

VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE

Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije broj 4 – 46/2022. od 02.03.2023., određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Miomir Rakić – **master inženjer mašinstva**, pod nazivom: „Razvoj i primena ciljno vođenog procesnog skladišta podataka kao osnove za inteligentnu analizu procesa održavanja opreme“ o čemu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

I. Osnovni podaci o kandidatu

Kandidat Miomir Rakić, master inženjer mašinstva, rođen je 14.02.1961. godine u Rijeci, Republika Hrvatska. Osnovne studije završio je 1987. godine na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, na smeru za proizvodno mašinstvo, gde je stekao zvanje master inženjer strojarstva (mašinstva). Njegov diplomski rad je dobio prvu nagradu Sveučilišta u Rijeci. U toku pohađanja studija, obavljao je posao demonstratora na više predmeta i objavio svoj prvi naučni rad u Zborniku radova Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, 1987. godine.

Iste godine započinje svoju profesionalnu karijeru u kompaniji Energoprojekt-Energodata gde je tokom 11 godina i 7 meseci bio na raznim pozicijama od programera, administratora baze podataka, preko sistem inženjera i kao vođa projekta u implementaciji informacionih sistema. Godine 1999. postaje tehnički direktor u Energoprojekt-Energodata, da bi nakon 6. godina postao zamenik direktora. Nakon samo 7. meseci na toj poziciji biva unapređen u direktora i postaje član odbora direktora u Energoprojekt Energodata. Tokom svog 32-godišnjeg rada u Energoprojektu, bio je i na drugim pozicijama kao što su direktor prodaje i marketinga i direktora IKT sektora. Godine 2019. počinje da radi i kao savetnik i konsultant u Direct Link d.o.o. Godine 2020. počinje da radi u kompaniji Informatika a.d. kao rukovodilac projekta iz oblasti informacionih tehnologija, da bi od januara 2022. bio na poziciji *Head of Technologies Council Services*.

Tokom svog 36-to godišnjeg iskustva, kandidat je učestvovao na raznim projektima, gde je uglavnom bio utemeljivač novih ideja i inovacija u domenu primene IT-a i rešavanja složenih problema u praksi. Ovde će biti nabrojani samo neki projekti od 2000-te godine do danas:

1. Preliminarni dizajn integrisanog informacionog sistema - Industrija boja i lakovi Duga, 2000. – 2001.

2. eGovernment rešenje za **Skupštinu SR Jugoslavije**, 2001. – 2003.
3. Projektovanje, razvoj i implementacija rešenja za poslovanje banke, uključujući i sistem izveštavanja – **Hipotekarna banka Podgorica**, Crna Gora, 2002. – 2004.
4. Implementacija sistema za platni promet, uključujući i sistem poslovnog izveštavanja – **Beobanka Beograd**, 2002. – 2004.
5. Implementacija *Business Intelligence* projekta u **Telekom Serbia**, 2004. –2006.
6. Implementacija projekta poslovnog izveštavanja u **JKP Infostan**, 2009.
7. Implementacija BI projekta u **Energoprojekt Holding**, 2009.
8. Omni-channel cloud sistem za poreske prijave, **UNIQA osiguranje**, 2009.
9. Archiving and managing of shareholders documents, **Energoprojekt Holding**, 2013.
10. Rešenje za poslovno izveštavanje (BI), Partner **Microcredit Foundation, Tuzla, B&H**, 2015. – 2016.
11. Upravljanje poslovnim procesima zasnovano na DMS/OCR i BI rešenjima, Partner **Microcredit Foundation**, Tuzla, BiH, 2015. – 2017.
12. OCR podataka i analiza finansijskih algoritama za upravljanje kreditima, **Sberbank Srbija**, 2016. – 2017.
13. Rešenje za održavanje opreme, **Energoprojekt Energodata a.d., Imlek, Savezna Skupština**, 2005. – 2019.
14. Poštanski informacioni sistem, **Pošta Crne Gore**, 2019. – 2019.
15. Rukovođenje projektom unapređenja infrastrukture i instalacije opreme u **Pepsico – Marbo**, Laktaši BiH, 2020. – 2021.
16. Rukovođenje projektom izrade i implementacije softvera za automatizaciju putnih naloga za **Fond PIO**, 2021. – 2022.
17. Rukovođenje projektom nadogradnje informacionog sistema povezivanjem Oracle BI rešenja i Sistema E-faktura za **Ministarstvo finansija**, zajedno sa Oracle Srbija i Crna Gora DOO kao podizvođačem, 2020. – 2021.
18. Rukovođenje projektom sa strane Informatike a.d. – implementacija Oracle Service Bus za **Ministarstvo finansija**, partnerstvo sa Informatika a.d. i Assecos SEE Beograd DOO, 2020. – 2021.
19. Rukovođenje projektom „Implementacija softverskog okruženja za upravljanje projektima“ u **JKP Beogradski vodovod i kanalizacija**, 2022. do danas.
20. Rukovođenje projektom „Automatizacija procesa prijema i uručenja pošiljki“, u **JP Pošta Srbije**, 2021. – 2022.
21. Rukovođenje projektom „Implementacija novog BPM i DMS sistema“ u **JKP Infostan tehnologije**, 2022. do danas.
22. Rukovođenje projektom „Integracija postojećih billing sistema u **Srbijagas a.d.** sa Sistemom e-faktura“, 2022. do danas.

