni način usporedbe različitih procesa. Primjer su njihove vrijednosti na tri primjera koja su analizirana u ovom radu. Pokazatelji pokazuju da smo doista krenuli od jednostavnijih prema složenijim procesima.

Na temelju distribucije stupnjeva slobode (Tablica 8.3) primjetno je da postoji aktivnost koja je česta u grafu. Pod čestom smatra se da je povezana s još četiri druge aktivnosti i samim time utječe na raznolikost provođenja procesa i povećava rizik, tj. nesigurnost ishoda procesa.

Na temelju rezultata analize čvorova po mjerama centraliteta, čiji su rezultati prikazani u Tablici 8.4, vidljivo je da najveće vrijednosti Blizine poprimaju čvorovi A09, A11-A13. Rezultati te analize mogu nam poslužiti kao pomoć pri identificiranju ključnih momenata u prijavi: sastavljaju zapisnika o prihvaćanju ili odbijanju teme (A09) te prihvaćanje teme na fakultetskom vijeću. Ti trenuci su vjerojatno presuđujući u nastavku prijave i izrade doktorata, jer su dovoljno odmakli od početka procesa, a kraj je još prilično dalek. Vrijednosti za Međupoloženost ukazuju na čvorove A12-13 i A16-18. Karakteristika svojstva međupoloženosti je da najkraći putevi trebaju prolaziti kroz taj čvor, pa upućuju na aktivnosti koje daju dodatni poticaj provođenju procesa. Prve povećane vrijednosti pokazuju na događaje na fakultetskom vijeću koji se moraju provesti za uspješno provođenje prijave, a drugi niz je pokretanje aktivnosti vezanih uz održavanje javnog razgovora. Kad te aktivnosti prođu sve bi kasnije trebalo ići lakšim tokom.

Posljednja analiza, analiza s obzirom na sastav aktivnosti ukazuje da je potrebno posvetiti pažnju aktivnostima A05, A19, A21 i A24. Uvidom u popis aktivnosti vidljivo je da se radi o ažuriranju prijave, pripremi za javni razgovor, provedbi javnog razgovora i slanju dopuna ukoliko su tražene. Znači model i ovdje identificira očekivane rizike. Uz prethodno identificirane događaje vezane uz ocjenu teme i prihvaćanje na fakultetskom vijeću možemo potvrditi da model dobro ukazuje na ključne trenutke u provedbi procesa prijave teme doktorske disertacije.

Poglavlje 9

ZAKLJUČAK

Formalni opis procesa omogućuje dobivanje novih spoznaja o samom procesu koje se mogu koristiti za poboljšanje organizacije procesa (reinženjering procesa) i za upravljenje procesom, a samim time i upravljenje rizicima vezanima uz provedbu procesa.

U radu smo prikazali mogućnost korištenja matematičke teorije grafova u domeni modeliranja poslovnih procesa u svrhu identificiranja i opisa potencijalnih operativnih rizika u organizaciji. Primjena metoda složenosti matematičkog grafa upućuje na zadatke koji mogu biti kritični u izvođenju te ih treba dodatno analizirati, kako bi se izbjegli problemi u realizaciji poslovnog procesa.

Metodologija je prikazana na tri primjera procesa: procesu odobravanja kredita, na procesu javne nabave koju provode obveznici Zakona o javnoj nabavi te na procesu prijave teme doktorske disertacije.

Poglavlje 10

SAŽETAK

Rad ima nekoliko ciljeva:

- izraditi matematičku karakterizaciju dijagrama poslovnih procesa,
- definirati mjere kompleksnosti grafa i njegovih dijelova,
- na temelju mjera kompleksnosti opisati proces i identificirati aktivnosti koje bi mogle povećati rizik od neuspješnog izvršenja i
- prikazati metodologiju na primjeru.

U prvom dijelu opisujemo motivaciju uvođenja nove metodologije koja može biti izvor novih informacija korisnih pri provođenju poslovnih procesa.

U drugom dijelu rada se opisuju osnove upravljanja rizicima, kao područje u sklopu kojeg se razmatra uvođenje nove metodologije korisne za dobivanja informacija o rizicima u provođenju poslovnih procesa.

U trećem dijelu osvrćemo se na modeliranje poslovnih procesa i ukratko opisujemo aktualne standarde modeliranja poslovnih procesa.

U četvrtom dijelu predstavljamo osnove teorije grafova i navodimo problem strukturne ispravnosti modela poslovnih procesa te predlažemo način pretvaranja dijagrama poslovnog procesa u matematički graf.

U petom dijelu definiramo mjere složenosti grafa i njegovih dijelova, pokazujemo izračune na primjerima i opisujemo korake metodologije dobivanja novih informacija za upravljanje rizicima.

Na kraju rada provodimo analizu na tri poslovna procesa: poslovni proces odobravanja kredita, poslovni proces javne nabave i poslovni proces prijave teme doktorske disertacije.

Rezultati provedenog rada mogu biti korisni iz više aspekata, a posebno jer pružaju pregled nekoliko standarda modeliranja poslovnih procesa i upravljanja rizicima, definiraju novu metodologiju za dobivanje informacija o poslovnom procesu i o upravljanju rizicima.

Poglavlje 11

SUMMARY

This thesis has a few objectives:

- to develop of mathematical characterization of business process diagram,
- to define complexity measures of graphs and its' parts,
- to describe and identify activities, based on the complexity measures, which could be source of higher risk for project and
- to demonstrate the methodology on examples.