Pored profesionalne karijere, kandidat Miomir Rakić rezultate svojih projekata i inovativna rešenja objavljuje u naučnim časopisima, zbornicima radova naučno-stručnih skupova, konferencija i dr. Do danas ima ukupno publikovanih 16 radova. Kao krunu svoje karijere, kandidat Rakić, prijavljuje doktorske studije na Univerzitetu Singidunum, 2010. godine, na studijskom programu „Inženjerski sistemi u menadžmentu“.

Kandidat Miomir Rakić ima objavljen rad u časopisu *Energies*, kategorije M21, čime je ispunjen preduslov za odbranu doktorske disertacije.

Referenca rada:

Bacanin, N., Stoean, C., Zivkovic, M., Rakic, M., Strulak-Wójcikiewicz, R., Stoean, R. (2023) On the Benefits of Using Metaheuristics in the Hyperparameter Tuning of Deep Learning Models for Energy Load Forecasting. *Energies*. 2023; 16(3):1434. <https://doi.org/10.3390/en16031434> (M21)

Dodatne informacije i naučnom časopisu:

Časopis *Energies* je renomirani časopis, otvorenog pristupa, sa *impact* faktorom 3.252 (2021). Više informacija na sajtu: <https://www.mdpi.com/journal/energies>.

Source title ↓	CiteScore ↓	Highest percentile ↓	Citations 2018-21 ↓	Documents 2018-21 ↓	% Cited ↓	SNIP ↓	SJR ↓	Publisher ↓
Energies <i>Open Access</i>	5.0	85% 18/118 Control and Optimization	117145	23,529	74	1.104	0.653	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)

Dodatne informacije o doprinosu naučnog rada:

Primena *deep learning* arhitektura za energetske modeliranje u cilju predviđanja energetskog opterećenja. Cilj rada nije predlaganje najboljeg modela, već da pokaže kako se podešavanjem hiperparametara DL modela, putem metaheuristike, dolazi do bolje prilagođenih modela, a ujedno i do boljih rezultata.

Preostali objavljeni radovi:

Spisak rezultata M33

1. Rakić, M., Veljović, A., Jovanović, D. (2022) „*Integration and Improvement of I4.0 by Including IPA and PDW Concepts*“, Naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem ”Tehnike i tehnologije za industriju 4.0” TTI4.0-2022, Jul 2022, Beograd, str. 75-86. ISBN 978-86-87379-22-0.
2. Rakić, M., Stanojević, Lj. i Veljović, V. (2021) „*An Approach to Design and Implement Business Intelligence Solution for a Real-Time Financial Reporting*“. In: Proceedings of the 11th International Conference "Economics and Management-Based on New Technologies" (EMoNT-2021); Vrnjačka Banja, Serbia; 20-23 June 2021. Edited by Predrag Dašić. SaTCIP Publisher Ltd., 2021, str. 1–8. ISBN 978-86-6075-077-0.
3. Rakić, M., Petković, B., Savković, M., Janjić, R., Pantović, V. (2009) „*ETL sistemi u procesu implementacije BI rešenja*“, XVIII Festival informatičkih dostignuća INFOFEST 2009, Zbornik radova, Budva, Crna Gora.
4. Petrović, T., Rakić, M. (2007) „*Optimizacija izveštavanja korišćenjem OLAP modela i poslovne inteligencija na primeru poštanske aplikacije u Pošti Crne Gore*“, XVI Festival informatičkih dostignuća INFOFEST 2007, Zbornik radova, Budva, Crna Gora.

5. Rakić, M. (1999) *Karakteristike i dalji razvoj Data warehouse koncepta*, YuInfo '99, Zbornik radova, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik.

Spisak rezultata M53

1. Rakić, M., Regodić, D., Grubor, G. (2015) Applying Process Warehouse in Analysis of Business Processes Success Rate, *International Journal of Computer Applications*, Vol. 125, No.8, September 2015, ISSN 0975-8887.
2. Rakić, M., Kukić, N. (1999) Savremena razvojna platforma za projektovanje informacionih sistema, *Energoprojekt: stručni časopis*, br. 9, Januar 1999., str. 55-60. ISSN 0353-4952.
3. Rakić, M., Pantović, V. (1999) Primena data warehouse arhitekture kao podrška modernim poslovnim sistemima, *Energoprojekt: stručni časopis*, br. 9, Januar 1999., str. 69-74. ISSN 0353-4952.

Spisak rezultata M61:

1. Rakić, M., Veljović, V., Stanojević, Lj., Veljović, A. (2016) *Konceptualni model kao most za povezivanje relacionog i dimenzionalnog modela*, Zbornik radova 1. Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem, Informacione tehnologije, obrazovanje i preduzetništvo, *ITOP16*, (2016, Čačak), str. 185-193, ISBN – 978-86-7776-200-1.

Spisak rezultata M63:

1. Perić, B., Rakić, M., Crveni, Z., Kušić, D., Jovanić, R., Petković, B. (2013) *E-arhiva službe za akcije Energoprojekt Holding-a - prva primena DMS/BPM sistema u Energoprojekt Holding a. d.*, Stručni skup ARHIV INFO 2013, Zbornik radova, str. 67–76, Kladovo, Srbija.
2. Rakić, M. (2003) *IIS i upravljanje dokumentima u Saveznoj skupštini*, Regionalna konferencija InfoTech'03, Vrnjačka banja.
3. Rakić, M. (2002) *Razvoj aplikacije platni promet*, Regionalna konferencija InfoTech 2002, Jun 2002, Vrnjačka Banja.
4. Rakić, M. (2002) *Sistemi za analizu i izveštavanje, ključ uspeha u savremenim finansijskim institucijama*, XIII savetovatelj inženjera u bankama - BankInfo 2002, Palić, Republika Srbija.
5. Rakić, M., Pantović, V. (1998) *Data warehouse arhitektura u otvorenim sistemima*, XIII Naučno-stručni skup InfoTech '98, Zbornik radova, Vrnjačka Banja.
6. Rakić, M. (1997) *Karakteristike i ocena upotrebljivosti IDEF0 i IDEF1X metoda za projektovanje informacionih sistema*, XII Naučno-stručni skup InfoTech '97, Zbornik radova, Vrnjačka Banja.

II. Osnovni podaci o doktorskoj disertaciji

Doktorska disertacija kandidata Miomira Rakića, master inženjera mašinstva, urađena je na ukupno 223 strane, od čega 16 strana čine prilozi i spisak literature. Spisak literature obuhvata 158 referenci koje čine naučni radovi, knjige, zbornici radova, zakonski propisi kao i elektronski izvori. Uz osnovni tekst disertacija sadrži 60 slika, 25 tabela i 14 dijagrama.

Doktorska disertacija kandidata Miomira Rakića, bila je podvrgnuta proveri softverom za ustanovljavanje preklapanja/plagijarizma (*iThenticate Plagiarism Detection Software*). Ukupan procentualni iznos zapaženih preklapanja iznosi 3% disertacije.

III. Predmet i cilj istraživanja

U doktorskoj disertaciji pod nazivom „Razvoj i primena ciljno vođenog procesnog skladišta podataka kao osnove za inteligentnu analizu procesa održavanja opreme“, uslovio je multidisciplinarni pristup pronalaženju rešenja koji je obuhvatio istraživanja u oblasti višekriterijumske analize, standarda za snimanje procesa, skladišta podataka, izbora najoptimalnijih algoritma za obuhvat podataka, kao i istraživanje u oblasti izbora optimalne strukture podataka za izveštavanje i analizu poslovanja. Zbog toga je u prvom koraku bilo potrebno odgovoriti na zahtev za izbor odgovarajućeg standarda, zbog koga je bilo potrebno definisati kriterijume po kome bi se izvršio njegov izbor. Nakon toga se primenom višekriterijumske analize, izvršeno poređenje 4 standarda (DFD, IDEF0, IDEF3 i BPMN) kojom je trebalo da se izabere najoptimalniji standard za zahtevani proces koji se snimao. Pregledom raspoloživi struktura baza podataka, bilo je potrebno da se ustanovi koja struktura bi bila najpodesnija za zahtev koji se odnosio na unapređenje procesa poslovanja. Posebna pažnja je bila usmerena na ocenu dovoljnosti strukture vezane za integraciju internih i eksternih podataka koje mogu da utiču na rezultat analize poslovanja. Zatim je u finalnom segmentu bilo potrebno da se izvrši izbor i uparivanje odgovarajuće šeme strukture na osnovu izabrane strukture baze i pronalaženje odgovarajuće platforme za izvršavanje upita koji bi bili osnova za analizu.

Glavni cilj ovog istraživanja se može formulisati kao: Izbor, unapređenje i primena postojeće metode bazirane na procesnom skladištu podataka kojim se olakšavaju i utvrđuju smernice ka analizi performansi poslovnih procesa i njihovom unapređivanju. Osim glavnog cilja, **ostali ciljevi** i zadaci su sledeći:

- Pregled i klasifikacija postojećih pristupa koji se koriste u analizi performansi procesa koji se kasnije koristi u procesu unapređenja samih posmatranih procesa,
- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti snimanja poslovnih procesa,
- Klasifikacija informacija iz oblasti primene standarda za snimanje poslovnih procesa i izbor odgovarajućih kriterijuma za ocenjivanje kvaliteta standarda za snimanje procesa,
- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti metoda višekriterijumske analize, metoda određivanja težinskih faktora i standarda za snimanje procesa,
- Izbor odgovarajućeg standarda za snimanje procesa primenom višekriterijumske analize
- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti baza podataka i izbor osnovnog modela

- Predlog usklađivanja osnovnog modela baze podataka sa zahtevima vezanim za problem istraživanja
- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti algoritama za ekstrahovanje, transformaciju i punjenje baza podataka iz operativnih baza kao i integracija sa okruženjem,
- Klasifikacija informacija iz naučne literature iz oblasti modeliranja skladišta podataka.

IV. Hipotetički okvir istraživanja

Na osnovu ciljeva rada proizilazi sledeći hipotetički okvir koji se sastoji od generalne hipoteze i posebnih hipoteza.