In first part we describe out motivation for introduction of a new methodology which can be source of new information useful for successful implementation of business project.

In second part we describe basics of risk management, as a field in which the new methodology is observed and can be useful for obtaining new information about risks attached to implementation of business process.

In third part we talk about business process modeling and briefly describe actual business process standards.

In forth part we write about basics of graph theory and describe structural correctness problems of business process models and introduce system of mapping business process models into mathematical graph.

In fifth part we define complexity measures of graph and its' parts, calculate those on examples and describe steps of methodology of obtaining new information for risk management.

In final part of this thesis we carry out analysis of business processes: (1) business process of loan approval, (2) business process of public procurement and (3) process of application of Phd thesis topic.

Results of this thesis can be useful from many aspects, specially because it gives overview of business process modeling standards and define new methodology of obtaining new information for risk management.

Bibliografija

[1] Balasubramanian, S., Gupta M., (2005), *Structural metrics for goal based business process design and evaluation*, Business Process Management Journal, Vol. 11 Iss: 6, pp.680 - 694

[2] Ensley, D.E., Crawey, J.W. *Discrete Mathematics, Mathematical Reasoning and Proof with Puzzles, Patterns, and Games*, John Wiley And Sons, Inc, USA

[3] Fischer L. (2005), *Work flow Handbook*, FutireStrategies Inc., USA

[4] Goodaire, E.G., Parmenter M.M. (2002), *Discrete mathematics with graph theory- 2nd ed.*, Prentice-Hall, Inc., USA

[5] Hanafizadeh,P., Osouli, E., (2011) , *Process selection in re-engineering by measuring degree of change*, Business Process Management Journal, Vol. 17 Iss: 2, pp.284 - 310

[6] Havey, M. (2005), *Essential Business Process Modeling*, O'Reilly Media, Inc., USA

[7] Institut of Risk Management (2002), *A Risk Management Standard*, IRM, Engleska

[8] Ko R.K.L., Lee S.S.G., Lee, E. W. (2009), *Business process management (BPM) standards: a survey*, Business Process Management Journal, Vol. 15 Iss: 5, pp.744 - 791

[9] Owen, M., Raj, J.(2003), *BPMN and Business Process Management*, PopkinSorftware, USA

[10] The International Organization for Standardization (2009), *Guide 73: Risk Management - Vocabulary*, 1st ed., ISO, Genova

[11] Veljan, D. (1989), *Kombinatorika s teorijom grafova*, školska knjiga, Zagreb

[12] Winkelmann, A. WeiSS B., (2011) , *Automatic identification of structural process weaknesses in flow chart diagrams*, Business Process Management Journal, Vol. 17 Iss: 5, pp.787 - 807

[13] YAWL User Group, *http://www.yaug.org/content/course-modeling-and-implementing-business-processes-yawl*, pristupljeno: 4.6.2014

[14] Vaughman, E., Vaughman, T. (2000), *Osnove osiguranja: Upravljanje rizicima*, MATE, Zagreb

ŽIVOTOPIS

Rođen sam 6. veljače 1982. godine u Čakovcu. Osnovnu školu završio sam u Vratišincu, Međimurska županija. Matematičku gimnaziju završio sam u Gimnaziji Čakovec 2000. godine.

Od 2000. do 2006. godine studirao sam u Zagrebu na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Matematičkom odjelu i diplomirao na smjeru Matematička statistika i računarstvo te stekao naziv diplomirani inženjer matematike. Po završetku diplomskog studija upisao sam poslijediplomski specijalistički studij aktuarske matematike, koji sam završio 2014. godine i stekao naziv sveučilišni specijalist aktuarske matematike.

Pri kraju diplomskog studija zaposlio sam se u osiguravajućem društvu Allianz Zagreb kao aktuar te sam na navedenom radnom mjestu bio godinu i pol. Nakon toga služio sam vojni rok, a 2007. godine zaposlio sam se na Fakultetu organizacije i informatike na radnom mjestu asistent na Katedri za kvantitativne metode.

Po zaposlenju na Fakultetu organizacije i informatike upisao sam sveučilišni specijalistički studij menadžmenta poslovnih sustava, a nešto kasnije doktorski studij iz informacijskih znanosti. Radim na završetku navedenih studija.

Od dodatnog angažmana izdvojio bih nekoliko dodatnih obrazovanja/usavršavanja i rezultata aktivnosti. Vezano uz područje upravljanja projektima istaknuo bih nekoliko edukacija na europskim sveučilištima (Njemačka, Slovačka, Austrija), napisano poglavlje u knjizi Projektni ciklusi u znanosti i razvoju te sudjelovanje pri izradi tri studije pred-izvodljivosti s naglaskom na financijsku i ekonomsku analizu isplativosti te analizu rizika. Uz područje vezano uz financije izdvojio bih certifikate za brokera i investicijskog savjetnika te upravitelja MOD-ovima, vezano uz područje obrazovanja rad u visokom obrazovanju, jednogodišnji certificirani program iz e-učenja u organizaciji CARNet-a te dvije nagrade za najbolje izveden kolegij primjenom sustava za elektroničko učenje. U području javne nabave certifikat za specijalista i trenera u sustavu javne nabave te niz održanih predavanja na teme vezane uz javnu nabavu.