Opšta hipoteza ove doktorske disertacije može da se definiše kao: *Razvoj skladišta podataka orjentisanog na procese i integrisanog sa ciljevima i ograničenjima poslovnog procesa doprineće boljoj analizi i unapređenju procesa i donošenju kvalitetnijih odluka.*

Pojedinačne hipoteze u radu su:

- H1: IDEF0 ili prošireni BPMN standardi za snimanje i modelovanje poslovnih mogu pružiti dovoljan broj činjenica neophodnih za analizu i unapređenje poslovnih procesa, kao i za kvalitetniji razvoj procesnog skladišta podataka.
- H2: Prepoznavanje objekata i definisanje njihove strukture, kao i uticaj na aktivnosti unutar procesa su neophodni za modelovanje i razvoj kvalitetnog procesnog skladišta podataka.
- H3: Obuhvat svih aktivnosti unutar procesa, korelacija procesa sa okruženjem i prepoznavanje ograničavajućih i ciljnih elemenata za vrednovanje realizacije poslovnog procesa su ključni za unapređenje procesnog skladišta.
- H4: Primena procesnog skladišta podataka u potpunosti zadovoljava strukturu i obim podataka neophodnih za analizu i unapređenje procesa donošenja odluka.
- H5: Izbor objektnog procesnog skladišta podataka, ciljno orjentisanog obezbeđuje celovit uvid u odvijanje procesa i za analizu i unapređenje procesa odlučivanja.
- H6: Integracija zadovoljavajućeg standarda za snimanje poslovnih procesa, integrisanim sa procesnim skladištem podataka, baziranim na objektnom pristupu, a usmerenim na dostizanje zadanog cilja u potpunosti obezbeđuje kompletnu platformu kao osnov za razvoj inteligentnog poslovnog sistema.

V. Metodologija istraživanja

Naučni metod podrazumeva objedinjenost logičkih načela i pravila, teorijskih saznanja o stvarnosti, te praktičnih radnji i tehničkih sredstava koja su primenjena u istraživačkim aktivnostima. Osnovne metode kod logičkih pravila i načela se mogu grupisati u analitičke (analiza, apstrakcija, specijalizacija i dedukcija) i sintetičke (sinteza, konkretizacija, generalizacija i indukcija). Korišćene analitičke i sintetičke metode u radu su:

Analiza. Analiza je rastavljanje predmeta istraživanja na njegove sastavne delove, odnosno na činioce strukture, funkcije veza i odnosa u određenom prostoru i vremenu. Kako je početna motivacija autora za analizom problema kojim se bavio u radu, potekao iz prakse, konkretno, projekta unapređenja modula za praćenje procesa održavanja opreme, otuda je izvršena analiza standarda za modelovanje procesa, analiza poslovnih procesa, objekata, struktura baza podataka sa posebnim osvrtom na vrste skladišta podataka, aplikativnih rešenja i dr.

Specijalizacija. Metodu specijalizacije čine postupci analize, odnosno saznavanja posebnog i pojedinačnog u opštem pri čemu je opšte shvaćeno kao celina sastavljena od delova koji su evidentne razlike na osnovu kojih se može identifikovati njihova posebnost u određenom poretku. Primenom višekriterijumske metode, odabran je standard za modelovanje procesa, koji će dati kvalitetan ulaz u procesno skladište podataka. Takođe postupkom specijalizacije, predložena su proširenja BPMN standarda.

Apstrakcija. Ova metoda je specifična jer ima svoj metodički postupak koji se zove apstrahovanje i predstavlja misaoni postupak izdvajanja opšteg iz posebnog i posebnog iz opšteg. Vrlo često se iz pojedinačnog izvlači opšti jer na taj način uklanjamo problem prevelikog komplikovanja kroz detaljnu specijalizaciju. Metodom apstrakcije u radu su izvučeni i prikazani koraci za snimanje i analizu poslovnih procesa u cilju razvoja procesnog skladišta podataka.

Induktivno-deduktivna metoda omogućava sticanje znanja zasnovanog na primeni empirijskih podataka o načinima i različitim pristupima definisanju kriterijuma relevantnih za donošenje odluka u izboru optimalnog standarda za snimanje poslovnih procesa, izbora modela podataka, kao i prepoznavanje eksternih elemenata koji utiču na odvijanje poslovnih procesa, a koje je ne proizvodi sam proces, niti okruženje u kome se sam proces odvija.

Metodom sinteze u radu je dat predlog razvoja ciljno vođenog procesnog skladišta podataka. **Metod konkretizacije** se u radu koristio uglavnom nakon određenih definicija u cilju njihovog pojašnjenja kroz praktičnu primenu.

Teorijsko-epistemološki deo naučnog metoda sadrži teorijsko-metodološke pravce i opšte naučne metode koje se koriste za sticanje saznanja u svim naučnim disciplinama. Opšte naučne metode koje su korišćene pri izradi ovog naučno istraživačkog rada su: statistička metoda, metoda modelovanja, aksiomatska metoda, analitičko-deduktivna metoda i komparativna metoda. U ovom radu je primenom statističkih metoda izvršena analiza vremenskih intervala koji su evidentirani postojećom aplikacijom i prenetih u PDW, gde su analizirani na nivou kompletnog procesa popravka opreme, od prijema zahteva za popravkom, ka izdavanju naloga, odlaskom na teren i otklanjanjem kvara.

Metoda modelovanja je metoda kojom predstavljamo važne elemente nekog predmeta kao jedinstvene i nedeljive celine. U radu su prikazani standardi za modelovanje procesa i date su analize različitih metoda modelovanja radi utvrđivanja podesnosti IDEF0 metodologije kao osnove za modeliranje ovako koncipiranog procesa. Takođe važan segment ovog rada je i razumevanje i modelovanje podataka, koji je rađen pomoću IDEF1X standarda. Izvori podataka u ovom radu su Radni nalozi koje popunjavaju serviser na terenu i prijave i defektaže koje se (ukoliko ima potrebe za njima) unose direktno u računar. Iako se kod prikupljanja podataka koriste različite metode, u ovom radu je korišćena tehnika posmatranja i analize sadržaja dokumenata, uz analizu pojedinih studija slučaja. Studija slučaja u radu obuhvata jednu širu studiju u smislu analiziranja uspešnosti održavanja bankomata u više banaka koja se održava iz jednog centra. Analiza sadržaja dokumenata je samostalna metoda odnosno, to je nezamenljiv, prodoran i pouzdan operativni metod skupljanja i tretmana podataka o prošlim, sadašnjim i budućim pojavama, o teritorijalno i vremenski bliskim, ali i veoma udaljenim pojavama. Dokument koji je bio predmet analize u ovom radu je Radni nalog. Za analizu dokumenta, njegovu strukturu, raspored elemenata i prepoznavanje podataka je korišćena RPA (Robotic Process Automation), a alat koji je pri tome korišćen je ABBYY FlexyChapter.

U radu je pored pregleda i analize postojeće literature, detaljno opisan pristup unapređenja postojećeg ERP sistema, odnosno modula za praćenje procesa održavanja opreme i njegova nadgradnja sa procesnim skladištem podataka kao osnovom za korišćenje savremenih alata za inteligentno poslovno izveštavanje. U tu svrhu je izgrađen poseban model procesnog skladišta podataka. Analiza procesa je izvršena sa stanovišta dva pogleda, pogleda korisnika održavanja i sa druge strane, službe održavanja. U radu su pored osnovnog pregleda skladišta podataka, opisane specifičnosti koje se odnose na procesno skladište podataka (*Process Data Warehouse*, PDW) i posebnu podgrupu PDW-a, tzv. ciljno upravljani PDW. Date su njegove specifičnosti i nadgradnja nad dosad poznate postulate PDW-a, a koje se odnose na izbor cilja i indikatore koji se odnose na taj cilj. Izvršen je izbor najpodesnijeg standarda za snimanje procesa na osnovu postojeće literature i korišćenjem višekriterijumske analize. Na kraju je dat pregled dela analiza izrađenih korišćenjem PDW-a i prednosti nadgradnje dosad poznatih indikatora koji se koriste pri analizi podataka u PDW-u.

Metoda ispitivanja u konkretnom slučaju odnosi se na podatke o ostvarenim intervencijama u periodu od sedam godina, koje je podrazumevalo raščlanjivanje procesa na podprocese, kao što je prijava kvara, defektaža i rad po izdatom radnom nalogu. Osim toga, prikupljeni podaci su morali biti proanalizirani u cilju eliminisanja podataka koji nisu konzistentni, odnosno iz nekog razloga ih nije bilo moguće povezati u relaciji prijava-održavanje-rad po radnom nalogu.

VI. Kratak prikaz sadržaja doktorske disertacije

Doktorska disertacija je podeljena na osam poglavlja.

U **uvodnom poglavlju**, daju se metodološke osnove istraživanja, predmet ciljevi i zadaci istraživanja, kao i hipoteze istraživanja, metode i naučna opravdanost istraživanja. U delu koji se odnosi na strukturu rada, daje se sadržaj rada, kao i kratak opis pojedinih poglavlja.

U **drugom poglavlju** se daje opis poslovnog procesa i životni ciklus upravljanja poslovnim procesima. U nastavku poglavlja se daje pregled najpoznatijih standarda za snimanje poslovnih procesa, njihove prednosti i nedostaci. Na primeru četiri poslovna procesa koji su analizirani sa četiri različita standarda za snimanje procesa, date su osnovne karakteristike svakog pojedinog standarda, njihove prednosti i nedostaci. U poglavlju se daju i teorijske osnove poslovnog procesa kao i osnove koje se odnose na životni ciklus upravljanja procesima.

Treće poglavlje uvodi u koncept skladišta podataka, dat je pregled arhitektura za posmatrani problem, kao i varijante prepoznavanja i povezivanja elemenata poslovnih procesa. Predstavljen je pregled načina ažuriranja podataka u dimenzionalnim tabelama, a posebna pažnja je posvećena oblastima i podacima koji se odnose na posmatrani proces.

Četvrto poglavlje uvodi u teorijske postavke posebnog tipa skladišta podataka, tzv. procesnog skladišta podataka i daju se njegove karakteristike. Uvodi se pojam objektnog procesnog skladišta podataka, koji definiše integraciju procesnog skladišta podataka sa objektima koji nastaju unutar procesa, kao i ulazno/izlaznih objekata. Izvršena je analiza performansi koje pruža objektni procesni DW, kao i komponente radnog okruženja za projektovanje. Dat je pregled tipova procesnog DW-a i njihove karakteristike i koje su ostvarene primene. Posebna pažnja je vezana za specifikaciju dizajna procesnog DW-a, kao i karakteristike ciljno vođenog

PDW-a. U nastavku poglavlja je izvršena analiza posmatranog procesa i razrađeni elementi koji se odnose na poboljšavanje i unapređenje procesa i prezentovane su mogućnosti PDW uza analizu performansi za unapređenje poslovnog procesa.

Peto poglavlje daje pregled literature iz oblasti analize i standarda za snimanje procesa koja je analizirana i iskorišćena u ovoj disertaciji.

U šestom poglavlju se opisuje unapređena metoda primene PDW kao osnove za snimanje i analizu poslovnih procesa. U ovom poglavlju se opisuje prošireni proces koji se analizira, vrši se izbor standarda kojim će se obaviti snimanje procesa, opisani su prepoznati objekti, njihova struktura i uticaj na odvijanje procesa, kao i prepoznavanje ciljeva kome proces treba da teži. Izvršena je analiza postojeće IT platforme koja će se iskoristiti za obuhvat podataka. Detaljno je opisan izbor odgovarajuće strukture baze podataka, njene prednosti i nedostaci, kao i izazovi pri generisanju klasičnog DW-a i procesnog DW-a. Data je kompletna procedura za generisanje ETL procedura, sa posebnim naglaskom na pripremi i obuhvatu eksterni graničnih elemenata koji se moraju integrisati u inicijalnu strukturu baze podataka. Na kraju je dat izbor odgovarajućeg modela za prezentaciju i istraživanje izazova koji se mogu očekivati u toku tog procesa. Zatim su detaljno navedene karakteristike BPMN standarda, definisanje nosioca podataka prikazanih kroz dataObject-e i data stor-ove. Teorijski je detaljno opisan postojeći i novi pristup prepoznavanju atributa objekata, kao i njihov značaj. Predloženo je proširenje BPMN standarda kojim bi se u potpunosti zadovoljili zahtevi koji se zahtevaju kad je u pitanju potreba za analizom kompletnog procesa i primene procesnog DW-a kao osnove za tu analizu. Prezentovan je teorijski i praktičan primer unapređenja BPMN standarda kao osnove za njegovu integraciju sa objektnim procesnim DW-om ciljno vođenim.

U sedmom poglavlju je opisan pilot projekat koji je bio neophodan da bi se potvrdile teorijske postavke. Opisana je njegova struktura i nosioci podataka koji su poslužili za analizu. U nastavku su opisane integracije ograničenja i ciljeva sa procesnim DW-om, u okviru koje je fokus na izgradnju strukture cilja. U drugom delu poglavlja se opisuje konceptualni i implementacioni nivo koji obezbeđuje integraciju i implementaciju ciljeva sa PDW. U nastavku su detaljno prikazane analize baznih podataka iz radnih naloga koji su ETL procedurama smešteni u PDW i analiza ispunjenosti ciljeva. Dat je pregled analiza koje se odnose na ispunjenost uslova vezanih za raspoloživost bankomata, vremena potrebnog za izlazak na teren i rezoluciju kvara. Posebna pažnja je vezana za uticaje i njihovu analizu, ali koji nisu bili evidentirani u logovima instanci kroz platformu postojećeg rešenja. U pitanju su uticaji koji se odnose na godišnja doba, datume u nedelji i sl. Ovde je dato teorijsko rešenje i praktična primena proširenja koja se odnose na integraciju eksternih elemenata koji utiču na odvijanje procesa, a obuhvaćeni su posebnim procedurama i smešteni su u prošireni PDW. Zatim je dat zbirni pregled ostvarenih ciljeva koji su sada bazirani na podacima definisanim unutar unapređenog PDW, odnosno Objektnog procesnog DW-a ciljno vođenog. Ostvareni ciljevi su analizirani sa stanovišta korisnika (Banke), pružaoca usluge (servisa) i kompanije unutar koje funkcioniše servis. Dat je pregled različitih tumačenja uspešnosti i dat je naglasak na prednosti koju je omogućio Objektni procesni DW u odnosu na klasičan DW.

U osmom poglavlju su data zaključna razmatranja kroz osvrt na polazne hipoteze i potencijalne smernice naučnog rada u onim oblastima koje su u disertaciji delimično obrađene ili problematizovane.

VII. Postignuti rezultati i naučni doprinos doktorske disertacije

Istraživanje, čiji su rezultati prikazani u disertaciji, rezultirali su teorijskim pristupom za izbor najpovoljnijeg standarda za snimanje poslovnih procesa, teorijskim konceptom proširenje procesnog skladišta podataka, integracijom sa objektima, njihovom strukturom, kao i teorijskim konceptom uključivanja ograničenja i ciljeva u ETL procedurama, te njihovog uključivanja u osnovnu strukturu skladišta podataka. Da bi se sagledali postignuti rezultati, odgovoriće se na postavljene pojedinačne hipoteze.

H1: „*IDEF0 ili prošireni BMPN standardi za snimanje i modelovanje poslovnih mogu pružiti dovoljan broj činjenica neophodnih za analizu i unapređenje poslovnih procesa, kao i za kvalitetniji razvoj procesnog skladišta podataka*“. Ova hipoteza je dokazivana nizom pojedinačnih aktivnosti. Prvo je izvršena analiza najkorišćenijih alata za snimanje poslovnih procesa i na osnovu te analize odabrano je 4. Za svaki od tih 4 standarda je napravljena analiza njihovih karakteristika. Za svaki od ova 4 standarda, izvršeno je snimanje poslovnog procesa i data je analiza sveobuhvatnosti elemenata koje standard može da prepozna prilikom snimanja. Nezavisno od toga, u cilju tačnije analize njihovog kvaliteta, definisani su opšti kriterijumi (njih 28) koje svaki standard za snimanje poslovnih procesa treba da ispunjava i nivo uticaja kriterijuma na kvalitet standarda. Nakon toga, koristeći osnovnih 28 kriterijuma, izvršena je analiza svakog pojedinog standarda po tim kriterijuma, izvršena je procesa nivoa ispunjenosti svakog pojedinog kriterijuma i korišćenjem više kriterijumske analize je izvršeno rangiranje standarda. Od ova 4 kriterijuma, IDEF0 je imao najveći stepen kvaliteta.

Na osnovu ovih analiza može se reći da je Hipoteza 1 (H1) samo delimično potvrđena, jer ako je u pitanju snimanje procesa, njegovih aktivnosti i objekata, standardi u većoj ili manjoj meri zadovoljavaju zahteve koje se pred njih postavljaju, ali specifičnosti (koje zahteva objektno procesno skladište podataka ciljno vođen) ne mogu biti u potpunosti ostvarene. Naime, za zahteve postavljene ovom tezom, standardi pokrivaju instance zapisane svakom realizovanom instancom, ali uopšte ne uzimaju u obzir ograničenja pod kojima se proces odvija, kao i ciljeve koje proces treba da ispuni. Isto tako, standardi, osim uopštenog pominjanja objekata (dataObject i data Store) nemaju mogućnosti za definisanje njihove strukture i tipa.

H2: „*Prepoznavanje objekata i definisanje njihove strukture, kao i uticaj na aktivnosti unutar procesa su neophodni za modelovanje i razvoj procesnog skladišta podataka, a u cilju kvalitetnije analize u svrsi donošenja ispravnih odluka*“. Snimanje poslovnih procesa, realizovanih kroz 4 nezavisna standarda za snimanje poslovnih procesa, pokazalo je da oni ne omogućavaju kvalitetno prepoznavanje objekata i njihove strukture. U tezi je detaljno prikazan uticaj strukture objekata koji utiču na poslovni proces. Posebno su analizirani uticaji internih objekata na aktivnosti i obrnuto, a posebno ulazno/izlazni koji utiču na proces i okruženje u kome funkcioniše proces. Prikazana je neophodnost njihove integracije u poslovno skladište

podataka, naročito u segmentima koji se odnose na ostvarenje cilja i zbog toga je ovaj pristup nazvan **objektni** poslovni DW ciljno vođen.

H3: „*Obuhvat svih aktivnosti unutar procesa, korelacija procesa sa okruženjem i prepoznavanje ograničavajućih i ciljnih elemenata za vrednovanje realizacije poslovnog procesa obezbeđuje jedan od segmenata neophodnih za analizu i unapređenje procesnog skladišta*“. Obuhvat aktivnosti i definisanje njihove ulogu, prava i ovlašćenja, kao i njihove rezultate u kombinaciji sa ograničenjima pod kojima se aktivnosti odvijaju je neophodan uslov za pravilno formiranje strukture i sadržaja objektnog procesnog skladišta podataka. Integracija ovih elemenata sa ciljevima koje proces mora da ostvari su elaborirani na konkretnom primeru pilot projekta gde je hipoteza u potpunosti potvrđena.

H4: „*Primena procesnog skladišta podataka u potpunosti zadovoljava strukturu i obim podataka neophodnih za analizu i unapređenje procesa donošenja odluka*“. Ova hipoteza je u potpunosti potvrđena, jer jedino i samo potpuni obuhvat kompletnog procesa može da pruži tačnu analizu i predloge za unapređenje procesa. U tezi po pokazana manjkavost pristupa klasičnog skladišta podataka u odnosu na procesni pristup, i detaljno su prikazane prednosti i nedostaci oba pristupa. Poseban naglasak je dat na značaju obuhvata vezanih za strukturu objekata, graničnih uslova i ciljeva.

H5: „*Izbor objektnog procesnog skladišta podataka, ciljno orjentisanog obezbeđuje celovit uvid u odvijanje procesa i za analizu i unapređenje procesa odlučivanja*“. U tezi je detaljno prikazane mane postojećeg pristupa, i dat je teorijski i praktičan primer razlike u pristupima sa i bez integracija vezanih za ograničenja i ciljeve. Prikazan je nov, teorijski pristup primene strukture koja se odnose na ograničenja i ciljeve i prikazana je opasnost od pogrešnog tumačenja kada se smatra da je postavljeni cilj ispunjen. Dat je teorijski i praktičan primer analize ispunjenosti cilja i dat je primer kako cilj za koji se smatra da je ispunjen u suštini može da proizvede negative efekte. Hipoteza je u potpunosti potvrđena.

H6: „*Integracija zadovoljavajućeg standarda za snimanje poslovnih procesa, integrisanim sa procesnim skladištem podataka, baziranim na objektnom pristupu, a usmerenim na dostizanje zadanog cilja u potpunosti obezbeđuje kompletnu platformu kao osnov za razvoj inteligentnog poslovnog sistema*“. Izazov koji se postavlja pred sistem analitičarem pred kome predstoji snimanje poslovnog procesa je izbor standarda kojim će najoptimalnije da snimi proces. Za snimanje procesa održavanja opreme, testirana su 4 standarda i na osnovu definisanih kriterijuma i više kriterijumske analize izvršen je izbor najoptimalnijeg standarda. Prikazane su mane i prednosti svakog standarda i na osnovu toga je dat predlog za proširenje BPMN standarda novim funkcionalnostima koje se odnose na objektni pristup.

Analizom ova 4 standarda je utvrđeno se najminimalnijim proširenjem kod BPMN standarda (u odnosu na druga 3) mogu dobiti maksimalni benefiti i u tom slučaju bi BPMN u potpunosti mogao da zadovolji zahteve objektnog procesnog skladišta podataka ciljno vođenog. Ovim možemo da smatramo da je i ova hipoteza u potpunosti potvrđena.

Pored dokazanih hipoteza, navedeni hipotetički stavovi su obrazloženi kroz izradu pilot projekta koji je koristio realne podatke sedmogodišnjeg rada službe održavanja. Na nivou naučne deskripcije, disertacija se bavi temama iz upravljanja i unapređenja poslovnih procesa, analizom i unapređenjem procesnog skladišta podataka, integracije objekata, graničnih vrednosti i ciljeva u objektni procesni DW ciljno vođenim, kao i unapređenjem standarda za snimanje poslovnih procesa. Nivo naučne klasifikacije koji se prožima s nivoom deskripcije odnosi se na oblast metoda višekriterijumske analize, metoda određivanja težinskih faktora, literature koja se bavi kriterijumima za izbor standarda za snimanje poslovnih procesa, literature koja se bavi DW principima, literature koja se bavi standardima za snimanje procesa. Nivo naučnog otkrića započinje analizom potreba za unapređenje procesa održavanja opreme, izborom kriterijuma za analizu optimalnog standarda za snimanje poslovnih procesa i predloga za unapređenje standarda, predloga za proširenje strukture procesnog DW-a uključivanjem graničnih vrednosti i ciljeva, kao i definisanja međusobnog uticaja aktivnosti koje se odvijaju unutar procesa sa objektima koji nastaju unutar procesa kao rezultat odvijanja aktivnosti.

Na osnovu sprovedene analize nad pilot projektom koji se bazira na realnim sedmogodišnjim podacima, dat je konkretan predlog proširene strukture objektnog procesnog DW-a ciljno vođenog, predložena je korekcija BPMN standarda, kao i potreba za proverom ispunjenja realizovanog cilja koji je proces realizovao. Naučno objašnjenje se odnosi na teoriju strukturiranja DW-a, karakteristike proširenog standarda za snimanje poslovnih procesa, kao i pitanje nove strukture procesnog DW-a koji treba da integriše objekte, njihov međusobni uticaj na aktivnosti, kao i integraciju graničnih vrednosti i ciljeva. Naučna prognoza je da su predstavljene teorije direktno upotrebljive kako u naučnoj zajednici, tako i u praksi i da će njihova primena unaprediti proces pripreme podataka za analizu u unapređenje poslovnih procesa. Proširenje procesnog DW-a, baziranog na objektno ciljno pristupu, obezbeđuje celovit obuhvat internih i eksternih podataka, i samim time uvid u kompletan proces, i mogućnost analize podataka bez obzira na vremenski trenutak kada su nastali, zbog čuvanja i integracije vremenskih, graničnih i ciljanih elemenata.

Definisanje kriterijuma koji se koriste pri analizi standarda, omogućavaju teorijsku i praktičnu osnovu naučnoj zajednici za kombinovanje i modifikaciju standarda, kao i mogućnost uključivanja dodatnih nivoa kriterijuma koji mogu da se odnose na sam proces i njegove karakteristike, želje preduzeća i raspoloživost i znanje njegovih sistem analitičara, itd. Integracijom objekata u procesni DW-a omogućava naučnim krugovima da dodatno krenu u proučavanje međusobnog uticaja objekata na aktivnosti i aktivnosti na objekte i definisanje ograničenja koja mogu da u tom procesu proanaliziraju. Iako su oba ova segmenta (standardi i procesni DW) pokriveni naučnim radovima, nije bilo radova koji su pominjali integraciju standarda, DW-a i standarda za snimanje kao integrativnog faktora koji jedini može da obuhvati sve elemente samog procesa, kao i njihovu međusobnu interaktivnost.

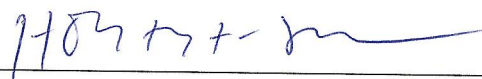
VIII. Mišljenje i predlog Komisije o doktorskoj disertaciji

Na osnovu svega izloženog Komisija je mišljenja da doktorska disertacija kandidata Miomira Rakića, master inženjera mašinstva, po svojoj temi, pristupu, strukturi i sadržaju rada, kao i kvalitetu i načinu izlaganja, metodologiji istraživanja, načinu korišćenja literature, relevantnosti i kvalitetu sprovedenog istraživanja i donetim zaključcima, zadovoljava kriterijume zahtevane za doktorsku disertaciju, te se može prihvatiti kao podobna za javnu odbranu.

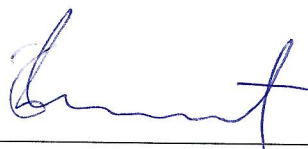
Sagledavajući ukupnu ocenu doktorske disertacije kandidata Miomira Rakića, master inženjera mašinstva, pod nazivom „Razvoj i primena ciljno vođenog procesnog skladišta podataka kao osnove za inteligentnu analizu procesa održavanja opreme“, predlažemo Veću departmana za posle diplomanske studije i Senatu Univerziteta Singidunum, da prihvati napred navedenu doktorsku disertaciju i odobri njenu javnu odbranu.

U Beogradu, 28.03.2023. godine

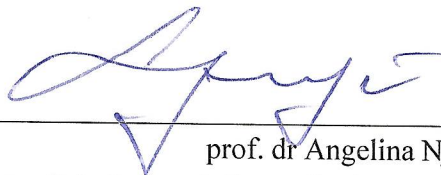
Članovi komisije:



prof. dr Nebojša Bačanić Džakula
Redovni profesor Fakulteta za informatiku i računarstvo
Univerzitet Singidunum
Predsednik



prof. dr Boris Delibašić
Redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka
Univerzitet u Beogradu
Član



prof. dr Angelina Njeguš
Redovni profesor Fakulteta za informatiku i računarstvo
Univerzitet Singidunum
Mentor